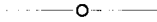


OEKOLOGIE  
DER  
FELSFLORA KALKARMER GESTEINE



VON DER  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER  
WÜRDE EINES DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN  
GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON  
ERNST WETTER  
DIPLOM. FACHLEHRER IN NATURWISSENSCHAFTEN  
AUS  
ST. GALLEN

156



REFERENT: HERR PROF. DR. C. SCHRÖTER  
KORREFERENT: HERR PROF. DR. P. JACCARD



## Abriss des Lebens und Bildungsganges.

Geboren den 30. Mai 1885 in Flawil (Kanton St. Gallen) besuchte ich daselbst die Primar- und Sekundarschule. 1901 trat ich in das Gymnasium der Kantonalen Lehranstalt, um nach abgelegter Maturitätsprüfung 1906 mit dem Fachstudium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule zu beginnen. 1909 bestand ich die Übergangsdiplomprüfung in Mathematik, Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie und erhielt im Sommer 1910, nach der Schlussdiplomprüfung in Botanik, Zoologie und Geographie, das Diplom eines Fachlehrers der Naturwissenschaften.

Ein Aufenthalt von 2 Semestern an der Universität Montpellier diente der weiteren Ausbildung hauptsächlich in Pflanzengeographie.

Die Zeit von 1910 bis 1916 war der Dissertation gewidmet neben der Lehrtätigkeit an einer zürcherischen Sekundarschule und als Hilfslehrer am kantonalen Lehrerseminar Küsnacht, dem kantonalen Gymnasium, der kantonalen Handelsschule und an der Handelsabteilung der Höheren Töchterschule Zürich; im Winter 1916 wurde die Promotionsarbeit abgeschlossen.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Kapitel: Stand des Studiums der Felsflora und Zweck der vor- liegenden Arbeit . . . . .	1
2. Kapitel: Begriff und Einteilung der Felsflora . . . . .	4
3. Kapitel: Die Stand-, Keim- und Wuchsorte bildenden Faktoren . . . . .	8
1. Unterkapitel: Die allgemeinen Faktoren des Untersuchungs- gebietes . . . . .	8
§ 1. Wahl des Untersuchungsgebietes . . . . .	8
§ 2. Klima des Untersuchungsgebietes . . . . .	9
§ 3. Geologie und Petrographie des Untersuchungsgebietes . . . . .	17
§ 4. Die Verwitterung der Gesteine . . . . .	25
§ 5. Die Tätigkeit der Organismen . . . . .	34
2. Unterkapitel: Spezielle Faktoren des Untersuchungsgebietes (Faktoren der Wuchsorte und Unterschiede auf kleinstem Raume) . . . . .	46
§ 1. Die Temperaturverhältnisse . . . . .	46
a) Lufttemperatur . . . . .	47
b) Bodentemperatur . . . . .	57
c) Schlüsse, welche die Temperaturmessungen ge- statten . . . . .	72
§ 2. Wasserverhältnisse . . . . .	83
4. Kapitel: Besiedelung durch einige charakteristische Petrophyten . . . . .	100
5. Kapitel: Allgemeine Zusammensetzung der Flora nach Standorten . . . . .	142
Literaturverzeichnis . . . . .	171
Figurenverzeichnis . . . . .	175
Verzeichnis der Photographien . . . . .	177

# Oekologie der Felsflora kalkarmer Gesteine.

Von Ernst Wetter.

---

Arbeit aus dem botanischen Museum der Eidg. Technischen Hochschule.

---

## 1. Kapitel.

### Stand des Studiums der Felsflora und Zweck der vorliegenden Arbeit.

Das Studium der Oekologie der phanerogamen Felsflora hat durch Oettli (1904) eine allgemein anerkannte, grundlegende Bearbeitung erfahren. Er stützt sich auf Beobachtungen an den Kalkfelswänden des Kurfürsten- und des Säntisgebietes und berücksichtigt nur die höheren Pflanzen, weist jedoch auf die Wichtigkeit der Kryptogamen hin.

Die Frage des Haushaltes der kryptogamen Felsflora hat vorher und seither nach mehreren Richtungen hin eine Bearbeitung erfahren. Zuerst hat Bachmann die Beziehungen der Kalkflechten zu ihrem Substrate studiert (1890). Im Jahre 1907 erschien eine neue Arbeit des gleichen Verfassers über die Rhizoidenzone granitbewohnender Flechten. 1915 folgte die 3. Arbeit über kalklösende Algen. Auch Schade studierte in seiner Arbeit 1912 ausschließlich die Kryptogamenflora. Weitere Arbeiten lieferten Schorler 1914 und Diels 1914. Ferner sei noch erwähnt Kraus: „Boden und Klima auf kleinstem

Raume. Versuch einer exakten Behandlung des Standortes auf dem Wellenkalke“, das in der Richtung der exakten Festlegung der Standortbedingungen einen wesentlichen Fortschritt bedeutet. Kraus stützt sich vorwiegend auf Beobachtungen an Phanerogamen.

Während Schade und Kraus in erster Linie das Lokalklima untersuchen, deutet Diels bereits die Successionen auf dem Fels an. Diese Successionen wurden namentlich auch von amerikanischen, dänischen und englischen Forschern verfolgt, so von Ostenfeld: „Botany of the Faröers“. Zu nennen ist auch Smith in Tansley's Werk: „Types of British Vegetation“. Beim Studium der schottischen Berge stellt er die Folge auf: Chomophytes of sheltered ledges-arctic alpine Grassland formation. Zahlreiche pflanzengeographische Monographien berühren unser Spezialgebiet, wie die von Grisch, Brockmann, Rübél, Braun, Bär, Geilinger.

Eine Bearbeitung der Gefäßpflanzen des kalkarmen Silikatgesteines fehlt indes bis jetzt und ist als Parallele zur Arbeit von Oettli eine dringende Aufgabe. Dieses Problem zu studieren unternahm ich auf Vorschlag meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Schröter, dem ich an dieser Stelle meinen innigen Dank aussprechen möchte für seine zahlreichen Anregungen und seine Zuvorkommenheit bei der Benützung von Literatur und den Sammlungen des botanischen Institutes der eidgenössischen technischen Hochschule. Ebenfalls danke ich hier auch meinem ehemaligen Lehrer, Herrn Prof. Jaccard für Anregung und Gestattung der Benützung des pflanzenphysiologischen Institutes. Folgende Herren hatten die Güte, kritisches Material zu bestimmen: Herr Prof. Rikli (Erigeron), die Herren Dr. Brockmann (Festuca), Dr. Thellung (Epilobium), Herr Zahn (Hieracium). Auch ihnen meinen besten Dank wie auch den Herren Prof. Schellenberg und Dr. Maurer für ihre Ratschläge und Herrn Prof. Grubenmann für die Durchsicht des Kapitels über Geologie und Petrographie.

In der Einleitung zu seiner Arbeit betont Oettli, daß infolge der Isolation der Felsflora ein Kommensualismus zum größten Teil ausgeschlossen sei. Im Sinne Warmings suchte er:

1. Nach jeder neuen Spezies einer Felswand, welche sich mit dem Auftreten gewisser ökologischer Bedingungen einstellte.

2. Nach den besondern ökologischen Bedingungen, welche gegeben sein müssen, um eine Spezies zu ermöglichen.

Er untersuchte, ob sich nicht sämtliche Stellen einer Felswand, an denen eine ganz bestimmte Spezies vorkommt, durch irgendwelche gemeinsamen Merkmale von andern, sowohl nackten als auch besiedelten Teilen der Felswand auszeichnen. Solche meist nur von einer und derselben Art besiedelten Stellen der Felswand nannte er den *Wurzelort* der betreffenden Spezies.

Der *Wurzelort* einer bestimmten Art hat nicht nur alle klimatologischen und edaphischen Faktoren mit dem betreffenden *Standorte* gemein, sondern er weist noch besondere sekundäre Faktoren (Jaccard) auf. Die Pflanze, welche einen solchen Wurzelort bewohnt, ist also nicht nur an alle Faktoren des Standortes angepaßt, sondern sie bedarf gewisser *Sonderanpassungen*, welche ihr erlauben, die besondere Stelle des Felsens zu besiedeln.

An Stelle des Ausdruckes Wurzelort möchte ich den von Heß angewandten Ausdruck *Wuchsort* vorziehen. Dieser hat allgemeine Bedeutung, was für die Bezeichnung Wurzelort nicht zutrifft. Nur bei den Phanerogamen können wir von Wurzelorten sprechen, nicht aber bei den Kryptogamen. Diese sind es aber gerade, welche vielerorts die Bedingungen schaffen, welche die Existenz der Phanerogramen ermöglichen.

Scharf müssen wir noch unterscheiden zwischen Wuchsort und *Keimplatz*. Die Bedingungen für das Keimen einer bestimmten Art müssen nur während einer verhältnismäßig kurzen Spanne Zeit gegeben sein. Wenn sie nur so lange andauern, bis aus dem Samen die junge Pflanze sich entwickelt hat, genügt es. Ich erinnere nur an das Feuchtigkeitsbedürfnis des keimenden Samens. Dieses braucht nicht das gleiche zu sein, wie das der erstarkenden Pflanze. Erfüllt ein Keimplatz zugleich auch die Bedingungen des Wuchsortes, oder vermag sich der Keimling diese zu verschaffen, dann wird die Pflanze zum dauernden Felsbewohner. Im andern Falle verschwindet sie wiederum von der betreffenden Stelle.

Die Aufgaben, die ich mir bei dieser Arbeit gestellt habe, sind folgende:

1. Studium des Klimas des Standortes.
2. Studium der Keimplätze der Felsenpflanzen.
3. Studium der Wuchsorte und des Lebenshaushaltes der Felsbewohner und ihre Sonderanpassungen an die sekundären Faktoren der Wuchsorte.
4. Studium des Einflusses der Felsenpflanzen auf die Wuchsorte selbst.

Das Studium dieser Fragen soll uns Aufschluß geben, warum an einer ganz bestimmten Stelle gerade die betreffende Pflanze zu finden ist und keine andere.

---

## 2. Kapitel.

### Begriff und Einteilung der Felsflora.

Nicht alles, was auf den Felsen wächst und gedeiht, kann zur Felsflora gerechnet werden. Aus der Umgebung dringen manche Vertreter der benachbarten Gebiete ein. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß Standorte sich ändern können. Gewisse Standorte der Felsflora gehen dieser verloren. Auf ihnen entwickelt sich nach und nach eine ausgesprochene Wiesenflora. Ein Stück Felsen kann auch an die Schutt- oder an die Geröllflora übergehen.

Mancher Same der benachbarten Wiesenflora fand während einer Periode des Regens günstige Verhältnisse, um auf einem Häufchen Feinschutt in einer Felsnische zu keimen. Als aber die Bedürfnisse der keimenden Pflanze größere wurden, genügte der zur Verfügung stehende Raum an Boden und Luft der Pflanze nicht mehr. Die zunächst günstigen Verhältnisse änderten sich in das Gegenteil. Als die Feuchtigkeit bei andauerndem Sonnenschein zu sehr abnahm, verschwand der Eindringling wieder vom Felsen. Wir können uns auch denken, daß Besiedler benachbarter Gebiete wohl günstige Bedingungen fänden für die erwachsene Pflanze, aber keine günstigen Keimplätze. Aus diesem Grunde bleiben sie aus dem Felsen ausgeschlossen.

Soll eine Art als *Felsenpflanze* bezeichnet werden, so muß sie sowohl günstige *Keimplätze* als auch günstige *Wuchsorte* finden. Sie muß im stande sein, den Fels als erster Pionier zu besiedeln und darf nicht auf die Vorarbeit anderer Gewächse angewiesen sein. Wir verstehen daher mit Oettli *unter den Felsenpflanzen oder Petrophyten alle diejenigen auf Felsen und Blöcken wachsenden Pflanzen, welche im stande sind, als erste ihresgleichen den Fels dauernd zu besiedeln und in Verbreitung*



und Bau eine mehr oder weniger große Abhängigkeit von dem Felsen als Unterlage erkennen lassen.

Nur Algen und Flechten können die vollständig detrituslose, kompakte Oberfläche des Felsen besiedeln, während Moose und Gefäßpflanzen auf Detritus angewiesen sind. Letztere sind also nur möglich, wenn Algen und Flechten vorangegangen sind, oder wenn die chemische und physikalische Verwitterung kleine Detritushäufchen auf dem Felsen geschaffen hat.

Die Bewohner der *kahlen* Felsen nennen wir nach Schimper **Lithophyten**, die an Detritus gebundenen **Chomophyten**.

a) Die *Lithophyten* (Algen und Flechten), die also nicht an das Vorhandensein von Detritus gebunden sind, zerfallen wieder in zwei Gruppen.

Die erste Gruppe benützt den Fels nur als Unterlage. Die Vertreter derselben dringen nicht aktiv in denselben ein. Wir bezeichnen sie nach meinem Vorschlage als **Exolithophyten**. Es sind namentlich die Steinalgen, welche dem Felsen oft in zahlreicher Menge anhaften, ihm aber aller Wahrscheinlichkeit nach keine Nahrung entziehen. In den Südtiroler Dolomiten fand Diels hauptsächlich *Schizophyceen* als erste Besiedler, darunter in erster Linie *Glaucocapsa*. Wahrscheinlich haben diese keinen starken Einfluß auf die petrographische Unterlage. Die Verwitterung wird durch sie allerdings gefördert. Es sind dies die **Epilithophyten** von Diels („Felshafter“, Schröter).

Exolithophyten sind ferner die **Rhizolithophyten** oder Felswurzler, so genannt nach dem Vorschlage von Schröter. Zu diesen gehören die Flechten, welche sich mit ihren Rhizoiden in der Rindenpartie des verwitternden Felsens festklammern.

Die zweite Gruppe der Lithophyten dringt aktiv in den Fels ein. Wir bezeichnen sie als **Endolithophyten**.

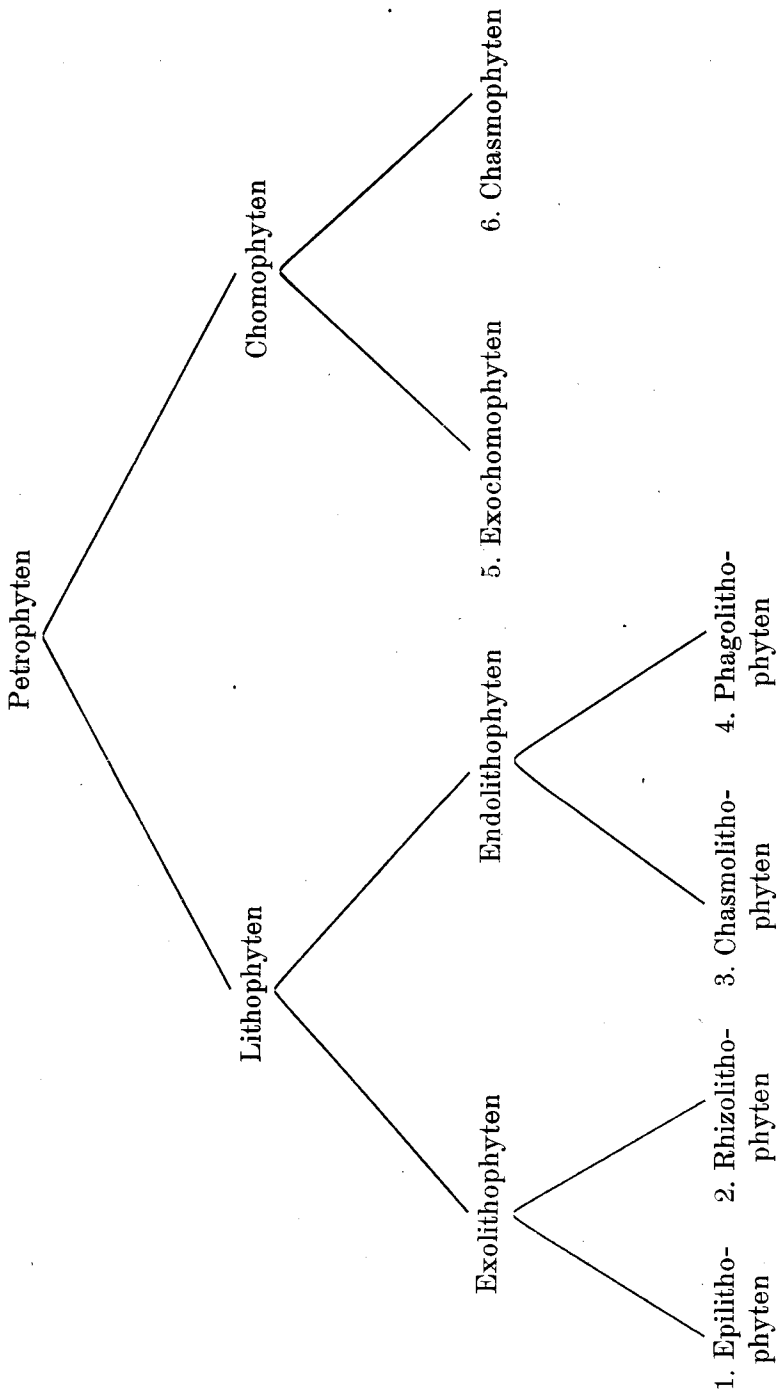
Bachmann fand zwischen den Glimmerkristallen feuchter Granitwände Diatomeen (1907). Diese spielen eine sehr große Rolle in der Lockerung des Gesteins. Sie beschleunigen den Zerfall desselben. Ob sie aktiv in das Gestein eindringen, konnte der Verfasser in seiner ersten Arbeit nicht nachweisen. Die gleiche Erscheinung hatte derselbe Autor schon im Jahre 1890 auf dem Kalke beobachtet. Diels zeigte in seiner Arbeit über die Dolomitriffe (1914), daß sehr viele feine Spalten

unweit der Gesteinsoberfläche von Algen bewohnt sind. Er bezeichnet diese als Endolithophyten. Auch hier möchte ich den Ausdruck *Chasmolithophyten* wählen, um durch diese Bezeichnung klarzulegen, daß sie die Spalten bewohnen, wie die höheren Pflanzen. Meine Chasmolithophyten sind also identisch mit Diels Endolithophyten. Diels kam durch seine Untersuchungen zum Schlusse, daß das Licht die Hauptrolle spiele, die *Epilithophyten* seien periodische Xerophyten mit der Fähigkeit, sehr intensives Licht zu ertragen, die *Chasmolithophyten* (also seine Endolithophyten) dagegen Schattenpflanzen. Es ist nicht mit Sicherheit festgestellt, ob diese *Chasmolithophyten* sich aktiv in das Gestein einfressen oder nicht.

Bachmann hat in einer neuen Arbeit (1915) nachgewiesen, daß Algen tatsächlich die Fähigkeit haben können, den Kalkfelsen zu lösen. Wir bezeichnen diese nach dem Vorschlage von Schröter als *Phagolithophyten* oder Felslöser. Bachmann nennt eine Reihe solcher perforierender Algen. Meine **Endolithophyten** umfassen also die **Chasmolithophyten** und die **Phagolithophyten**.

b) *Die Chomophyten* oder Detrituspflanzen, die an schon vorhandene Verwitterungsprodukte des Felsens gebunden sind, zerfallen in 2 Gruppen wie die Lithophyten. Die einen sind an den Oberflächenhumus gebunden, die andern an den Spaltenhumus. Erstere nennt man **Exochomophyten**, letztere Chasmochomophyten oder kurz nach Oettli **Chasmophyten**.

# Einteilung der Felsenpflanzen.



### 3. Kapitel.

## Die Stand-, Keim- und Wuchsorte bildenden Faktoren.

#### 1. Unterkapitel.

### Die allgemeinen Faktoren des Untersuchungsgebietes. (Bildung der Standorte.)

#### § 1. Wahl des Untersuchungsgebietes.

Wir wählten das *Gotthardgebiet* aus folgenden Gründen:

Die bisherigen Untersuchungen (Oettli, Diels, Bachmann) erstrecken sich beinahe ausschließlich auf kalkreiche Sedimente. Ein Studium der Verhältnisse in einem kalkarmen, massigen Gestein erschien zweckmäßig.

Es liegen aus diesem Gebiete zahlreiche chemische Analysen der Gesteine vor (Grubenmann, Hezner, Waindziok).

Es ist reich an typisch ausgeprägten Felswänden.

Das zentralschweizerische Gebirgsmassiv des Gotthards liegt zwischen dem Aarmassiv und dem Tessinermassiv. Auf der Nordseite bildet die Urserenmulde die Grenze gegen das Aarmassiv. Auf der Südseite scheidet die Bedretto-Piora-Mulde unser Massiv von dem Tessinermassiv. Die Sedimente dieser beiden Mulden wurden bei der Alpenfaltung eingeklemmt zwischen beiden Massiven. An den Rändern derselben bildeten sich infolge des ungeheuren Druckes Schiefergesteine, die in die Untersuchungen einbezogen wurden, obwohl sie wahrscheinlich aus Sedimenten der Mulde entstanden sind.

Das eigentliche Gotthardmassiv reichte nicht aus für alle Beobachtungen und Untersuchungen. Sie wurden darum in

den beiden Quertälern der Reuß und des Tessin fortgesetzt, auf der Nordseite bis nach Wassen und gegen Amsteg und auf der Südseite bis nach Faido. Im Reußtal fiel in erster Linie die Schöllenen, ein Teil des Aarmassives, mit ihren gigantischen Felswänden in Betracht. Zum Vergleiche wurden die Beobachtungen auch in der Umgebung von Locarno und im untern Maggiatale fortgesetzt. Diese Ausdehnung unter Überspringung der beiden genannten Mulden ermöglichte ein intensiveres Studium namentlich des Einflusses der Meereshöhe und der damit in Zusammenhang stehenden Faktoren sowohl in unserem nordalpinen Gebiete als auch auf der Südabdachung des Hauptgebirgskammes bis in das insubrische Gebiet. Die Ausdehnung in das insubrische Gebiet diente hauptsächlich dem Studium der Oekologie von *Saxifraga Cotyledon* und *Primula hirsuta*.

Zum weiteren Vergleiche wurde auch das Haupttal verlassen und namentlich das Gebiet des Wytenwassertales einbezogen, das ein paralleles Seitental zur Gotthardreuß ist und von der Rotondohütte des S. A. C. leicht zugänglich ist. Es sind dies die Gebiete der Fibbia-Lucendro-Hühnerstockkette, der Valetta, der Winterhornkette, der Leckihorn-Rottälhornkette. Im Gegensatz zu den mehr oder weniger festen Gesteinen der genannten Gebiete wurde nach Osten übergreifen in das Gebiet des Pizzo Centrale.

Das Untersuchungsgebiet wurde zu verschiedenen Malen und zu verschiedenen Zeiten besucht, so: Sommer 1910, Sommer 1911, Frühling 1913 in Locarno, Sommer 1913 und Herbst 1913, Sommer 1914. Die Hauptbeobachtungen wurden in dem sehr nassen Sommer 1910 und im Gegensatz dazu in dem äußerst trockenen Sommer 1911 gemacht.

## § 2. Das Klima des Untersuchungsgebietes.

Wir sind uns wohl bewußt, daß die hier zu gebenden Daten nur die allgemeine klimatologische Grundlage darstellen, auf welche sich dann die speziellen, felsklimatischen Standorte aufbauen. Wie der spezielle Teil zeigen wird, spielen die lokal-klimatischen Verhältnisse gerade bei der Felsflora eine so große Rolle, daß das allgemeine Klima dagegen ganz zurücktritt. Wenn wir trotzdem etwas ausführlicher über dasselbe berichten,

so geschieht dies namentlich des Vergleiches mit andern Gebieten wegen. Die Daten stammen aus den schweizerischen meteorologischen Beobachtungen und dem ausgezeichneten Werke von Maurer und Billwiller.

a) Niederschläge.

Das Gesamtgebiet von Wassen bis Locarno gehört, abgesehen von einigen Trockenoasen, zum niederschlags- und insbesondere zum schneereichsten der Schweiz. Durch das ganze Gebiet hindurch wird der allgemein gültige Satz bestätigt, daß die Niederschlagsmenge zunimmt mit der Meereshöhe. Wir haben deshalb das Maximum der Niederschläge auf dem Gebirgskamme zu suchen, also auf dem Hospiz. Es folgt aber kein gleichmäßiges Abnehmen nach Norden und nach Süden. Zwei Ausnahmen springen sofort in die Augen: die Niederschläge nehmen auf der Südseite gegen den Rand der Tessiner Alpen plötzlich wiederum zu und Andermatt ist ausnahmsweise trocken. Leider fehlen dort Felsstandorte, dagegen zeigen die Standorte an der Oberalpstraße deutlich den Einfluß dieses Trockengebietes (vorherrschend *Sempervivum*).

Von größter Bedeutung ist die ungleiche Verteilung der Niederschläge auf die verschiedenen Jahreszeiten. Die größten Mengen fallen während der Vegetationsperiode und kommen den Pflanzen direkt zugute. Das winterliche Alpendruckmaximum verunmöglicht eine Bildung ausgiebiger Niederschläge zur Winterszeit. Die Mengen kleinerer Niederschläge des Winters haben auf den höheren Stationen aber doch einen großen Einfluß, da sie in fester Form niedergehen und im Frühling zur Schneeschmelze bis in den Sommer hinein ein Reservoir bilden. Daß Trockenperioden auftreten können, zeigt der Sommer 1911.

Über die Niederschlagsverhältnisse geben die nachfolgenden Tabellen nähern Aufschluß:

Durchschnittliche Niederschlagsmengen:

	Höhe ü. M.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Total
Altdorf . . .	452	53	64	79	98	103	135	166	154	105	118	88	85	1248
Göschenen . .	1100	78	97	124	132	123	101	120	127	124	139	100	98	1363
Andermatt . .	1446	97	108	88	81	87	88	108	120	139	142	78	74	1210
Hospiz . . .	2100	14	50	50	200	102	228	194	166	268	215	55	95	1937

	Höhe ü. M.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Total
Airolo . . . . .	1142	77	78	123	113	150	119	141	165	136	231	138	102	1573
Faido . . . . .	759	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1388
Biasca . . . . .	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1477
Locarno . . . . .	249	72	68	131	161	217	182	187	234	217	243	145	83	1940
Lugano . . . . .	276	67	55	101	159	179	185	159	183	194	209	138	72	1701

NB. Die Regenmengen des Hospizes stammen vom Jahre 1907, welche am ehesten der mittleren Niederschlagsmenge entsprechen könnten. Jahrelange Aufzeichnungen fehlen von dieser Station; deshalb konnten die Zahlen nicht dem Maurerschen Werke entnommen werden.

### Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode 1911:

	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Altdorf . . . . .	77	186	59	104	109	89
Gurtellen . . . . .	39	142	39	66	114	131
Göschenen . . . . .	65	165	34	78	154	200
Andermatt . . . . .	78	153	17	90	135	177
Furka . . . . .	29	101	10	47	46	89
Gletsch . . . . .	64	124	16	54	107	195
Hospiz . . . . .	111	277	10	151	215	280
Airolo . . . . .	79	218	4	200	112	343
Faido . . . . .	79	150	2	68	110	261
Bellinzona . . . . .	85	322	11	234	144	253
Locarno . . . . .	110	282	5	254	179	311
Lugano . . . . .	103	323	37	405	228	240

### Einige maximale Niederschläge:

#### a) Regen:

1. Andermatt . . . . . 150 mm 4. VIII. 1898
2. Gotthard-Hospiz . . . . . 280 mm 27. IX. 1868
3. Airolo . . . . . 218 mm 16. XII. 1886
4. Faido . . . . . 223 mm 9. X. 1889
5. Locarno . . . . . 178 mm 27. X. 1889

#### b) Schnee:

1. Göschenen . . . . . 75 cm 63,5 cm Schmelzwasser 9. IX. 1886
2. Airolo . . . . . 110 cm 41 cm „ 19. XII. 1896

Größte gemessene Schneehöhen sind beim Gotthardhospiz (1927 m):

1906 15. I. 314 cm	1. VI. 140 cm
1907 1. II. 170 cm	15. III. 180 cm
1908 18. II. 175 cm	3. V. 240 cm
1909 26. III. 165 cm	28. V. 100 cm
1910 6. IV. 360 cm	13. V. 340 cm
1912 22. III. 270 cm	7. VI. 25 cm
1913 6. VI. 380 cm	26. VI. 10 cm

## Anhang: Schneeschmelze Gotthardospiz: 1911

### Schneeschicht:

20. V.	281 cm	} 55 cm geschmolzen in 7 Tagen	
27. V.	226 cm		
3. VI.	165 cm		61 cm " in 7 "
8. VI.	125 cm		40 cm " in 5 "
10. VI.	100 cm		25 cm " in 2 "
15. VI.	80 cm	20 cm " in 5 "	
		201 cm in 25 Tagen.	

### Dauernd schneefrei wurde das Hospiz:

1905	31. V.	1909	15. VII.	1911	23. VI.
1906	25. V.		(frei 21.—25. V.,	1912	20. VI.
1907	?		1.-5. VI., 7.-9. VI.	1913	29. VI.
1908	8. VI.	1910	30. VI.	1914	23. VII.

Mittlere Aperaturzeit der letzten 10 Jahre: 22. VI. bis 25. VI.

### b) Relative Feuchtigkeit:

Die relative Luftfeuchtigkeit ist in unserem Gebiete am größten im Sommer, also während der Vegetationsperiode und am kleinsten während der Ruhezeit der pflanzlichen Lebewesen, also gerade die entgegengesetzte Erscheinung als in unseren Niederungen. Auch die Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit von der Temperatur ist zur Genüge bekannt.

Dazu einige Daten vom Hospiz:

	Lufttemperatur			VIII. 1906.			Relative Luftfeuchtigkeit		
	morgens 7 h	mittags 1 h	abends 9 h	morgens 7 h	mittags 1 h	abends 9 h	morgens 7 h	mittags 1 h	abends 9 h
21.	5,0	10,8	9,6	38%	42%	55%			
22.	10,8	16,2	11,6	38%	25%	58%			
23.	12,6	17,0	12,6	34%	23%	43%			
24.	11,0	14,8	10,4	38%	34%	58%			
25.	8,4	15,6	9,6	65%	40%	90%			
26.	6,6	8,2	7,4	90%	92%	95%			
27.	8,2	13,0	8,6	58%	40%	95%			
28.	3,8	13,8	8,0	94%	25%	92%			
29.	5,2	14,0	8,8	90%	30%	80%			
30.	10,0	14,6	10,4	55%	54%	80%			

### c) Temperatur:

Aus der nachfolgenden Tabelle erkennt man deutlich die allgemeine Tatsache der Temperaturabnahme mit zunehmender Meereshöhe.



### Mittlere Temperaturen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Mittel	Schwankungen
Altdorf . . . . .	0,1	2,0	4,8	9,3	13,0	16,2	18,0	17,3	14,6	9,5	4,9	0,8	9,2	17,9
1910 . . . . .	0,7	2,8	5,1	8,8	12,0	16,6	15,6	16,4	11,3	10,4	4,7	5,1	4,7	
1911 . . . . .	-3,0	0,7	6,1	8,0	13,3	16,1	19,7	20,1	15,9	9,7	7,0	4,2	9,8	
Gurtnellen . . . . .	-0,5	1,3	3,8	8,3	12,0	15,0	17,0	16,2	13,7	8,7	4,3	0,2	8,3	17,5
1910 . . . . .	-0,6	1,9	4,7	7,3	10,6	15,2	14,6	15,3	10,4	10,4	3,8	4,5	8,2	
1911 . . . . .	-4,1	-0,5	4,4	6,4	12,3	14,8	19,0	19,3	15,6	10,2	6,7	3,5	9,0	
Göschenen . . . . .	-2,1	-0,7	0,8	5,0	8,9	12,7	14,6	13,8	11,5	6,5	2,7	-1,3	6,0	16,7
1910 . . . . .	-1,6	-0,9	1,6	3,9	7,7	12,8	12,3	13,5	8,5	8,8	0,6	1,9	5,8	
1911 . . . . .	-3,6	-1,9	1,4	3,9	9,9	12,1	17,0	17,5	13,4	8,2	6,0	6,2	7,1	
Andermatt . . . . .	-6,0	-4,7	-2,3	2,0	6,4	9,7	11,8	11,0	8,5	3,6	-1,2	-5,7	2,7	18,5
1910 . . . . .	-6,0	-4,0	-2,1	0,9	4,9	9,7	9,5	10,7	5,6	5,7	-2,5	-2,0	2,5	
1911 . . . . .	-8,3	-5,5	-1,3	0,6	6,6	9,4	13,6	13,6	9,5	4,8	0,8	-1,3		
Hospiz . . . . .	-7,7	-7,1	-6,2	-2,4	1,3	4,9	7,9	7,6	5,2	0,2	-4,1	-7,1	-0,6	15,6
1910 . . . . .	-6,9	-8,0	-5,6	-3,4	0,4	5,8	5,8	7,1	2,9	1,6	-6,9	-5,1	-1,0	
1911 . . . . .	-7,0	-6,8	-5,2	-2,8	2,0	4,8	11,1	10,7	7,0	1,0	-2,3	-4,9		
Airolo . . . . .	-3,2	-1,3	0,8	5,1	9,1	13,5	15,8	14,8	11,7	6,0	1,2	-2,7	5,9	19,0
1910 . . . . .	-1,7	-0,9	1,5	4,2	8,3	13,8	14,0	14,5	10,3	7,7	-0,2	0,4	6,0	
1911 . . . . .	-2,3	-0,4	1,3	5,0	9,9	12,6	18,1	17,7	13,6	6,2	1,9	-0,9	6,9	
Faido . . . . .	-0,3	1,7	4,2	8,9	12,8	16,7	18,9	17,7	14,3	8,6	3,9	0,5	9,0	19,2
1910 . . . . .	1,1	1,4	4,8	7,5	11,3	16,7	16,2	17,0	12,9	2,3	2,6			
1911 . . . . .	1,3	1,9	3,9	8,5	12,8	15,0	20,6	20,6	16,4	8,2	4,5	1,5	9,6	
Biasca . . . . .	0,9	3,5	7,1	11,6	15,2	19,0	21,3	20,5	17,4	11,5	5,8	2,0	11,3	20,4
Bellinzona . . . . .	1,6	4,2	7,7	12,2	16,0	20,0	22,3	21,1	17,8	11,9	6,5	2,7	12,0	20,7
1910 . . . . .	3,5	4,3	7,9	10,8	14,5	19,7	19,6	19,8	16,3	12,2	4,9	4,4	11,5	
1911 . . . . .	1,5	3,3	7,3	11,6	16,0	18,2	23,5	23,0	18,2	10,9	6,9	3,5	12,0	
Locarno . . . . .	2,0	4,2	7,4	11,8	15,6	19,5	21,9	20,7	17,6	11,6	6,7	3,2	11,8	19,9
1910 . . . . .	3,9	4,3	8,2	10,6	14,5	19,1	18,8	19,5	16,1	13,4	5,4	5,2		
1911 . . . . .	3,0	4,2	7,5	11,7	15,4	17,7	22,7	22,9	18,4	11,2	7,6	4,4	12,2	
Lugano . . . . .	1,3	3,5	6,9	11,4	15,1	19,1	21,5	20,5	17,2	11,5	6,2	2,3	11,4	20,2
Mailand . . . . .	0,0	2,9	8,1	12,8	17,3	21,7	23,5	22,7	19,3	13,0	6,7	1,9	12,5	23,5

Es gibt aber auch hier gewisse Abnormalitäten wie bei den Niederschlagsmengen.

	Höhen-Differenz	Temperatur-Differenz	Temperatur-Differenz auf 100 m
Altdorf . . . . .	452 m	290 m	0,9°
Gurtellen . . . . .	742 m		
Wassen . . . . .	850 m	108 m	0,8°
Göschenen . . . . .	1110 m	260 m	1,5°
Andermatt . . . . .	1442 m	332 m	3,3°
Hospiz . . . . .	2100 m	658 m	3,3°
Airolo . . . . .	1142 m	958 m	6,5°
Faido . . . . .	758 m	384 m	3,1°
Biasca . . . . .	298 m	460 m	2,3°
Bellinzona . . . . .	237 m	61 m	0,7°

Die 1. *Wärmeoase* bildet das mittlere und untere Reußtal. Der Föhn bewirkt hier eine verhältnismäßig hohe Temperatur. Das erklärt den Sprung im Temperaturgange an dem Orte, wo der Föhn einsetzt. Wassen bei 850 m Meereshöhe hat eine mittlere Jahrestemperatur von 7,5°, Göschenen mit 1100 m eine solche von 6,0°. In Andermatt bei 1442 m beträgt diese nur noch 2,7°. Während die Temperaturabnahme auf 100 m von Altdorf bis Gurtellen nur 0,31° beträgt, beträgt diese zwischen Andermatt und Göschenen 1,0°, also rund dreimal mehr.

Eine 2. *Wärmeoase* bildet der Kanton Tessin; dieser weist zum Teil höhere Temperaturen auf als die Poebene.

Eine sehr wichtige Rolle für die Pflanzenwelt spielen die *extremen Temperaturen*, die in den folgenden zwei Tabellen zusammengestellt sind. Diese können sehr oft ausschlaggebend sein für das Vorhandensein der einen oder andern Pflanze.

#### Absolute Maxima und Minima.

Altdorf . . . . .	1864—1900	33,9	18. VIII. 1892	—15,4	20. I. 1891
Gurtellen . . . . .	1883—1900	34,0	18. VIII. 1892	—18,6	18. I. 1891
Göschenen . . . . .	1864—1900	32,2	17. VIII. 1892	—21,4	18. I. 1991
Andermatt . . . . .	1864—1900	28,7	28. VIII. 1865	—30,1	18. I. 1891
Hospiz . . . . .	1864—1889	23,4	2. VII. 1905	—29,0	
	1902—1905				

## Maximale und minimale Temperaturen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahr
Altdorf . . . 1910	11,7	14,1	18,1	18,4	26,5	27,5	27,2	26,2	18,4	19,6	16,5	15,4	27,5
1911	-7,8	-7,8	-2,4	-0,4	1,4	11,0	9,8	10,8	4,4	3,0	-5,1	-5,1	-7,8
Gurtneellen . 1910	3,4	12,8	21,6	20,7	22,0	25,6	29,8	27,8	27,0	19,6	16,9	13,5	29,8
1911	-9,4	-10,7	-3,4	-1,3	6,7	7,3	14,0	13,7	7,0	0,2	-0,4	-2,1	-10,7
Göschenen . 1910	7,0	13,2	14,0	15,0	23,6	25,6	29,6	26,4	17,1	18,3	13,8	12,1	29,6
1911	-6,0	-7,8	-3,8	0,1	1,0	9,2	8,8	9,0	4,1	3,0	-4,4	-5,8	-7,8
Andermatt . 1910	-0,6	10,2	17,1	19,0	26,7	27,4	28,3	27,6	27,7	21,2	13,6	10,9	28,3
1911	-9,0	-10,4	-3,0	-4,1	4,7	6,1	11,2	11,3	6,0	2,4	0,5	-2,9	-10,4
Hospiz . . . 1910	6,2	8,4	8,4	11,6	19,6	22,6	25,6	25,0	17,8	21,4	9,6	8,0	25,6
1911	-9,0	-11,0	-8,0	-3,6	-2,0	6,4	5,0	7,0	0,2	0,2	-8,4	-9,6	-11,0
Airolo . . . 1910	7,4	9,5	12,0	16,2	17,0	21,2	27,6	26,6	23,8	17,4	13,6	11,6	27,6
1911	-10,0	-11,6	-5,4	-6,4	2,8	1,2	9,2	10,2	1,6	-1,0	-0,2	-5,0	-11,6
Hospiz . . . 1910	3,3	5,0	5,1	9,3	17,0	19,3	24,4	25,0	17,0	19,5	6,1	5,2	25,0
1911	-17,0	-20,4	-13,1	-7,1	-4,1	4,0	3,2	4,0	-2,2	-2,0	-17,0	-17,5	-20,4
Hospiz . . . 1910	1,2	8,0	8,5	14,1	15,0	19,3	28,2	24,0	22,2	10,3	7,4	7,0	28,2
1911	-18,0	-18,3	-12,0	-10,0	-1,2	0,2	6,0	3,2	-1,2	-7,4	-5,2	-11,5	-18,3
Hospiz . . . 1910	2,4	0,2	4,0	6,0	11,0	14,2	15,8	17,0	11,5	11,6	0,1	0,6	17,0
1911	-16,4	-17,3	-16,1	-11,4	-8,6	0,1	-1,1	1,4	-6,1	-5,4	-15,0	-14,2	-17,3
Hospiz . . . 1910	3,0	3,5	5,4	10,8	11,0	12,7	19,2	18,3	18,8	10,4	5,2	3,1	19,2
1911	-17,3	-13,8	-13,1	-13,4	-4,4	-4,0	3,8	4,2	-3,1	-7,3	-6,8	-13,2	-17,3
Airolo . . . 1910	7,9	7,2	10,2	17,5	19,5	22,7	22,4	27,0	17,2	18,1	8,1	7,7	27,0
1911	-9,1	-9,6	-6,1	-3,2	0,8	7,8	5,3	10,3	-0,1	1,3	-6,7	-5,9	-9,6
Faido . . . 1910	7,3	10,9	11,0	18,2	20,4	23,6	27,3	27,3	27,8	16,2	12,6	7,4	27,8
1911	-10,4	-11,8	-6,7	-5,8	5,1	4,1	11,3	10,4	5,2	0,0	-3,1	-6,0	-11,8
Faido . . . 1910	12,2	9,0	13,5	20,2	24,6	26,0	27,0	29,0	20,8	20,6	9,6	7,7	29,0
1911	-9,4	-5,2	-1,0	-1,2	1,1	9,5	7,0	11,8	7,4	2,4	-3,0	-3,2	-9,4
Bellinzona . 1910	15,0	14,6	13,0	21,0	21,5	26,2	30,7	29,6	29,0	18,0	-11,4	8,8	30,7
1911	-6,6	-7,4	-2,8	-3,0	7,0	9,0	13,8	13,4	7,4	2,4	1,0	-1,8	-7,4
Bellinzona . 1910	17,6	13,3	17,8	24,2	25,6	28,2	28,0	29,5	23,7	23,6	14,2	11,5	29,5
1911	-2,6	-4,0	0,6	1,2	4,1	15,0	13,0	12,3	8,4	4,8	-1,3	-3,7	-4,0
Bellinzona . 1910	16,2	14,5	16,7	26,1	26,2	27,8	32,9	34,1	32,6	23,6	15,1	11,1	34,1
1911	-4,6	-6,5	-0,2	0,0	7,9	12,1	16,4	14,7	8,6	2,7	1,9	-1,2	-

### § 3. Geologie und Petrographie des Untersuchungsgebietes.

#### a) Allgemeines.

Das Gotthardmassiv besteht fast ausschließlich aus kristallinen Gesteinen.

Wo gneisartige Gesteine vorherrschen, löst sich das Gebirge auf in ein System von Südwest-Nordost verlaufender Gräte und Grätchen. Unzählige Zacken zieren dieselben. Nur hie und da erheben sich Hörner über die Gräte. Dieser geologische Bau bedingt im großen und ganzen die beiden Expositionen Südost und Nordwest. Schon ein Blick auf die Karte zeigt uns diese Tatsache. Ich erinnere an die Spitzbergkette, die beim Tiefenstocke von der Dammakette abzweigt und bis zur Schöllenen reicht. Die Reuß durchschneidet in tiefer Schlucht diese Kette. Auf der Ostseite setzt sie sich fort in der Kette mit Schynstock und Schneehühnerstock. Zu erwähnen ist ferner die Kette Rotondo-Lucendro-Fibbia. In der Tremolaschlucht ist auch sie durchbrochen, um sich auf der Ostseite wiederum fortzusetzen in Pusmeda-Giubing-Barbarera-Piz Alv-Piz Ravetsch. Während die Spitzbergkette die Südgrenze des Aarmassives bildet, ist letztere Kette der südlichste Teil des Gotthardmassives.

Zwischen diese schieferigen, gneisartigen Gesteine schalten sich langgestreckte Massen granitischer Gesteine ein, die meist in Bänke sich zerlegen, die mit den Gneisen parallel verlaufen. Als Beispiel dient die schon genannte Spitzbergkette. Bei der Rotondo-Fibbiakette bestehen die Gipfel aus Granit.

Während im Aarmassiv und auch im Gotthardmassiv die Gneise und Granite aufgerichtet sind, haben wir im Tessinermassiv horizontale Gneisbänke. Dies zeigt sich zu beiden Seiten des Haupt-, des Verzasca- und des Maggiatales. Regelmäßig ist eine Gneisplatte auf die andere gelagert. So baut sich hier jede Spitze aus horizontalen Platten vom Talgrunde bis zu den höchsten Spitzen in einer Mächtigkeit von bis 2500 m auf. Diese Platten bedingen ein starkes Vorherrschen der Oberflächenpflanzen.

Im Gotthardmassiv verlaufen die Felsplatten sehr häufig vertikal, im Tessinermassiv treffen wir dagegen vorherrschend horizontale Spalten.

## b) Spezielles.

aa) *Im Gebiet des Aarmassives.* Da kommt für unsere Untersuchungen der südliche Teil, die Schöllenen, in Betracht und zum Vergleiche noch der mittlere und der nördliche Teil, das sogenannte Erstfeldermassiv. Der Erstfeldergneis ist ein festes, sehr kompaktes Gestein. Es zeigt nahezu granitische Struktur. Die beiden Standorte unterhalb Wassen fallen in dieses Gebiet. Wichtiger als dieser nördlichste Teil ist für uns der „Protogin“ der Schöllenen. Auch hier bildet der granitähnliche Gneis ein äußerst kompaktes Gestein. Es sind dies die schroffen Felswände der Schöllenen, welche dieser Schlucht ihre Berühmtheit und ihre Romantik verleihen. Der Charakter des Gesteins ist durchaus granitischer Natur. Die Absonderung ist meist eine schwach bankige oder eine quaderförmige. Letztere zeigt sich am schönsten auf der Bätzberspitze, wo die Gesteine des ungeheuren Blockmeeres dieser ganzen Kette wie künstlich behauene Steine aussehen. Aber auch wenn die Sprengwirkung der Verwitterung bereits eingesetzt hat, kann die Auflockerung und der Zerfall des Gesteins nur sehr langsam in die Tiefe eindringen. Auch wenn feine Spalten aufzuweisen sind, hat das benachbarte Gestein doch noch fast nicht gelitten. Auffallend ist allgemein die Feinheit der Spalten. In keinem andern Teile des ganzen Gebietes ist es so schwer, Spaltenpflanzen aus dem Felsen heraus zu arbeiten, wie gerade hier. Das Resultat einer Arbeit einer Stunde ist meist die Zertrümmerung des Pflanzenmaterials oder sogar das Springen des Meißels.

Ins Gebiet der „Protogine“ gehören:

1. Die Standorte der Schöllenen.
2. Die Standorte der Bätzbergstraße.
3. Die Standorte der Bätzbergspitze.
4. Die Standorte beim Fort Bühl.

Im untersten Standorte hat das Gestein hier Gneischarakter.

Auf die Urserenmulde kann nicht eingetreten werden. Auch der Marmor von Altkirch, der an einer Stelle im bekannten Steinbruche bei der Friedenskaserne zu Tage tritt, hat für die Felsflora keine Bedeutung, da jene Standorte von der Wiesenflora erobert worden sind. Diese Schichten der Urserenmulde,

die auf der Nordseite nach Norden steil abfallen und auf der Südseite nach Süden, trennen die Standorte des Aarmassives von denen des Gotthardmassives. Der Zusammenhang ist jedoch nicht unterbrochen, weil der Serizitschiefer der Standorte an der Oberalpstraße direkt an den Gneis, der auf den Protogin folgt, angelagert ist und stofflich annähernd identisch ist mit dem Serizitschiefer von Hospental.

*bb) Gebiete des Gotthardmassives.* Wenn wir der Straße von Hospental nach Airolo folgen, lassen sich nach Hezner und Waindziok folgende Verhältnisse erkennen:

- |                                        |                                           |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Serizitschiefer von Hospental.      | 5. Fibbiagneis.                           |
| 2. Gurschengneis.                      | 6. Tremolagranit.                         |
| 3. Gamsbodengneis.                     | 7. Soresciagneise (Injektions-<br>gneis). |
| 4. Guspisgneis (Injektions-<br>gneis). | 8. Tremolaserie.                          |

Die Gesteine des Massives sind zum größten Teile eruptiver Natur und zeigen nur zum geringeren Teile sedimentären Charakter. Eruptive Gesteine sind der Fibbiagneis mit seinen beiden Randfacies, dem Tremolagranit und dem Gamsbodengneis; während die Schiefer der Tremolaserie zu den Sedimenten zu zählen sind. Die Injektionsgneise des Soresciagneises und des Guspisgneises sind Mischungen zwischen sedimentärem und eruptivem Material. Die Paraschiefer auf der Nordseite und auf der Südseite des Kernes des Massives bestehen aus metamorphisierten Psammiten und Phylliten, die im Kontaktgebiete von dem aplitischen Magma injiziert wurden. Das Gestein, das wahrscheinlich schon durch den Kontakt eine Metamorphose erlitten hat, wurde dann durch die geotektonischen Vorgänge zur Zeit der Alpenfaltung in feinkörnige Gneise verwandelt. Gehen wir zur Betrachtung der einzelnen Gesteine.

#### *1. Der Serizitschiefer von Hospental (0,85% CaO).*

Hierher gehören nicht nur die Standorte unter diesem Namen, sondern auch die an der Oberalpstraße, da diese Serizitschiefer sich am ganzen Nordrande des Massives hinziehen. Dieses Gestein ist sehr dünnschieferig. Die Verwitte-

rung hat vielfach sehr kräftig eingesetzt. Neben Quarz und Feldspat bilden weiße bis graugrüne Glimmer die Hauptbestandteile. Oft zeigt das Gestein ein schimmerndes Leuchten, herührend von seidenartig glänzenden Seriziten. Nicht selten ist nach Waindziok etwas Calcit oder vereinzelt etwas Chlorit vorhanden. Das Streichen geht von Südwest nach Nordost.

Die Flora ist sehr reichhaltig. Es ist namentlich ein starkes Hervortreten der Annuellen zu verzeichnen. Dies zeigt am besten, daß diese Standorte leicht besiedelt werden können und deshalb auch die Grenze darstellen zwischen der Wiesenflora und der Felsflora. Ueber die chemische Zusammensetzung gibt die Tabelle Seite 25 Aufschluß.

### 2. Gurschengneis (1,54% CaO).

Der Gurschengneis reicht an der Straße von P 1544 bis P 1642. Die Streichrichtung ist auch hier SW-NO bei einem Fallen von 80—85° und einer Mächtigkeit von 450 m. Auch dieser Paraschiefer zeigt eine schiefrige Textur. Die Hauptbestandteile, die die gleichen sind wie beim Serizitschiefer, sind gleichmäßig verteilt. An der Grenze gegen den Serizitschiefer hin ist dieser Gneis feinschieferig und weist auch noch Zwischenlagen auf von Serizitschiefer. Das Korn wird gegen Süden zu nach und nach größer. Der Charakter des Gesteins wird grobkörniger. Hand in Hand mit der Zunahme des Kornes wächst der Quarzgehalt. Die Bergformen sind mehr oder weniger abgerundet. Auch hier ist die Flora reichhaltig. Der Felscharakter tritt jedoch viel stärker zu Tage.

### 3. Gamsbodengneis (1,81% CaO).

Den Namen hat diese Gesteinsart von dem Talboden gleichen Namens. Es ist dies das ausgesprochenste Eruptivgestein auf einer Strecke von 4 km. Das Streichen ist dasselbe wie bei den ersten Gesteinsarten. Wir haben hier jedoch ein Südfallen von 65—70° an der Nordgrenze und von 80° an der Südgrenze. Die ursprünglich granitische Struktur ist hier noch ziemlich gut erhalten. An seiner Nordgrenze ist der Gamsbodengneis mehr schieferig und weniger grobkörnig. Gegen Süden zu werden die Körner größer, und das Gestein wird faserig. Die

Hauptbestandteile sind wiederum die gleichen. Als Nebengemengteile wären zu nennen: Zirkon, Magnetit und Calzit, letzterer ist jedoch nur als ein sekundäres Produkt aufzufassen. Er bedingt die schwache Zunahme des Kalkgehaltes in der Analyse. Typisch ist das Gestein hauptsächlich in seinem mittleren Teile. Die Felsformen sind hier wild und rauh im Gegensatz zu den milden Formen des Gurschengneises. Das Gestein ist wenig ausgewittert, selbst wenn es zahlreiche Moospolster oder Flechten trägt. Die Besiedelung geschieht beinahe immer von kleinen Vertiefungen aus. Die Felsspalten erinnern an den „Protogin“ der Schöllenen. Hierher gehören die Standorte des Gamsbodens.

#### 4. *Guspisgneis* (2,34% CaO).

Gegen Süden zu hört der Gamsbodengneis plötzlich auf. Die Monotonie und die Rauheit desselben macht den milderen Formen des Guspisgneises Platz. Das Streichen ist SSW-ONO. Moore und Sümpfe bedecken das Gestein im untern Rodont. Die Südgrenze bildet westlich der Strasse die Lucendroreuß bis zum gleichnamigen See. Von hier verläuft die Grenze genau von Westen nach Osten. Der Charakter des Gesteins ist kein einheitlicher. Der Injektionscharakter ist das Hauptmerkmal. Er erinnert an einen Psammitgneis, zeigt daher auch Ähnlichkeit mit dem Gurschengneis. Neben den Hauptbestandteilen: Quarz, Glimmer, Feldspat, finden sich als Nebenbestandteile: Magnetit, Pyrit, Hämatit, Apatit, Turmalin und Zirkon. Der Calciumgehalt ist auf 2,34% gestiegen.

#### 5. *Fibbiagneis* (Gotthardgranit).

Hierher gehören die Formen der Fibbia und des Monte Prosa. Es ist in den höheren Lagen stark zerklüftet. Am Fuße der Berge treffen wir mehr bankig abgerundete Formen. Drei Varitäten lassen sich unterscheiden:

a) granitische (1,22% CaO): In der Gegend des Hospizes. Als Hauptbestandteile finden sich hauptsächlich Quarz und Feldspat und als dunkle Gemengteile schwarzer Glimmer. Die Feldspate zeigen oft einen Serizitüberzug. Das Korn ist mittel bis grob. Dieses Gestein der Rundhöcker ist sehr kompakt



und die Felsenpflanzen können nicht leicht eindringen. Deshalb ist die Flora dieser Standorte auch arm und der Zusammenhang mit dem Felsen ein geringerer als anderswo. Es bilden sich auf den muldenförmigen Vertiefungen große Polster, die auf dem Felsen aufliegen. Dies ist wahrscheinlich auch der Grund, warum die Zusammensetzung der Flora von einem Rundhöcker zum andern konstant bleibt.

b) gneisige (1,68% CaO): Weist mehr Glimmer auf als die vorhergehende Varietät. Die Natur ist saurer. Häufig treten Quarzlinsen auf und dazwischen zusammenhängende Fasern von Glimmerkristallen. Die Resistenz der Feldspate ist eine größere, und es schauen die Quarze aus dem Gesteine heraus. Dies ist namentlich deutlich zu sehen an der Fiudostrasse.

c) porphyrischer Übergangstypus: Die Hauptgemengteile aller Fibbiagneisvarietäten sind: Quarz (meist zertrümmert), Feldspate, Biotit und Muskovit; Zirkon, Magnetit und spärliche Apatite bilden die Nebenbestandteile. Der Granat bildet ein charakteristisches Accessorium. Während die granitische Varietät nur schwache Abrundung und kleine Trümmersäume der Kristalle aufweisen, zeigen porphyrische und gneisartige Varietät eine starke Zertrümmerung. Das granitische Gepräge tritt bei allen hervor. Hierher gehören die Standorte des Hospizes, der Fiudostrasse, der Fibbia, Valetta und des Lucendropasses.

#### 6. Tremola-Granit (0,51% CaO).

Dieses Gestein, das ein Streichen NO-SW aufweist, ist eine aplitische Randfacies des Fibbiagneises. Beide gehören dem gleichen Eruptivstocke an. Die Kalknatronfeldspate treten zurück. Deshalb sinkt auch der Kalkgehalt auf 0,51%. Ganz allmählich geht er aus dem Fibbiagneise hervor. Gegen Süden zu werden die Granate zahlreicher. Die Textur ist richtungslos, das Korn mittelgroß bis klein. Im Vergleich zum Fibbiagestein ist das Korn feiner. Hierher gehören Standorte der Tremola und der Fiudostrasse.

#### 7. Sorescia-Gneis (3,77% CaO).

Die Grenze gegen den Tremolagranit liegt in der Tremola bei der großen Kehre und läuft an der westlichen Bergwand

in der Richtung gegen die Befestigungen auf der Alp Fieudo. Das Gestein zeigt mannigfache Fältelungen und meist durchwegs deutliche Lagentextur. Die Bestandteile sind im grossen und ganzen die gleichen geblieben. Von den Accessorien treten namentlich Granat und Calcit hervor.

### 8. Tremola-Serie.

Wir haben es hier mit einer grossen Mannigfaltigkeit im Gestein zu tun. Durchquert man die Tremolaserie, so wechselt das Gestein oft in nur Centimeterbreite. Dieser Wechsel konnte nicht einmal auf dem Profil des Gotthardtunnels im Maßstab 1:5000 vollständig eingezeichnet werden. Den südlichen Abschluss bildet der Dolomitzug der Bedretto- mulde mit ihrem OW-Streichen. Es wechseln nicht nur die Gemengteile, sondern auch Struktur und Textur. Fast alle Gesteine sind geschiefert. Gemeinsam ist allen eine relativ hohe Kristallinität. Zertrümmerungsspuren sind nicht häufig. Sulfidische Erze (Pyrit — Magnetkies — Kupferkies) sind oft reichlich vorhanden. Oft tritt der Quarz in Nestern auf. Diese nehmen namentlich zu gegen den Soresciagneis hin. Die Zusammensetzung der Gesteine wechselt:

- a) im nördlichen Teile: überwiegend dunkle, biotitreiche Gesteine;
- b) im mittleren Teile: Glimmerschiefer mit grossen Granaten;
- c) im südlichen Teile: Zweiglimmerschiefer mit kleinen Granaten.

Den Kalkgehalt zeigen folgende Zahlen:

- 1. Hornblendeschiefer 9,64; 5,0; 4,2; 1,94; 2,53; 3,25% Ca.
- 2. Amphibolite: 8,59; 7,08; 16,24% Ca.
- 3. Phylitische Glimmerschiefer: 1,4; 2,4% Ca.
- 4. Grauer Hornfels nördlich Airolo: 4,26% Ca.
- 5. Biotitschiefer im Gotthardtunnel: 7,32% Ca.
- 6. Gneise:
  - Heller Gneis am Südportal: 0,98%.
  - Karbonat führender Gneis: 6,28%.
  - Soresciagneis: 2,03%.

Schon beim ersten Begehen der Gotthardstrasse von Airolo gegen das Hospiz zu fällt das Fehlen der *Saxifraga Cotyledon* auf. Während diese massenhaft zu finden ist in Faido, fehlt hier jede Spur. Die Ursache liegt meiner Ansicht nach im grossen Kalkgehalte. Zur Tremolaserie gehören die Standorte an der Gotthardstrasse nördlich Airolo.

An den Standorten im Rotondogebiete haben wir es mit Graniten zu tun, die ganz an den Tremolagranit erinnern. Auf dem Rottälhorn und dem Grate, der sich von diesem östlich zieht, und dem Hühnerstocke sind ähnliche Gesteine anzutreffen. Cavannapaß, Piz Lucendro und Lucendrograt bestehen aus Granit, wie auch der Wytenwasserstock.

Auf dem östlichen Gebiete haben wir ebenfalls zur Hauptsache Gneise, mit Ausnahme des Pizzo Centrale, wo Amphibolit auftritt.

cc) *Gebiet des Tessinermassives*: In diesem Massiv, das die Verbindung herstellt zwischen Simplonmassiv und Adulamassiv, können wir in erster Linie drei Hauptgruppen von Gebirgsformationen unterscheiden:

1. Die älteren kristallinen Gesteine.
2. Trias als Marmor, Dolomit, Gips, Rauwacke.
3. Kalkschiefermassen.

Die Gruppen lassen sich leicht auseinander halten. Für uns fallen nur die eruptiven Gneise in Betracht, wie wir sie unterhalb der Kalkschiefer finden in der Tessinschlucht zwischen Rodi-Fiesso und Faido. Das Gestein ist sehr fest und die Verwitterung hat wenig eingesetzt. Die reichhaltige, zum Teil üppige Flora hat ihre Ursache weniger im Gesteinscharakter als in dem günstigeren Klima des südlichen Alpenteales. Wir haben hier ein Vorherrschen der Oberflächenpflanzen. Auf den Gneisbänken sind die *Crassulaceen* mancherorts geradezu dominierend, namentlich auf den nach Süden sich neigenden Platten. Aber auch die Spaltenpflanzen, von denen namentlich die *Saxifraga Cotyledon* sehr häufig auftritt, gedeihen hier ausgezeichnet.

dd) *Chemische Analysen der Gesteine im Gotthardmassive nach Grubenmann, Waindziok und Hezner.*

	Serizit-	Gurschen-	Gamsboden-	Guspis-	Fibbiagneis		Tremola-	Sorascla-
	schiefer	gneis	gneis	gneis	granit. Var.	gneisige Var.	granit	gneis
	%	%	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub> . . . .	71,77	70,93	73,72	69,22	71,57	71,91	73,23	49,7
TiO <sub>2</sub> . . . .	1,00	0,9	0,33	0,30	—	—	—	0,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	11,88	11,75	12,96	13,55	16,91	16,65	11,46	19,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	1,45	1,01	2,25	1,58	0,47	0,23	2,44	2,38
FeO . . . . .	3,52	3,97	0,75	2,20	0,78	3,05	1,15	0,96
CaO . . . . .	0,85	1,54	1,81	2,34	1,22	1,68	0,51	3,77
MgO . . . . .	1,44	1,68	0,45	1,01	0,46	0,68	0,63	6,01
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,41	3,41	3,92	4,52	3,79	2,73	5,33	3,65
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,93	2,73	3,24	4,17	5,56	4,07	4,12	6,13
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,09	0,08	0,08	0,22	0,29	0,39	0,14	1,93
-- über 110°	2,42	1,23	0,68	0,22	0,29	0,39	0,44	1,93

§ 4. Die Verwitterung des Gesteins.

Nirgends stehen Keimplätze und Wuchsorte in so engem Zusammenhange mit der geologischen Unterlage wie bei der Felsflora. Durch die Verwitterung des zu Tage tretenden Gesteins gehen sie als primäre Produkte hervor. Während die physikalische Verwitterung ein Medium erzeugt, in dem die Pflanzen sich verankern können, liefert die chemische oder auflösende Verwitterung außerdem noch die Nährsalze.

a) Die physikalische Verwitterung.

Diese führt nur zum Zerfall des Gesteins, zur Zerkleinerung der Gesteinsstücke. Das Gestein bleibt in seiner chemischen Zusammensetzung dasselbe. Betrachten wir eine Felswand eine Bergspitze in ihrer Gesteinsmasse, so haben wir nicht ein zusammenhängendes Ganzes vor uns. Zahlreiche Klüfte teilen die Wände in einzelne Flächen.

Bei sedimentären Gesteinen sind die Klüfte schon bedingt durch den Wechsel im Absatz des Materials. Solche Schichtfugen kommen in unserem Gebiete nicht in Betracht. Bei bereits veränderten Gesteinen (Schiefer) kann die Verwitterung bedeutend kräftiger und bedeutend leichter einsetzen als bei Felsen und Blöcken aus massigen Gesteinen (Photographie Nr. 4). Dies zeigt sich sehr deutlich beim Serizitschiefer von

Hospital sowohl an der Gotthard- als auch an der Oberalpstrasse. Beim Gurschengneis tritt dies schon weniger zu Tage, mehr vorerst bei den Bänken der Tessinergneise und den granitähnlichen Gneisen der Schöllenen. Am stärksten verwittert ist der Gipfel des Pizzo Centrale.

Im Gegensatz zu den Schichtfugen, die im Grunde genommen keine Trennungs-, sondern Verbindungsflächen sind, stehen die eigentlichen Trennungsflächen. Sie können auf verschiedene Art und Weise entstehen:

1. durch Absonderung,
2. durch Verwerfung,
3. durch Abschuppung,
4. durch die Sprengwirkung des gefrierenden Wassers, den Spaltenfrost.

aa) Die *Absonderung* ist bedingt durch die Schrumpfung des Gesteinskörpers oder durch Wasserverlust. Sie kann verschiedener Natur sein. In unserem Gebiete fallen in Betracht:

*Kugelige oder sphäroide Absonderung* (häufig bei Graniten). Die Mächtigkeit der Absonderung schwankt zwischen mikroskopischen Dimensionen bis zu Grössen von mehr als Meterlängen.

*Plattige Absonderung und kubische oder parallelepipedische Absonderung*, die typische Absonderungsart der Granite und verwandter Gesteine. Es lösen sich Platten parallel zur Gesteinsoberfläche, wie dies die Figuren 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 zeigen. Bei dieser Absonderung entstehen drei Klüfte, eine horizontale (das ist diejenige, welche der Oberfläche parallel verläuft) und zwei senkrecht dazu. Sehr oft lösen sich die Platten nicht aus dem Zusammenhange heraus. Sie bleiben aufeinander liegen, so dass die ursprüngliche Form erhalten bleibt (Fig. 6, 9). Häufiger lösen sich die Platten gänzlich aus dem ursprünglichen Zusammenhange und stürzen teilweise oder insgesamt in die Tiefe. Die Abbruchstelle bildet einen kleinen Vorsprung, wo sich kleine Detritusstücke und Rohhumus ansammeln (Fig. 7, 14). So können Keim- und Wuchsorte entstehen für manche Oberflächenpflanzen, wie *Saxifraga moschata*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Cerastium uniflorum*, *Saxifraga Sequieri*.

Sehr häufig kann auch eine Platte zwischen zwei andern herausfallen, so daß eine Vertiefung entsteht zwischen den beiden stehengebliebenen Platten. Es ist eine natürliche Sammelstelle für Detritus geworden (Fig. 7, 8, 10, 12, 13). Besiedelung findet statt durch *Saxifraga moschata*, *Achillea moschata*, *Rhododendron ferrugineum*.

Fig. 9 zeigt ein Bild der Absonderung im Serizitschiefer an der Oberalpstrasse. Das abgesprengte Stück ist in der Lücke geblieben. Im Raume zwischen Fels und abgesprengtem Felsstück hat sich Detritus angesammelt, der besiedelt wurde von *Sedum dasyphyllum*.

Die plattige Absonderung ist sehr verschieden in Bezug auf die Dicke der abgesonderten Platte. Es können kleine Blätter abgesprengt werden (Schiefergestein), größere Platten (Granit) und große Bänke (Tessinergneis). Immer sind die Ablösungsflächen parallel zur Gesteinsoberfläche. Diese Art von Absonderung bedingt in erster Linie die beiden Arten von Felsenpflanzen: die Spaltenpflanzen und die Oberflächenpflanzen. Auf den entstandenen Bruchflächen können sich nur Oberflächenpflanzen ansammeln. Die Ablösungsfugen liefern dagegen Wuchsorte für die Spaltenpflanzen. Am zahlreichsten sind die Spalten auf schieferigem Gesteine infolge der sehr kräftigen Spaltbarkeit desselben. Ist die Schieferung eine sehr intensive und der Zusammenhang des Gesteines sehr gering geworden durch die Einwirkung der Atmosphärien, so kann man im Zweifel sein, ob man es mit Spalten- oder mit Oberflächenpflanzen zu tun hat. Ein späteres Kapitel wird Aufschluss geben über die Wirkung der Pflanzen in einem solchen Schiefergesteine.

*bb) Die Verwerfungen.* Die Trennungsflächen, Verwerfungen oder Sprünge genannt, wechseln in ihren Dimensionen äusserst stark von mit unbewaffnetem Auge kaum wahrzunehmender Grösse bis zu vielen Hunderten von Metern. Für die Felsflora kommen nur enge Spalten in Betracht. Oettli zieht die obere Grenze bei 5 cm Spaltenbreite. Ist sie bedeutender, so dringt die Wiesenflora ein. Die minimale Breite kann haarfein sein. Schmale Sprünge sind oft mit tonigem

Materiale angefüllt (Serizitschiefer, Gurschengneis, Schiefer der Tremolaserie).

*cc) Die Abschuppung* entsteht durch starken Temperaturwechsel. Während des Tages ist die Erwärmung eine starke und während der Nacht ist die Ausstrahlung ebenso intensiv. Heim gibt Temperaturamplituden an von 40—60°. Die höchsten Temperaturen erreicht das Gestein an seiner Oberfläche. Sehr wenig unter derselben ist die Wärmezunahme eine geringe. Die Ausdehnung ist im Innern des Gesteins daher eine minimale oder sogar null. Während der Nacht findet eine Abkühlung ebenfalls nur an der äusseren Oberfläche statt und nicht im Innern des Felsens oder des Blockes. Diese Differenz der Ausdehnung verursacht eine Spannung, die zu zahlreichen Sprüngen führen kann.

In massigen Gesteinen liegen die Kristalle unregelmäßig angeordnet. Die einzelnen Kristallformen greifen ineinander. Volumenveränderungen infolge verschiedener Ausdehnung verursachen auch hier eine Spannung, Lockerung und Zerfall des Gesteines zu Sand.

Sehr oft ist die Ausstrahlung während der Nacht eine so starke, daß die Temperatur unter den Gefrierpunkt sinkt. Bei Anwesenheit von Wasser kommt so die Wirkung des gefrierenden und sich ausdehnenden Wassers noch hinzu.

*dd) Der Spaltenfrost.* Schon im kleinsten Maßstabe spielt der Spaltenfrost eine Rolle. Durch die Abschuppung werden ganz kleine Vertiefungen gebildet und, diese feinen, von Auge kaum wahrnehmbaren Mulden nehmen bei Regen etwas Wasser auf, das beim Gefrieren einzelne Kristalle lockert. Dieser Vorgang wiederholt sich im Frühling und Herbst beinahe Tag für Tag, und während des Sommers kann er in höheren Lagen ebenfalls in jedem Monate auftreten. Die einzelnen Kristalle werden mit der Zeit abgesprengt. Es entsteht eine regelrechte Wasserrinne. Ist die Rinne etwas erweitert, so ist auch die Menge des durch Adhäsion festgehaltenen Wassers eine grössere. Die Sprengwirkung ist kräftiger. Auf diese Weise können ziemlich große Stücke abgesprengt werden. Die Rinne erweitert sich an solchen Stellen zu einer kleinen Mulde. An

andern Stellen, wo das Gestein härter ist, bleibt die Rinne enger oder sie wird unterbrochen. Das Wasser führt durch seine lebendige Kraft kleine Detritusstückchen herunter. Folgt auf solch eine erweiterte Stelle eine enge, so staut sich das Wasser. Die Detritusstücke werden abgelagert und sammeln sich. — So werden Keim- und Wuchsorte gebildet. Figur 2 zeigt 2 kleine Wasserrinnen. Da, wo sie zusammenkommen, beginnt sich ein solch kleines Stauwehr zu bilden.

Figur 4 veranschaulicht die Besiedelung von Gneisplatten beim Fort Bühl und des Schiefers bei der Rotondohütte durch *Saxifraga aizoon*, Figur 3 eine kleine Wasserrinne, die sich erweitert hat. Hier hat sich der Detritus angesammelt. Das Wasser, das zu viel ist, fließt über. Besiedelung durch *Cardamine resedifolia* ist die Folge.

Das gefrierende Wasser spielt auch bei der Absonderung eine Rolle. Es kann sie beschleunigen. Die Art der Absonderung ist jedoch bedingt durch die Struktur des Gesteins. Auf den Absätzen, die sich durch Absprengung gebildet haben, sammelt sich etwas Wasser an, und der Spaltenfrost verstärkt die Ablösung. Es entstehen dort sehr oft nicht nur kleine Terrassen, sondern rein durch die Ablösung oder dann durch die Wirkung des gefrierenden Wassers kleinere oder grössere Spalten (Fig. 6, 13, 14). Wir haben also auch hier eine Ursache für die beiden ganz verschiedenen Standorte der Felsenpflanzen. Dies zeigt sich auf Gneisen und Graniten des Lucendrogrates, der Fibbia, der Valetta und im Tessin. Es sind also drei Möglichkeiten gegeben:

1. Es entstehen Keimplätze für reine Chomophyten.
2. Es entstehen Keimplätze für reine Chasmophyten.
3. Es entstehen Keimplätze für beide.

Im letzten Falle haben wir im hintern Teile Spaltenpflanzen und gegen den Rand zu Oberflächenbewohner.

Die sprengende Wirkung des Wassers kann häufig ganz bedeutend sein. Am schönsten zeigt sich dies in der Rundhöckerlandschaft der Gotthardpasshöhe. Die langen Spalten auf diesen glatten Rundhöckern haben ihre Ursache im Spaltenfrost. An Felswänden können grosse Stücke herausgesprengt



werden (Fig. 8). In solchen Spalten siedeln sich an: *Silene acaulis* (Fig. 11, 13); *Saxifraga aspera*; *Saxifraga oppositifolia* (Fig. 12) und an feuchten Stellen: *Saxifraga stellaris*.

ee) Zusammenfassung der Resultate der physikalischen Verwitterung.

1. Sie liefert Verankerungsplätze für die Felsenpflanzen:
  - a) durch Bildung von Terrassen;
  - b) durch Spaltenbildung.
2. Sie liefert durch Zerkleinerung des Gesteines, durch Ablösung, Abschuppung und Spaltenfrost kleine Gesteinsstückchen, den Detritus.
3. Eine Spalte oder ein Absatz kann erst besiedelt werden, wenn solcher Detritus sich angesammelt hat. Dadurch wird auch die Oberfläche stark vergrößert und die chemische Verwitterung hat eine bedeutendere Angriffsfläche.

#### b) Die auflösende Verwitterung.

Während die physikalische Verwitterung die Gesteine nicht verändert in ihrer Zusammensetzung, ist dies die Hauptarbeit der chemischen Verwitterung. Sie löst Stoffe auf oder führt sie in andere über. Immer wirken beide Arten der Verwitterung zusammen. Meist tritt jedoch die eine oder die andere kräftiger in Erscheinung; in unserem Gebiete die physikalische Verwitterung.

Einen großen Einfluß hat beim Angriff des Felsens durch die auflösende Verwitterung dessen Oberfläche. In rauhem Gestein ist die Angriffsfläche eine viel größere als in glattem. Auch die Spaltenbildung begünstigt die auflösende Verwitterung. Am schönsten treten diese Verhältnisse zu Tage beim Vergleiche des Serizitschiefers mit den Rundhöckern des Fibbiagneises auf der Gotthardpaßhöhe. Im ersteren Gesteine gedeiht eine äußerst üppige Flora, die den Übergang darstellt zur Wiesensflora. Auf den Rundhöckern findet sich eine ganz bestimmte Anzahl von Arten und diese bleibt beim Vergleiche der verschiedenen Höcker konstant.

Nur ein sehr kleiner Teil der Mineralien ist leicht löslich in Wasser oder besser gesagt in kohlenensäurehaltigem Wasser,

wie  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  und  $\text{FeCO}_3$ . Die meisten liefern erst durch chemische, sehr komplizierte Umsetzungen lösliche Salze. Immer bleibt jedoch bei den Silikaten ein unlöslicher Rückstand erhalten, der für die Ernährung der Pflanze keine Rolle spielt, wohl aber dem ganzen Wurzelwerke Halt liefern kann, indem diese Rückstände von diesem vollständig umschlungen werden. Als Agentien wirken die Kohlensäure und der Sauerstoff der Luft im Vereine mit dem Wasser. Die Wirkung des Sauerstoffes ist keine große. Am stärksten ist sie bei den Eisenverbindungen durch die Überführung der farblosen bis grünlichen Ferroverbindungen in rötliche bis braune Ferriverbindungen. Diese Eisenverbindungen sind in allen unseren Gesteinen enthalten und deren Oxydation ist deutlich sichtbar an dem Farbenwechsel des Gesteines. Eine größere und wichtigere Rolle spielt der Sauerstoff bei der Verwesung, also bei der Humusbildung. Die Hauptarbeit bei der chemischen Verwitterung aber leisten Wasser und Kohlensäure.

Nach Ramann ist bei kristallinen Gesteinen das Wasser arm an löslichen Stoffen. Dies übt einen entschiedenen Einfluß aus auf die Zusammensetzung der Flora. Die Flora ist eine verhältnismäßig arme, weniger üppige als bei den gleichen klimatischen Verhältnissen auf dem Kalke. (Armut der Flora auf dem Grate der Bätzbergspitze, des Lucendro und des Leckihornes.)

Schibler betont im Gegensatz dazu die große Armut der nivalen Kalkgebirge von Davos. Auch Braun bestätigt diese Beobachtungen. Letzterer schreibt den größeren Reichtum der Felsflora des Urgebirges im Gegensatz zur Kalkflora edaphischen und nicht klimatologischen Faktoren zu. Die Ursache sucht er in einer rascheren Verwitterung des Kalkes, sowohl physikalischen als auch chemischen. Es ist aber nur die chemische Verwitterung eine intensivere, nicht auch die physikalische. Bei sehr leicht löslichen Kalken kann die Armut der Flora ihre Ursache in einem zu raschen Wegschwemmen der Kalke haben. Braun erklärt selbst, daß harte Kalkfelsen eine üppigere Flora aufweisen.

Leider fehlen in unserem Gebiete Kalkfelsen. Die kompakten Protogine des Spitzberges, der Granit der Fibbia und

des Leckihornes schließen die *Petrophyten* fast oder vollständig aus. Schon der Gneis weist eine reichhaltige Flora auf. Der Florenreichtum wächst auf dem Schiefer noch mehr.

Meine Ansichten und die von Braun widersprechen sich nur scheinbar. Bei zu kräftiger chemischer Verwitterung tritt eine Verarmung des Bodens ein (weicher Kalk). Bei geringerer chemischer Verwitterung werden dem Boden immerzu Nährstoffe zugeführt (kompakte Kalke).

In Urgesteinen mit leichter Verwitterbarkeit und geringerem Kalkgehalt erhalten die Pflanzen reichlich Nahrung infolge der kräftigeren chemischen und physikalischen Verwitterung (Glimmerschiefer).

Bei den kompakten Urgesteinen ist die chemische Verwitterung eine zu langsame, um die Pflanze ausreichend mit Nährstoffen zu versehen. Folgendes Schema gibt uns Aufschluß:

#### I. Weiche Kalke:

1. Chem. Verwitterung zu <b>stark</b>	} Verarmung an Nährstoffen	} Arme
2. Physikal. „ „ <b>schwach</b>		

#### II. Kompakte Kalke:

1. Chem. Verwitterung <b>stark</b>	} Genügend Nährstoffe	} Reiche
2. Physikal. „ „ <b>schwach</b>		

#### III. Weicheres Urgestein (Glimmerschiefer):

1. Chem. Verwitterung <b>kräftig</b>	} Genügend Nährstoffe	} Reiche
2. Physikal. „ „ <b>kräftig</b>		

#### IV. Kompaktes Urgestein:

1. Chem. Verwitterung zu <b>schwach</b>	} Mangel an Nährstoffen	} Arme
2. Physikal. „ „ <b>stark</b>		

Ein anderer Unterschied zwischen Kalk und Urgestein besteht in der Zusammensetzung des letzteren aus einer großen Anzahl von Komponenten. Die einen Mineralien werden leichter angegriffen als die andern. Es ist dies nun aber nicht die gleiche Verschiedenheit in der Löslichkeit, welche die Karrenbildung der Kalke verursacht. Hier sind die schwerer und die leichter löslichen Bestandteile innig mit einander vermischt, infolge der gleichzeitigen oder aufeinander folgenden

Auskristallisation aus dem Magma; es werden nur einzelne Kristalle angewittert. Die benachbarten bleiben wegen der schweren Löslichkeit intakt. Die oberflächlich angewitterten Kristalle werden gelockert und Wasser kann zwischen sie in das Gestein treten, sodaß das Feld günstig ist für die sprengende Wirkung des gefrierenden Wassers. Chemische und physikalische Verwitterung arbeiten hier Hand in Hand und erzeugen zusammen Keim- und Wuchsorte, von denen früher gesprochen wurde. Die gelösten Stoffe werden sogleich durch das Wasser fortgeführt und das chemische Gleichgewicht bleibt dauernd gestört, sodaß die verwitternde Tätigkeit, wenn auch langsam, nach dem Massenwirkungsgesetz ununterbrochen vorwärts schreitet.

Vertiefungen im Gneise, wie dies Fig. 19 zeigt, können nur durch auflösende Verwitterung entstanden sein oder diese muss zum allermindesten mitgewirkt haben. Hier wurde ein Wuchsort geschaffen für *Chrysanthemum alpinum*.

Fig. 18 gibt ein Bild von der Bätzbergspitze. Der Detritus bleibt hier lange im Wasser erhalten. Auch tritt öfters teilweises oder sogar vollständiges Austrocknen ein. Die chemische Auflösung spielt eine hervorragende Rolle. An der tiefsten Stelle der muldenförmigen Vertiefung sind grössere Detritusstücke sehr selten. Häufiger treten sie am Rande, der in diesem Momente aus dem Wasser hervorragt, auf. Hier hat sich eine *Luzula spadicæa* festgesetzt.

Durch chemische Verwitterung entstehen namentlich auch die Keimplätze für manche Farne (Fig. 21). Da, wo solche Höhlungen entstehen, kann die physikalische Verwitterung keine sehr große sein, da die Temperaturamplitude während 24 Stunden eine viel kleinere ist als an freien Expositionen. Solche Stellen sind dagegen immer feucht, sodass die Dissoziation kräftig wirken kann. Es finden sich auch an solchen Orten wenig grössere Detritusstücke. Besiedelt werden sie durch: *Dryopteris spinulosa*, *Dryopteris Lonchitis*, *Cystopteris fragilis*, *Polypodium vulgare*.

## § 5. Tätigkeit der Organismen. (Organogene Faktoren.)

Während die physikalische Verwitterung den Detritus und die Ankerplätze liefert und die auflösende Verwitterung die anorganischen Rohstoffe, haben auch die Lebewesen selbst einen grossen Einfluss auf den Lebenshaushalt der Pflanzen und der Felsbewohner im besonderen. Nicht nur die mineralischen, gelösten und ungelösten Stoffe spielen eine wichtige Rolle, sondern auch die humosen Stoffe, der Humus, jene braun bis schwarzen Reste, welche mit dem Detritus innig vermengt sind. Bei der Humusbildung sind sowohl Pflanzen als Tiere beteiligt.

### a) Phytogene Faktoren.

Die Tätigkeit der Pflanzen bei der Bildung der Standorte ist folgende:

1. Beschleunigung des Verwitterungsprozesses;
2. Lieferung von Nährstoffen durch ihre abgestorbenen Teile für sich selbst oder andere Pflanzen.
3. Schaffung neuer Standorte.

aa) *Kryptogamen*. Eine aktive Betätigung an dem Verwitterungsprozeß kommt besonders den Kryptogamen zu. Oettli bemerkte, daß beim Anschlagen des Hammers auf das Gestein auf den kahlsten Felsen oder auch in den Löchern der Karrenfelder ein lebhaft grün gefärbter Fleck entsteht. Dieser deutet auf das Vorhandensein von Algen. Ähnliche eigene Beobachtungen bestätigen diese Angabe. Gerade sehr häufig ist allerdings diese Erscheinung nicht. Sie wurde immerhin beobachtet auf den verschiedensten Gesteinsarten des Gottshardes, so auf dem Protogin der Schöllenen, auf den kahlen Schieferplatten der Südseite der Passhöhe, auch im Rotondogebiete. Dagegen konnte Diels beim Studium der Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe diese Beobachtung nicht machen.

Äusserst wichtig ist die Rolle der Moose. Das Moosstämmchen stirbt von hinten her successive in dem Maße ab, als es an der Spitze weiterwächst. Auf diese Weise kommen Moospolster von oft ganz erheblichem Umfange zustande. Der

Humus derselben wird auch dann noch vollständig zusammengehalten, wenn das Moos abgestorben ist. Diese Erscheinung kann auf Schritt und Tritt beobachtet werden von den tiefsten Lagen bis in die hohen hinauf.

Die Moospolster spielen eine weitere Rolle beim Festhalten des Wassers, wovon später die Rede sein wird. *Sie sind es hauptsächlich, welche sehr vielen Phanerogamen Keimplätze liefern.* Wunderschön war das zu beobachten an den Gneisfelsen des unteren Maggiatales. Vor meinem Aufenthalt in dieser Gegend war Regenwetter eingetreten bei relativ hoher Frühlingstemperatur. Unter diesen äußerst günstigen Bedingungen hatten sich zahlreiche Keimlinge der verschiedenen Felsenpflanzen entwickelt. Kein einziger war aber zu finden auf dem nackten Detritus der kleinen Mulden des Felsens. Dagegen waren alle Moospolster, welche die Feuchtigkeit zurückgehalten hatten, von denselben besiedelt. Unter den Moosen herrschten folgende Arten vor: *Amphidium*, *Brachythecium plumosum*, *Bryum alpinum* (s. Photographie No. 6).

In höheren Lagen spielen namentlich eine Rolle: *Dicranum scoparium*, *Tortella tortuosa*, *Stegodon cupressiformis*, *Grimmia intortula*, *Dicranoweisia crispula*, *Dicranella*, *Polytrichum*.

Leider konnten die Kryptogamenvegetation und ihre ökologischen Verhältnisse nicht weiter verfolgt werden.

*bb) Phanerogamen.* Mindestens ebenso wichtig, in gewisser Hinsicht noch wichtiger, ist die Wirkung der phanerogamen Felsbewohner.

#### 1. Festhalten der Nährstoffe im Boden.

Die absterbenden Pflanzenteile der Phanerogamen liefern in verstärktem Maße Humus. Im Gegensatz zum Schutt sind Detritus- und Humusgehalt der Felsen sehr klein. Nützlich erweisen sich daher Einrichtungen, durch welche die Pflanze nicht nur alle vorhandenen organischen Reste festhalten, sondern sie auch vermehren kann, so namentlich das Vermögen, absterbende Pflanzenreste zurückzuhalten. Diese verfallen der Auswaschung. Nach R a m a n n bringt das auswaschende Wasser die meisten mineralischen Stoffe daraus in Lösung (nach Ver-

suchen 25% in 24 Stunden). Diese Auslaugung, der erste Schritt zur Humusbildung, liefert der Pflanze bedeutende Mengen Nährstoffe.

In erster Linie hält die Felsenpflanze alle diese Bestandteile mit dem Detritus zusammen durch einen äußerst festen, dichten *Wurzelfilz* (s. Phot. 13, 15, 16). Lösen wir eine Gesteinplatte los, so kommt eine Humusplatte zum Vorschein, welche gebildet ist von Detritus, abgestorbenen Wurzeln und abgestorbenen oberirdischen Pflanzenteilen. Letztere beiden Bestandteile sind in ihrer organischen Struktur mehr oder weniger verändert, je nach dem Fortschritte zur Humusbildung hin.

Das Wurzelgeflecht einer *Campanula rotundifolia* zeigte eine Länge von 87 cm und eine Breite von 62 cm. Von oben bis unten war die kaum 1 mm breite Spalte vollständig ausgefüllt mit abgestorbenen Pflanzenresten. Darunter befanden sich auch viele Wurzelreste, die ihre Lage seit dem Absterben der oberirdischen Pflanzenteile kaum verändert hatten. Sie stammten wahrscheinlich von einem *Vaccinium Myrtillus* her. Mit voller Sicherheit konnte es nicht bestimmt werden. Die abgestorbenen Wurzelreste waren kreuz und quer durchflochten von den Wurzeln der *Campanula*. Erst eine nähere Untersuchung hatte gezeigt, daß nicht alles zur *Campanula* gehörte. Ein ähnliches Wurzelwerk der gleichen Art konnte auch an der Bätzbergstrasse herausgeschält werden. Während die oberirdische Pflanze nur eine Höhe von 3—5 cm erreichte, hatte das Wurzelwerk eine Länge von 40 cm und eine Breite von 30 cm. Die ganze Fläche betrug also 1200 cm<sup>2</sup> und im vorher genannten Fall 5394 cm<sup>2</sup>. Hier waren alle Wurzeln fest verflochten mit den kleinen Detritusstückchen. Jede Wurzel mußte sorgfältig von diesen Gesteinstückchen befreit werden.

Ebenso häufig findet sich ein Wurzelgeflecht von *Salix herbacea* zwischen 2 Platten. Dies konnte wunderschön konstatiert werden, als bei der Vergrößerung der Rotondohütte mehrere Schieferplatten losgesprengt werden mußten. Solche Platten, welche man für vollständig massiv hielt, wiesen nach dem Sprengen Spalten auf, die von Humus und Detritus angefüllt waren. Auch in dieses scheinbar vollständig feste Gefüge waren die Wurzeln der genannten *Salixart* mehr als 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m

eingedrungen. Das untere Ende derselben konnte noch nicht konstatiert werden. Der Humus in der unteren Partie war vollständig feucht.

Ganz in der Nähe konnte ein Geflecht von *Achillea moschata* losgelöst werden, von folgenden Dimensionen: Länge 140 cm, Breite 45 cm, Dicke 3 cm. Das macht einen räumlichen Inhalt von 18'900 cm<sup>3</sup> oder 18,9 dm<sup>3</sup>. Dies veranschaulicht am besten, welchen Raum diese kleine Achillea unterirdisch in Anspruch nimmt. In einem Wurzelgeflecht von *Vaccinium Myrtillus* im Rodont fanden sich hauptsächlich abgestorbene Blätter, welche langsam in Verwesung übergegangen sind. In diesem Geflecht hatten sich ferner festgesetzt: *Leontodon pyrenaicus*, *Agrostis rupestris*, *Chrysanthemum alpinum*, *Hieracium alpinum*.

Die Wurzeln aller Pflanzen hatten sich gegenseitig ineinander verankert, so daß es unmöglich war, die eine oder die andere herauszulösen. Solche riesige Geflechte bilden folgende *Chasmophyten*: *Campanula rotundifolia*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Achillea moschata* und *Chrysanthemum alpinum* usw. Die gleiche Beobachtung können wir auch bei *Exochomophyten* machen. Reissen wir diese aus der Unterlage heraus, so kommen die gleichen schon genannten Bestandteile zum Vorschein.

## 2. Festhalten der absterbenden Pflanzenteile.

Wir haben aber nicht nur ein kräftiges Festhalten im Boden, sondern die Pflanze sorgt auch dafür, daß auch die oberirdischen absterbenden Pflanzenteile festgehalten werden durch Bedeckung. Dies wird am schönsten bewerkstelligt durch die *Sempervivumarten*. Die dichtgedrängten Rosetten bilden ein schützendes Dach über die absterbenden Teile. Durch vegetative Vermehrung entstehen neue Rosetten; es bildet sich ein zusammenhängendes Polster. Alle absterbenden Pflanzenteile werden in dieses Polster eingepackt.

Den besten Schutz für den selbstgeschaffenen Nährboden bilden die eigentlichen Polsterpflanzen. Hier geht kein einziges absterbendes Blatt verloren. Die alten werden von den neuen bedeckt und wandern langsam in das Innere in gleichem Maße, wie die Oberfläche des Polsters langsam vom Zentrum aus



vorrückt. Durch kleine Saugwürzelchen sucht die Pflanze diesen den Nährstoff wieder zu entziehen. Polsterpflanzen, wie allgemein bekannt, sind ausgezeichnete Spaltenpflanzen. Ich erinnere nur an: *Silene acaulis* und die zahlreichen *Saxifragen*, wie *Saxifraga aspera*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Sequieri*, *Saxifraga muscoides*, *Saxifraga Aizoon* und *Saxifraga oppositifolia*.

An trockenen Standorten bleiben die abgestorbenen Pflanzenteile noch lange Zeit an der Pflanze. So wurde an einer Stelle des Forts Bühl ein Exemplar der *Saxifraga Cotyledon* gefunden mit mehr als 20 Rosettenschichten abgestorbener Blätter. Die Auslaugung durch das Wasser war in diesem Falle sehr gering. Der Standort des Forts Bühl ist geschützt durch die etwa 200 m hohen Felswände des obersten Teiles der Schöllenen. Zudem war der Wuchsort dieser *Saxifraga* gegen Westen hin nochmals geschützt durch einen Felsblock. Ähnliche Verhältnisse zeigen auch *Saxifraga moschata* und *Saxifraga aspera*.

Rascher geht der Zerfall organischer Reste an feuchten Standorten. Die Auslaugung ist eine kräftigere. Die Besiedelung ist aber eine raschere als an trockenen Orten.

Sehr trefflich wirken auch die Spaliersträucher im Festhalten der Blätter. So fand sich an der Gotthardstrasse oberhalb des Fort Airolo unter einem Spalier von *Arctostaphylos Uva ursi* eine Schicht abgestorbener Blätter von 3 cm Dicke. Der Spalier hatte eine Länge von 2 m und eine Breite von 3—4 m. Die Menge der aufgespeicherten Blätter war also eine ganz beträchtliche. Das gleiche tritt dem Beobachter auf Schritt und Tritt entgegen bei *Loiseleuria procumbens* auf der Gotthard-Paßhöhe, sehr schön in den windgeschützten Lagen der Ostseite der Bätzbergstrasse. Auch bei dieser Spaltenpflanze finden sich sehr oft dicke Schichten abgestorbener Blätter.

Außer der Feuchtigkeit spielt auch die Exposition eine große Rolle. An Stellen, wo der Wind, ohne gebrochen zu werden in seiner Kraft, die Felsen peitscht, werden die Blätter fortgetragen und sogar unter den Zweigen hervorgeholt, wie ich dies mehrmals beobachten konnte. Ich konnte immer

konstatieren, daß diese Spaliersträucher windgepeitschte Expositionen meiden. Vielleicht liegt im Forttragen der Detritusstücke und der organischen Reste die Ursache hiefür.

Das gilt auch von *Thymus Serpyllum*, der manchmal auch ganz ansehnliche Spaliere bildet. Diese Art ist nicht nur ein Liebhaber ruhiger, sondern auch vor allem sonniger Lagen. So fanden sich die schönsten Exemplare in Ost- und Südexposition am unteren Bätzberg vom Fort Bühl gegen Hospental zu, sehr schöne Exemplare auch in Südexposition an der Oberalpstrasse und dann in Südexposition oder noch besser in Südost- oder Ostexposition oberhalb von Airolo. Hier weht entweder der Westwind oder dann der Nordwind vom Hospiz her. Dieser Spalierstrauch gedeiht immer an Stellen, wo die Neigung eine stärkere wird. Ist die Neigung nur eine schwache, so ist er wohl zu treffen, nicht aber in so kräftigem Wuchse wie in geneigteren Lagen. Hier bietet eben die größere Neigung Schutz gegen den Fallwind vom Hospiz her.

### 3. Wasserspeicherung durch abgestorbene Pflanzenteile.

Die abgestorbenen Pflanzenteile haben aber nicht nur einen starken Einfluß ihres Nährgehaltes wegen. Sie sind auch *Wasserspeicher*.

Als bei der Rotondohütte einige Gneisplatten losgesprengt wurden, konnte nach längerer Trockenzeit beobachtet werden, daß eine Spalte, welche keine Pflanzenreste enthielt, vollständig trocken war. In einer benachbarten Spalte, in welcher zahlreiche abgestorbene Wurzeln sich befanden, waren diese noch mit Wasser vollgesaugt. Dieses Vollsaugen und Festhalten des Wassers ist für die Wurzeln lebender Pflanzen von größter Bedeutung. Es übt aber auch einen starken Einfluß aus auf die Verwitterung des Gesteins, denn die Möglichkeit des Gefrierens ist eine größere. Auch die auflösende Verwitterung ist eine kräftigere. Diese Erscheinung zeigen alle feuchten Felsenspalten.

### 4. Humusbildung.

Die Art von Humus, der beim Absterben der Phanerogamen entsteht, nennt man allgemein *Rohhumus*. Ramann würde

den Ausdruck *Trockentorf* vorziehen. Es verhalten sich gar nicht alle Felsbewohner gleich bei der Bildung desselben. Viele sind ausgezeichnete Bildner von Rohhumus, wie *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis idaea*, *Carex firma*, *Carex curvula*, *Nardus stricta*, *Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*, *Dryopteris spinulosa*, und *Asplenium Trichomanes*.

Der Rohhumus, der entsteht, ist verschieden, je nach der Art, welche zu dieser Bildung beigetragen hat.

Während der der Heide meist schwarz gefärbt ist, ist der von *Vaccinium Myrtillus* mehr oder weniger braun. Noch heller ist die Färbung des Rohhumus von *Vaccinium Vitis idaea*. Auch ist dieser kompakter als bei der genannten verwandten Art, obwohl die Lebensbedingungen dieser beiden Ericaceen die gleichen sind. Ganz hell ist dagegen der Rohhumus der *Azalea*.

#### 5. Stauwirkung.

Die Felsenpflanzen wirken ferner sowohl als *Wasserstauer*, als auch als *Detritusstauer*. Bereits bei der Verwitterung wurde darauf hingewiesen, wie kleine Mulden entstehen, in welchen der Detritus sich festsetzt und auf diese Weise Keim- und Wuchsorte entstehen. Sobald sich eine Felsenpflanze festgesetzt hat, wird dem Wasserlauf der Weg gesperrt. Das Wasser folgt wie früher der Rinne bis zur Felsenpflanze. Oberhalb derselben bildet sich ein Staubecken. Nur ist die Menge des gestauten Wassers eine viel größere als früher. Dieses Stauen hat nun eine doppelte Folge:

1. *Das Wasser bleibt längere Zeit mit der Pflanze in Berührung.* Dies ist von großer Wichtigkeit nach einer längeren Trockenzeit. In einem solchen Moment verhindert eine oberflächliche Spannung des trockenen Humus eine Benetzung. Erst nach und nach kann das Wasser die Bodenkümmel benetzen. Das Stauen des Wassers verhindert ein wirkungsloses Abfließen.

Häufig konnte der Unterschied konstatiert werden zwischen Felsenpflanzen, die in einer Wasserrinne sich befanden und anderen, welche nur in einer kleinen Mulde des geneigten

Felsens sich festgesetzt hatten. Schon nach einem schwachen Regenschauer war der Humus an ersterem Wuchsorte mit Wasser durchdrungen worden, während am zweiten Orte der Humus keinen Unterschied aufwies gegenüber dem Zustande vor dem schwachen Regen. In den Alpen, wo oft kleine Regenschauer oder ein Benetzen durch Nebelreissen eintreten, ist dies von Wichtigkeit. Bei starkem Nebelreissen beginnt das Wasser doch auf den Felsen in den feinen Wasserrinnen hinunter zu rieseln. Dauert dieses schwache Rieseln längere Zeit, so kann ein vollständiges Durchnetzen des Humus eintreten. Einer Bewohnerin eines andern Standortes kommen nur die Wassertröpfchen zu gute, welche direkt auf die Pflanze fallen. Häufig sind in höheren Lagen auch gewitterartige Regengüsse. Auch bei dieser Art der Niederschläge ist die Besiedlerin einer Wasserrinne im Vorteil, weil das Wasser des anderen genannten Standortes lange Zeit nicht benetzen kann, da eine längere Berührung des Wassers mit den Krümmeln nicht stattfindet.

2. *Es werden in den gebildeten Staubecken nicht nur Detritusstücke, sondern auch hinuntergeschwemmte organische Reste gesammelt.* Wir erhalten hier ohne weiteres die günstige Mischung von Detritus mit organischen Resten. Findet eine Auslaugung der organischen Überreste statt, so gehen die mineralischen Salze in Lösung und dringen mit dem Wasser in den Humus ein. Deshalb beginnen die Horste von *Festuca varia*, *Carex curvula*, *Agrostis rupestris*, und die Rosetten von *Primula hirsuta*, *Saxifraga Cotyledon*, *Saxifraga stellaris*, sobald sie eine gewisse Größe erreicht haben, bedeutend schneller zu wachsen. Bei jüngeren Exemplaren konnte kaum eine wesentliche Vergrößerung konstatiert werden im Laufe einer Vegetationsperiode. Deutlich ist aber das Wachstum während eines Sommers bei älteren Exemplaren. Die Vergrößerung geht nach dem Staubecken zu, nicht aber nach unten.

Auch die Oberflächenpolster können Stauwehren bilden. Die Wirkung ist aber eine geringere, als bei den Spaltenpflanzen. Häufig schafft die stauende Felsenpflanze für Chomophyten Keim- und Wuchsorte. Gewöhnlich fand ich in dem angesammelten Detritus Sedum- oder auch Sempervivum-Arten.

Sehr oft geht die Besiedelung von einer Spaltenpflanze aus, wie von *Saxifraga Cotyledon*, *Festuca varia* und *Primula hirsuta*.

#### b) Zoogene Faktoren.

Durchaus nicht zu unterschätzen ist die Tätigkeit der Tierwelt. Der flüchtige Beobachter wird der Meinung sein, daß diese bei der Felsflora und dabei noch hauptsächlich im Gebirge, keine Rolle spielen könne. Dem ist nicht so. Schon Oettli bemerkte in seiner Arbeit, daß mehrere cm breite Spalten in ihrer ganzen sichtbaren Ausdehnung mit Regenwurmexkrementen ausgefüllt sind. Bis in die Höhe der Säntisspitze hinauf fand er den zerfallenen Regenwurm Kot als Spalteninhalt. Auch auf die Tätigkeit der Ameisen weist er hin.

aa) *Regenwürmer*. Diese Beobachtung von Oettli wurde durch die meinigen im Gotthardgebiete bestätigt, nur nicht in so starkem Maße. Spalten, die ausschließlich mit den Fäkalien von Würmern ausgefüllt waren, fand ich nicht. Die *Regenwürmer* selbst entgehen dem Sucher oft. Sehr häufig fand ich Regenwürmer in den Spalten des Fort Bühl, bis zur Bätzbergspitze hinauf, also von 1400 m bis 2380 m. Sie wurden aber auch gefunden in der Umgebung des Hospizes, auf dem Lucendropasse und der Umgebung der Rotondohütte bis auf 2900 m hinauf. Trockenheit meiden sie. So fand ich sie im Jahre 1910, das ausgezeichnet war durch seine zahlreichen Niederschläge, überall massenhaft. Das folgende Jahr 1911 brachte eine intensive Trockenperiode. Die gleichen Spalten wurden wiederum abgesucht, doch meistens vergeblich. Trocknet die obere Schicht ein, so ziehen sich die Würmer in tiefere, feuchtere Lagen zurück. Dies ist wahrscheinlich der Grund, warum sie so lange in den Felsspalten nicht gefunden wurden. So fand ich oberhalb des Urnerloches nach drei warmen Tagen keine Tiere. Spuren konnten auch nicht beobachtet werden. Ich war schon im Glauben, die Beobachtungen von Oettli bestätigen sich nicht auf meiner Gesteinsunterlage trotz intensiven Suchens. Aber als ich nach einem Regentage an den gleichen Stellen die gleichen Spalten wiederum absuchte, waren sie in Menge zu finden. Häufig untersuchte ich zwei benach-

barte Spalten nach diesen Bewohnern, eine trockene und eine feuchte. Das erwartete Resultat trat jedesmal zu Tage.

Die Tätigkeit der Würmer hat einen großen Einfluß auf die Art des Humus der Spalten durch: *Zerkleinern der organischen Reste und inniges Vermengen derselben mit Mineralteilchen, da beide zusammen den Verdauungskanal der Tiere durchwandern.*

Hiezu kommen noch die Verdauungssekrete. Ausgeschieden wird das Gemisch in der allbekannt lockeren Form. Es werden auch viele Pflanzenteile von den Tieren von der Oberfläche in die Erde hineingezogen, welche dann zum Teil als Nahrung dienen, zum Teil liegen bleiben. Auf beide Arten wird der Gehalt an organischen Stoffen vermehrt. Diese Tätigkeit der Tiere konnte mehrmals direkt beobachtet werden. Stehen dem Tiere im Inneren Hohlräume zur Verfügung, so werden die Fäkalien da abgesetzt, was auch Oettli schon bemerkte. Fehlen diese, so setzt sie das Tier an der Oberfläche ab.

*Durch diese Tätigkeit der Tiere wird die Krümmelbildung erheblich gefördert und das Eindringen von Luft und Wasser erleichtert.*

Deutlich zeigt sich der Unterschied, ob eine Felsspalte Würmer aufweist oder nicht, an einem Beispiel im Gamsboden. Einige Felsspalten hatte ich untersucht. Es waren alle trocken. Die eine zeigte deutliche Spuren von Würmern, die andere nicht. Da ein Regenschauer im Herannahen war, entfernte ich an drei Spalten die Pflanzen im oberen Teile, um die Wirkung des Eindringens des Wassers zu beobachten. Nach einer einstündigen Regenzeit wurde die Spalte geöffnet. Weder in der einen noch in der anderen Spalte war die Feuchtigkeit soweit eingedrungen, daß die ganze Spalte bis in ihre untersten Teile mit Wasser vollgesogen war. Deshalb konnte deutlich die Tiefe des eingedrungenen Wassers festgestellt werden. In der infolge der Tätigkeit der Würmer durchlüfteten Humusschicht war das Wasser etwa 50 cm eingedrungen, in der kompakten und nicht bewohnten dagegen nur etwa 30 cm. Die Spaltenbreite betrug bei beiden etwa 3 cm. Die äußeren Bedingungen waren dieselben.

Mehrmals konnte auch die Beobachtung gemacht werden, daß Spalten mit Regenwürmern oder anderen Tieren stärker besiedelt waren. Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, was Ursache und was Wirkung ist.

In Betracht fallen nur *kleinere Tiere*. Größere Würmer finden sich nur ausnahmsweise und nur in solchen Oberflächenpolstern, welche sich unten in eine Felsspalte fortsetzen. Kleinere Oberflächenpolster, die einem Felsblocke aufliegen, sind meistens sehr arm an Würmern, weil sie einer größeren Trockenheit ausgesetzt sein können und die Tiere sich nicht zurückziehen können in feuchtere Teile. In einem erstgenannten Polster von 30 cm Durchmesser und 2 cm Dicke fand ich einen Wurm von 12 cm Länge. Es ist dies das größte Exemplar, das gefunden wurde.

Vertreter der Bodentiere liefern außer den Oligochaeten: *Diplopoden, Insekten*, namentlich als *Larven und Puppen, Collembolen, Acariden, Nematoden*.

*Manche dieser Tiere wirken nur durch die organischen Überreste, welche sie hinterlassen.*

*bb) Ameisen.* Eine besondere Rolle spielen die *Ameisen*. Durch ihren Nestbau können sie ganze *Spalten mit organischen Stoffen ausfüllen*. Auch sie sorgen durch ihre Bauten für *Durchlüftung des Bodens*. Im Gegensatz zu den Würmern bevorzugen sie aber immer warme *Südexpositionen* und Stellen, welche dem Regen nicht stark ausgesetzt sind. Ameisennester fand ich nie in Westexposition, am meisten in Süd- und Südostexposition. Große Nester wurden im ganzen Gebiete nirgends gefunden. Es waren immer kleine, aber häufig sehr zahlreiche, so namentlich an der Gotthardstraße oberhalb Airolo. Hier wimmelten alle Felsspalten von roten, schwarzen und gelben Ameisen. Im Frühling kommen sie sehr rasch zum Vorschein. Schon zwei Tage nach der Schneeschmelze wandern die kleinen Felsbewohner auf dem ganzen Felsen umher.

An genannter Stelle umfaßte ein Nest nie mehr als eine Pflanzenspezies. Auffallend war dagegen die Anzahl der Nester und die Anzahl der Arten. In den Nestern fanden sich folgende Pflanzen: *Calluna vulgaris, Thymus Serpyllum, Festuca varia,*

*Festuca ovina*, *Sempervivum montanum* (nur ein einziges Mal beobachtet.) In den Felsköpfen der Oberalpstraße ausschließlich *Thymus Serpyllum* und *Calluna vulgaris*. Ein einziges Mal fand sich an der Südseite des Gotthardes auf 1500 m Meereshöhe in einem Neste: *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Thesium alpinum* und *Euphrasia alpina*.

Ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen den Ameisenarten und den Pflanzenarten konnte nicht festgestellt werden. Auffallend war, daß *Thymus Serpyllum* fast ausschließlich von einer kleinen, roten Ameisenart bewohnt war, und daß die gelbe Art sich meistens fand bei *Calluna vulgaris*. Dies war aber nicht ausnahmslos der Fall.

Der Ansicht von Oettli, daß die freie Konkurrenz ausgeschaltet wird, solange die Nester bewohnt sind, kann ich nicht unbedingt zustimmen. Mir scheint es im Gegenteil, daß jede weitere Besiedelungsmöglichkeit überhaupt ausgeschaltet sei. Nie fand ich in einem bewohnten Neste eine Keimpflanze, selbst nicht der Art, welche im Neste drin sich befand. Es muß also die Auswahl der Art von der Ameise getroffen werden. Diese muß eine Vorliebe zeigen für die eine oder andere Art. Vielleicht erleichtert die Art des Wurzelsystems die Besiedelung. Dies scheint der Fall zu sein bei *Calluna vulgaris* und *Thymus Serpyllum*.

Das Wurzelsystem von beiden ist locker und weit verbreitet. Zwischen den Wurzeln und den unterirdischen Trieben kann die Ameise sehr leicht ihr Nest bauen.

Ungünstiger liegen die Verhältnisse bei *Festuca varia* und *Festuca ovina*. Diese sind aber auch weniger häufig von Ameisen bewohnt als die beiden erstgenannten Arten. In großen Exemplaren dieser beiden Gräser fand ich keine Ameisen mehr. Sobald der Horst eine gewisse Größe erreicht hat, verschwinden die Tiere. Auch war das Nest hier nicht mitten im Wurzelwerke drin, sondern mehr oder weniger nur im Schutze des Horstes.

Ich kam bei meinen Beobachtungen zur Überzeugung, daß die Arbeit der Ameisen eher eine negative ist als eine positive in der Besiedelung der Felsen.



Noch längere Zeit nach dem Verlassen eines Nestes wurde der Rohhumus nicht besiedelt. Hat die Ameise einen Einfluß oder ist es Zufall? Wenn ja, welchen? Diese Frage kann ich nicht beantworten. Manche Nester fand ich, die leer waren, aber sie blieben auch während des ganzen Sommers unbesiedelt, obwohl die Feuchtigkeitsverhältnisse für eine Besiedelung günstig gewesen wären.

## 2. Unterkapitel.

### Spezielle Faktoren des Untersuchungsgebietes.

(Faktoren der Wuchsorte und Unterschiede auf kleinstem Raume.)

#### § 1. Temperaturverhältnisse.

Benutzt wurde bei meinen Untersuchungen<sup>1)</sup> eine grosse Zahl von Thermometern mit flachen Quecksilberbehältern. Die miteinander verglichenen Thermometer wurden bei andauernden Messungen im Humus der Pflanzen stecken gelassen. Auch das Luftthermometer wurde an einem schattigen Orte aufgestellt, so daß eine Ablesung sehr rasch erfolgen konnte, was beim Vergleiche der verschiedenen Daten mir sehr wertvoll erschien. Nur bei der Messung der Lufttemperatur an der Sonne mußte das Thermometer bewegt werden, um richtige Resultate zu erhalten. Gegen die Sonne konnte das Thermometer nicht immer geschützt werden. Eine Erwärmung des Quecksilbers konnte aber nicht eintreten, da der Behälter im Humus blieb. So blieben während den Messungen No. 27 alle Thermometer die ganzen 8 Tage ohne Unterbruch liegen. Nur das Luftthermometer wurde weggenommen und nur vor der Ablesung hin und her bewegt. Die meisten Beobachtungen waren von mir selbst ausgeführt worden. Einige Daten auf der Gotthardpaßhöhe waren von einem Schüler des Seminars Küsnacht und auf der Rotondohütte von Schülern des Gymnasiums Zürich ausgeführt worden. Die betreffenden waren vorher von mir eingeübt worden und auch während den Ablesungen machte ich immer Stichproben und hatte nie einen Fehler bei meinen Gehilfen entdecken können.

<sup>1)</sup> Von den zahlreichen Messungen können nur ausgewählte Beispiele reproduziert werden.

### a) Lufttemperatur.

Die Daten der meteorologischen Stationen geben uns nur die allgemeine Wärmelage. Für die Lufttemperaturen der einzelnen Wuchsorte sind besondere Messungen nötig. Da tritt uns in erster Linie die Tatsache entgegen, daß mit der Zunahme der Sonnenstrahlung mit der Höhe auch die Differenzen zwischen den Expositionen zunehmen.

#### aa) Expositionen.

- (1) 5. VIII. 1910. (Sonniger Tag.) 7<sup>15</sup> M. Bätzigspitze: 2388 m.  
Lufttemperatur, am Felsen: S 6,8°  
N 4,8°  
O 5,4°
- (2) 27. VII. 1910. (Sonniger Tag.) 10<sup>05</sup> M. Bätzigspitze: 2388 m.  
S 21,8°  
N 10,0°  
W 12,0°
- (3) 17. VII. 1911. (Sonniger Tag.) 7<sup>h</sup> M. Standort: Punkt 2914  
zwischen Wytenwasserstock und Hühnerstock.  
Unterlage: Gneis.  
Geschützte Südexposition . . . 10,0°  
Freie Südexposition . . . . . 6,0°  
Nordexposition . . . . . 0,6°
- (4) 19. VII. 1911. 10<sup>h</sup> M.  
Lucendropaß: 2539 m (siehe Fig. 23).
- (5) 13. VII. 1911. Punkt 2750 m. Rottälhorn. 10<sup>h</sup> M. (s. Fig. 24).

Deutlich kommt hier die Wirkung des rückstrahlenden Felsens zum Vorschein. Zwischen den beiden Punkten 1 und 3 haben wir eine Differenz von 10°. Bei Punkt 3 kommt die Rückstrahlung des Felsens voll zur Geltung, während bei 1 diese fehlt. Der günstigste Wurzelort ist bei 3. Auch auf der horizontalen Platte sind die Verhältnisse sehr günstig, allerdings verschlechtern sie sich mit der Entfernung von 3. Es sind dies die Wärmeverhältnisse, wie sie die Standorte von *Sempervivum montanum* und *Sempervivum arachnoideum* auf-

weisen. Nie fand ich eine dieser Oberflächenpflanzen am Orte 1 oder 2, immer nur von 3—4. Die Bestrahlung ist hier bestimmend für die Besiedelung. Deutlich kommt hier auch zum Ausdruck, welcher großer Wechsel eintritt von einem Wurzelorte zum andern. Alle Temperaturen wurden immer gemessen in einer Distanz am Fels, die 1 cm nicht überstieg. Fig. 25 zeigt wie *Sempervivum montanum* nur nach der Richtung des warmen Winkels hin Ausläufer entwickelt. Ob hier ein wirklicher Thermoprozeß vorliegt, muß dahingestellt bleiben.

(6) 14. VIII. 1910. (Sonniger Tag.) 9<sup>25</sup> M. Fort Bühl. Exposition: SO. (Siehe Fig. 26.)

Hier tritt namentlich die Schutzwirkung auch einer sehr dünnen Platte hervor. Es ist dies allerdings nicht nur ein Wärmeschutz, sondern auch ein Licht- und Windschutz, so daß solche Lagen ganz besondere klimatische Verhältnisse besitzen, die bestimmend werden zur Besiedelung.

*bb) Besiedelung der Expositionen.* Beim Fort Bühl sind alle Felsspalten bei Ost- und Südposition bewachsen mit *Saxifraga Cotyledon*, während in einer Distanz von 1 m bei genau der gleichen geologischen Unterlage auf der Nordexposition kein einziges Exemplar dieser Steinbrechart sich befand.

Auf dem Lucendrograte ist *Statice montana* sehr zahlreich in Südlage, auf der Nordexposition ist dagegen kein einziges Exemplar zu finden. Auch zwischen zwei Felsköpfen fehlen alle Vertreter dieser Art. Alle ihre Wurzelorte befinden sich in geschützter Südlage. Folgende Angaben sollen den Unterschied zwischen den verschiedenen Expositionen veranschaulichen:

Lucendrograt:		Cavannapaß:	
1. Felskopf:		Südexposition .	19 Arten
Südexposition .	35 Arten	Nordexposition .	0 Arten
Nordexposition .	8 Arten		(Schnee)
2. Felskopf:		Hühnerstock:	
Südexposition .	36 Arten	Südexposition .	8 Arten
Nordexposition .	4 Arten	Nordexposition .	4 Arten

Rotondohütte:

1. Felskopf bei der Hütte:  
Exposition SW . . 23 Arten  
Exposition SO . . 25 Arten  
Exposition N . . . 5 Arten
2. Felskopf unterhalb der Hütte:  
Exposition ONO . 10 Arten  
Exposition NNW . 14 Arten  
Felsrücken . . . 18 Arten

3. Punkt 2750:

- Exposition S . . 22 Arten  
Exposition SO . . 12 Arten  
Exposition N . . . 9 Arten

4. Rottälhorn:

- Exposition SO . . 12 Arten  
Exposition SW . . 8 Arten  
Exposition N . . . 0 Arten

Solche Beispiele lassen sich in Menge aufführen. Häufig ist die Erscheinung, daß auf der Nordseite eines Grates das perennierende Schneefeld bis zum Kamme reicht, während die Südseite schneefrei und sehr reichhaltig besiedelt ist (Gipfel der Fibbia, Grat östlich des Rottälhornes, Gipfel des Lucendro). An letzterem Standorte ist eine Besiedelung des Gipfels noch nicht erfolgt, da ein Steilabsturz dies verhinderte.

Auf der Südseite des Gipfels und des östlichen Grates der Fibbia findet sich *Chrysanthemum alpinum* sehr häufig. *Festuca Halleri* ist stellenweise geradezu dominierend. Die erste Art fehlt auf der Nordexposition vollständig und von der letzteren sind nur wenige Exemplare zu finden. Steigt man zum genannten Gipfel von der Fieudoalp her, so treten beide auf von 2100 bis 2700 m. Beim Überschreiten des Grates macht die genannte Composite Halt.

Viele Felsenpflanzen haben eine große Vorliebe für die wärmsten und sonnigsten Standorte wie: *Thymus Serpyllum*, *Sempervivum*-Arten, *Sedum*-Arten.

Auch sonnenliebend sind auf dem Lucendrograte: *Silene acaulis* und *Phyteuma hemisphaericum*.

*Saxifraga aspera* bewohnt mit Vorliebe Nordexposition. Auf der Südseite fehlt sie fast vollständig. Nordlagen bevorzugt auch *Minuartia sedoides*.

Auf der Gotthardpaßhöhe fand ich auch *Primula hirsuta* hauptsächlich in Nordexposition. Ähnliche Beobachtungen wurden auch gemacht in der Gegend der Rotondohütte mit *Saxifraga Seguieri*. Diese findet sich auf dem Rottälhorn allerdings in Südlage. Immer aber sind die Wurzelorte durch Felsvorsprünge gegen Süden geschützt. Es ist also nur scheinbar eine Südlage. Ob dies mehr eine Flucht ist vor zu starker

Erwärmung und Austrocknung oder zu starker Beleuchtung, kann ich nicht entscheiden. Ganz schattige Stellen kann auch *Saxifraga moschata* bewohnen. Diese wurde auf der Valetta an Stellen gefunden, die vollständig nach Norden gerichtet sind. Die Rosettenform hatte die Pflanze aufgegeben. Die Blätter waren gestielt. An benachbarten Wuchsorten, wo Sonnenlicht hinzu kam, waren die Blätter ungestielt und kürzer.

cc) *Wärmeabsorption*. Für die Pflanze kommt in erster Linie nicht die Temperatur der Luft in Betracht, sondern die von ihr selbst aufgenommene Wärmemenge. Einen Anhaltspunkt dafür erhält man mit Hilfe des Schwarzkugelthermometers. Dieses gibt uns allerdings nur Aufschluß über das Maximum der von einer geschwärzten Glaskugel aufgenommenen Wärme. Leider ist es mir nicht gelungen, eine größere Zahl von Daten mit Hilfe des Schwarzkugelthermometers zu erhalten. Die folgenden Daten geben uns doch über manches Aufschluß:

(7) Juni 1910. *Schwarzkugelthermometer am Felsen beim Fort Bühl befestigt.*

	Schatten- temperatur	Min. der Luft im Schatten in 24 Stunden nahe am Felsen	Max. der Luft im Schatten in 24 Stunden nahe am Felsen	Relat. mittlere Luftfeuchtigkeit in 24 Stunden nahe am Felsen	Exp. SO Schwarzkugel- Thermometer an der Sonne
1.	17°	6°	23°	43%	39,5°
2.	16°	10°	19°	50%	28,0°
3.	18°	5°	23°	48%	39,5°
4.	14°	10°	16°	53%	38,0°
5.	16°	10°	17°	48%	29,0°
6.	18°	9°	25°	35%	41,5°
7.	15°	8°	20°	51%	34,5°
8.	15°	9°	22°	38%	41,5°
9.	19°	9°	27°	40%	41,5°
10.	15°	13°	17°	55%	39,5°

(8a) 19. VIII. 1910. (Föhnstimmung.) 11<sup>h</sup> M. Lucendro: 2959 m.

Schattentemperatur . . . 16,3°  
Schwarzkugelthermometer 48,3°

(8b) 19. VIII. 1910. (Sonne etwas verschleiert.) 2<sup>25</sup> A. Lucendropaß: 2539 m.

Schattentemperatur . . .	18,0°
Schwarzkugelthermometer	45,0°
2 <sup>45</sup> A. 33,5°	2 <sup>53</sup> A. 38,0°
2 <sup>47</sup> A. 36,0°	2 <sup>55</sup> A. 37,0°
2 <sup>49</sup> A. 38,0°	2 <sup>57</sup> A. 35,0°
2 <sup>51</sup> A. 41,0°	

(9) 20. VIII. 1910. 4<sup>h</sup> A. Valetta: 2540 m. Exposition: SW.

Lufttemperatur . . . . .	27,2°
Schwarzkugelthermometer	50,5°

(10a) 24. VIII. 1910. (Sonne kommt hie und da zum Vorschein.)  
Bätzbergspitze: 2388 m. Exposition: Ost.

	Gew. T.	Sch.-T.		Gew. T.	Sch.-T.
5 <sup>h</sup> A.	9,6°	15,5°	7 <sup>h</sup> A.	6,8°	6,5°
6 <sup>h</sup> A.	9,0°	10,0°			

25. VIII. 1910. (Sonne hie und da verdunkelt.)

	Gew. T.	Sch.-T.		Gew. T.	Sch.-T.
4 <sup>h</sup> M.	3,4°	3,0°	7 <sup>h</sup> M.	4,4°	7,2°
5 <sup>h</sup> M.	3,8°	3,2°	9 <sup>h</sup> M.	13,6°	18,3°
6 <sup>h</sup> M.	3,8°	3,4°	11 <sup>h</sup> M.	15,2°	24,0°

(10b) 24. VIII. 7<sup>20h</sup> A. Auf einem Oberflächenblock.

Luft . . . . .	4,8°
Wasser auf dem Block .	11,2°
Schwarzkugelthermometer	10,6°

Meine beiden Thermometer waren direkt am Felsen befestigt. Hier ist der Unterschied etwas kleiner zwischen Temperatur am gewöhnlichen Thermometer und dem Schwarzkugelthermometer, da auch die Erwärmung der Luft in der Nähe des Felsens am größten ist.

Die wenigen Daten zeigen deutlich, daß die Abkühlung des Felsens in der Nacht eine bedeutendere ist, als die der Luft, daß die Gegensätze zwischen Tag und Nacht viel kräftiger zum Ausdruck kommen, als bei Pflanzen anderer Standorte.

Im Hüttenbuch der Rotondohütte fand ich folgende Bemerkung von Herrn Dr. Müller aus Baden vom 28. Dez. 1909:

Temperatur im Schatten . . . . .	— 10,0°
„ in der Sonne an der Südwand der Hütte	+ 33,0°

Dies zeigt die großen Gegensätze, welche in unserem Gebiete bei der Felsflora auf kleinstem Raume auftreten, wie bei keiner andern Flora.

*dd) Einfluß der Extreme.* Die Beobachtungen an der Felsflora stimmen mit der Ansicht von Raunkiär, daß insbesondere die ungünstigen Zeiten einen starken, wenn nicht den stärksten Einfluß ausüben, überein. In erster Linie sind es die *winterlichen* Verhältnisse, welche viele Pflanzen anderer Standorte aus den Felsen ausschließen.

*Schneebößen.* (Diese konnten leider nur im Sommer festgestellt werden. Es wurden aber nur solche Stellen gewählt, welche einen Zweifel nicht aufkommen ließen.)

Als Hauptfaktor wirkt hier der Wind. Die gefegten Stellen der Felsen sind auch lange Zeit im Winter schneefrei und ganz bedeutenden Kältegraden in verstärktem Maße ausgesetzt. Wenn man auch manchmal Vertreter der Wiesenflora in die Felsen eindringen sieht, so geschieht dies nie an Stellen, welche im Winter schneefrei bleiben. Nur auf der Leeseite von Felsen vermag die Wiesenflora ihn zu besiedeln. Von solchen Wiesenpflanzen wären in erster Linie zu nennen: *Antennaria dioeca*, *Alchemilla vulgaris*, *Achillea Millefolium*, *Anthyllis vulneraria*, *Bartsia alpina*, *Gnaphalium Hoppeanum*, *Geranium silvaticum*, *Gentiana punctata*, *Gentiana purpurea*, *Lilium Martagon*, *Ligusticum Mutellina*, *Lotus corniculatus*, *Phyteuma Halleri*, *Parnassia palustris*, *Polygala vulgare*, *Polygala alpestre*, *Pedicularis tuberosa*, *Solidago Virga-aurea*, *Silene nutans*.

Auch viele charakteristische Felsenpflanzen meiden die Standorte, welche im Winter von Schnee entblößt werden. Sie sind typische Schneeschützlinge. Solche sind: *Cerastium uniflorum*, *Cerastium pedunculatum*, *Doronicum Clusii*, *Sempervivum montanum*, *Sempervivum arachnoideum*, *Sempervivum tomentosum*, *Saxifraga Aizoon*, *Erigeron alpinus*, *Erigeron*

*neglectus*, *Potentilla aurea*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Rhododendron ferrugineum*.

Oettli erwähnt in erster Linie *Erinus alpinus* und *Rhododendron hirsutum*.

*Schnee und tiefe Temperaturen während der Vegetationszeit.* In den höheren Lagen müssen wir mit Schnee und tieferen Temperaturen auch während der Vegetationszeit rechnen. Unter den Spaltenpflanzen sind viele, welche Schnee zu dieser Zeit sehr gut ertragen. Es ist dies in erster Linie *Silene acaulis*. Der Schnee bleibt sehr leicht liegen auf den Polstern dieser Felsenpflanze; sie erscheinen bei Schneefall immer zuerst bedeckt. Dies hängt auch zusammen mit ihrer verhältnismäßig niedern Temperatur. Während an heißen Sonnentagen die Polster der *Sempervivum*arten immer warm anzufühlen sind, sind die *Silenepolster* immer kühl. Häufig habe ich auch bemerkt, daß sie im Sommer nachts und morgens gefroren sind.

So war ein Polster in der Nähe der Rotondohütte im August 1910 während einer Woche jeden Morgen steinhart gefroren, ohne daß ein Schaden sichtbar wurde. Diese Pflanze muß ungemein frosthart sein. Ich habe selbst Exemplare gefunden, die nicht einmal durch Gefrieren in voller Blüte gelitten haben.

Der 30. August 1910 war ein warmer Tag gewesen. Am Abend hatten wir noch eine hohe Temperatur. Auf ein nächtliches Gewitter folgte Schneefall, so daß am Morgen des 31. August alles mit Schnee bedeckt war. Es zeigte sich hier, daß schon beim Tagen Spaltenpflanzen sofort frei wurden von Schnee, namentlich diejenigen an geneigten Spalten. Sobald der erste Sonnenstrahl erschien, wich der Schnee von diesen. Obwohl noch ein eiskalter Wind von Osten her raste, schmolz der Schnee an den Felsen doch rasch weg auch in Ostexposition. Schneefrei waren namentlich: *Chrysanthemum alpinum*, *Avena versicolor*, *Primula hirsuta*, *Silene acaulis* (auffallend), *Minuartia sedoides*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga exarata*, *Sempervivum montanum*, *Sempervivum arachnoideum*.

Lange liegen bleibt der Schnee auf: *Loiseleuria procumbens* und *Carex sempervirens*.



Die Spaliere der genannten Azalee liegen oft in kleinen Vertiefungen, in kleinen Mulden, in welchen der Schnee liegen bleibt. Liegen bleibt der Schnee hauptsächlich auch bei solchen Pflanzen, welche Stauwehre bilden in den Rinnen.

Daß der Schnee rasch von der Hauswurz schmilzt, ist leicht begreiflich, da die Temperatur im Blattwerk immer eine relativ hohe ist. An keiner einzigen Pflanze, von welcher der Schnee rasch schmilzt, konnte ein Schaden beobachtet werden. Mancherorts streckte *Leontodon pyrenaiicus* seine Blüten aus dem Schnee heraus. Daß er gelitten hätte durch den Frost und Schnee, konnte nicht konstatiert werden, obwohl während zwei Nächten die Temperatur unter den Nullpunkt gesunken war, einmal sogar auf  $-5^{\circ}$ .

Während der folgenden Tage, an welchen die Fröste sich jede Nacht wiederholten, litt *Vaccinium Myrtillus* sehr stark. An mehreren Stellen war eine große Zahl der Blätter an den Spitzen abgestorben. Es waren alles Blätter, welche in großer Distanz vom Felsen sich befanden. Diejenigen, welche dem Felsen auflagen, zeigten keine abgefrorenen Spitzen. Auch war manche Spitze abgefroren bei *Vaccinium Vitis-idaea*. Doch war hier die Wirkung der Fröste eine geringere als bei der verwandten Heidelbeere.

Sehr gut können Schnee ertragen: *Primula hirsuta* und *Saxifraga Cotyledon*.

Erstere stellt ihre Rhizome sehr häufig horizontal und die Rosette vertikal. Auf dieser bleibt der Schnee lange liegen.

Im April 1913 fand ich viele Exemplare beider Arten im unteren Maggiatale im Schnee. Einige Steinbrechexemplare waren bis nachmittags 2 Uhr voll Schnee. Es ragten nur die Blütenrispen aus dem Schnee heraus. Die Pflanze hatte durchaus nicht gelitten.

Manche Felsenpflanzen besitzen eine große Frosthärte. So hatte ich im Winter 1909/10 ein Exemplar *Saxifraga Cotyledon* vor meinem Fenster steinhart gefrieren lassen während zwei Monaten. Im Frühling war an ihr nichts Abnormales zu beobachten. Nicht einmal die Blattspitzen hatten gelitten. Im Gebiete fand ich allerdings im Frühling 1910 an der Gotthard-

straße und beim Fort Bühl zahlreiche erfrorene Exemplare von *Saxifraga Cotyledon*. Ein großes Exemplar war in einer Felspalte total erfroren. Im Januar war dasselbe noch frisch gewesen. Bei vielen Exemplaren hatten namentlich die Blattspitzen gelitten. Es ist dies allerdings die obere Grenze von *Saxifraga Cotyledon* auf der Nordseite der Alpen. Weiter unten, oberhalb von Göschenen, fand ich keine erfrorenen Exemplare, sondern nur oberhalb des Urnerloches.

Es scheint, daß *Vaccinium Vitis-idaea* und auch *Arctostaphylos Uva ursi* sehr widerstandsfähige Blätter haben, was bei *Vaccinium Myrtillus* nie beobachtet werden konnte. Viele Blätter der Bärentraube waren im Frühling 1910 oberhalb des Fort Airolo an der Spitze total abgefroren. Es war nicht nur Rötung, sondern totale Braunfärbung eingetreten. Es ging jedoch nicht das ganze Blatt verloren. Der erfrorene Teil wurde abgestoßen und ein neuer Blattrand gebildet. Nach und nach wurde das Blatt wieder abgerundet. War das Blatt jedoch bis zur Mitte vernichtet, so starb es vollständig ab. Diese Erscheinung konnte ich auch bei *Vaccinium Vitis-idaea* beobachten an der Gotthardstraße beim Mätteli und auch im Rodont, doch bei weitem nicht so stark, wie bei der erstgenannten Art.

Starke Frostschäden konnten bei *Festuca varia* beobachtet werden. Hier bildete sich unter der abgestorbenen braunen Blattspitze eine neue grüne Spitze. Erst wenn dies geschehen, wird die tote Spitze abgeworfen. Diese Erscheinung vermutete ich nach Beobachtungen im Frühling 1910, und bestätigt wurde sie an Hand weiterer Beobachtungen vom Jahre 1911 und dann im Frühling 1913.

Daß Felsenpflanzen durch den Frost leiden, konnte oft und an den verschiedensten Standorten festgestellt werden. In den beiden kalten Jahren 1910 und 1913 trat diese Erscheinung stark zutage. Es scheint, daß namentlich *Juniperus communis* stark leidet. Am 28. Juli 1913 fand ich sehr viele abgestorbene Zweige auf der Südseite der Fibbia, ebenso im Sommer 1910 bei der Rotondohütte. Die jungen Triebe waren in diesem außerordentlich kalten Sommer sehr stark geschädigt. Gelitten hatten am ersteren Orte, auch am 28. Juli

1913, *Primula hirsuta*, *Silene acaulis*, *Carex sempervirens* und *Chrysanthemum alpinum*.

Keine andere Pflanze hatte aber so stark gelitten wie der Wachholder. Derselbe zeigte die Spuren der kalten Witterung von 2500 m bis hinunter auf 1400 m, von der Rotondohütte bis zum Fort Bühl bei Andermatt. Auch manche Horste von *Festuca varia* waren vollständig abgestorben. Andere konnten sich gegen den Herbst, als besseres Wetter eingetreten war, wieder etwas erholen. Zu gleicher Zeit fand ich zahlreiche abgestorbene Blätter von *Primula hirsuta*. Es waren hier immer die ältesten Blätter abgestorben. Die Rosetten waren in diesem Sommer äußerst nahe zusammen gedrängt. Auch Rasenpflanzen hatten gelitten.

Zahlreiche abgestorbene Blätter fand ich bei *Salix herbacea*. Die Frostwirkung war auch stark bemerkbar am 12. August 1910 an *Alchemilla pentaphyllea*. Hier waren durch das Gefrieren in der Nacht zahlreiche Blätter zugrunde gegangen. Namentlich die Blattränder vergilbten zuerst. An manchen Exemplaren trat nach dem dritten Frostage eine graue Färbung der Ränder ein, und dann folgte vollständiges Absterben.

Diese Beispiele sollen genügen. Sie zeigen, daß die schlechte Witterung und speziell der Frost ein Hauptwort reden bei der Besiedelung oder bei der Ausmerzung einer Pflanze von einem Standorte.

Eine wichtige Eigenschaft der Felsenpflanzen ist die *Festigkeit ihres Winterschlafes*. Es ist eine sehr auffallende Tatsache, daß auch an schneefreien Felswänden trotz der hohen Temperaturen, welche an sonnigen Wintertagen auftreten, die Pflanzen nicht zu treiben beginnen. Grisch hat bei seiner Arbeit über die Berggünerstöcke diese feste Winterruhe der Schneebölenbewohner auch experimentell geprüft und hält sie für eine entscheidende Eigenschaft der Bewohner winterlich auftretender Schneebölen, zu denen ja auch die meisten Felsenpflanzen gehören.

Andererseits gehört in unserem Gebiete eine Felsenpflanze, die *Primula hirsuta*, zu den ersten Frühlingsboten: also unverrückbare Winterruhe trotz hoher Temperatur, aber rascheste

Entfaltung im Frühling. Eine physiologische Studie der Bedingungen dieser Erscheinung dürfte eine lohnende Aufgabe sein.

b) Bodentemperatur.

Wir haben nicht nur verschiedene Temperaturen an der Luft, im Blattwerke und im Humus derselben Pflanze, sondern große Unterschiede zeigen sich auch zwischen dem Humus oder dem Blattwerk verschiedener Petrophyten auf kleinstem Raume. Folgende Beispiele geben Aufschluß:

aa) Einzelne Temperaturmessungen.

(11) 21. V. 1910. 11<sup>25</sup> h M. Motto Bartolo.

Unterlage: Gneis, darin eine Quarzader.

Wetter sehr schön; in der Nacht Schnee.

Exposition: S.

Luft . . . . . 28,3°

Humus von *Festuca varia* . . 31,8°

11<sup>30</sup> M. Die Erwärmung des Bodens hat hier noch nicht eingesetzt (21. V.).

Luft . . . . . 24,3°

Rosette von *Saxifraga aizoon* 22,5°

Horst von *Festuca varia* . . 19,2°

Humus von *Festuca varia* . . 14,3°

(12) 24. V. 1910. 11<sup>h</sup> M. Tessinschlucht bei Rodi-Fiesso, bei 800 m ü. M., auch Gneis in Südlage.<sup>1)</sup>

Luft . . . . . 12,3°

Horst von *Festuca varia* . . 14,3°

Humus von *Festuca varia* . . 11,4°

	Blatttemp.	Humustemp.
<i>Sempervivum arachnoideum</i> . . . . .	15,0°	14,4°
<i>Sempervivum montanum</i> . . . . .	15,9°	15,7°
<i>Saxifraga Cotyledon</i> . . . . .	15,0°	14,1°
<i>Festuca varia</i> . . . . .	14,9°	14,6°
<i>Sedum dasyphyllum</i> . . . . .	15,9°	15,0°

<sup>1)</sup> Bemerkungen: Temperaturen auf einem Felsabsatz nördlich der Strasse zwischen Rodi und Faïdo. Das Tal ist eng. Obwohl Südexposition, hält eine 40 m entfernte gegenüberliegende hohe Felswand die Sonne ab. Die Lufttemperatur betrug 15,6°, die Temperaturen zwischen Blättern und im Humus der untersuchten Pflanzen waren nur wenig verschieden.

(13) 5. VIII. 1910. Nachm. bei Sonnenschein. An der Oberalpstrasse bei 1600 m ü. M. auf Serizitschiefer in Südlage.

Luft . . . . .	21,4°
Blattwerk von <i>Sempervivum arachnoideum</i> . . . . .	23,8°
Humus von <i>Sempervivum arachnoideum</i> . . . . .	23,0°
Blattwerk von <i>Silene rupestris</i> . . . . .	25,0°
Humus von <i>Silene rupestris</i> . . . . .	22,6°

(14) 9. VIII. 1910. 7<sup>h</sup> A. bei Nebelreißen. Bei der Rotondohütte bei 2610 m ü. M. auf Schiefer in Südwestlage. Nebelreißen und Regen tagsüber.

Luft . . . . .	3,8°
Humus von <i>Silene acaulis</i> . . . . .	4,4°
Humus von <i>Saxifraga aspera</i> . . . . .	4,6°
Humus einer 2. <i>Saxifraga aspera</i> . . . . .	4,8°
Humus von <i>Draba dubia</i> . . . . .	5,0°

(15) 12. VIII. 1910. 7<sup>h</sup> M. Bei der Rotondohütte, 2500 m ü. M. auf Schiefer in Südlage. In der Nacht Schneefall und Frost.

Luft 10 cm vom Felsen . . . . .	0,6°
Lufttemperatur an der Oberfläche . . . . .	0,2°
Humus 4 cm tief im Polster von <i>Silene acaulis</i> <sup>1)</sup> . . . . .	0,6°
2. Polster von <i>Silene acaulis</i> <sup>1)</sup> . . . . .	-0,1°
Humus von <i>Saxifraga aspera</i> . . . . .	0,2°
Humus von <i>Carex curvula</i> . . . . .	0,0°
Humus von <i>Minuartia sedoides</i> . . . . .	-0,2°
Humus von <i>Saxifraga moschata</i> . . . . .	0,2°

Mittag: Sonne dringt zeitweise durch den Nebel.

Luft . . . . .	15,6°
Humus von <i>Sempervivum montanum</i> . . . . .	18,4°
Humus von <i>Silene acaulis</i> . . . . .	11,6°
Humus von <i>Minuartia laricifolia</i> . . . . .	14,8°
Humus von <i>Silene acaulis</i> . . . . .	11,9°
Humus von <i>Primula hirsuta</i> . . . . .	14,0°

Schon bei Berührung fühlen sich die Rosetten von *Sempervivum montanum* äusserst warm an, was durchaus nicht der Fall ist bei *Silene acaulis*.

<sup>1)</sup> Solche Unterschiede sind häufig, ohne sichtbare Ursache.

(16) 15. VIII. 1910. 11<sup>h</sup> M. Beim Fort Bühl, 1440 m, auf Gneis in SO-Lage.

Luft . . . . .	28,8 <sup>o</sup>
Blattwerk von <i>Sempervivum montanum</i> , 1. Exemplar	36,6 <sup>o</sup>
"    "    "    "    "    2.    "	34,4 <sup>o</sup>
12 <sup>h</sup> M.	

Luft . . . . .	28,6 <sup>o</sup>
Blattwerk von <i>Sempervivum montanum</i> , 1. Exemplar	36,8 <sup>o</sup>
"    "    "    "    "    2.    "	35,4 <sup>o</sup>

(17) 9. IX. 1910. 1<sup>15</sup><sup>h</sup> A. Regen war vorangegangen. An der Oberalpstrasse 1600 m ü. M. auf Serizitschiefer, SO Lage. Alles mehr oder weniger feucht.

Luft . . . . .	10,5 <sup>o</sup>
Blätter von <i>Sempervivum tomentosum</i>	10,4 <sup>o</sup>
Humus von <i>Sempervivum tomentosum</i>	10,2 <sup>o</sup>
Humus von <i>Saxifraga aspera</i> . . .	9,9 <sup>o</sup>
Humus von <i>Thymus Serpyllum</i> , naß .	10,4 <sup>o</sup>
Humus von <i>Festuca varia</i> . . . .	10,2 <sup>o</sup>

3<sup>30</sup><sup>h</sup> A. Nebel zieht das Tal hinauf, Luft momentan ruhig. Himmel bedeckt.

Luft . . . . .	11,4 <sup>o</sup>
Humus von <i>Sempervivum tomentosum</i>	12,2 <sup>o</sup>
Humus von <i>Saxifraga moschata</i> . .	12,4 <sup>o</sup>
Humus von <i>Thymus Serpyllum</i> . .	11,6 <sup>o</sup>
Humus von <i>Festuca varia</i> . . . .	11,6 <sup>o</sup>

4<sup>15</sup><sup>h</sup> A.

Bemerkungen: Mehr als acht Tage hatte äusserst schlechtes Wetter geherrscht mit Schnee und Regen. Die Temperatur war bis auf 1400 m unter den Gefrierpunkt gesunken; die Spuren des Herbstes sind schon deutlich sichtbar an: *Phyteuma Halleri*, *Silene rupestris*, *Laserpitium Panax*, *Sedum alpestre*, *Galium asperum* und *Dianthus Carthusianorum*.

Luft . . . . .	10,6 <sup>o</sup>
Blattwerk von <i>Polytrichum</i> . . . . .	10,9 <sup>o</sup>
Humus von <i>Polytrichum</i> . . . . .	9,8 <sup>o</sup>

- |                                                    |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| Humus von <i>Campanula barbata</i> . . . . .       | 10,2° |
| Humus von <i>Sempervivum tomentosum</i> . . . . .  | 11,0° |
| Humus von <i>Dianthus Carthusianorum</i> . . . . . | 10,6° |
| Humus von <i>Sedum alpestre</i> . . . . .          | 9,6°  |
| Humus von <i>Thymus Serpyllum</i> . . . . .        | 9,4°  |
| Oberflächenhumus . . . . .                         | 10,2° |
- (18) 13. VII. 1911. 11<sup>20</sup> M. Auf dem Rottälhorn, 2700 m ü. M. auf Gneis in Südlage. Sehr heiss und wolkenlos seit langer Zeit.
- |                                                 |              |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Lufttemperatur (momentaner Windstoß)            | 16,0°        |
| Humus von <i>Sempervivum montanum</i> . . . . . | <b>22,0°</b> |
| Humus von <i>Gentiana verna</i> . . . . .       | 20,6°        |
| Humus von <i>Carex curvula</i> . . . . .        | <b>25,0°</b> |
| Humus von <i>Doronicum Clusii</i> . . . . .     | 19,8°        |
| Humus von <i>Saxifraga Seguieri</i> . . . . .   | 15,4°        |
| Humus von <i>Silene acaulis</i> . . . . .       | 19,4°        |
| Humus von <i>Erigeron neglectus</i> . . . . .   | 20,8°        |
- (19) 14. VII. 1911. 11<sup>h</sup> M. Auf dem Rottälhorn, P. 2730, auf Gneis in Südlage. Sonnig und heiß.
- |                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| Lufttemperatur 20 cm vom Felsen . . . . .           | 15,4°        |
| Lufttemperatur am Felsen . . . . .                  | 24,1°        |
| Blattwerk von <i>Sempervivum montanum</i> . . . . . | <b>27,4°</b> |
| Humus von <i>Sempervivum montanum</i> . . . . .     | 24,4°        |
| Humus von <i>Chrysanthemum alpinum</i> . . . . .    | 22,0°        |
| Humus von <i>Achillea moschata</i> . . . . .        | 20,4°        |
| Humus von <i>Galium asperum</i> . . . . .           | 20,2°        |
| Humus von <i>Sieversia reptans</i> . . . . .        | 19,0°        |
| Humus von <i>Silene rupestris</i> . . . . .         | 22,0°        |
| Humus von <i>Silene acaulis</i> . . . . .           | 21,4°        |
| Humus von <i>Primula hirsuta</i> . . . . .          | 21,0°        |
| Humus von <i>Veronica bellidifolia</i> . . . . .    | 23,0°        |
| Humus von <i>Veronica fruticans</i> . . . . .       | 23,0°        |
| Humus von <i>Achillea moschata</i> . . . . .        | 20,4°        |
| Humus von <i>Minuartia sedoides</i> . . . . .       | 24,2°        |
- (20) 14. IV. 1913. 7<sup>h</sup> M. Oberhalb der Madonna del Sasso bei Locarno in SW-Lage. Sonnenschein.
- |                          |      |
|--------------------------|------|
| Lufttemperatur . . . . . | 7,8° |
| Moospolster . . . . .    | 5,5° |

Humus von Saxifraga stellaris . . . . .	5,0°
Humus von Asplenium Trichomanes . . . . .	7,0°

10<sup>50</sup> h M.

Lufttemperatur . . . . .	21,8°
Humus von Sempervivum montanum . . . . .	11,4°
Blattwerk von Sempervivum montanum . . . . .	17,0°
Humus von Asplenium Trichomanes . . . . .	9,8°
Rohhumus . . . . .	10,3°
Humus von Saxifraga Cotyledon . . . . .	10,6°
Blattwerk von Saxifraga Cotyledon . . . . .	14,8°

Gleicher Standort in Südlage.

1. Lufttemperatur 20 cm vom Felsen entfernt.
2. „ am Felsen.
3. „ im Felsen: 1 cm.
4. „ im trockenen Humus.
5. „ im Blattwerk von Saxifraga Cotyledon.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.
12 <sup>15</sup> h	14,4°	21,4°	28,4°	17,6°	14,6°
12 <sup>20</sup> h	14,4°	18,8°	29,0°	18,0°	15,0°
12 <sup>25</sup> h	14,2°	21,0° <sup>1)</sup>	29,6°	18,2°	15,0°
12 <sup>30</sup> h	14,4°	20,4°	23,9° <sup>1)</sup>	18,6°	15,2°
12 <sup>35</sup> h	15,0°	21,6°	26,2°	18,7°	15,4°
12 <sup>40</sup> h	14,0° <sup>1)</sup>	19,0° <sup>1)</sup>	27,0°	18,8°	15,6°
12 <sup>45</sup> h	14,6°	21,6°	27,6°	19,0°	16,0°

*bb) Zusammenhängende Temperaturmessungen.*

(21) Temperaturen. 16. IV. 1913. 10<sup>55</sup> M. bis 5<sup>45</sup> A. Felswand bei Maggia. Unterlage: Gneis. Exposition: SW. Gearbeitet wurde mit 9 Thermometern, die stehen blieben, alle auf kleinstem Raume aufgestellt. Wetter schön.

Thermometer:

- No. 1. Lufttemperatur am Felsen.
- „ 2. Trockener Humus.
- „ 3. Feuchter Humus.
- „ 4. Humus von Saxifraga Cotyledon in der Sonne.

<sup>1)</sup> Von Zeit zu Zeit einsetzender Wind, deshalb die eigentümlichen Schwankungen.



- No. 5. Humus von *Saxifraga Cotyledon* im Schatten.  
 „ 6. Humus von *Festuca varia*, trocken.  
 „ 7. Humus von *Festuca varia*, feucht.  
 „ 8. Humus von *Silene rupestris*, trocken.  
 „ 9. Humus von *Silene rupestris*, feucht.

Temperaturen:

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
10 <sup>55</sup>	17,4	11,2	5,4	7,4	5,6	7,0	5,8	7,8	5,8
11 <sup>05</sup>	18,2	11,6	5,4	7,4	5,8	7,1	5,8	7,8	5,8
11 <sup>15</sup>	19,0	12,0	6,0	7,4	6,0	7,6	5,8	8,0	6,3
11 <sup>25</sup>	19,8	12,5	6,4	7,6 <sup>1)</sup>	6,1	7,8	5,8	8,3	6,6
11 <sup>35</sup>	20,8	13,0	6,8	8,0	6,4	8,6 <sup>2)</sup>	6,0	9,2	7,0
11 <sup>45</sup>	21,0	13,6	7,1	8,4	6,7	8,9	6,2	10,0	7,4
11 <sup>55</sup>	20,6 <sup>3)</sup>	13,7	7,4	8,5	6,8	9,4	6,4	10,0	7,8
12 <sup>15</sup>	22,2	14,6	8,0	9,4	7,0	10,2	7,0	12,2	8,4
12 <sup>35</sup>	26,0 <sup>4)</sup>	15,3	9,0	11,2	7,4	11,2	7,0	13,2	9,0
12 <sup>45</sup>	28,0	16,4	9,6	10,5	7,8	11,9	8,0	13,8	9,6
12 <sup>55</sup>	25,8	16,4	9,8	10,8	8,0	12,0	8,2	14,2	9,9
1 <sup>05</sup>	26,0	16,4	10,2	11,0	8,2	12,4	8,5	14,8	10,4
1 <sup>15</sup>	25,4	16,6	10,8	11,2	8,2	13,0	9,0	14,9	10,8
1 <sup>35</sup>	28,8	17,6	11,6	11,8	8,4	13,8	9,2	15,5	11,8
1 <sup>45</sup>	26,4	17,4	12,2	11,9	8,4	14,2	9,5	15,8	12,5
1 <sup>55</sup>	<b>30,0</b>	18,2	12,8	12,2	8,8	14,8	9,8	16,2	13,2
2 <sup>15</sup>	26,2	18,6	13,8	<b>12,4</b>	9,0	15,2	10,2	16,8	14,2
2 <sup>35</sup>	27,2	18,8	14,9	12,2	9,2	15,8	10,9	17,1	15,2
2 <sup>55</sup>	26,8	18,9	16,0	12,2	9,4	15,6	11,4	17,4	16,2
3 <sup>15</sup>	26,6	18,8	17,0	12,2	<b>9,6</b>	17,0	12,0	17,6	17,0
3 <sup>35</sup>	26,1	<b>19,1</b>	17,6	<b>12,4</b>	<b>9,6</b>	17,4	12,4	17,8	17,6
3 <sup>55</sup>	24,6	19,0	18,4	<b>12,4</b>	<b>9,6</b>	17,8	12,8	17,9	18,2
4 <sup>15</sup>	23,8	18,9	18,8	12,0	9,4	18,2	13,2	17,9	18,6
4 <sup>35</sup>	24,6	<b>19,2</b>	19,2	11,9	9,4	18,4	13,4	18,0	18,8
4 <sup>55</sup>	23,4	18,9	19,6	11,6	9,3	18,7	13,8	18,0	19,0
5 <sup>15</sup>	22,2	18,8	19,9	11,4	9,8	18,8	14,2	<b>18,2</b>	<b>19,2</b>
5 <sup>30</sup>	21,2	18,6	<b>19,9</b>	11,4	9,4	<b>19,0</b>	14,2	<b>18,2</b>	19,0
5 <sup>45</sup>	—	18,0	19,6	11,2	—	18,6	<b>14,4</b>	17,9	18,7

<sup>1)</sup> Beim Beginn der Messungen war diese Südwestfelswand erst vor kurzer Zeit von den Sonnenstrahlen getroffen worden.

<sup>2)</sup> Beginn des Sonnenscheins für das Thermometer; war vorher im Schatten.

<sup>3)</sup> Starker Wind.

<sup>4)</sup> Windstille.

(22) Temperaturen. 17. VII. 1913. Rotondohütte: 2570 m.  
 Unterlage: Gneis.

Thermometer:

- No. 1. Schwarzkugelthermometer am Felsen. Südlage.
- „ 2. Lufttemperatur in geschützter Lage. Nordlage.
- „ 3. Oberflächenhumus von *Luzula lutea*. Exposition: S.
- „ 4. Oberflächenhumus von *Sempervivum montanum*. Exposition: SSW.
- „ 5. Humus v. *Chrysanthemum alpin*. Exposition: SSO.
- „ 6. Humus von *Primula hirsuta*. (Humus reichlich vorhanden.) Exposition: O.
- „ 7. Humus von *Saxifraga aspera* var. *bryoides*. Exposition: O.
- „ 8. Humus von *Minuartia sedoides* (offen). Exposition: SSO.
- „ 9. Humus von *Minuartia sedoides* (in geschützter Lage). Exposition: SSO.
- „ 10. Humus von *Silene acaulis*. Exposition: O.
- „ 11. Luftfeuchtigkeit.

Temperaturen:

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
9 h M.	12,8	6,4	5,4	3,2	6,0	5,6	5,4	6,2	6,2	6,4	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
10 h „	24,0	8,0	6,4	5,2	7,1	7,0	6,0	7,4	7,2	7,6	94 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
11 h „	32,5	<b>12,6</b>	8,4	7,5	8,8	9,2	7,6	8,9	10,6	8,9	82 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
12 h „	21,0	9,8	9,8	9,8	<b>10,2</b>	10,4	<b>7,9</b>	<b>10,2</b>	<b>10,4</b>	<b>10,4</b>	92 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
1 h A.	<b>30,0</b>	8,8	<b>10,2</b>	<b>10,4</b>	10,0	<b>10,9</b>	7,6	10,0	<b>10,4</b>	<b>10,4</b>	86 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
2 h „	29,5	8,0	9,0	8,8	8,8	8,8	6,8	8,2	9,3	8,7	94 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3 h „	26,0	6,2	8,8	8,9	8,8	8,8	6,8	8,0	9,2	8,7	80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
4 h „	16,0	6,4	8,2	8,2	8,4	8,0	6,5	7,6	8,4	8,4	90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
5 h „	15,0	6,8	7,8	7,8	8,0	7,4	6,0	7,0	8,0	7,8	94 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
6 h „	5,0	5,9	6,9	6,6	7,0	6,2	5,4	6,0	6,9	6,8	90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
7 h „	—	4,4	5,4	5,4	5,6	4,6	4,6	4,8	5,0	5,4	—

Bemerkungen:

- 9 h M. Dichter Nebel. Am Tag vorher Schneefall. Schneefall. Sonnenschein für einige Minuten.
- 10 h „ Schneefall.
- 11 h „ Sonne kommt schwach zum Durchbruch.
- 12 h „ Dichter Nebel.
- 1 h A. Nebel verschwindet, Sonne kommt jedoch nicht zum Durchbruch.
- 2 h „ Dichter Nebel bleibt.

(23) Temperaturen. 6<sup>h</sup> A. 19. VII. 1913 bis 8<sup>h</sup> A. 20. VII. 1913. Felskopf unterhalb Motto Bartolo: 1450 m. Unterlage: Glimmerschiefer. Gesamt-Exposition: S.

Thermometer:

- No. 1. Lufttemperatur an der Oberfläche.
- „ 2. Nackter Oberflächenhumus. Exposition: S.
- „ 3. Humus von *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*. Oberflächenpflanze.
- „ 4. Humus von *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*. Spaltenpflanze. Exposition: SSO.
- „ 5. Humus von *Sedum mite*. Oberflächenpflanze. Exposition: S.
- „ 6. Fester Humus von *Silene rupestris*. Oberflächenpflanze. Lokal-Exposition: SSO.
- „ 7. Humus von *Sempervivum montanum*. Oberflächenpolster.
- „ 8. Humus eines dichten Polsters v. *Saxifraga aizoon*.
- „ 9. Humus eines Horstes von *Festuca varia*.

19. VII.		Temperaturen:							
Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
6 h A.	18,8	20,4	21,2	17,2	21,0	18,6	17,8	17,8	18,8
7 h „	18,2	19,4	20,0	17,0	20,2	18,0	16,9	17,2	18,1
8 h „	17,4	18,0	18,7	14,8	19,2	17,2	15,6	16,6	17,7
9 h „	16,4	16,8	17,6	13,2	18,0	16,4	14,4	16,0	17,1
20. VII.									
3 h M.	11,8	12,8	12,2	10,0	13,2	12,8	10,6	13,2	14,1
4 h „	11,2	12,3	11,2	10,0	12,2	12,0	10,0	12,6	12,0
5 h „	11,2	12,0	11,2	10,0	12,2	12,0	10,0	12,6	13,0
6 h „	11,2	11,8	11,2	10,2	12,0	12,0	10,0	12,6	12,8
7 h „	14,0	12,8	13,6	14,4	13,6	13,0	12,0	14,4	13,0
8 h „	17,7	15,6	16,5	20,0	16,2	15,4	18,4	17,4	13,9
9 h „	20,3	19,7	19,5	25,0	19,0	18,1	24,4	19,2	15,0
10 h „	22,9	23,3	22,0	25,2	21,2	20,5	19,2	<b>21,2</b>	16,8
11 h „	<b>23,6</b>	<b>26,7</b>	<b>23,7</b>	27,4	23,2	<b>22,4</b>	<b>30,9</b>	20,2	17,4
12 h „	21,8	24,0	21,8	<b>27,8</b>	21,8	21,0	25,4	18,4	17,4
1 h A.	22,2	24,4	22,4	<b>27,8</b>	21,4	22,2	27,0	19,5	18,4
2 h „	22,0	24,4	22,7	25,9	22,4	21,2	26,3	19,5	<b>18,8</b>
3 h „	21,4	24,6	21,6	25,0	22,4	21,2	23,8	18,2	18,2
4 h „	20,0	22,8	21,6	18,9	21,6	19,6	20,7	18,2	18,7
5 h „	17,8	19,4	18,6	16,0	19,4	17,8	17,3	16,8	17,6
6 h „	16,8	18,0	17,2	15,9	18,0	17,0	15,9	16,0	17,0

Bemerkungen:

19. VII. 6 h A. Der Tag vorher war sehr schön gewesen. Bise vom Hospiz her.  
 7 h „ Die Bise hat vollständig nachgelassen.  
 8 h „ Zwischen 7 und 8 Uhr schwacher Regen.  
 Während der ganzen Nacht starker Regen u. starker Wind.
20. VII. 4 h M. Regen hat aufgehört.  
 7 h „ Die Sonne erschien um 6<sup>30</sup>.  
 12 h „ Sonne ist verdunkelt.  
 1 h A. Für einen Moment kommt die Sonne zum Vorschein.  
 1<sup>30</sup> h „ Kurzer Regen.  
 2 h „ Sonnenschein.  
 4 h „ Starker Wind, Himmel vollständig bedeckt.

(24) Temperaturen. 7<sup>h</sup> M. 29. VII. bis 6<sup>h</sup> M. 31. VII. 1913.  
 Gotthardpaßhöhe: 2100 m. Unterlage: Fibbiagneis.

Thermometer:

- No. 1. Lufttemperatur. Exposition: NO (meist Schatten).  
 (Siehe Bemerkungen.)  
 „ 2. Lufttemperatur. Exposition: S.  
 „ 3. Felstemperatur. Exposition: S.  
 „ 4. Temperatur an der Oberfläche des Humus von  
*Carex curvula*.  
 „ 5. Humus, 3 cm im Boden von *Carex curvula*.  
 „ 6. Humus, 6 cm im Boden von *Carex curvula*.  
 „ 7. Humus von *Chrysanthemum alpinum*. Neigung  
 des Felsens schwach nach Norden, jedoch so, daß  
 die Pflanze von der Sonne noch bestrichen wird.  
 „ 8. Humus in einer Nische: *Phyteuma hemisphaericum*,  
*Leontodon pyrenaicus*.  
 „ 9. Spalten-Humus von *Vaccinium uliginosum*.  
 Exposition: SW.  
 „ 10. Luftfeuchtigkeit.
- No. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 alle auf einem Raume von 1 m<sup>2</sup>.  
 Exposition: SW.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
7 h M. <sup>1)</sup>	6,0	8,3	—	7,8	8,0	8,4	6,4	8,4	8,2	82%
8 h „ <sup>2)</sup>	7,0	12,9	13,6	12,0	9,0	8,4	8,6	10,2	10,9	70%
9 h „	8,2	16,2	16,7	14,2	10,6	9,2	10,4	12,8	13,8	67%
10 h „ <sup>3)</sup>	9,4	20,8	24,4	18,7	13,2	10,4	13,0	17,0	18,8	57%

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
11 h „ <sup>4)</sup>	12,4	24,0	29,2	19,9	15,7	12,5	15,4	22,0	22,7	48 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
12 h „ <sup>5)</sup>	12,7	19,6	22,4	19,3	17,0	14,1	16,4	21,6	23,4	59 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
1 h A. <sup>6)</sup>	12,7	20,6	24,8	21,0	18,4	15,8	18,5	24,6	26,2	56 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
2 h „ <sup>7)</sup>	12,4	<b>25,8</b>	<b>29,8</b>	<b>21,8</b>	19,8	17,2	19,9	<b>28,0</b>	28,2	57 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
3 h „ <sup>8)</sup>	<b>12,8</b>	23,2	27,4	21,7	20,8	18,9	<b>20,4</b>	27,4	<b>28,6</b>	67 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
4 h „ <sup>9)</sup>	<b>12,8</b>	19,8	22,2	20,6	20,9	19,7	<b>19,2</b>	25,2	26,8	74 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
5 h „	12,4	18,8	18,7	19,3	<b>22,0</b>	<b>19,8</b>	17,7	21,5	23,8	90 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
6 h „	11,8	14,1	15,6	17,5	18,9	19,0	14,8	18,7	19,8	98 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
7 h „	17,2	12,6	14,2	16,1	17,5	17,7	12,7	17,1	16,8	—
9 h „	9,6	11,7	13,0	13,9	15,0	15,4	11,4	15,0	14,0	—
12 h Mitternacht	9,1	11,0	12,2	12,4	13,2	13,5	10,2	13,4	12,6	—
5 h M. <sup>10)</sup>	6,3	7,2	8,4	8,7	10,0	10,6	6,7	9,6	8,8	86 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
6 h „	5,8	6,6	8,2	8,3	9,6	10,2	6,2	9,2	8,3	78 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
7 h „	5,8	6,9	8,4	8,2	9,2	9,0	6,2	9,0	8,3	75 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
8 h „ <sup>11)</sup>	8,0	13,8	14,9	13,6	10,2	9,5	9,5	11,4	11,8	49 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
9 h „	9,2	20,7	20,5	18,2	12,7	10,5	12,3	13,7	15,8	42 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
10 h „	19,8	23,4	27,8	20,7	16,0	12,4	17,0	20,3	21,3	33 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
11 h „	<b>25,8</b>	25,2	31,2	22,3	18,3	14,7	19,9	25,8	25,4	29 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
12 h „	18,1	<b>27,3</b>	<b>34,6</b>	23,3	20,5	17,3	23,2	30,9	29,4	28 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
1 h A.	15,2	26,4	34,4	<b>24,3</b>	22,4	20,2	26,5	33,8	31,7	27 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
2 h „	14,8	<b>27,3</b>	33,3	24,0	23,7	22,1	28,1	<b>34,2</b>	<b>32,4</b>	27 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
3 h „	14,9	25,8	30,9	22,9	23,9	23,3	<b>28,7</b>	32,3	30,9	30 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
4 h „	14,7	27,1	29,6	22,7	23,8	<b>23,9</b>	<b>28,7</b>	30,9	30,0	35 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
5 h „	14,3	24,3	25,0	23,1	<b>24,1</b>	<b>23,9</b>	24,1	25,9	28,4	56 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
6 h „	13,8	18,8	20,9	21,6	23,0	23,1	19,8	22,9	24,1	77 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
7 h „	13,4	16,6	19,4	20,4	21,9	22,0	18,5	21,4	22,0	72 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
6 h M.	7,2	8,4	9,0	10,4	11,0	11,0	8,2	10,6	10,0	—

#### Bemerkungen:

<sup>1)</sup> Die Nacht war ganz klar gewesen. Alle Thermometer noch im Schatten. Der südliche Himmel ganz klar, der westliche Horizont mit Wolken bedeckt.

<sup>2)</sup> Die Sonne war 7<sup>25</sup>h erschienen. Das Hygrometer hatte sofort einen Ausschlag gegeben.

<sup>3)</sup> Alles in der Sonne.

<sup>4)</sup> Starker Westwind. Die Sonne wird von Zeit zu Zeit verdeckt, um dann jedoch wieder hervorzubrechen.

<sup>5)</sup> Beinahe die ganze Zeit war der Sonnenschein verschwunden. Westwind hatte an Stärke zugenommen. Dieser Wind ist wahrscheinlich die Ursache der Zunahme der Feuchtigkeit.

<sup>6)</sup> Sonne verschleiert. Wind hat etwas nachgelassen.

<sup>7)</sup> Zwischen 1 h und 2 h beinahe ununterbrochener Sonnenschein.

<sup>8)</sup> Hell.

<sup>9)</sup> Wind sehr stark.

<sup>10)</sup> Himmel klar, nur einige kleine Wölklein.

<sup>11)</sup> Sonne kommt zum Vorschein. Den ganzen Tag hindurch sehr schönes Wetter. Von abends 6 h begann sich der Himmel mit Wolken zu bedecken. Gewitter im Bedrettotale.

(25) Temperaturen. 7<sup>h</sup> M. bis 6<sup>h</sup> A. 3. VIII. 1913. Lucendropaß. Unterlage: Fibbiagneis.

Thermometer:

- No. 1. Lufttemperatur im Schatten N.  
 „ 2. Lufttemperatur an der Sonne S.  
 „ 3. Humus von *Saxifraga aspera* var. *bryoides*.  
 Exposition: N.  
 „ 4. Humus von *Sempervivum montanum*. Exposition: schwach S.  
 „ 5. Humus von *Primula hirsuta*. Exposition: S.  
 „ 6. Humus von *Carex curvula* in einer Felsnische.  
 Exposition: S.  
 „ 7. Humus von *Minuartia sedoides*. Exposition: S.  
 „ 8. Polster unter der Oberfläche von *Silene acaulis*.  
 Exposition: S.  
 „ 9. Inneres des Polsters der gleichen *Silene acaulis*.  
 „ 10. Luftfeuchtigkeit.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
7 h M. <sup>1)</sup>	4,8	7,4	1,8	8,0	5,4	6,0	7,4	6,8	5,2	80 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
8 h „	3,6	9,4	1,0	9,4	8,2	8,4	9,4	8,2	6,8	90 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
9 h „	5,6	16,2	6,6	13,6	12,0	11,2	12,9	10,0	9,2	75 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
10 h „ <sup>2)</sup>	6,8	19,2	11,0	18,0	15,8	15,0	16,4	13,0	12,4	70 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
11 h „ <sup>3)</sup>	8,8	16,6	13,0	18,8	16,2	17,0	16,4	14,0	15,0	78 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
12 h „ <sup>4)</sup>	12,2	25,0	13,4	24,2	18,4	18,2	19,4	15,4	17,7	58 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
1 h A. <sup>4)</sup>	<b>12,4</b>	<b>27,8</b>	<b>16,2</b>	<b>30,4</b>	<b>22,2</b>	<b>23,8</b>	—	<b>20,4</b>	23,2	54 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
2 h „ <sup>5)</sup>	7,6	16,9	14,2	23,9	19,8	23,0	<b>19,6</b>	20,0	22,0	57 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
3 h „ <sup>6)</sup>	11,8	22,5	12,8	30,0	21,0	24,2	22,4	20,3	22,8	56 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
4 h „	9,8	21,0	11,2	28,4	19,8	24,2	21,0	20,3	<b>23,8</b>	61 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
5 h „	9,0	13,0	10,4	25,2	16,8	22,0	17,4	18,8	22,0	70 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
6 h „	7,8	10,8	8,9	19,0	14,5	19,4	14,0	16,5	18,2	96 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>

(26) Temperaturen. 6<sup>h</sup> M. bis 6<sup>h</sup> A. 5. VIII. 1913. (Wetter sehr schön, Föhnstimmung.) Felsköpfe am Eingang ins Val Prevot: 2550 m. Unterlage: Gneis. Exposition: SW.

<sup>1)</sup> Beginn des Sonnenscheins 6<sup>45</sup> h.

<sup>2)</sup> Sonnenschein schwach.

<sup>3)</sup> Schwache Bewölkung (Föhnstimmung).

<sup>4)</sup> Starker, greller Sonnenschein.

<sup>5)</sup> Etwas bewölkt.

<sup>6)</sup> Sonnenschein.

Thermometer:

- No. 1. Schattentemperatur.
- „ 2. Sonnentemperatur direkt am Felsen.
- „ 3. Humus.
- „ 4. Humus von *Sempervivum alpinum*.
- „ 5. Humus von *Vaccinium uliginosum*.
- „ 6. Humus von *Carex sempervirens*.
- „ 7. Humus von *Primula hirsuta*.
- „ 8. Polster von *Silene acaulis*, 1 cm tief im Polster drin.
- „ 9. „ „ „ „ 3 „ „ „ „ „
- „ 10. Luftfeuchtigkeit.

Temperaturen:

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
6 h M.	9,3	4,7	8,4	7,8	9,8	6,8	9,3	6,7	8,5	67%
7 h „	9,3	5,4	8,6	7,8	9,8	6,6	9,3	6,7	8,3	55%
8 h „	9,4	20,0	8,7	12,1	10,1	12,4	13,7	13,9	10,2	42%
9 h „	9,4	29,9	9,1	18,0	10,6	16,0	17,7	18,4	13,1	45%
10 h „	9,5	31,9	5,5	24,2	10,8	19,2	21,2	23,2	16,1	43%
11 h „	9,7	37,4	10,3	28,6	11,7	22,8	25,4	25,7	18,6	40%
12 h „	10,2	39,4	12,5	31,9	23,7	24,4	28,1	<b>27,3</b>	21,1	40%
1 h A.	14,4	<b>42,0</b>	15,2	<b>33,4</b>	<b>26,9</b>	<b>26,2</b>	<b>29,6</b>	27,0	22,5	43%
2 h „	<b>14,5</b>	35,1	15,3	32,3	26,3	25,1	28,1	26,2	<b>23,9</b>	44%
3 h „	12,8	38,3	15,3	30,5	27,1	24,5	27,3	24,7	22,9	42%
4 h „	12,2	28,2	<b>15,5</b>	26,8	24,7	22,3	<b>24,9</b>	22,0	21,5	46%
5 h „	11,8	19,1	13,8	23,2	20,0	19,5	22,4	19,3	20,2	54%
6 h „	11,5	15,8	12,9	20,1	19,8	17,7	20,6	17,2	18,7	63%

(27) Temperaturen. 14. VII. bis 20. VII. 1914. Rotondohütte: 2570 m. Unterlage: Gneisfelsen nördlich der Klubhütte.

Thermometer:

- No. 1. Humus von *Draba dubia*, 1 cm tief in einer Felspalte, geschützt durch einen überhängenden Felsen.
- „ 2. Humus von *Saxifraga moschata*. Spaltenpflanze.
- „ 3. Polster von *Silene acaulis*, anlehnend an das Polster der *Saxifraga moschata*.
- „ 4. Humus von *Saxifraga aspera* var. *bryoides*. Spaltenpflanze, anlehnend an No. 2 und 3.
- „ 5. Humus von *Chrysanthemum alpinum*. Spaltenpflanze.

No. 6. Humus von *Sempervivum montanum*. Oberflächenpflanze.

„ 7. *Saxifraga aizoon*. Spaltenpflanze.

„ 8. Schattentemperatur unter einem Felskopfe.

Bemerkung: Alle Exemplare befinden sich auf einem Raum von ca. 1 m<sup>2</sup>.

Temperaturen:

14. VII. 1914. (z. T. bewölkt.)

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
6 h M.	7,0	6,6	5,2	6,8	4,7	3,2	6,0	4,8
7 h „	7,2	6,6	5,6	7,0	5,6	3,6	6,4	4,4
8 h „	7,4	7,4	6,4	6,4	6,2	4,0	7,0	5,1
9 h „	7,2	7,1	10,4	8,2	7,2	4,8	7,4	5,8
10 h „	7,4	9,0	15,2	9,4	10,2	7,6	9,0	7,0
11 h „	8,2	11,0	19,4	11,6	14,2	14,0	13,6	9,0
12 h „	9,0	12,8	21,6	12,8	15,6	18,0	17,2	16,2
1 h A.	10,4	16,8	24,8	15,2	20,6	24,2	22,0	22,0
2 h „	11,2	18,4	25,8	<b>15,8</b>	23,0	27,2	24,8	17,4
3 h „	11,9	20,4	25,0	14,6	<b>24,2</b>	27,8	21,4	17,2
4 h „	<b>12,4</b>	<b>25,2</b>	<b>26,8</b>	14,6	<b>30,2</b>	<b>30,8</b>	<b>29,2</b>	<b>24,6</b>
5 h „	12,0	23,6	21,0	14,6	28,0	29,4	27,8	19,2
6 h „	11,6	21,8	16,4	14,2	24,5	26,4	25,2	16,0
7 h „	11,0	16,6	13,6	13,6	18,4	20,4	20,4	14,4
8 h „	10,2	13,7	11,0	11,4	14,2	15,2	16,2	12,4
9 h „	9,6	12,0	9,6	11,4	11,8	11,8	13,8	10,9

15. VII. 1914. (z. T. bewölkt., Föhnstimmung, ohne Niederschläge. Windstöße.)

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
4 h M.	7,6	7,8	6,0	8,0	4,8	5,0	8,0	6,2
5 h „	7,6	8,0	5,8	7,3	6,6	4,8	7,8	5,8
6 h „	7,6	8,2	6,2	7,8	6,8	5,0	7,8	7,0
7 h „	7,8	9,0	6,8	8,0	7,0	5,2	8,2	7,2
8 h „	8,2	10,0	8,2	8,4	8,0	5,4	9,2	8,6
9 h „	8,9	9,6	11,0	9,2	8,8	6,2	9,4	9,6
10 h „	8,9	12,6	13,4	10,2	12,2	9,4	11,0	11,0
11 h „	9,2	12,6	14,6	10,6	14,0	11,4	12,6	11,0
12 h „	10,2	15,4	21,2	13,2	20,0	18,6	18,2	12,4
1 h A.	11,8	<b>19,4</b>	<b>24,6</b>	15,6	<b>24,4</b>	<b>25,8</b>	<b>24,0</b>	14,6
2 h „	<b>12,0</b>	17,0	19,6	<b>16,6</b>	20,4	22,6	21,0	<b>15,4</b>
3 h „	11,8	16,6	17,6	14,2	19,8	20,8	19,6	14,4
4 h „	<b>12,0</b>	<b>18,9</b>	17,4	14,0	<b>21,2</b>	20,9	19,8	14,2
5 h „	12,0	17,4	17,2	14,0	20,4	<b>21,2</b>	<b>20,4</b>	14,0
6 h „	11,4	16,4	15,0	13,4	18,2	18,4	18,6	13,4



Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
7 h „	10,8	14,2	12,2	12,4	14,4	14,8	15,4	10,2
8 h „	9,4	?	9,4	11,2	9,4	9,8	10,4	9,4
9 h „	8,6	9,6	8,4	10,2	9,2	8,7	9,6	9,4

### 16. VII. 1914.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
7 h M.	7,2	7,2	6,4	7,8	6,8	5,8	7,6	6,2 <sup>1)</sup>
8 h „	7,2	8,0	7,4	8,0	8,0	6,8	8,4	7,0 <sup>2)</sup>
9 h „	7,2	9,2	8,2	8,0	9,1	8,0	9,4	7,0 <sup>3)</sup>
10 h „	7,8	10,4	10,2	8,8	10,6	10,0	11,2	7,2 <sup>4)</sup>
11 h „	7,6	10,2	9,2	8,6	10,0	9,8	10,8	7,2 <sup>4)</sup>
12 h „	7,6	10,0	8,8	8,6	9,4	10,0	10,6	5,8 <sup>5)</sup>
1 h A.	7,2	8,6	7,0	7,8	8,0	8,2	9,0	6,4 <sup>5)</sup>
2 h „	6,8	8,2	6,8	7,6	7,4	7,8	8,6	6,2 <sup>5)</sup>
3 h „	6,6	8,2	6,4	7,4	7,8	7,2	8,2	6,0 <sup>5)</sup>
4 h „	6,2	7,8	6,2	7,0	7,0	7,2	8,0	5,4 <sup>5)</sup>
5 h „	6,0	7,2	5,8	6,8	6,2	6,2	7,9	5,2 <sup>5)</sup>
6 h „	5,8	6,2	4,6	6,2	5,2	5,0	6,4	4,2 <sup>6)</sup>
7 h „	5,4	5,4	3,8	5,6	4,2	4,0	5,4	4,2 <sup>6)</sup>
8 h „	5,0	4,4	3,4	5,2	3,0	3,4	4,2	3,4 <sup>6)</sup>
9 h „	4,6	3,8	2,2	4,0	2,6	2,2	3,6	2,4 <sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> In der Nacht Regen, jetzt Nebel. <sup>2)</sup> Regen und Nebel. <sup>3)</sup> Regen und Nebel. <sup>4)</sup> Nebelreißen. <sup>5)</sup> Regen und Schnee. <sup>6)</sup> Schneegestöber ohne Aufhören.

### 17. VII. 1914.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
7 h M.	2,8	1,6	1,2	1,8	1,0	0,4	1,6	0,2 <sup>1)</sup>
8 h „	2,8	2,0	1,4	3,2	1,2	0,6	2,0	0,8 <sup>1)</sup>
9 h „	3,0	3,0	2,4	3,8	2,0	0,8	3,0	0,2 <sup>1)</sup>
10 h „	3,4	5,1	5,1	4,4	4,1	1,1	6,0	0,2 <sup>1)</sup>
11 h „	4,4	7,4	7,6	5,8	7,0	3,2	8,0	1,1 <sup>2)</sup>
12 h „	5,0	9,0	10,0	6,8	9,2	8,6	10,0	2,2 <sup>3)</sup>
1 h A.	5,3	11,0	12,4	8,0	12,6	14,0	12,2	3,2
2 h „	6,4	12,4	13,8	9,0	13,8	15,8	14,4	4,6 <sup>4)</sup>
3 h „	6,8	13,0	14,4	9,4	15,4	18,2	15,2	5,2 <sup>4)</sup>
4 h „	6,8	12,8	13,4	9,4	13,8	16,8	15,6	6,0
5 h „	6,8	11,4	11,0	8,8	10,0	14,4	13,8	6,6
6 h „	6,4	9,8	8,2	8,2	10,0	11,2	11,0	5,6 <sup>5)</sup>
7 h „	5,2	7,0	4,6	6,8	6,8	7,2	6,4	5,2 <sup>6)</sup>
8 h „	4,8	6,0	3,4	6,2	4,8	5,6	6,0	3,2 <sup>6)</sup>
9 h „	4,2	4,6	2,4	5,6	3,8	3,8	4,4	1,4 <sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Bise, Boden oberflächlich gefroren. <sup>2)</sup> Schneegestöber. <sup>3)</sup> Nebel. <sup>4)</sup> Sonne. <sup>5)</sup> Nebel. <sup>6)</sup> Schneefall.

18. VII. 1914.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
5 h M.	2,4	1,3	0,4	2,8	0,4	0,3	1,3	-1,4 <sup>1)</sup>
6 h "	2,2	1,4	0,6	2,4	0,4	0,2	1,2	-1,0
7 h "	2,2	2,6	0,8	2,8	0,8	0,4	1,4	0,6
8 h "	2,6	3,2	1,2	3,4	2,6	0,4	2,2	3,2
9 h "	3,6	6,4	5,8	4,8	6,4	2,4	6,8	7,6 <sup>2)</sup>
10 h "	4,2	7,4	10,4	6,0	9,1	7,3	8,2	12,1
11 h "	5,4	10,4	14,4	8,0	12,8	12,8	12,2	16,2
12 h "	6,8	10,4	18,0	9,8	17,7	19,2	16,0	21,4
1 h A.	7,4	14,6	17,8	10,4	17,4	20,2	18,2	19,8
2 h "	7,8	14,0	17,4	10,8	17,6	20,4	17,4	20,4
3 h "	8,2	17,6	15,8	10,8	15,4	18,2	16,4	17,0
4 h "	8,0	13,2	15,4	10,6	15,8	17,2	15,4	17,4
5 h "	8,2	12,2	11,8	10,4	14,2	16,0	14,6	13,8
6 h "	7,4	11,0	10,6	9,6	12,2	13,4	12,4	10,6
7 h "	7,2	9,4	8,8	9,2	9,8	12,2	10,8	8,4
8 h "	6,6	8,4	6,8	8,0	8,8	8,6	9,0	7,6
9 h "	6,2	7,8	6,4	7,8	8,0	7,8	8,0	6,8

Bemerkung: Thermometer No. 8 ist vor dem Felsen nicht mehr in geschützter Lage.

<sup>1)</sup> Nebeltreiben. <sup>2)</sup> Sonne, starker Wind.

19. VII. 1914.

Zeit	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
4 1/2 h M.	4,8	4,2	3,4	5,6	3,6	2,4	4,2	2,8 <sup>1)</sup>
5 h M.	5,0	4,2	3,2	5,4	3,4	2,0	3,8	1,6
6 h "	5,0	4,6	3,6	5,4	3,4	2,0	4,0	1,6
7 h "	5,4	5,6	4,4	5,6	4,4	2,2	4,8	2,8
8 h "	5,6	5,4	6,2	6,0	4,8	2,6	5,2	11,4
9 h "	5,4	7,4	15,0	7,8	10,0	6,6	6,0	15,0
10 h "	6,6	8,6	15,6	8,8	11,2	7,8	8,2	18,2
11 h "	6,0	8,2	12,4	9,6	12,2	10,0	10,2	17,8
12 h "	6,2	10,8	13,2	9,8	12,8	12,0	11,4	17,2
1 h A.	7,4	13,2	15,4	10,4	15,6	16,2	14,8	20,8
2 h "	8,0	23,4	21,6	12,8	20,4	23,6	20,4	23,6
3 h "	10,6	17,4	19,2	12,4	19,8	24,6	21,0	19,0
4 h "	9,4	17,0	15,8	11,8	17,6	20,4	17,0	19,0
5 h "	9,0	15,2	13,6	11,2	15,0	17,6	16,8	13,0
6 h "	8,0	12,0	10,0	10,0	11,2	13,2	13,2	10,4
7 h "	7,4	9,8	8,0	9,2	8,8	10,2	10,8	5,8
8 h "	7,2	9,2	7,4	8,8	8,2	9,4	9,8	6,8

Bemerkung: Thermometer No. 8 wie am 18. VII. 1914.

<sup>1)</sup> Sonne und starker Wind. Zeitweise ist die Sonne verdunkelt.

### c. Schlüsse, welche die Messungen gestatten.

Das allgemeine Gesetz, dass die Temperaturen mit zunehmender Höhe abnehmen, hat auch für den Boden Gültigkeit, wenn auch nicht in so allgemeinem Masse. Während in der Ebene die Temperatur bei 60 cm Tiefe selten unter den Nullpunkt fällt, treten dagegen nach Diem bei größeren Meereshöhen noch bei 120 cm Bodentiefe Frosttemperaturen auf. Für uns kommen solche Tiefen selten oder gar nicht mehr in Betracht. Eine solch tiefe Humusschicht ist in unserem Spezialgebiete unbekannt.

Die grössten Temperaturgegensätze haben wir schon auf *kleinstem Raume*. Oettli wies bereits darauf hin, daß die Temperatur unter *Sedumarten* immer eine höhere sei als unter *Thymus* und beide Bodentemperaturen höher als die Lufttemperatur. Ausgehend von Oettli führte ich zahlreiche Einzelmessungen aus. Diese führten mich nach und nach dazu, die Temperaturen im Humus der verschiedensten Petrophyten während einer längeren Zeitdauer zu messen. Zum Vergleiche wurden oft die Temperaturen der Luft im Schatten, in der Sonne und im Rohhumus herbeigezogen. Diese Daten gestatten einen tieferen Einblick in den Wärmehaushalt der Felspflanzen. Das Hauptaugenmerk wurde immer darauf gerichtet, daß die Thermometer möglichst nahe bei einander zu stehen kamen.

Es treten natürlich Schwankungen auf in den verschiedenen Messungen. Einen bestimmenden Einfluß hat das den Messungen vorangegangene Wetter. So finden wir das eine Mal, daß die Temperaturen im Humus niedriger sind als die Lufttemperatur, das andere Mal ist das Umgekehrte der Fall. Ersteres tritt ein, wenn auf kaltes Wetter eine Steigerung der Lufttemperatur eingesetzt hat. Wir betrachten zuerst die Einzelmessungen, um die Kurven im Zusammenhang besprechen zu können.

#### I. Einzelmessungen.

##### 1. Die Temperatur des Humus ist niedriger als die der Luft.

Die Temperaturen (11) geben uns die Verhältnisse im Frühling, wo die Temperatur des Bodens während des Tages hinter der Lufttemperatur zurückbleibt, da die Erwärmung erst ein-

gesetzt hat. Zudem war in der vorangegangenen Nacht Schneefall eingetreten. In Betracht fällt hier noch die Südlage, wo die Unterschiede im Frühling größere sind als in Nordlage. Bald zeigen sich aber an diesen Südlagen höhere Humustemperaturen wie schon das allererste Beispiel zeigt. Die Temperaturen (12) sind nur einige Tage später aufgenommen worden bei Rodi-Fiesso. Dies ist für diesen Ort ein bedeutend späterer Zeitpunkt der Vegetationsperiode. Die Unterschiede zwischen Lufttemperatur, der Temperatur im Blattwerke genannter Pflanzen und im Humus derselben ist bei allen Messungen minim. Eine Ausnahme bildet nur das Blattwerk von *Sedum dasyphyllum*, welches bereits  $0,3^{\circ}$  wärmer ist als die Luft. Das gleiche gilt auch für *Sempervivum montanum*. Es zeigt sich hier bereits die starke Erwärmungsmöglichkeit der Crassulaceae, eine längst bekannte Erscheinung. Die gleichen Verhältnisse im Frühling zeigen auch die Temperaturen (21) einer Felswand bei Maggia. Deutlich tritt hier hervor, daß im Moment, wo die Lufttemperatur zu sinken beginnt, dies für die Temperatur im Humus nicht der Fall ist. Die Bodentemperaturen beginnen erst zu fallen um  $5^{45}$  h A, im Momente wo die Bestrahlung aufhört.

Während niedrige Temperaturen während der 1. Hälfte des Frühlings im Laufe des Tages Gesetz sind (Temperaturmessungen während der Nacht fehlen), treten solche im Sommer nur bei schlechter Witterung auf. Diese schafft eben ähnliche Verhältnisse wie der Frühling. Sie werden aber in rascherem Tempo durchlaufen. Die Erwärmung des Humus nach einem Temperatursturze ist eine rasche (15). Während am Morgen alle Temperaturen um  $0^{\circ}$  schwanken, haben wir am Mittag nicht nur bedeutend höhere Temperaturen, sondern auch bedeutend höhere Differenzen. Die maximale Differenz beträgt um 7 h M. zwischen Luft an der Oberfläche und dem Humus von *Minuartia sedoides*  $0,4^{\circ}$ , am Mittag zwischen Luft und Humus von *Sempervivum montanum* bereits  $2,8^{\circ}$ , zwischen Humus von *Silene acaulis* und *Sempervivum montanum*  $6,8^{\circ}$ . Auf diese verschiedene Erwärmungsmöglichkeit soll später zurückgekommen werden. Die Temperaturen sind verschieden direkt am Felsen oder in einiger Entfernung davon.

## 2. Die Temperatur des Humus ist höher als die Lufttemperatur.

Solche Verhältnisse treten rasch auf im Frühling in Südlage. Als Beispiel dienen die *Temperaturen* (12) 1. Hälfte. Hier ist die Temperatur im Humus wenigstens des einen Festucastockes um 2° wärmer als die der Luft, bereits eine Differenz von 2,5° zu Gunsten der Festuca. Der andere Festucastock ist allerdings noch hinter der Lufttemperatur zurückgeblieben.

Während diese Beispiele im Frühling selten sind, bilden sie im Sommer bei schönem Wetter die Regel oder sind wenigstens sehr häufig, was eine Reihe von Beispielen zeigt. Bei (13) haben wir bei 21,4° Lufttemperatur eine noch höhere Bodentemperatur.

Allgemein sind im Sommer die Differenzen sehr groß zu Gunsten des Humus (16, 18, 19). Sehr große Unterschiede zwischen der Lufttemperatur 20 cm vor dem Felsen und den Bodentemperaturen zeigt (19). Hier steht die *Hauswurz* an erster Stelle mit einem Plus von 12,0° und 9,0°. Die Differenz zwischen der Lufttemperatur direkt am Felsen und dem Humus derselben Art beträgt 3,3°.

## 3. Unterschiede im Humus der verschiedenen Petrophyten.

Oettli glaubt in dem Temperaturunterschiede eine Ursache dafür zu finden, daß sich eine *Sedum* oder ein *Thymian* angesiedelt hat oder daß diese Unterschiede doch ausreichen, um die Chancen des einen oder des andern der Konkurrenten so zu erhöhen, daß er das Uebergewicht erhält über den andern. Wenn diese Unterschiede da wären vor der Besiedelung, könnte ich mich mit der Ansicht von Oettli einverstanden erklären. Alle Unterschiede sind aber vorhanden im Humus der einen oder der andern Art und sie sind nun noch bedeutend größer, als Oettli angedeutet hat. Nie habe ich im Humus der verschiedensten Bewohner auf kleinstem Raume gleiche Temperaturen angetroffen. Es ist die Pflanze selbst, welche durch ihren Bau die Temperaturverhältnisse im Humus beeinflusst. Nicht die Temperatur ist schuld, daß die oder jene Felsenpflanze sich angesiedelt hat, sondern die Petrophyte ist die Ursache, daß die betreffende Temperatur vorhanden ist. Es

gibt gewisse Pflanzen, welche immer eine sehr hohe Temperatur aufweisen und andere, welche immer eine verhältnismässig niedrigere Temperatur zeigen an einem und demselben Wuchsorte, in einer und derselben Exposition. Sehr hohe Temperaturen zeigen allgemein die *Sempervivumarten* und niedrige Temperaturgrade die *Saxifraga aspera*. Deutlicher kommen diese Unterschiede bei den zusammenhängenden Messungen zum Ausdruck, die alle auf kleinstem Räume ausgeführt worden waren, auf einer Fläche von 1–2 m<sup>2</sup>.

## II. Zusammenhängende Messungen 21–27.

### 1. Temperaturmessungen No. 22. Beispiel eines wolkigen Tages.

Das Wetter war vorher sehr kalt gewesen und auch momentan war es noch durchaus zweifelhaft. Auffallend sind hier die äußerst großen Unterschiede zwischen der Schattentemperatur und der Temperatur des Schwarzkugelthermometers. Während am Vormittag die Lufttemperatur höher ist als die Temperatur der verschiedenen Humusarten, tritt am Nachmittag das umgekehrte Verhältnis ein. Die Erwärmung des Bodens geht ein Stück weiter als die der Luft, so daß das Maximum im Humus eine Stunde später eintritt. Während des ganzen Nachmittages bleiben die Bodentemperaturen höher als die Lufttemperatur. Da es kein sonnenreicher Tag ist, so sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten keine großen. Die Temperatur von *Saxifraga aspera* war am geringsten während des ganzen Tages. Am Morgen zeigte *Sempervivum* das Minimum. Am Mittag nimmt diese Art die zweithöchste Stelle ein. Zu erwähnen ist der Unterschied der *Minuartia sedoides* in offener Lage und an geschütztem Wuchsorte. Wir haben einen maximalen Unterschied am Mittag. Am Morgen ist die Differenz 0 und am Abend beinahe wiederum 0. An heißen Tagen sind die Unterschiede natürlich bedeutend größer. Sehr deutlich ist der Unterschied zwischen der Exposition SSW und SSO. Die Erwärmung in letztgenannter Exposition am Morgen tritt hier deutlich hervor. Deshalb sind die Temperaturen in SSO-Exposition während des Vormittages höher als bei der ersten. Eine Ausnahme bildet *Saxifraga aspera*. Am Nachmittage hatte die Bewölkung zu-

genommen, so daß der Unterschied auch am Nachmittage zu Gunsten der SSO-Exposition blieb. Der Unterschied zwischen den Rosettenpflanzen und den Polsterpflanzen kommt hier nicht in Betracht.

2. *Temperaturmessung No. 23.* Beispiel eines wolkigen Tages mit starkem Wind nach einer Regennacht mit starker Abkühlung. 19.—20. VII. 1913.

Südseite des Gotthards oberhalb Airolo. Das Wetter war vorher sehr warm gewesen. Am Abend trat Bewölkung ein und in der Nacht fiel Regen von 11—3<sup>h</sup> M. Der 20. war ein warmer Tag mit teilweise starker Bewölkung und starken Winden. Beim Beginn der Messungen waren alle Temperaturen in den verschiedenen Humusarten höher als die Temperatur der Luft. Der starke Wind und der Regen in der Nacht hatten den Humus abgekühlt, so daß am folgenden Tage die Lufttemperatur höher stieg als die Humustemperaturen. Eine Ausnahme bildete *Sempervivum montanum*. Dieses Beispiel zeigt am besten die Wirkung der Pflanze selbst. Diese Crassulacee speichert die Wärme auf. Von 10<sup>h</sup> M. an ist die Temperatur in deren Humus höher als an der Luft und dies bleibt bis 4<sup>h</sup> abends. Diese Wärmesammlerin kann aber während der Nacht die Wärme nicht gut zurückbehalten. Während sie am Tage am meisten Wärme aufnimmt, gibt sie in der Nacht auch am meisten Wärme wieder ab, so daß in ihrem Humus die größte Abkühlung zu verzeichnen ist. Sie zeigt große Extreme, 10—31°.

Zum Vergleiche wurden auch die Temperaturen des Rohhumus gemessen. Hier kommt die Wirkung der Lufttemperatur stark zum Ausdruck. Während des Tages ist die Temperatur im Rohhumus niedriger als die Lufttemperatur und während der Nacht ist das Umgekehrte der Fall. Es kommt der allgemeine Satz zur Geltung, daß der Boden die Wärme nicht so leicht abgibt als die Luft.

Sehr schön zeigt *Festuca varia* den Einfluss der Bewohnerin. Dieser kompakte Horst verhindert während des Tages eine starke Erwärmung. In der Nacht verhindert er auch eine starke Abkühlung, so daß von 9<sup>h</sup> A. bis 5<sup>h</sup> M. eine Temperatur-

differenz von 2—4° eintritt zu Gunsten der *Festuca* gegenüber der Luft.

Die No. 5, 6 und 7 geben uns ein Bild über den Temperaturverlauf dreier Oberflächenpflanzen. Charakteristisch sind hier die Verhältnisse von *Sedum mite*. Mit einer Unregelmässigkeit ist ihre Temperatur immer höher als die der andern Exochomophyten. Die Unregelmässigkeit hat ihre Ursache in der Exposition. Die Südexposition des *Sedum* wurde von westlichen Windstößen leichter erreicht als ihre Nachbarin in SSO-Exposition.

Die No. 3 und 4 zeigen die Temperaturen des *Dianthus Caryophyllus* als Spaltenpflanze und als Oberflächenpflanze. Auffallend ist auch die verhältnismässig tiefe Temperatur des Humus der *Saxifraga aizoon*. Diese erinnert an *Festuca varia* und *Saxifraga aspera*. Die Extreme sind bei diesem Polster noch größer als bei genannter Graminee.

### 3. Temperaturmessung No. 24. Beispiel zweier sonniger Tage. 29.—30. VII. 1913. Gotthardpaßhöhe.

Diese Temperaturen geben uns Aufschluß über den Verlauf während zwei aufeinanderfolgenden Tagen und der dazwischen liegenden Nacht. Beide Tage waren sehr schön. Während der Nacht trat Bewölkung ein. Dies erklärt die Tatsache, daß die Temperatur am Felsen während der ganzen Zeit am höchsten blieb im Vergleich zur Temperatur der Luft in S- und in NO-Exposition. Die Erwärmung des Felsens während des Tages ist eine ganz bedeutende, aber in der Nacht sind die Unterschiede keine großen mehr. Auch während der zweiten Nacht hat die Felstemperatur ihren höheren Stand gegenüber den beiden anderen Temperaturen beibehalten. Wir sehen also, welche warme Wuchsorte der Fels liefern kann.

Die No. 4, 5 und 6 zeigen den Temperaturverlauf im Humus der *Carex curvula* direkt unter der Oberfläche, in 3 und in 6 cm Tiefe. Während des Tages haben wir die höchste Temperatur in geringer Tiefe, während in größerer Tiefe die niedrigste Temperatur zu verzeichnen ist. Am Abend tritt eine Umkehr der Verhältnisse ein. Wir haben die höchste Temperatur in größter Tiefe. Der zweite Tag und die zweite Nacht zeigen



genau die gleichen Verhältnisse. Das Umgekehrte ist zu verzeichnen, was erwartet würde.

Die No. 7, 8 und 9 geben Aufschluß über den Temperaturverlauf im Humus von *Chrysanthemum* in N-Exposition im Humus einer Felsnische mit *Leontodon pyrenaicum* und *Phyttheuma hemisphaericum* in S-Exposition und des Spaltenhumus von *Vaccinium uliginosum*. Scharf tritt der Unterschied zwischen S-Exposition und N-Exposition zu Tage. Die Schwankungen im Spaltenhumus sind viel geringere als im Oberflächenhumus.

4. *Temperaturmessung No. 25.* Beispiel eines Föhntages.

Deutlich kommt hier der Unterschied zwischen den Temperaturen der Luft in Nordexposition und in Südexposition zum Ausdruck. Während die Schattentemperatur nur bis 12,4° steigt, beträgt das Maximum auf der Sonnenseite 27,8°, also eine Differenz von 15,4°. *Saxifraga aspera* in Nordlage hält die Mitte zwischen den ersten beiden. Auffallend ist, daß auch der Humus in Nordlage eine höhere Temperatur aufweist als die Luft. Stark ist die Erwärmung des Humus von *Sempervivum montanum*. Die Temperatur unter der *Carex curvula* ist höher als unter der *Primula hirsuta*, da erstere sich in einer Felsnische festgesetzt hat und die Windwirkung nicht zur Geltung kommt.

Die dritte Gruppe No. 7—9 zeigt, daß im Innern des Polsters der *Silene acaulis* die Erwärmung eine bedeutendere ist als unter der Oberfläche des Polsters. Wir erhalten also ein ähnliches Bild wie bei *Carex curvula*. Von den beiden Spaltenpflanzen *Silena acaulis* und *Minuartia sedoides* zeigt letztere eine raschere Erwärmung. Diese steigt jedoch nicht so hoch wie bei ersterer, so daß wir in deren Humus am Nachmittage eine niedrigere Temperatur zu verzeichnen haben.

5. *Temperaturmessung No. 26.* Beispiel eines sehr heißen Föhntages. 5. VIII. 1913.

Eingang ins Val Prevot. Hier haben wir die größten Differenzen zwischen Sonnentemperatur und Schattentemperatur.

Maximum der Schattentemperatur	. 2 <sup>h</sup> A.	14,5°
Maximum der Sonnentemperatur	. . 2 <sup>h</sup> A.	42,8°
Zweites Maximum d. Sonnentemperatur	4 <sup>h</sup> A.	38,2°
Differenz	. . . . .	28,3°

Die stärkste Erwärmung im Humus zeigt auch hier *Sempervivum montanum*. Die Temperatur von 33,4° im Humus ist eine ganz enorme.

Der Temperaturverlauf ist regelmässig. Eine starke Erwärmung zeigt auch der Humus von *Primula hirsuta* mit 29,6°. Ferner der von *Vaccinium uliginosum* und von *Carex curvula*. Bei diesem wolkenlosen Wetter war die Erwärmung des Polsters von *Silene acaulis* direkt unter der Oberfläche eine bedeutend stärkere als in 3 cm Tiefe. Am Abend tritt dann eine Umkehr ein.

6. Temperaturmessung No. 27. Zusammenhängende Messungen während 6 Tagen. Hiezu die Temperaturkurven von Tafel 20 vom 14.—19. VII. 1914. Rotondohütte.

Die Temperaturmessungen wurden während 6 Tagen ohne Unterbrechung ausgeführt. Sehr deutlich sehen wir den Unterschied zwischen dem sehr warmen 1. Tag, den 3 kühleren mittleren Tagen und den beiden warmen letzten.

Vergleichen wir zunächst die Temperaturen des Humus der verschiedenen Petrophyten mit der Lufttemperatur. An dem 1. warmen und dem darauffolgenden kühleren Tage war die Lufttemperatur tiefer als die Bodentemperaturen und zwar um eine große Anzahl von Wärmegraden. Eine Ausnahme macht *Draba dubia*, die mehr als Beispiel einer Felsnische genommen wurde als der Bewohnerin wegen, welche nur an dieser einzigen Stelle gefunden wurde. Als am 2. und namentlich am 3. Tage eine starke Abkühlung eingetreten war, zeigte der Humus der verschiedenen Vertreter eine höhere Temperatur als die Luft. Der 4. Tag brachte ein starkes Anschwellen der Humustemperatur im Vergleich zur Schattentemperatur. Die beiden letzten Tage brachten dann eine starke Steigerung der Lufttemperatur im Schatten. In diesem Punkte spielt namentlich der Wind eine sehr große Rolle, welcher die Schattenorte weniger erreicht und die Temperaturen auf der Süd- und der Südwestseite nicht zu stark anschwellen ließ.

Das starke Anschwellen der Temperatur unter *Sempervivum montanum* wird auch hier bestätigt. An allen warmen Tagen erreicht diese Pflanze das Maximum mit Ausnahme des 5. Tages.

Daß die Bewohnerin einen bestimmenden Einfluß ausübt, zeigen die Kurven hier am besten. Die Petrophyten 2, 3 und 4 berührten sich und doch diese großen Unterschiede. Die kleinste Wärmeabsorption zeigt auch hier wiederum *Saxifraga aspera*. Fast ausschließlich nimmt sie die unterste Stelle ein. In der Nacht steht sie in der ersten Gruppe an erster Stelle. Am Morgen zeigt sie meist eine hohe Temperatur. Auffallend ist, daß dies gerade eine Vertreterin der Nordexposition ist. Eine starke Erwärmung zeigt auch *Silene acaulis*. Bei dieser Spaltenpflanze fällt in der Nacht die Temperatur am meisten.

Daß die Temperatur im Humus der *Saxifraga moschata* meist höher ist als in der *Silene acaulis*, hat seine Ursache in der Südexposition. Die Südexposition bekommt am Nachmittage die Sonnenstrahlen nicht mehr direkt. Es findet keine Rückstrahlung vom Felsen mehr statt. Diese günstige Erscheinung kommt am Nachmittage den Bewohnern der Südwestexposition zu gute. Die Temperaturkurven No. 6 bestätigen alle gewonnene Daten der Einzelmessungen.

#### *Zusammenfassung der Resultate der Temperaturverhältnisse.*

1. Mit zunehmender Meereshöhe nehmen die Schattentemperaturen ab, die Sonnentemperaturen zu, was sehr große Gegensätze bedingt zwischen den schattenreichen und den sonnenreichen Expositionen, zwischen Nord- und Südlage.

2. Infolge der besonderen Beschaffenheit des Felsens übt dieser einen bestimmenden Einfluß aus auf die Temperaturverhältnisse.

a) Der Felsen vergrößert durch seine Zerrissenheit und durch seine Verwitterung die Gegensätze auf kleinstem Raum. Er schafft die verschiedensten Expositionen auf kleinstem Raum.

b) Infolge der starken Erwärmung des Felsens und der Rückstrahlung desselben ist die Temperatur direkt am Felsen eine bedeutend größere als etwas vom Felsen entfernt. Dies bedingt eine größere Wärmezufuhr für die Petrophyten.

c) In sonnigen Expositionen wird diese starke Wärmezufuhr oft noch verstärkt durch überhängende Felsen, welche eine sehr kräftige Rückstrahlung der Wärme verursachen und so die wärmsten und günstigsten Keim- und Wuchsorte liefern

für *Sempervivum montanum*, *Sempervivum arachnoideum* und *Sedumarten*.

d) Die starke Erwärmung des Felsens führt bei der offenen Formation des Felsens auch zu einer sehr kräftigen Erwärmung des Humus. Infolge dessen ist oft die Temperatur im Humus von kleinen Spalten eine höhere als in einem Oberflächenpolster.

3. Die Faktoren unter 2 vergrößern noch die Unterschiede zwischen Nord- und Südlage, so daß wir deutliche Vertreter der verschiedenen Expositionen finden. Diese Extreme werden so stark, daß viele Vertreter aus einer Lage ausgeschlossen werden (namentlich aus der Nordexposition).

a) Die Gegensätze spielen bei niedrigen Temperaturen eine große Rolle. Viele Pflanzen leiden stark unter niedrigen Temperaturen, namentlich während der Vegetationsperiode, z. B.: *Juniperus communis* var. *montana*, *Primula hirsuta*, *Carex curvula*.

b) Viele Felsenpflanzen können niedrige Temperaturen während der Vegetationsperiode sehr leicht ertragen: *Silene acaulis*, *Saxifraga aspera*.

c) Viele zeigen bei Frostschäden ein sehr starkes Regenerationsvermögen: *Festuca varia*, *Arctostaphylos Uva ursi*.

d) Viele zeigen eine sehr starke Frosthärte zur Winterszeit: *Saxifraga aspera*, *Saxifraga Cotyledon*.

e) Viele können zur Winterszeit keine tiefen Temperaturen ertragen. Es sind dies die Schneeschützlinge: *Cerastium uniflorum*, *Cerastium pedunculatum*, *Doronicum Clusii*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga Aizoon*.

f) Das häufige Bloßlegen des Felsens im Winter säubert unsere Standorte von manchen Eindringlingen aus der Wiesen- und der Schuttflora.

g) Auf vielen Felsenpflanzen schmilzt der Schnee auffallend rasch: *Primula hirsuta*, *Saxifraga moschata*, *Sempervivum montanum*, *Sempervivum arachnoideum*, *Avena versicolor*, *Chrysanthemum alpinum*.

h) Auf manchen Felsenpflanzen bleibt der Schnee leicht liegen: *Loiseleuria procumbens*, *Carex sempervirens*.

4. Wenn auch die Absorptionsmöglichkeit der Pflanzen nicht gemessen werden kann, so geben doch die Temperaturen des Schwarzkugelthermometers gewisse Anhaltspunkte. Diese zeigen an, welche starke Wärmeabsorption am Felsen stattfindet. (Größte gemessene Temperatur 50,5°.)

5. Die Bodentemperaturen nehmen mit zunehmender Meereshöhe auch ab, aber in geringerer Masse als die Lufttemperatur.

6. Die Temperaturen des Humus sind im Frühling allgemein und im Sommer nach starken Abkühlungen geringer als die Lufttemperatur.

7. Im Sommer sind die Humustemperaturen meist höher als die Lufttemperatur:

a) Nach kühlen Tagen ist die Lufttemperatur am Vormittag noch höher als die Humustemperatur. Am Nachmittag steigt die Bodentemperatur höher als die Lufttemperatur.

b) Nach warmen Tagen ist die Bodentemperatur allgemein höher als die Lufttemperatur.

c) In bewölkter Nacht bleibt bei warmem Wetter die Humustemperatur höher als die Lufttemperatur auch zur Nachtzeit.

d) Bei wolkenlosem Himmel kann die Humustemperatur unter die Lufttemperatur sinken.

8. Die Erwärmung des Humus ist eine ganz beträchtliche, namentlich in sonnigen Lagen.

9. Auch in der Nacht bleiben die Temperaturen im Humus hohe.

10. Auch innerhalb der sonnigen Expositionen treten Verschiedenheiten auf. So zeigen die S-Expositionen während des Vormittages und die SW-Expositionen während des Nachmittages höhere Temperaturen.

11. Die Pflanze als Bewohnerin des Felsens übt einen bestimmenden Einfluß aus auf die Temperatur des Humus ihres Wuchsortes.

a) Eine sehr starke und auch sehr rasche Temperaturerhöhung bewirken: *Sempervivum montanum*, *Sempervivum arachnoideum*, *Sedum mite*, *Sedum annuum*.

Bei diesen ist nicht nur die Erwärmung eine rasche, sondern auch die Abkühlung.

b) Die Erwärmung des Humus ist eine sehr geringe bei: *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Festuca varia*, *Silene acaulis*, *Saxifraga Aizoon*.

Die kompakten Felsenpflanzen erschweren eine Temperaturzunahme. Sie erschweren aber auch einen Temperaturverlust.

c) Auch in Nordexposition steigt die Humustemperatur hie und da höher als die Lufttemperatur.

d) In verschiedener Tiefe im Humus haben wir die geringste Temperatur am Vormittage in geringer Tiefe. Am Abend tritt eine Umkehr ein, so daß während der Nacht die tiefste Temperatur in größter Tiefe zu verzeichnen ist.

## § 2. Wasserverhältnisse der Pflanzen (Wasserhaushalt der Felsenpflanzen).

### I. Faktoren, welche die Wasseraufnahme beeinflussen.

#### A. Während der Schneeschmelze.

Am ersten Tage nach der Schneeschmelze standen beim *Fort Bühl* alle Primeln in voller Blüte und schmückten die Felsbänder, 50 m höher lag noch hoher Schnee. Die gleiche Erscheinung konnte auch in tieferen Lagen bei *Faido* und auch im *Maggiatale* beobachtet werden. Vier Tage nach der Schneeschmelze fand ich bei *Faido* Exemplare von *Saxifraga Cotyledon* in Blüte. In dieser kurzen Zeit hatte diese Petrophyte Rispen von 40–50 cm gebildet. Auf der Südseite der *Gotthardstraße* war 2 Tage nach der Schneeschmelze *Arctostaphylos Uva ursi* voll erblüht. Vormittags um 9 Uhr war noch nichts von den Blüten zu bemerken gewesen. Am Nachmittag um 1 Uhr zeigte das Spalier zwischen den dunkelgrünen Blättern die weißen Blüten.

Auf Schritt und Tritt folgt die wiedererblühende Felsflora dem weichenden Schnee. Dieses rasche Erwachen hat seine Ursache in der hohen Temperatur bei Vegetationsbeginn. Diese schwillt beim Verschwinden des Schnees plötzlich an, da die Wärme nicht mehr zur Schmelze verbraucht wird. Das augen-

blickliche Einsetzen der Vegetation ist jedoch nur möglich, da genügend Wasser vorhanden ist. Das ist nicht nur momentan der Fall, sondern längere Zeit. Von den höheren Lagen werden die Petrophyten immer noch von dem herunterfließenden Wasser berieselt. Diese feine Berieselung konnte in den benachbarten Floren nicht beobachtet werden. Im Schutte und in den Wiesenhängen werden immer Bäche gebildet. Der Felsen dagegen sorgt durch seine Beschaffenheit für feine Verteilung. Es ist dies ein wichtiger Vorteil der Felsflora vor den benachbarten Gebieten. Der Nährwert des Schmelzwassers ist zur Genüge bekannt. Die Art und Weise des Herunterfließens des Wassers und seine Stauung durch die Pflanzen selbst wurde früher besprochen. Wir haben ein Analogon zur Flora des schmelzenden Schnees der Wiese. Die Petrophyten sind vielleicht noch durch die starke Erwärmung des Felsens bevorzugt gegenüber der Wiesenflora.

#### B. Während der Vegetationsperiode.

Wie verhält es sich nun mit den Wasserverhältnissen während des Sommers, wenn den Petrophyten kein Schmelzwasser mehr zur Verfügung steht? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir die Bodenverhältnisse näher studieren. Um in den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens einen Einblick zu erhalten, wurden sehr viele Bodenproben genommen. Kleine Fläschchen wurden an Ort und Stelle möglichst sorgfältig gefüllt unter Vermeidung einer Berührung der Proben. Gewöhnlich wurde ein zusammengefalteter, lackierter, dünner Karton gewählt und das Messer. Das Messer wurde beim Gebrauche in den Boden gesteckt, um eine Erwärmung an der Sonne zu vermeiden. Vor dem Gebrauche wurde es rasch gereinigt von Bodenteilchen. Lackiertes Papier wurde gewählt, um ein Aufsaugen der Feuchtigkeit durch dasselbe zu verhindern. War ein Fläschchen gefüllt, so wurde es mit einem Korkpfropfen fest verschlossen und sofort mit einer Zeitung umwickelt. Ein Vorversuch hatte gezeigt, daß der Verlust durch Verdunstung auch während des Transportes so minim war, daß er keine Fehlerquelle herbeiführen kann. Die Vorversuche erstreckten sich auf eine Transportzeit von 4 Wochen.

Etwas schwerer war ein tadelloses Sammeln. Schon durch das Öffnen der Spalten wurden die Verhältnisse geändert. Dies war hauptsächlich an heißen Tagen der Fall. Durch rasches Abfüllen wurde versucht, diese Fehlerquelle möglichst zu verringern. Obwohl sich Fehler nicht vermeiden ließen, geben uns doch die erhaltenen Zahlen manchen Aufschluß über den Feuchtigkeitsgehalt im Humus der verschiedenen Vertreter der Felsflora und im Rohhumus. Wir erhalten auch einen Einblick in die Feuchtigkeitsverhältnisse in verschiedener Tiefe. Es wurde möglichst darauf geachtet, Proben aus gleicher Tiefe zu erhalten.

Auch hier wurde wiederum das Hauptaugenmerk auf den kleinsten Raum gelegt wie bei den Temperaturmessungen. Diese Einzelmessungen weckten das Interesse auch hier, zusammenhängende Beobachtungsreihen zu erhalten, durch Bodenproben aus verschiedener Tiefe. Dies bot viele technische Schwierigkeiten. Es wurden Stellen gewählt, wo der Humus leicht abgehoben werden konnte. Auf der Seite wurde jeweils ein Maßstab eingesteckt, um die Tiefe zu ermitteln. Es wurde eine Bodenprobe genommen von bestimmter Tiefe und dann der Humus bis zur nächstgewünschten Tiefe abgehoben. Die größte Schwierigkeit bestand darin, dafür zu sorgen, daß nur Humus von der betreffenden Tiefe genommen wurde und jede Mischung aus verschiedenen Tiefen zu vermeiden. Es konnte natürlich nicht immer so rasch gearbeitet werden, um jede einsetzende Verdunstung auszuschließen. Es ist dies ein Versuch. Wir müssen diese Daten mit kritischem Auge betrachten. Auf diese Weise konnte nur eine einmalige Bodenprobe erhalten werden. Technisch ist es natürlich vollständig unmöglich, von einem und demselben Wuchsorte Bodenproben in verschiedenen Zeitpunkten zu erhalten.

Eine bedeutende Fehlerquelle muß noch hervorgehoben werden. Es ist der Gehalt der Bodenproben an größeren Mineralsplittern, die den prozentualen Wassergehalt stark herabsetzen. Sie zu entfernen ist nicht möglich, ohne den Wassergehalt zu beeinflussen. Von den sehr zahlreichen Messungen wurden nur wenige herausgenommen. Alle anzuführen halte ich für überflüssig, da sichere und einwandfreie Daten nicht gewonnen werden können.



a) Feuchtigkeitsmessungen.

(1) 25. V. 1913. (Das Wetter war lange Zeit sehr trocken gewesen.) Tessinschlucht bei Rodi-Fiesso: 880 m. Auf Gneis in Südexposition.

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Humus aus dem Polster von <i>Saxifraga</i> Cotyledon . . . . .	7,70	7,61	0,09	1,18
Humus aus dem Horste von <i>Festuca</i> <i>varia</i> , nur 3 cm von der ersten entfernt . . . . .	5,82	5,50	0,32	5,49
Humus vom gleichen Standorte, etwas geschützt. Darin viele Keimlinge von <i>Sedum dasyphyllum</i> . . . .	6,64	5,39	1,25	18,82
Humus von <i>Sempervivum montanum</i>	4,38	4,22	0,16	3,66
Humus von <i>Sempervivum montanum</i> , 1—2 cm unter der Erdoberfläche	2,79	2,30	0,49	17,56
Humus von <i>Sempervivum montanum</i> , 5 cm unter der Erdoberfläche .	8,21	6,63	1,58	19,24

(2) 3. VIII. 1913. (Tag vorher sehr heiß, heute Föhnstimmung).  
Lucendrograt: 2600 m. Exposition: S.

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Trockener Humus von der Südseite des Passes . . . . .	11,51	11,38	0,13	1,13
Spaltenhumus von <i>Silene acaulis</i> dasselbst . . . . .	8,83	8,19	0,64	7,25
Humus von <i>Saxifraga aizoon</i> am gleichen Standorte . . . . .	6,86	5,32	1,54	<b>22,45</b>
Humus von <i>Saxifraga aspera</i> var. bryoides . . . . .	8,87	8,41	0,46	5,30
Humus von <i>Minuartia sedoides</i> . .	8,69	7,89	0,80	9,20
Humus von <i>Statice montana</i> . . .	7,05	5,81	1,24	<b>17,59</b>
Humus von <i>Carex sempervirens</i> . .	9,30	8,60	0,70	7,53
Humus von <i>Sempervivum montanum</i>	12,05	11,83	0,22	<b>1,83</b>
Humus von <i>Poa alpina</i> . . . . .	10,43	9,77	0,66	6,33

Hier wird der Unterschied zwischen den verschiedenen Petrophyten besonders groß.

(3) 8. VIII. 1913. (Regen ist vorangegangen.) Felskopf beim Mätteli: 1790. Gamsbodengneis in Ostexposition. -

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Humus von <i>Primula hirsuta</i> an der Stelle, an welcher die Pflanze gerade zu verwelken beginnt .	3,37	2,36	1,01	29,97
Humus von <i>Primula hirsuta</i> unter einem vorspringenden Felsen .	9,32	7,64	1,68	18,03
Humus von <i>Primula hirsuta</i> , etwa 4 cm tief. . . . .	10,82	8,36	2,46	22,74
Humus von <i>Sempervivum alpinum</i> von einem schattigen Standorte. NW-Exposit. Boden ganz feucht	5,67	3,04	2,63	<b>46,38</b>
Oberflächenhumus von <i>Agrostis rupestris</i> . . . . .	6,28	4,24	2,04	32,48
Oberflächenhumus von <i>Primula hirsuta</i> . NW-Exposition. Boden ganz feucht. Von einem schattigen Standorte . . . . .	11,57	6,14	5,43	<b>46,93</b>

(4) 10. VIII. 1913. (2 Tage vorher hatte es sehr stark geregnet.) Gneis- und Schieferfelsen an der Fieudostraße: 2100 m. Ostexposition.

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Humus von <i>Chrysanthemum alpinum</i> Südexposition . . . . .	14,51	10,97	3,54	24,40
Humus von <i>Poa alpina</i> . . . . .	7,19	5,53	1,66	23,09
Oberflächenhumus v. <i>Primula hirsuta</i>	8,20	5,72	2,48	<b>30,25</b>
Humus von <i>Minuartia laricifolia</i> . .	8,97	6,57	2,40	26,75
Humus von <i>Saxifraga aspera</i> var. <i>bryoides</i> . . . . .	9,67	7,21	2,46	25,44

(5) 10. VIII. 1913. (2 Tage vorher hatte es geregnet). Granitfels auf dem Hospiz: 2100 m.

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Oberflächenhumus nach N. geneigt, sodaß das Wasser abfließen kann	10,34	8,57	1,77	17,12
Oberflächenhumus von ebendasselbst, wo das Wasser vom Felsen herunterfließt . . . . .	10,42	7,78	2,64	25,34

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Humus von <i>Poa alpina</i> . . . . .	8,30	6,53	1,77	21,34
Humus von <i>Chrysanthemum alpinum</i> . . . . .	10,26	7,79	2,47	24,07
Humus von <i>Carex sempervirens</i> . . . . .	5,63	3,77	1,86	<b>33,04</b>
Oberflächenhumus, offen gelegen . . . . .	12,39	11,72	0,67	<b>5,41</b>
Humus von <i>Poa alpina</i> . . . . .	5,11	3,64	1,47	<b>28,77</b>
Humus von <i>Carex sempervirens</i> . . . . .	8,47	6,86	1,47	19,01
Humus von <i>Agrostis rupestris</i> . . . . .	8,28	7,21	1,17	14,13

(6) 1. VIII. 1914. (Wetter schön.) Rodont: 2000 m. Guspis-  
gneis. Exposition: S.

	Boden- probe	Trocken- substanz	Wasser	Wasser %
Oberflächenhumus, 2 cm unter einem Polytrichumpolster . . . . .	6,26	5,08	1,18	18,85
Humus von 4 cm Tiefe . . . . .	11,25	9,56	1,69	15,02
"    "    6    "    "    . . . . .	13,25	11,31	1,94	14,64
"    "    8    "    "    . . . . .	12,13	10,34	1,79	14,76
"    "    10    "    "    . . . . .	14,46	12,41	2,05	14,18
"    "    12    "    "    . . . . .	15,89	13,81	2,08	13,09
Oberflächenhumus daneben . . . . .	17,07	16,08	0,99	5,80
Oberflächenhumus aus dem Wurzel- werk von <i>Agrostis rupestris</i> . . . . .	9,61	9,13	1,48	<b>15,40</b>
Humus von <i>Leontodon pyrenaicus</i> in einem abgestorbenen Polytri- chumpolster . . . . .	10,93	9,24	1,69	15,46
Humus von <i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	7,46	5,45	2,01	<b>26,94</b>
Humus von <i>Chrysanthemum alpinum</i> in einer Felsnische . . . . .	10,76	9,89	0,87	8,09

#### b) Innere Faktoren.

Von früheren Kapiteln her wissen wir, daß die Niederschläge in unserm Gebiete häufig sind. Lange andauernde Trockenheiten gehören zu den Seltenheiten. Die Temperaturmessungen haben aber auch gezeigt, welche starke Erwärmung der Humus, der Fels und auch die Luft am Felsen erfahren. Ich erinnere nur an die Erwärmung des Humus von *Sempervivum montanum*. Diese beiden Tatsachen sind zwei einander ent-

gegen arbeitende Faktoren. Die Beschaffenheit des Bodens selbst hat auch einen großen Einfluß auf die Feuchtigkeitsverhältnisse im Humus. Wir nennen sie *innere Faktoren* des Bodens.

Von bestimmendem Einfluß auf den Wassergehalt des Bodens ist neben der *Krümmelbildung* und dem Gehalt an humosen Stoffen *die Wirkung der Pflanze selbst*.

Wenn wir die Messungen durchgehen, so zeigt sich ein Parallelismus mit den Temperaturverhältnissen. Sofort fällt der Unterschied in die Augen im Wassergehalte des Humus der verschiedenen Petrophyten. Es kommt auch hier zur Geltung, daß die Pflanze selbst einen wesentlichen Einfluß ausübt auf die Wasseraufnahme und auf die Wasserabgabe des Bodens. Betrachten wir die Beispiele der Reihe nach.

Beispiel (1): Sehr stark ist die Austrocknung unter *Saxifraga Cotyledon*. *Festuca varia* schützt ihren Humus viel kräftiger. Auch *Sempervivum montanum* zeigt einen wesentlich geringeren Wassergehalt als *Festuca varia*. Auffallend ist der große Wassergehalt unter der Oberfläche in geringer Tiefe bei der *Hauswurz*. Die Ursache liegt im Schneewasser, welches auf der Felsunterlage herniederrieselt und den Humus von untenher speist. Dieses Beispiel zeigt deutlich den Unterschied auf kleinstem Raume. Haben wir doch in geschützter Stelle einen Gehalt von 18,82%.

Beispiel (2): Hier tritt die starke Austrocknung unter *Sempervivum* hervor. Auch hier kann eine Reihe aufgestellt werden von lockeren Pflanzen zu festen: *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera*, *Poa alpina*, *Carex sempervirens*, *Silene acaulis* (Spalte), *Minuartia sedoides*, *Statice montana*.

Auffallend ist das starke Festhalten des Wassers durch die *Saxifraga Aizoon*.

Beispiel (3) zeigt einige Fälle mit sehr hohem Wassergehalt. Auch hier nimmt *Sempervivum montanum* mit 46,38% die erste Stelle ein, während *Primula hirsuta* nur 29,97% und *Agrostis rupestris* 32,48% aufweisen.

Beispiel (4) zeigt den Unterschied in der Aufnahmefähigkeit des Wassers durch den Humus der verschiedenen

Felsenpflanzen. Die Differenzen sind kleine, da nur dichtere Pflanzen gewählt wurden.

Beispiel (5) gibt ein Bild von der Wasseraufnahmefähigkeit. Allen Pflanzen stand genügend Wasser zur Verfügung. Auffallend ist der hohe Wassergehalt von *Carex sempervirens*. Diese Pflanze enthält sehr viel abgestorbene Blätter und humose Stoffe unter der Oberfläche. Ein großer Unterschied ist auch in der 2. Gruppe zwischen *Agrostis rupestris* und den andern Gramineen. Während diese nur 14,13% Wasser hat, hat *Carex sempervirens* 28,27% bei einem Wassergehalt von 5,41% im offen gelegenen Humus. Auch bei *Vaccinium uliginosum* bleiben die Blätter erhalten.

Beispiel (6) zeigt eine große Differenz zwischen *Agrostis rupestris* mit 15,4% und *Anthoxanthum odoratum* mit 26,94%.

## II. Faktoren, welche die Wasserabgabe beeinflussen.

### a) Temperatur.

Die starke Erwärmung der Luft auf dem Felsen, des Felsens selbst und des Humus bedingen eine kräftige Verdunstung. Auch während der Nacht ist bekanntlich die Temperatur des Bodens sehr häufig eine sehr hohe. Dies bedingt nicht nur einen starken Verlust des Wassers im Boden, sondern auch eine erhebliche Transpiration.

### b) Wind.

Mehrmals versuchte ich die Verdunstung einer Wasserfläche zu messen mit Hilfe des amerikanischen Atmometers, welches Herr Dr. Amberg bei seinen Messungen am Pilatus angewendet hat. Leider waren die technischen Schwierigkeiten in meinem Gebiete zu groß. Ich habe nirgends einen Platz gefunden, wo der Apparat nicht gefährdet gewesen wäre, sei es durch Stein Schlag oder neugierige Touristen. Ein erster Versuch bei der Rotondohütte schlug fehl, da schon am ersten Versuchstage ein Instrument durch einen Touristen zerstört wurde. Das gleiche Resultat wurde zunächst beim Gotthardospiz erzielt, wo der meteorologische Beobachter und seine Frau die Liebeshwürdigkeit hatten, Messungen auszuführen. Im Sommer 1913 wurden die weißen Tonkerzen von den Touristen immer heraus-

gezogen. Als die Messungen im Jahre 1914 vor sich gehen konnten, kam der Krieg dazwischen.

Die wenigen sicheren Daten vom Juli 1915 sind folgende (abgelesen wurde 7<sup>h</sup> abends):

Tag	Ost cm <sup>3</sup>	Süd cm <sup>3</sup>	West cm <sup>3</sup>	Nord cm <sup>3</sup>	Tag	Ost cm <sup>3</sup>	Süd cm <sup>3</sup>	West cm <sup>3</sup>	Nord cm <sup>3</sup>
12.	13,8	10,2	10,8	25,6	22.	0,0	0,0	0,0	0,0
13.	18,8	21,3	13,2	25,3	23.	0,0	0,0	0,0	0,0
14.	23,1	41,6	25,7	31,9	24.	8,4	16,8	10,9	14,9
15.	12,1	19,2	16,7	20,3	25.	19,2	24,8	16,4	23,5
16.	1,5	2,2	5,1	0,7	26.	7,3	10,0	3,1	3,8
17.	3,0	2,8	4,5	0,9	27.	15,4	18,8	15,5	26,7
18.	14,4	16,6	9,8	15,2	28.	26,1	25,2	30,0	34,6
19.	7,2	19,4	17,6	21,9	29.	6,0	8,8	4,3	6,5
20.	4,2	3,1	4,9	3,8	30.	12,8	4,9	9,8	19,5
21.	0,0	0,0	0,0	0,0	31.	20,0	18,7	12,7	17,1

In erster Linie muß hervorgehoben werden, daß *lokale Verhältnisse* vorliegen. Alle 4 Apparate waren auf einem Raume von 2 m<sup>2</sup> aufgestellt. Jedes Instrument war vor einem kleinen Felswändchen placiert, sodaß genannte Exposition scharf zur Geltung kam.

Auffallend ist die starke Verdunstung auf der Nordseite. Diese hat ihre Ursache in dem herrschenden Nordwinde zur Messungszeit. Trotz der starken Erwärmung auf der Südseite wurde doch eine stärkere Verdunstung erreicht auf der windbewegten Nordexposition. Deutlich sind die Tage herauszusehen, an welchen der Nordwind ausgesetzt hatte. Am 16., 17., 20. und 26. sank die Verdunstungsmenge unter die der übrigen Expositionen. Hier ist das Maximum auf der Sonnenseite.

Was diese wenigen Zahlen zeigen, ist die enorme Verdunstungswirkung des Windes. Sie ist stärker als die Wirkung der Sonne. Dies fällt bei der Felsflora sehr ins Gewicht. Die Apparate waren an typischen Wuchsorten der Felsflora aufgestellt worden.

### III. Die Bedeutung der Extreme.

Wie verhält es sich nun mit dem Gleichgewicht zwischen der Wasseraufnahme und dem Wasserverlust? Die Messungen und Wägungen reichen nicht aus, um einen Schluß ziehen zu

können, da diese aus den Jahren 1913 und 1914 stammen. Leider stehen keine solchen zur Verfügung von 1911. Dieses extrem heiße Jahr (siehe Klima) zeigte, daß viele Pflanzen auf dem Felsen zu Grunde gehen können. Auch hier spielen, wie schon mehrmals bemerkt, die Extreme die Hauptrolle. Wenn auch in diesem Sommer Gewitterregen strichweise niedergingen, so war die Benetzung nur eine schwache gewesen wegen der sehr starken Oberflächenspannung nach einer solch intensiven Trockenheit. Schon am 12. Juli 1911 fiel die sehr vorgeschrittene Vegetation auf. Während im Sommer 1910 bei der Rotondohütte und mancherorts sogar weiter unten viele Petrophyten nicht zum Blühen kamen (vor allem die *Silene acaulis*), hatten an genanntem Tage die meisten Felsbewohner schon geblüht.

Am 20. Juli 1911 war bereits ein starkes Absterben zu beobachten in Südlage bei Faido. Abgestorben waren alle Exemplare von *Aspidium spinulosum*. An der *Primula hirsuta* waren alle Blätter im Absterben begriffen. Der Anfang des Welkens war sogar bei *Thymus Serpyllum* zu konstatieren. Zahlreiche Exemplare von *Lotus corniculatus* waren vollständig abgestorben, so daß dieser Eindringling der Wiesenflora wieder aus manchem Felsen ausgemerzt wurde. Dieses Absterben war nicht nur zu beobachten auf der Südseite des Gotthards in Faido und in Airolo, sondern auch namentlich in höheren Lagen und auf der Nordseite des Passes bis nach Wassen hinunter.

Am 24. Juli waren im Gamsboden die Blätter der *Polypodium vulgare* verwelkt. Ein starker Unterschied trat hervor zwischen Spaltenpflanze und Oberflächenpflanze. Alle Exemplare dieser Art, welche sich im Oberflächenhumus festgesetzt hatten, waren verwelkt. Die Spaltenpflanzen hatten auch gelitten, aber bedeutend weniger. Vollständig abgestorben waren auch: *Primula hirsuta*, *Astrantia minor*.

Im Absterben begriffen waren: *Carex curvula*, *Thymus Serpyllum*.

Gelitten hatte auch: *Calluna vulgaris*.

Herbstfärbung war eingetreten bei: *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*.

Im benachbarten Mätteli waren namentlich die Primeln im Welken und Absterben begriffen. Gelitten hatte hier auch *Hieracium piliferum*.

Das gleiche Bild bot die Paßhöhe. Am stärksten hatte auch hier *Primula hirsuta* gelitten. Im Jahre 1910 hatte ich geglaubt, daß sich diese Petrophyte ebensogut angepaßt hätte an diesen Standort wie jede andere Felsenpflanze mit äußerlich sichtbarem Schutzmittel gegen Trockenheit. Das Jahr 1911 zeigte den Irrtum. Diese Primel ist der erste Felsbewohner, welcher einer sömmerlichen Trockenheit zum Opfer fällt. Im nächsten Frühling begannen allerdings viele verwelkte Stöcke wieder zu treiben, aber durchaus nicht alle.

Das gleiche Bild wiederholte sich bei der Schöllenen. Abgestorben waren hier: *Polypodium vulgare*, *Astrantia minor*, *Allosurus crispus*, *Epilobium angustifolium*, *Selaginella selaginoides*.

Die gleiche Erscheinung traf ich sogar in Wassen. Vollständig waren hier abgestorben: *Silene rupestris*, *Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*.

Selbst die Farne in geschützter Lage begannen zu welken.

Aus dem Gesagten ist der Schluß erlaubt, daß der Felsen in gewöhnlichen Jahren keine xerophytischen Standorte schafft. In sehr sonnenreichen und niederschlagsarmen Jahren wie das Jahr 1911 eines war, zeigt der Fels xerophytischen Charakter und manche Eindringlinge in den Felsen und selbst ausgezeichnete Chomophyten leiden.

#### IV. Die Anpassungen der Felsflora an die extremen Verhältnisse.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind beim Felsen keine so schlechten, als man auf den ersten Blick zu glauben geneigt wäre (was schon Oettli betonte). Was wir nicht wissen, das ist, wie viel von dem vorhandenen Wasser die Pflanze dem Boden entziehen und für sich nutzbar machen kann. Wir können die physiologische Trockenheit nicht bestimmen. Um nun doch einen Einblick in den Haushalt der Pflanze zu bekommen, müssen die Schutzrichtungen der Pflanzen in Betracht gezogen werden:



1. Um die Verdunstung herabzusetzen.
2. Um die Wasseraufnahme zu vergrößern.

Es gibt nun unbedingt Vertreter des Felsens, welche keine solchen Einrichtungen zeigen, so *Primula hirsuta*. Sie leidet bei Trockenheit allerdings zuerst.

Die verschiedenen Einrichtungen der Pflanzen, die Verdunstung zu vermindern, sind bekannt.

In welchem Masse die Pflanzen selbst das Wasser festhalten, zeigen folgende Messungen. Die Pflanzen wurden möglichst mit dem ganzen Wurzelwerke aus dem Humus herausgenommen. Die Wurzelenden wurden mit Kollodium bestrichen, um etwa entstandene Wunden sofort zu verschließen. In einem Glas, welches ein feuchtes Filtrierpapier enthielt, wurden die Exemplare in den Trockenschrank gebracht, nach Entfernung des Wurzelwerkes und Verschuß der Schnittwunden mit Kollodium. Jedes Exemplar wurde in ein Becherglas gelegt, damit kein dampfgesättigter Raum entstehe. Der Trockenschrank wurde dunkel gehalten bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Die Gewichtsabnahmen waren folgende (es wurde nach den Versuchen von Oettli verfahren):

Stunden	Saxifraga Cotyledon		Sempervivum arachnoideum		Sempervivum montanum		Sedum annuum		Primula hirsuta		Sedum dasyphyll.
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.
Anfangsgewicht	46,2	26,7	5,82	4,91	8,68	10,38	5,24	1,91	6,10	4,22	5,46
12	43,9	24,8	4,97	4,20	7,76	9,76	4,66	1,53	5,17	3,54	4,20
24	43,4	23,3	4,57	3,94	7,37	9,44	4,00	1,37	4,58	3,05	3,14
36	43,6	20,9	3,94	3,54	6,74	8,98	3,68	1,18	4,30	2,79	2,52
48	39,2	19,4	3,50	3,33	6,38	8,73	3,50	1,00	4,07	2,44	2,27
60	36,6	18,1	3,13	3,11	5,92	8,48	3,36	1,00	3,92	2,13	2,09
72	35,7	17,2	2,91	3,00	5,41	8,30	3,28	0,97	3,78	2,03	1,99
84	31,9	15,8	2,76	2,78	5,06	7,88	3,20	0,93	3,68	1,87	1,88
96	28,1	14,4	2,55	8,61	4,75	7,68	3,15	0,89	3,54	1,72	1,75
108	25,8	13,0	2,31	2,41	4,35	7,37	3,10	0,84	3,44	1,63	1,68
120	24,4	12,0	2,20	2,33	4,17	7,23	3,05	0,84	3,34	1,53	1,61
132	22,4	10,6	2,09	2,26	3,93	7,06	3,04	0,81	3,27	1,47	1,54
144	21,3	9,9	2,00	2,20	3,79	6,93	2,99	0,79	3,15	1,36	1,50
168	19,2	9,1	1,80	2,09	3,45	6,88	2,93	0,75	2,93	1,20	1,40
192	17,4	7,8	1,62	2,00	3,13	6,40	2,91	0,71	2,79	1,11	1,31
216	16,1	6,1	1,44	2,00	2,90	6,23	2,86	0,69	2,66	1,06	1,26
240	14,9	5,5	1,27	1,99	2,74	6,10	2,82	0,65	2,54	1,01	1,19

Stunden	Saxifraga Cotyledon		Sempervivum arachnoideum		Sempervivum montanum		Sedum annuum		Primula hirsuta		Sedum dasyphyll.
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.
264	14,1	5,2	1,09	1,96	2,58	5,83	2,79	0,63	2,43	0,99	0,92
288	13,4	5,0	0,97	1,92	2,46	5,66	2,77	0,61	2,38	0,97	0,79
312	13,1	—	0,83	1,87	2,37	5,51	2,72	0,59	2,26	0,95	0,67
336	12,7	—	0,80	1,84	2,29	5,35	2,71	0,57	2,15	0,93	0,63
360	12,6	—	0,73	1,81	2,23	5,21	2,69	0,56	2,11	0,92	0,56
384	12,2	—	0,67	1,79	2,18	5,08	2,67	0,54	2,06	0,91	0,52
408	12,1	—	0,64	1,77	2,15	4,99	2,65	0,53	1,99	0,90	0,48

Gewichtsverlust nach Prozenten:

Stunden	Saxifraga Cotyledon		Sempervivum arachnoideum		Sempervivum montanum		Sedum annuum		Primula hirsuta		Sedum dasyphyll.
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	95,1	92,9	85,6	85,6	96,6	94,7	88,9	79,8	84,8	83,9	77,0
24	93,9	87,3	78,5	80,0	91,2	91,6	76,3	71,0	75,1	72,3	58,4
36	90,0	78,3	67,7	72,1	83,4	87,1	70,2	62,2	70,5	64,3	45,3
48	84,8	72,9	66,1	67,9	79,0	84,7	66,9	51,8	66,7	57,8	41,6
60	79,2	67,8	53,8	63,4	73,3	82,2	64,1	51,3	64,3	50,5	38,3
72	77,3	64,4	50,0	61,1	67,0	80,5	62,6	50,3	62,0	48,1	36,4
84	69,0	59,2	47,4	56,6	62,6	76,4	61,1	48,2	60,3	44,3	33,5
96	60,8	53,9	43,8	53,2	58,8	74,5	60,1	46,1	58,0	40,8	32,1
108	55,7	48,7	39,7	49,1	54,2	71,5	59,2	43,5	46,4	38,6	30,8
120	52,8	44,9	37,8	47,5	51,6	70,1	58,2	43,5	54,8	36,3	29,5
132	48,5	39,7	35,9	46,0	48,6	68,5	58,0	42,0	53,5	34,8	28,2
144	46,1	37,1	34,4	44,8	46,9	67,5	57,1	40,9	51,6	32,2	27,5
168	41,6	34,1	30,9	42,6	42,7	64,8	55,1	38,8	48,0	28,4	25,6
192	36,4	29,1	27,8	40,7	37,4	62,1	55,1	36,6	45,7	26,3	24,0
216	34,8	22,5	24,7	40,7	35,9	60,4	54,6	35,7	43,6	25,1	23,1
240	32,3	20,7	21,8	40,5	33,8	59,2	53,8	33,7	41,6	23,9	21,8
264	30,5	19,5	18,7	39,9	31,9	56,5	53,2	33,1	39,8	23,4	16,8
288	29,0	18,7	16,7	39,1	30,4	55,6	52,8	31,7	38,9	23,0	15,4
312	28,4	18,7	14,3	38,0	29,3	53,4	51,9	30,7	37,0	22,5	12,2
336	27,5	—	13,7	37,4	28,3	51,8	51,7	29,2	35,7	22,0	11,5
360	27,2	—	12,5	36,6	27,3	50,5	51,3	29,0	34,6	21,8	10,2
384	26,4	—	11,5	36,3	26,9	49,2	50,9	28,1	33,7	21,5	9,5
408	26,1	—	11,0	35,9	26,6	48,4	50,5	27,4	32,6	21,2	8,8

Einen allzu großen Wert möchte ich diesen Messungen nicht beimessen. Sie zeigen aber doch, daß zwischen den verschiedenen Chomophyten erhebliche Unterschiede bestehen.

*Saxifraga Cotyledon*: Diese hatte zuerst ein konstantes Gewicht erreicht. Doch brauchte auch sie eine Zeit von 15 Tagen.

*Sempervivum arachnoideum*: Die Blätter der Rosette standen mehr oder weniger nach oben. Schon nach 24 Stunden im dunkeln Trockenschranke begannen die Blätter sich nach auswärts zu legen. Die Spinnwebhaare wurden straff gespannt und stellten dem Auseinanderlegen der Blätter einen gewissen Widerstand entgegen. Schließlich wurden die Haare zerrissen. Interessant war das Absterben. Es verloren nicht alle Blätter mit einander die Turgescenz. Die Blätter starben der Reihe nach ab gemäß ihrem Alter. Die Vegetationsspitze blieb vollständig frisch. Das gleiche war auch bei *Sempervivum montanum* der Fall.

*Primula hirsuta*: Hier verloren die Blätter langsam und gleichmäßig die Turgescenz.

*Sedum annuum*: Auch hier verlor ein Blatt nach dem andern sein Wasser.

*Sedum dasyphyllum*: Nachdem es 15 Tage im Trockenschranke zugebracht hatte und 85% an Gewicht verloren hatte, begann es Blüten zu treiben. Die Blüten waren normal ausgebildet, nur bleich des mangelnden Lichtes wegen.

Die Wasseraufnahme suchen die Petrophyten zu vergrößern:

a) Durch ein sehr dichtes Wurzelwerk (intensive Ausnützung).

Dies trifft hauptsächlich bei den Pteridophyten und vielen Gramineen zu. Der dichte Wurzelfilz geht für gewöhnlich nicht sehr stark in die Tiefe. Er ist jedoch so dicht, daß es die größte Mühe kostet, die kleinen Mineralteilchen herauszulösen. Aufschluß über einige typische Beispiele geben die Photographien:

No. 12: Wurzelfilz der *Dryopteris Lonchitis*, von Motto di Dentre.

Das Exemplar stammt von einem äußerst trockenen Wuchs-orte vom Jahre 1911.

Länge des Wurzelfilzes . . . . .	37 cm
Größte Breite desselben . . . . .	15 „

No. 13a: Wurzelfilz von *Festuca Halleri*.

Höhe der oberirdischen Pflanze . . . . .	8 cm
Länge des Wurzelfilzes . . . . .	20 „
Breite des Wurzelfilzes . . . . .	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —8 „

Es ist dies ein Exemplar mit einem verhältnismäßig langen Wurzelwerke von dem sonnigen Ostgrate des Lucendro bei einer Meereshöhe von 2540 m.

No. 13b: Wurzelfilz von *Carex curvula*.

Stammt vom gleichen, sehr sonnigen Standorte. Hier dringt der Wurzelfilz schon bedeutend mehr in die Tiefe.

Höhe der oberirdischen Pflanze . . . . .	3 cm
Länge des Wurzelfilzes . . . . .	36 „
Größte Breite des Wurzelfilzes . . . . .	18 „

b) Durch ein sehr ausgebreitetes Wurzelwerk (*extensive Ansnützung*).

Das Wurzelwerk geht entweder sehr stark in die Breite oder in die Tiefe oder in die Breite und in die Tiefe.

Sehr stark in die Tiefe gehen namentlich die Hauptwurzeln der Polsterpflanzen, wie z. B. bei *Silene acaulis*. Nie ist es mir gelungen diese Hauptwurzel herauszuholen. Sie dringt nicht nur sehr tief in die Spalten ein, sondern in die feinsten und engsten Ritzen. Ein Herauspräparieren gelingt nicht.

No. 14: Wurzeln der *Achillea moschata*.

Die längste Wurzel, die ich erhalten habe, zeigt eine Länge von 95 cm. Es ist jedoch nur der kleinste Teil. Die meisten und namentlich auch die längsten sind im Felsen geblieben. Das Exemplar stammt von der Südexposition bei der Rotondohütte.

Die tiefstgehenden Wurzeln haben nach meiner Ansicht die *Ericaceen*. Es ist mir jedoch nie gelungen, diese zu erhalten. Stückweise gelang es, Teile dem Felsen zu entreißen mit Hilfe von Hammer und Meißel. Dies gilt hauptsächlich für *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea* und *Vaccinium uliginosum*. Einmal kam ich durch Messen der einzelnen Teile auf eine Länge von 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m. Ein ganz beträchtlicher Teil der Wurzel fehlte auch in diesem Falle noch.

No. 15: *Wurzelwerk von Salix herbacea.*

Das Bild zeigt nur den oberen Teil; die untere Partie konnte nicht erhalten werden.

No. 16: *Wurzelwerk der Campanula cochlearifolia:*

- a) von einer feuchten Spalte der Schöllenen,
- b) von einer trockenen Spalte der Schöllenen:

Länge . . . 23 cm

Breite . . . 31 „

## V. Zusammenfassung der Bodenverhältnisse und ihrer Wirkung.

I. Die Niederschläge in unserem Gebiete sind reichliche.

II. Zahlreich ausgeführte Bestimmungen des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens müssen wegen der sich einschleichenden Fehlerquellen sehr kritisch aufgenommen werden. Sie gestatten nur wenige sichere Schlüsse.

1. Sehr groß sind die Unterschiede auf kleinstem Raume, je nach Exposition, Windlage, Beschaffenheit des Felsens (ob Spalten oder Oberfläche).

- a) Spaltenhumus zeigt bei gleichen Verhältnissen gewöhnlich einen höheren Wassergehalt als Oberflächenhumus.
- b) Die Aufnahmefähigkeit des Bodens an Wasser wird stark bedingt durch die Krümelbildung und die humosen Stoffe.

2. Den Haupteinfluß auf den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens hat die Pflanze selbst.

- a) Der Wassergehalt des Bodens ist unter jeder Petrophyte auch auf kleinstem Raume verschieden.
- b) Je kompakter der Bau einer Pflanze, desto stärker wird der Humus gegen Wasserverlust geschützt, desto schwerer aber ist auch eine Erneuerung. Sehr stark zurückgehalten wird das Wasser z. B. durch *Festuca varia*, *Saxifraga aizoon*, *Statice montana*.
- c) Bei ganz ähnlich gebauten Pflanzen ist das Zurückhalten des Wassers doch ein verschiedenes. So hält *Agrostis*

*rupestris* das Wasser stärker zurück als *Anthoxanthum odoratum*.

- d) Allgemein halten die Spaltenpflanzen das Wasser besser zurück als die Exochomophyten. (Die Beschaffenheit der Spalten wirkt in gleichem Sinne.)

III. Zahlreiche Beobachtungen in den verschiedenen Jahren zeigten:

3. Den Haupteinfluß in der Zusammensetzung der Felsflora haben die Extreme.

- a) Die Feuchtigkeitsmessungen im Jahre 1913 und 1914, die Beobachtungen dieser Jahre wie auch des Jahres 1910 gestatten keinen Schluß, daß die Wuchsorte des Felsens xerophytischen Charakter haben.
- b) Das extrem heiße Jahr 1911 bewies, daß die Extreme so stark werden können, daß nicht nur Eindringlinge aus den Felsen ausgemerzt werden, sondern daß Petrophyten selbst Schaden leiden.
- c) Kommt eine Chomophyte sowohl als Exochomophyte als auch als Chasmophyte vor, so geht erstere bei Extremen zuerst zugrunde. Dies zeigt den Vorteil der Spaltenpflanzen.
- d) Auffallend ist das starke Absterben der Farne. Diese erholen sich allerdings wieder sehr rasch.
- e) Selbst trockenheitliebende Felsenpflanzen können in einem Jahre wie 1911 leiden.
- f) Manche Felsenpflanzen entbehren jeder Art Schutzmittel. Sie leiden bei Trockenheit zuerst, wie *Primula hirsuta*.
- g) Doch zeigen manche Pflanzen ohne äußere Schutzmittel eine sehr bedeutende Trockenhärte (*Agrostis rupestris*).
- h) Manche zeigen eine ganz bedeutende Entwicklung des Wurzelwerkes. Bei der gleichen Art ist dieses an trockenen Standorten kräftiger entwickelt als an feuchten.

#### 4. Kapitel.

## Besiedelung durch einige sehr charakteristische Petrophyten.

### 1. *Silene rupestris*.

Diese einjährige Caryophyllacee ist eine Petrophyte, welche einen Übergang bildet zu verschiedenen benachbarten Gebieten, namentlich zur Geröll- und Schuttflora und zum Teil sogar zur Wiesenflora. Sie, eine typische Exochoomophyte kalkarmer Gesteine, vertritt die indifferente *Silene vulgaris*, die sich mehr auf dem Geröll findet, auf den Felsen. In bezug auf ihre Verbreitung ist sie zu finden von den tiefsten Standorten bis auf 3000 m. Sie steigt auf der Nordseite bis nach Wassen (980 m), auf der Südseite bis nach Faido (750 m) hinunter, gedeiht jedoch nur in sonniger Exposition. Daß sie in Nordlage getroffen wird, gehört zur großen Seltenheit, so auf dem leicht verwitterbaren Serizitschiefer von Hospental und auf dem Pizzo del uomo auf 2688 m. In beiden Fällen war der Felsen nur schwach gegen Norden geneigt, so daß die Sonnenstrahlen ihn noch trafen. Auf der Bätzbergspitze und auf der Fibbia-Lucendrokette fehlt sie. Sonst bewohnt sie alle Standorte des Gebietes. Streng meidet diese Felsenpflanze feuchte Standorte.

Keimplätze sind immer kleine Absätze vor einem senkrechten, kleinen Felsabsturz. Das geschützte Humuspolster darf keine starke Neigung aufweisen. Am besten ist es, wenn es vollständig horizontal liegt. Ist die Neigung zu groß, so kann sie sich nicht ansiedeln. Die Bewegung des Rohhumus ist hinderlich. Das entscheidende Moment für ihre Keimplätze liegt in der Verwitterbarkeit des Gesteins. *Silene rupestris* siedelt sich nur im feinsten, meist vom Wasser geschwemmten Humus an. Keimplätze wurden oft gefunden an etwas stärker geneigten

Stellen, wenn eine langsame Befeuchtung eingetreten war durch sanften Rieselregen. Wurden die Keimplätze dann bei einem stärkeren Regen von größeren Wassermengen erreicht, so wurden sie weggeschwemmt. Daß sie in Nordexposition oberhalb Hospental gefunden wurde, hat seine Ursache auch an dem feinen Humus, den der leicht verwitterbare Serizitschiefer liefert. Hier war es der Pflanze gelungen, sich Wuchsorte zu erobern in einer Felsrinne, in welcher sich der Humus angesammelt hatte. Am Anfang der Vegetationsperiode des Jahres 1910 hatten sich zahlreiche Exemplare entwickelt. Aber auch während des Sommers blieben alle kümmerlich. Einige cm weiter unten war in der Rinne durch einen Stock von *Anthoxantum odoratum* der feine Rohhumus zu einem flachen Humuspolster gestaut. Hier hatten sich die Keimlinge äußerst kräftig entwickelt.

Empfindlich ist *Silene rupestris* gegen niedere Temperaturen. Anfangs September 1910 litten sehr viele Exemplare an der Oberalpstraße durch häufige und starke Reifbildung. Die Pflanze kam dadurch nicht mehr stark zu Schaden, da die Früchte schon längst reif waren. Auch in dem Gebiete der Rotondohütte hatte diese ausgesprochen wärmeliebende Pflanze oft gelitten durch Kälte und Schnee.

Da, wo der Rohhumus der stärksten Sonnenglut ausgesetzt ist, siedelt sie sich an. Ihre Wurzeln dringen sehr wenig in die Tiefe. Es stehen ihr deshalb nur geringe Wassermengen zur Verfügung bei Trockenzeit. Ihre Entwicklung zu Beginn der Vegetationszeit ist deshalb eine äußerst rasche. Kaum hat sie geblüht, so sind die Kapseln auch schon reif. Am besten gedeiht sie im Humus anderer Pflanzen, wo ihr genügend Nahrung zur Verfügung steht.

Die rasche Entwicklung ist natürlich eine Folge des Wuchsortes. Im Frühling 1913 konnte ich dies genau verfolgen auf der Südseite der Gotthardstraße. An den Felsköpfen oberhalb des Fort Airolo suchte ich alle Pflanzen ab. Alle befanden sich an Stellen, wo das Schneewasser auf den Felsen herunter rieselte. Als nach einigen Tagen das Schneewasser versiegte, waren die Stöcke bereits verblüht. Dieser Vorgang konnte nach und nach in größere Höhen hinauf verfolgt werden. Wird



der Humus des Wuchsortes dann gänzlich trocken, so hat die Pflanze ihren Lebenslauf vollendet; die Kapseln sind reif.

Der Wassermangel kann allerdings auch zu groß werden. So wurden im Jahre 1911 an den tiefsten Standorten abgestorbene Exemplare gefunden. Die Exemplare bei Wassen (980 m) waren vollständig schwarz geworden. Auch auf der Südseite waren im gleichen Sommer zahlreiche Stöcke zugrunde gegangen. Einen Konkurrenzkampf mit andern Petrophyten kann *Silene rupestris* nicht aushalten.

## 2. *Sempervivum montanum*.

*Sempervivum montanum* (auch *Sempervivum alpinum* und *Sempervivum tectorum*) ist eine ausgesprochen heiße Wuchsorte liebende Detrituspflanze. Sie ist sowohl Exochomophyt als auch Chasmophyt und findet sich von der Schönbrücke bei Wassen bis gegen 3000 m, namentlich sehr häufig auf der Südseite des Gebirgskammes. Wie *Silene rupestris* bevorzugt sie die warmen bis heißen Expositionen. Es ist dies eine Eigenschaft der meisten *Sedum*- und *Sempervivum*-Arten. Es fehlen deshalb alle Vertreter dieser Gattungen an der nord-exponierten Bätzbergstraße. In der Schöllenen ist *Sempervivum* zu treffen, jedoch nur in Ostexposition. Sie fehlt auch auf dem Pizzo Centrale.

Während *Silene rupestris* horizontale Humusflächen besiedelt, bevorzugen die Hauswurzarten geneigte Felsplatten. An diesen ist die Bestrahlung eine intensivere. Eine noch größere Vorliebe zeigen sie für Standorte mit einem überhängenden Felsen (siehe Kapitel über die Temperatur). Diese zeigen nach den Temperaturmessungen die intensivste Erwärmung. An solchen Stellen siedelt sich eine Keimpflanze an und von der einen Rosette aus beginnt sich dann auf vegetativem Wege ein ganzes Polster zu bilden. Die junge Pflanze ist fast immer Spaltenpflanze. Die genannten Stellen sind geschützt vor dem schwemmenden Wasser. Daß die Bestrahlung die Hauptrolle spielt, zeigt die Erscheinung, das infolge der Rückstrahlung vom Felsen die vegetativen Sprosse dem Felsen zu wachsen. Ist die Neigung des Felsens eine sehr starke, so tritt meist Asymmetrie der Blattrosette ein. Die Blätter, welche

dem Felsen aufliegen, strecken sich. Diese Asymmetrie ist nicht zu verwechseln mit der durch einen Schmarotzer (*Endophyllum Sempervivii*) erzeugten. (J. Dopscheg, Flora, Bd. 105.)

Fehlt einer Pflanze der Raum, um sich zu einem Polster auszuarbeiten, so sucht sie neuen Boden zu gewinnen. Auf dem Südhange der Rotondohütte konnte dies mehrmals beobachtet werden. In einem Polytrichumpolster hatte sich ein *Sempervivum* angesiedelt. Die Felskanten waren zu hoch, als daß die Hauswurz sie überbrücken konnte. Alle Ausläufer wuchsen der Rinne entlang. Am Ende derselben erreichten sie eine Platte und hier bildete sich nun ein zusammenhängendes Polster. Während in der Rinne die Rosetten locker waren, entstanden auf der Fläche sehr dichte. Auch waren die Blattspitzen auf dem Polster rot gefärbt. Bei den Sprossen in der Rinne fehlte jede Rotfärbung (Fig. 27).

Die auf vegetativem Wege entstandenen Polster sind meist Exochomophyten. Die Ausläufer sterben ab, und die Tochterpflanzen stehen mit der Mutterpflanze nicht mehr in Verbindung. Diese vegetative Vermehrung ist eine ganz gewaltige, namentlich an Standorten, welche an die Geröllflora erinnern. Sehr oft fand eine Rosette am Ende eines Ausläufers keinen Wurzelort. Dann bildete sie einen neuen Ausläufer mit einer neuen Rosette am Ende. Es scheint, daß die Ausläufer eine gewisse Länge nicht überschreiten können. Die Rosette in der Mitte der beiden Ausläufer muß im vorhergehenden Jahre entstanden sein. Sie zeigte schon viele abgestorbene Blätter. Eine solche Rosette braucht allerdings äußerst wenig Humus, um Würzelchen treiben zu können. Von der zweiten Rosette war ein einziges Würzelchen in das bischen Detritus eingedrungen und in die feine Spalte. Von Humus war keine Spur vorhanden. Dasselbe könnte mehr der Befestigung dienen als der Nahrungsaufnahme.

Hat eine Rosette geblüht, so stirbt sie ab. Oft findet man zahlreich solche abgestorbenen Rosetten. Oettli sagt, daß die Hauswurz die Konkurrenz nicht aushalten könne. Dies konnte ich oft bestätigen. So fand ich auf dem Bätzberg ein Hauswurzpolster im Kampfe mit einer *Silene acaulis*. Die Rosetten der Hauswurz konnten nicht Schritt halten mit der *Caryophyllacee*. Sie wurde dicht eingeschlossen und durch das Größerwerden des

Silenepolsters nach und nach eingegraben. Es ragten nur noch die Spitzen aus dem einschließenden Polster hervor und bereits begann die *Silene* sich über dem *Sempervivum* zusammenzuneigen.

Die starke Vorliebe für die heißesten Standorte scheint mit den Bedingungen für das Blühen zusammenzuhängen. Dies zeigten die Jahre 1910 und 1911. Im ersten Jahre fand ich kein einziges Exemplar in Blüte. Dafür wurden blühende Exemplare im folgenden trockenen Jahre sehr häufig gefunden.

Obwohl *Silene rupestris* auch heiße Standorte liebt, habe ich die beiden doch nie miteinander in Konkurrenz gesehen. Die Ursache liegt wohl im Boden. Die Hauswurz ist nicht wählerisch in der Feinheit des Rohhumus. Es scheint sogar eine gewisse Vorliebe vorhanden zu sein für gröberen Rohhumus. Sie hält jedoch allen Humus und alle Mineralstücke durch ihr dichtes Polster fest und schafft sich nach und nach mehr Platz, um diesen zu besiedeln. Eigentümlich ist die Erscheinung, daß auf dem Humus einer abgestorbenen Rosette nie eine Ausläuferrosette sich festsetzt, sondern andere Felspflanzen. So findet man darin sehr häufig Keimpflanzen der *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Achillea moschata*, *Minuartia sedoides*. Die Hauswurz schafft also für diese Keim- und Wuchsorte. Hat sich der Eindringling einmal festgesetzt, so beginnt ein energischer Kampf zwischen beiden. Die Hauswurz unterliegt. Die genannte Steinbrechart und die *Minuartia* überdecken das Hauswurzpolster mit ihrem Flächenpolster, und dieses geht nach und nach zugrunde. Oft kann die Hauswurz successive mit dem Vorrücken des Eindringlings neuen Boden am Rande des Polsters gewinnen. Ähnliche Beobachtungen hat Oettli sehr schön beschrieben.

Während *Sempervivum montanum* im ganzen Untersuchungsgebiet zu finden ist, trifft dieses nicht zu für *Sempervivum arachnoideum* und erst recht nicht für *Sempervivum tomentosum*. Letzteres ist auf die Standorte an der Oberalpstraße beschränkt. Die Spinnwebehauswurz fehlt in allen höheren Lagen. Auf der Nordseite ist sie zu finden von Wassen bis zur Schöllenen und an der Oberalpstraße. Auf der Südseite ist sie wiederum zu finden, aber nur bis 1350 m. Die Wuchsorte sind nicht ganz analoge wie bei *Sempervivum montanum*.

Die Wurzeln gehen hier, was oft auch bei der erstgenannten Hauswurz zu beobachten ist, häufiger in Felsspalten. Sie ist äußerst häufig an den sonnigen Felsköpfen längs der Oberalpstraße.

Die Wuchsorte von *Sempervivum tomentosum* sind ähnliche, nur daß diese auf die Oberalpstraße beschränkt bleibt. Eine Eigenschaft aller Hauswurzarten ist die starke Erwärmung der Blätter und des Humus. Sie haben nicht nur die wärmsten Keimplätze, sondern schaffen sich auch die wärmsten Wuchsorte (siehe Temperaturverhältnisse).

### 3. *Sedum mite* und *Sedum alpestre*.

Die Wuchsorte beider sind die gleichen. Mit Ausnahme der schattigen Bätzbergstraße ist kein Standort im ganzen Gebiete, wo nicht die eine oder andere zu treffen ist. Hervorgehoben muß allerdings werden, daß sie viel häufiger und kräftiger sind auf der Südseite des Gotthards. Wie die schon erwähnten Crassulaceen lieben auch diese sonnige Lagen. Beide sind ausgezeichnete Exochomophyten und Bewohner des nackten Humus. Das Rhizom breitet sich rasenartig aus. Massenhaft bilden sich Winterknospen und Wintertriebe. Ähnlich wie die *Silene rupestris* bewohnen sie den angeschwemmten Humus, sind jedoch nicht so wählerisch in bezug auf eine geschützte Lage.

Häufig setzen sie sich fest an Stellen, wo eine Flechte abgestorben ist. Hie und da treten sie als Spaltenpflanze auf, wenn die Spalten eine gewisse Breite haben (1 cm). Auch sie suchen den Humus festzuhalten. Hierin haben sie eine größere Fähigkeit als *Silene rupestris*. Sie finden sich deshalb auch eher auf Felsen mit einer ziemlich starken Neigung. Das Gestein muß hier allerdings leicht verwitterbar sein wie der Serizitschiefer. In höheren Lagen scheint *Sedum mite* besser zu gedeihen als *Sedum alpestre*.

### 4. *Polypodium vulgare*.

Dieser typische Petrophyt findet sich allerdings auch zum Teil in Schutt und Geröll. Anderwärts ist er in den Niederungen auch als Epiphyt auf Bäumen gefunden worden. Dieses

Doppelvorkommnis (einerseits als Felsenpflanze, andererseits als Epiphyt) findet sein Analogon in dem Verhalten mancher tropischer Epiphyten. So wies Schimper nach, daß eine Anzahl der Gipfelpflanzen Javas in den tieferen, regenreicheren Regionen als Epiphyten oder auf salzreicherem Boden der Solfataren vorkommen (z. B. *Rhododendron javanicum*, *Rh. retusum*, *Vaccinium polyanthum*). Ähnliche Beobachtungen hat nach Schimper auch Mayr in Japan gemacht. Auch alpine Arten des Atlas finden sich bei Algier am Meeresstrande. Das Auftreten der gleichen Pflanzen auf Felsen, Bäumen und Salzboden hat seine Ursache in den gleichen Existenzbedingungen genannter Standorte, in der erschwerten Wasserversorgung.

Häufiger ist *Polypodium vulgare* echte Felsenpflanze, während *Allosurus crispus* mehr ein Bewohner des Gerölls ist. Es besiedelt die verstecktesten Wuchsorte der feuchten und schattigen Felsnischen der Gräte. Offen gelegene Keimplätze und Wuchsorte sind äußerst selten. Überall da, wo eine Höhlung sich ausgebildet hat in dem Felsen, und auf irgend eine Art sich Humus angesammelt hat, ist dieser Farn zu treffen. Felsnischen, welche lange mit Schnee bedeckt sind, werden bevorzugt. In großer Zahl findet man ihn nirgends. Er liebt es, als Einsiedler die entlegenen Nischen zu bewohnen. In tieferen Lagen ist er in größerer Zahl, aber immer verstreut, in den schattigen Schluchten zu treffen, so in den Felsnischen der Schöllenen. Hier dringt er auch sehr stark ins Geröll ein. Zwischen diesen turmhohen Felswänden finden sich schattige Wuchsorte genug. Er ist ebenso häufig Oberflächenpflanze als Spaltenpflanze. Je tiefer die Nische, desto günstiger der Keimplatz, desto günstiger der Wuchsort.

Keimpflanzen werden äußerst selten gefunden. Die Vermehrung geschieht vorwiegend durch Brutknospen, eine Tatsache, die auch Braun hervorhebt. Die Pflanze macht sehr wenig Ansprüche. Bekannt ist ihr Ergrünen im Dunkeln. Sehr häufig sind die Wuchsorte an der oberen Wandung der Nische. Hier ist die Verwitterung infolge der großen Luftfeuchtigkeit und infolge des Bergschweißes eine starke. An solchen Stellen fehlt jeder Abtransport der gelösten Rindenteile des Gesteins.

Horizontal gelegene Wuchsorte liebt *Polypodium vulgare* nicht. Auffallend sind Wuchsorte, wo die Pflanze senkrecht nach unten wachsen muß. Die Blätter stellen sich immer senkrecht zum einfallenden Lichte.

Ausgezeichnet hält diese schattenliebende Pflanze den Humus durch das Rhizom und die Unmenge von Wurzeln fest. Alle Mineralteilchen sind vollständig umwachsen vom Wurzelfilze. Die Verwitterung des Gesteins unter *Polypodium vulgare* ist eine sehr kräftige. Das Rhizom erreicht eine ganz beträchtliche Länge. Diese Erdstämme treiben eine Anzahl junger Triebe. Sie sind eingehüllt in Spreuschuppen. Auch die jungen Blattriebe sind von solchen umhüllt. Alle jungen Triebe sitzen am Ende des Erdstammes und bleiben lange erhalten. Wenn sie absterben, bleiben ihre Narben deutlich sichtbar und erzeugen das knorrige Aussehen des Erdstammes. Während Blattstiele nach mehreren Jahren absterben, ist dies bei den Wurzeln nicht der Fall. Sie bleiben erhalten. Sie erhalten jedes Jahr bedeutenden Zuwachs und dringen in die Felsspalten ein. Sehr häufig dient der Oberflächenhumus auch Laub- und Lebermoosen als Wuchsort. Diese umschließen dann die abgestorbenen Blattstiele. Dadurch bleiben sie auch im Erdreich.

Die Spreuschuppen bleiben alle erhalten, sodaß auch noch eine kräftige passive Wasserspeicherung zustande kommt. Wenn äußerlich die Pflanze als Exochomophyt erscheint, ist dies durchaus nicht immer der Fall. Sehr oft dringt sogar das Ende des Rhizoms in das Gestein ein. Doch wird die Pflanze erst sekundär Spaltenpflanze. Die Keimlinge sind alle Exochomophyten. Ist das Gestein stark gelockert worden, dann kann das Ende des Rhizoms eindringen. Dringt das Rhizom nicht ein, so sind es die vielen Wurzeln, welche die Pflanze äußerst stark verankern, sodaß es deshalb unmöglich wird, sie herauszuholen. Dies gilt namentlich von den Wuchsorten, welche mehr trockenen Charakter zeigen. An solchen gehen die Wurzeln außerordentlich tief auch im festen Gestein. Die Kraft dieser Wurzeln, sich auch in das sich wenig lockernde Gestein einzuzwängen, scheint groß zu sein. Die beiden Hauptprinzipien: Erweiterung des zu erreichenden Bodens und Zusammenhalten des Bodens, sind bei dieser Petrophyte sehr ausgeprägt. Es

zeigt sich auch hier, daß das Wurzelwerk an trockenen Wuchsorten bedeutend kräftiger ausgebaut ist, als an feuchten.

Ähnliche Standorte besiedelt auch *Allosurus crispus*. Doch geht er noch bedeutend tiefer in die Höhlungen des Felsens als *Polypodium*. Hier konnte einmal deutlich beobachtet werden, daß der Erdstamm in den Felsen eindrang. Auch die *Dryopteris spinulosa* besetzt gleiche Standorte. Doch ist diese wie *Allosurus* mehr Geröllpflanze.

### 5. *Asplenium Trichomanes*.

Dieser Farn wählt ähnliche Wuchsorte wie *Polypodium vulgare*. Auch er liebt sehr oft kleine Nischen. Diese müssen aber immer gegen Süden offen sein. Während der erstgenannte feuchte Standorte vorzieht, ist hier gerade das Gegenteil der Fall. Wir haben noch einen tiefgreifenden Unterschied. Während *Polypodium vulgare* fast ausschliesslich Oberflächenpflanze oder erst sekundär Spaltenpflanze wird, ist *Asplenium* charakteristisch Chasmophyt. Nie wurde es als Exochomophyt angetroffen. Die Vertiefungen im Felsen sind kleine Nischen, in welchen sich etwas Humus angehäuft hat. Die tiefste Nische zeigte eine Länge von 9 cm. Aus der Spalte heraus schickte es die Blätter.

Auch *Asplenium* hat ein äusserst dichtes Wurzelwerk. Zwischen zwei gelösten Steinplatten fand ich einen Filz von 20 cm Länge und 7 cm Breite. Die Spalte mochte eine Weite haben von  $\frac{1}{2}$  mm. Der Fels ist immer kompakt und wenigstens an der Oberfläche noch unangegriffen. Da, wo es sich festgesetzt hat, wurde nie ein anderer Petrophyt getroffen. Als erste besiedelte *Asplenium* die kleinsten Spalten. Von hier drängt es seine feinen, schwarzen Wurzeln in die Spalten hinein. Will man es herausreissen, so reisst man alle Blätter ab.

Die abgestorbenen Blätter bleiben erhalten, kommen der Pflanze jedoch nicht zugute, da sie herunterhängen und nicht eingepackt werden, wie bei *Polypodium vulgare*. Der Humus ist stets dunkel gefärbt.

*Asplenium* ist ein typischer Vertreter der Trockenheit liebenden Farne.

## 6. *Agrostis rupestris*.

Sie ist eine Felsenpflanze par excellence und findet sich im ganzen Gebiete an allen Standorten, was von *Agrostis alba* nicht zu sagen ist. Sie macht keinen Unterschied in bezug auf die Exposition und auch nicht in bezug auf die Gesteinsart innerhalb des Gebietes. Sie ist in Gebieten mit Kalk- und Urgestein kieselliebend. An niederen Standorten ist sie weniger häufig, als an höheren. Hier wird sie durch die andere Art ersetzt.

Sie ist auch an andern Standorten zu treffen, auf Rasen, Schneetälchen und ist eine der genügsamsten Chasmophyten. Die Keimpflanzen finden sich nur in kleinen Rinnen, wo eine kleine Spalte sich gebildet hat. Nie fand ich eine als Oberflächenpflanze. In einer kleinen, infolge von Abschuppung oder auch infolge von Spaltenfrost entstandenen Spalte, in der sich ein wenig Detritus angesammelt hat, kann ein Samen zum Keimen gelangen. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um geneigte, sehr oft beinahe vertikal verlaufende Rinnen.

Sie ist eine Vertreterin der Chomophyten, welche sich ihre Wuchsorte selbst schafft. Die kleine Keimpflanze bildet meist schon im ersten Jahre neue junge Triebe. Die Stauwirkung der jungen Keimpflanze kommt rasch zur Geltung. Langsam wird neues Material gestaut. Der junge Horst kann sich erweitern. So wird der ganze Wuchsort von der Pflanze selbst dem Felsen abgerungen. Konkurrenz habe ich bei jungen Exemplaren nicht gesehen. Die Ansiedelung geschieht immer an trockenen Keimplätzen, nie in feuchten Rinnen. Das Wachsen des Horstes geht außerordentlich langsam. Bei der Besiedelung spielt sehr oft der Zufall eine große Rolle. In der Nähe eines alten Stockes hatte ich auf dem ganzen Felsen keine einzige Keimpflanze dieser Graminee gefunden, obwohl die Früchte gerade reif geworden waren. Feuchtigkeit war zu dieser Zeit am Bätzberg auch genügend vorhanden. Der Regen war jedoch zu stark und hatte alle Gesteinssplitterchen mit samt dem Samen hinuntergeschwemmt.

An einem anderen Felskopfe an der Gotthardstraße waren die Verhältnisse ähnlich. Eine Reihe Keimpflanzen hatten sich



hier festgesetzt. Auch in diesem Falle waren Niederschläge vorangegangen, aber in Form fein verteilter Riesel. An genannten Felsen zählte ich fünf Keimlinge. Alle erstarken noch bis zum Herbst. Hat sich die Pflanze einmal festgesetzt, so geht ihr der Wuchsort nicht mehr verloren. Der sich entwickelnde Horst ist dicht und schließt jede Konkurrenz aus. Er gibt nicht einmal einem Keimling einer anderen Pflanze die Möglichkeit, sich zu entwickeln.

Das schieferige Gestein ist dieser Pflanze nicht sehr günstig. Dies zeigt am besten das Fehlen auf dem Serizitschiefer längs der Oberalpstraße, während sie beim Fort Bühl stellenweise noch dominiert und in jeder Exposition zu treffen ist. Immer verlangt sie einen kompakten Felsen. Nur in Spalten eines solchen Gesteines siedelt sie sich an. Häufig wurde *Agrostis* auch gefunden im Polster der *Silene acaulis*.

Hat diese Graminee sich stark genug entwickelt, so kann in Horizontalspalten nach und nach ein Band entstehen und dies führt zu einem reinen Plankenbestande.

Auffallend ist die große Härte gegen Hitze und Frost, obwohl keine sichtbaren Schutzmittel zu finden sind. Auch das Wurzelwerk ist verhältnismäßig nicht sehr groß, aber dicht. Die Verankerung ist deshalb doch eine starke. Vergesellschaftet tritt sie nur auf mit *Chrysanthemum alpinum* und mit *Achillea moschata*. Dies sind auch Besiedler kompakter Wände.

## 7. *Festuca varia*.

Diese Graminee gedeiht sehr häufig in den unteren Lagen unseres Gebietes. Im Haupttale steigt sie bis zum Rodont, um dort Halt zu machen. Auf dem Guspisgneis und auf der Paßhöhe fehlt sie. Auf der Südseite steigt sie hinauf bis zur Fieudostraße und im Tremola bis 1700 m. In allen höheren Lagen ist sie nur noch vereinzelt anzutreffen oder nicht mehr als charakteristische Felsenpflanze.

Professor Schröter sagt in seinem Pflanzenleben der Alpen, daß die bestandbildenden Rasenpflanzen sich in eine Reihe gruppieren lassen gemäß ihres Anspruches an den Humus des Bodens: *Festuca varia*, *Sesleria coerulea* (Kalk), *Festuca*

*violacea* (Kalk), *Carex sempervirens*, *Nardus stricta*, *Carex curvula*, *Avena versicolor* (humusliebend).

Daß die junge *Festuca varia* sehr wenig Humus verlangt, konnte auf allen Standorten beobachtet werden, selbst im Maggiatale und ebenso, daß dieser Schwingel einer der ersten Besiedler des Felsens ist und ungemein wenig Ansprüche macht an die Keimplätze. Braun hebt die sehr geringe Keimkraft hervor (bei einem Versuch von Samen aus dem Puschlav nur 4%).

Die Keimplätze sind ganz analog wie bei *Agrostis rupestris*. Die Verbreitung, der Transport des Samens wird ebenfalls besonders durch das Wasser vermittelt. Besiedelt werden fast ausschließlich vertikal oder schief verlaufende Rinnen (Gott-hardmassiv), da, wo das Wasser herunterrieselt. So entsteht ein absatzweises Besiedeln, das immer beobachtet werden kann, auch im kleinsten Rahmen. Diese etagenförmige Besiedelung konnte sehr schön bei Rodi-Fiesso verfolgt werden, wo sich nicht weniger als 7 Stockwerke fanden. Sehr häufig finden sich Keimplätze auch an Stellen, wo kleine Mineralstücke durch kleine Horizontalrippen gesammelt wurden. Es genügen ganz wenige solcher Kristalle und eine geringe Ansammlung von Wasser in kleinster Spalte zu einem ausgezeichneten Keimplatz für diese Grasart. Viele Keimlinge findet man nicht. Die wenigen beobachteten wachsen an solchen Stellen entweder auf *Polytrichumpolster* oder auf *Humus von Sempervivum*. Der Keimling dringt mit seinen Würzelchen in die feinsten Ritzen hinein. Die ersten werden senkrecht in die Felsspalten getrieben. Ein starkes Ausbreiten nach der Seite hin konnte nicht beobachtet werden. Es gelang mir allerdings nicht häufig, Spalten zu öffnen; denn *Festuca varia* liebt wie *Agrostis rupestris* feste Gesteine. Sie ist jedoch nicht so ausschließlich und gedeiht auch sehr gut auf dem Serizitschiefer oberhalb Andermatt und bei Hospental. Dort führt ihre Ansiedelung allerdings sehr rasch zur Wiesenflora. Auf den bankigen Gneisen des Tessin siedelt sie sich auf den kleinen Absätzen an. An Hand der Festucastöcke kann die Streichrichtung sehr schön ermittelt werden. Das gleiche gilt auch für *Saxifraga Cotyledon* (Fig. 29).

Hat die *Festuca varia* sich auf einem Polytrichumpolster niedergelassen, so ist dies nach meinen häufigen Beobachtungen der sichere Untergang des Moores.

Auch im Horstwuchs verhalten sich *Agrostis* und *Festuca* analog, nur erreichen die Horste des Schwingels eine viel bedeutendere Größe. Sie wachsen unwiderstehlich, und mit der Größe des Horstes steigt auch das Bedürfnis nach Humus. Die *Festuca* schafft sich nach und nach ein großes Humuslager. Sie schafft sich auch einen Absatz. Der Horst beginnt mit der Zeit vom Felsabsatze herauszuragen und zwar in ganz beträchtlichem Maße (Fig. 30).

So wurde beim Fort Bühl ein Stock gefunden mit einem Durchmesser von 45 cm. Auf der untern Seite ragte der Horst 30 cm weit heraus. Dieses Beispiel zeigt am besten die starke Verankerung. Ist doch das Gewicht eines solchen Horstes ganz beträchtlich. Es bedurfte der größten Anstrengung mit Hilfe des Eispickels, um das Exemplar zu erhalten. Durch diese starke Ausbreitung kommen die benachbarten Horste nach und nach zusammen und besiedeln die Planken. Da, wo *Festuca varia* einmal erstarkt ist, duldet sie in ihrer Nähe keinen Konkurrenten und trachtet darnach, die offene Formation zu schließen und führt so verhältnismäßig rasch zur Wiesenflora.

Mehrmals konnten junge Exemplare beobachtet werden im Humus von *Sempervivum montanum*, noch häufiger im Humus von *Sempervivum tomentosum* längs der Oberalpstraße. Während die Graminee noch klein war, war der Kampf zwischen beiden hart. Langsam aber sicher entwickelte sich der Horst und verdrängte mehr und mehr die Hauswurz. Es konnten alle Stadien des Kampfes zwischen den beiden Felsenpflanzen beobachtet werden.

Ganz kleine Exemplare der *Festuca* bis zu den stärksten Horsten, die noch umgeben sind von einem Kranze der *Sempervivum tomentosum*, sind zu finden. An einer Stelle waren nur noch wenige im Absterben begriffene Rosetten genannter Hauswurzart zu treffen.

Eine Vorliebe zeigt *Festuca varia* für warme Expositionen. Sie kann in nördlicher Exposition vorkommen, ist hier aber sehr selten.

Während *Agrostis rupestris*, welche die *Festuca varia* in den höheren Lagen vertritt, wenig Standorte bildet für andere Felsenpflanzen, ist dies beim Schwingel häufiger der Fall. Ein breiter Horst schafft Wuchsorte für *Bupleurum stellatum*. Dieses setzt sich immer zwischen *Festuca* und Felswand fest. An gleicher Stelle nistet sich oft auch *Calluna vulgaris* ein oder *Thymus Serpyllum*.

Sehr hart ist meist der Kampf um den Boden und namentlich auch um das Licht zwischen *Festuca* und *Bupleurum*. Beides sind sehr kompakt gebaute Pflanzen. Der Festucastock und das Hasenohr sind dann vollständig aneinander gepreßt. Aber dennoch gedeihen beide. Etwas günstiger daran ist der *Thymian*, der mit seinen Ausläufern den Horst überbrückt. Manchmal gelingt es auch *Galium asperum*, sich zwischen Felsen und *Festuca* einzuzwängen. Auf diese Art und Weise kann eine Vergesellschaftung entstehen. So wurden folgende Successionen gefunden:

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| I. <i>Festuca varia</i> ,          | I. <i>Polytrichum</i> ,          |
| II. <i>Galium asperum</i> ,        | II. <i>Festuca varia</i> ,       |
| <i>Thymus Serpyllum</i> ,          | III. <i>Primula hirsuta</i> ,    |
| <i>Bupleurum stellatum</i> .       | <i>Digitalis ambigua</i> ,       |
|                                    | <i>Epilobium angustifolium</i> , |
| I. <i>Sempervivum tomentosum</i> , | <i>Poa alpina</i> ,              |
| II. <i>Festuca varia</i> .         | <i>Allosurus crispus</i> ,       |
| III. <i>Bupleurum stellatum</i> ,  | <i>Chrysanthemum alpinum</i> .   |
| <i>Thymus Serpyllum</i> .          |                                  |

Ein andermal sprossen aus einem abgestorbenen Horste heraus: *Rumex Acetosella*, *Sedum mite*, *Thymus Serpyllum*, *Achillea Millefolium*.

Es kommt aber auch vor, daß ein *Festuca varia*-Stock durch seine passive Tätigkeit ein ebenes Humuslager staut. Dieses dient dann einem *Sedum mite* oder einem *Sedum alpestre* als Keim- und Wuchsort. Mehrmals konnte auch festgestellt werden, daß *Sedum dasyphyllum* sich im Polster festgesetzt hatte, aber immer unten auf der Vorderseite des Horstes, nie auf der Seite gegen den Felsen zu.

## 8. *Carex curvula* und *Carex sempervirens*.

Diese beiden Seggenarten sind mehr Vertreter der Wiesenflora, können jedoch auf dem nackten Felsen als erste Besiedler auftreten. Sie führen rasch zu einer mehr oder weniger geschlossenen Formation. Beide wählen als Keimplätze ähnliche Punkte wie die *Festuca varia*, nur müssen die Rinnen größer sein und mehr Detritus aufweisen. Sie sind nicht im Stande in so feinen Rinnen sich festzusetzen, wie die beiden genannten Gramineen. Haben sich im Gestein breitere Rinnen gebildet, in denen sich geschwemmter Humus ansammeln kann, dann setzt sich *Carex sempervirens* fest.

Die Besiedelung der ziemlich stark geneigten Rinne beginnt am Rande, und wenn der Horst eine gewisse Größe erreicht hat, schreitet sie auf vegetative Weise rasch vorwärts gegen die Mitte der Rinne zu, bis diese vollständig ausgefüllt wird. Die Besiedelungsschnelligkeit ist ziemlich groß, bedeutend größer als bei den Gramineen. Die Tuniken schützen die neuen Triebe über die Winterszeit, dienen als Wasser- und Nahrungsreservoir. Immer siedelt sich die Segge in Längsrinnen an und bildet nach und nach auch Planken. Sehr oft dringt sie auch in die Polster der *Silene acaulis* ein.

Auch *Carex curvula* besiedelt die Vertiefungen, welche das Wasser nach und nach gefressen hat, wenn sie durch Humus ausgefüllt sind. Rasch siedeln sich hier auch andere Pflanzen an, sodaß Komplexe zu finden sind, wie:

*Primula hirsuta*, *Avena versicolor*, *Hieracium alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*.

Beide Seggen sind stark humusbildend, in erster Linie *Carex curvula*. Dieser Humus hat eine dunkle Farbe und ist stark durchsetzt von Mineralteilchen. Stengel und Blatteile sind alle noch erhalten. Das gleiche gilt auch für *Nardus stricta*. Alle drei genannten sind als Keimlinge Exochomophyten und werden erst nach und nach im Laufe der Entwicklung Chasmophyten.

## 9. *Silene acaulis* und *Silene excapa*.

Die beiden Arten konnten bei diesen Beobachtungen nicht auseinandergehalten werden.

Braun betont, daß die *Silene excapa* bedeutend höher steige. Die Exemplare der höchsten Standorte gehören nach genanntem Autor zu *Silene excapa*. In unserem Gebiete steigen die Gipfel zu wenig in die Höhe, um die obere Vegetationsgrenze der beiden Silenen zu erreichen. Die höchsten Punkte sind:

Valetta . . . . .	2440 m	Rottälhorn . . . . .	2908 m
Lucendrosüdwand . . . . .	2700 „	Pizzo Centrale . . . . .	3003 „
Hühnerstock . . . . .	2886 „		

Höhere Lagen erwähnt Braun:

Silvretta . . . . .	3000 m	Munt Pers . . . . .	3100 m
Languard . . . . .	3253 „	Vadret . . . . .	3180 „
Forzezza . . . . .	<b>3500</b> „	Lyskamm im Wallis	3630 „

Wenn wir diese ausgezeichnete Felsenpflanze untersuchen nach ihrer Verbreitung, so fällt uns in erster Linie auf, daß sie in unserm Gebiet, wie übrigens auch anderswo, auffallend tief hinabsteigt. Schon Wahlenberg schrieb: „*Silene acaulis* in culmine montis Rigi frustra quaesita, longe infra Ebenalp descendit et ulterius longe infra Vallem Ursariam.“ Dies gilt jedoch nur für das Haupttal, und zwar nicht nur für die Nordseite, sondern auch, vielleicht noch schärfer, für die Südseite der Paßhöhe. Sie steigt hinunter bis gegen Hospental und auf der Südseite bis 1695 m.

*Silene acaulis* ist durchaus nicht auf das Urgebirge beschränkt, sondern findet sich auch auf Kalk, zieht aber das Urgebirge vor (Braun). Das Fehlen auf dem Guspisgneis hat seine Ursache nicht in der Gesteinsart, sondern im Mangel an typischen Felsstandorten. Auch in bezug auf die Exposition ist sie nicht sehr wählerisch. Sie bevorzugt die wärmeren Expositionen, von der Nordexposition schließt sie sich nicht aus, meidet dieselbe jedoch bis zu einem gewissen Grade.

Oettli betont, daß sie, wie auch *Carex firma*, hauptsächlich solche Felsen besiedelt, welche längere Zeit nach einem Regen noch triefen. Ganz gleiche Beobachtungen konnte ich nicht machen, aber doch ähnliche. Die schönsten Polster

fand ich oberhalb der Rotondohütte. Diese Hänge weisen ziemlich viel unterirdisch fließendes Wasser auf, das an zwei Stellen bei der Hütte zum Vorschein kommt und zur Verproviantierung der Hütte mit Wasser benutzt wird. Es ist ziemlich sicher, daß dieses Wasser der äußerst tief dringenden *Silene* zugute kommt. Dabei muß allerdings betont werden, daß gerade dieser Hang sehr sonnenreich ist, zu den heißesten gehört im Gebiete, und stark austrocknet. Das unterirdische Wasser ist aber nie versiegt, selbst nicht im warmen Sommer 1911, weil Schneewasser immer geliefert wird vom Schneefeld auf der Nordseite des Kammes. Ähnliches zeigt sich auch bei den niedrigsten Standorten auf der Nordseite der Gotthardstraße. Auch hier fiel mir auf, daß der Humus der Silenepolster lange Zeit feucht blieb im Innern und daß eine innere Wasserzufuhr zu konstatieren ist.

Daneben sind allerdings auch ganz entgegengesetzte Wuchsorte zu nennen, wie die Südseite des Lucendro. Die Möglichkeit der unterirdischen Wasserzufuhr ist aber auch hier nicht vollständig ausgeschlossen. Der Lucendro trägt ein Schneefeld bis auf den Gipfel seiner nördlichen Abdachung. Eine positive Beobachtung, daß Wasser durch Spalten auf die Südhalde gelangte, konnte jedoch nicht gemacht werden.

*Silene acaulis* zeigt eine Vorliebe für kompakten Fels. Sie findet sich hauptsächlich auf Granit und granitähnlichen Gneisen. Auf dem schieferigen Gestein fehlt sie fast vollständig. Auf dem Centrale ist sie mehr als Schuttpflanze zu betrachten denn als Felsenpflanze.

Die Keimpflanzen setzen sich immer in Spalten fest und zwar an ganz bestimmten Stellen, hauptsächlich da, wo eine Vertiefung sich gebildet hat (Fig. 31).

An diesen Keimplätzen ist sie zuerst Exochomophyte und wird erst sekundär Chasmophyte. Solche Standorte besiedelt sie hauptsächlich auf dem Fibbiagneise. An erstarkten Exemplaren ist dies nicht mehr zu erkennen, da die Vertiefungen vollständig ausgefüllt werden von dem Polster.

Figur 32 zeigt ein Beispiel, wo *Silene acaulis* fast einen Rasen bildet. Direkt am Felsen war das Polster locker und erst weiter nach vorn wurde es kompakter.

Während sie auf den Rundhöckern mehr flache Felsflächen bewohnt, sind es hier hauptsächlich die geneigten. Auch hier sind es Vertiefungen, welche von dem wachsenden Polster ausgefüllt werden. Die Form des Polsters schmiegt sich streng dem Untergrunde an. Je schwächer die Neigung des Felsens, desto flacher das Polster.

Ähnliche Keimplätze zeigten sich auf dem Cavannapaß. Auch hier befindet sie sich in einer Felsnische, wo sich eine Spalte gebildet hatte, überall da, wo eine Platte sich loszulösen beginnt. Unten ist jedoch eine muldenförmige Abplattung, wo ein anderes Stück vorher losgelöst wurde. Es sind alles Keimplätze, welche gegen SW schauen, also sehr exponierte Punkte an dem exponierten Felskopfe.

Halbkugelform erhält das Polster, wenn sich eine Keimpflanze festgesetzt hat in einer horizontalen Spalte eines vertikal abfallenden Felsens. Dies konnte schön beobachtet werden in der Umgebung der Rotondohütte und des Lucendropasses. Es scheint, als ob die Kompaktheit und die Wölbung eine Funktion der Neigung des Felsens seien. Dies zeigte sich auch weiter unten bei der Brücke über die Lucendroreuß. Während alle Polster in geringer Meereshöhe locker waren, sind sie in höheren Lagen kompakter (Fig. 32, 33, 34).

Sehr schön zeigen diese Tatsache die Standorte auf dem Hühnerstock und auf dem Bätzberge.

Das Polster sucht die Unebenheiten zu überbrücken. Dies zeigt, daß die Polster ganz beträchtliche Größen annehmen können. So wurden Polster gefunden von 50—60 cm Durchmesser (Fig. 35).

Bekannt ist die Länge der Hauptwurzel. Nie gelang es, diese vollständig zu erhalten. So zeigte am Bätzberg ein Exemplar von einem Durchmesser von 4—5 cm eine Hauptwurzel von mehr als 50 cm Länge. Ein anderes Exemplar von 9 cm Durchmesser hatte eine Wurzellänge von mehr als einem Meter. Mindestens ein Drittel muß noch hinzugerechnet werden, sodaß man auf eine Länge von 70—130 cm kommt. Immer dringen die Wurzeln in Spalten ein. Sind zwei benachbarte Spalten vorhanden, so teilt sich die Hauptwurzel und schiebt gleich starke Äste in beide. Sehr häufig wurden platt-



gedrückte Wurzeln gefunden. Der Querschnitt zeigte mehr oder weniger Kreisform bis zur Stelle, wo die Wurzel in den Felsen eindrang. Hier fand ein Wechsel statt von der Kreisform zum Oval.

Für gewöhnlich dringt die Wurzel senkrecht in die Spalten ein. Ist dies nicht möglich, so kann eine Wurzel lange Zeit fast wagrecht in der Spalte verlaufen und dann eindringen. So fand sich ein Exemplar auf der Valetta, bei welchem die Wurzel zuerst etwa 50 cm Länge der Spalte nach im Innern verlief und dann auf eine Distanz von 15—20 cm zutage trat und erst nachher senkrecht in die Spalte eindringen konnte.

Die *Silene* schafft sich kein solch kompaktes Polster, daß nicht andere Pflanzen in demselben keimen können. Auf den ersten Blick glaubt man oft, daß die Eindringlinge nur von dem Polster eingeschlossen wurden. Zerlegt man aber die Polster, so zeigt es sich, daß die betreffenden Pflanzen oft nur im Polster selbst wurzeln.

Es können auch hier Successionen aufgestellt werden. Die erste Succession wird häufig gebildet durch ein Polytrichumpolster. Folgende Beispiele sollen diese *Successionen* zeigen:

A. Bei der Rotondohütte:

(I., II., III. etc. sind die Successionen.)

1. Polster:

- I. *Silene acaulis*,
- II. *Chrysanthemum alpinum*,  
*Potentilla aurea*.

2. Polster:

- I. *Polytrichum*,
- II. *Silene acaulis*,
- III. *Chrysanthemum alpinum*,  
*Carex curvula*,  
*Erigeron neglectus*.

3. Polster:

- I. *Silene acaulis*,
- II. *Poa alpina*,  
*Salix herbacea*,  
*Chrysanthemum alpinum*.

4. Polster:

- I. *Silene acaulis*,
- II. *Saxifraga aspera* var. *bryoides*,  
*Poa alpina*,  
*Homogyne alpina*,  
*Chrysanthemum alpinum*.

5. Polster:

- I. *Polytrichum*,
- II. *Silene acaulis*,
- III. *Carex curvula*,  
*Chrysanthemum alpinum*,  
*Erigeron neglectus*,  
*Alchemilla pentaphyllea*,  
*Saxifraga aspera*.

## B. Auf dem Cavannapaß:

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1. Polster:                  | III. <i>Primula hirsuta</i> ,    |
| I. <i>Silene acaulis</i> ,   | <i>Pedicularis Kernerii</i> ,    |
| II. <i>Homogyne alpina</i> , | <i>Gnaphalium supinum</i> ,      |
| <i>Gentiana lutea</i> ,      | <i>Chrysanthemum alpinum</i> ,   |
| <i>Gentiana bavarica</i> .   | <i>Veronica fruticans</i> ,      |
|                              | <i>Phyteuma hemisphaericum</i> , |
| 2. Polster:                  | <i>Saxifraga aspera</i> .        |
| I. <i>Polytrichum</i> ,      |                                  |
| II. <i>Silene acaulis</i> ,  |                                  |

## C. Auf dem Ostgrat des Lucendro:

- |                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. Polster:                     | 2. Polster:                   |
| I. <i>Silene acaulis</i> ,      | I. <i>Silene acaulis</i> ,    |
| II. <i>Agrostis rupestris</i> , | II. <i>Primula hirsuta</i> ,  |
| <i>Statice montana</i> ,        | <i>Saxifraga moschata</i> ,   |
| <i>Erigeron neglectus</i> ,     | <i>Sempervivum montanum</i> , |
| <i>Gentiana bavarica</i> .      | <i>Saxifraga aspera</i> ,     |
|                                 | <i>Leontodon pyrenaicus</i> . |

## D. Auf dem Lucendropaß:

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Polster:                         | III. <i>Chrysanthemum alpinum</i> , |
| I. <i>Polytrichum</i> ,             | <i>Salix herbacea</i> ,             |
| II. <i>Silene acaulis</i> ,         | <i>Leontodon pyrenaicus</i> ,       |
| III. <i>Chrysanthemum alpinum</i> . | <i>Gnaphalium supinum</i> ,         |
| <i>Gnaphalium supinum</i> ,         | <i>Achillea pentaphyllea</i> ,      |
| <i>Leontodon pyrenaicus</i> ,       | <i>Pedicularis Kernerii</i> .       |
| <i>Gentiana bavarica</i> .          | 4. Polster (Nordexposition):        |
| 2. Polster:                         | I. <i>Silene acaulis</i> ,          |
| I. <i>Silene acaulis</i> ,          | II. <i>Carex curvula</i> ,          |
| II. <i>Poa alpina</i> ,             | <i>Poa alpina</i> ,                 |
| <i>Salix herbacea</i> ,             | <i>Chrysanthemum alpinum</i> ,      |
| <i>Chrysanthemum alpinum</i> .      | <i>Salix herbacea</i> .             |
| 3. Polster:                         | 5. Polster (Nordexposition):        |
| I. <i>Polytrichum</i> ,             | I. <i>Silene acaulis</i> ,          |
| II. <i>Silene acaulis</i> ,         | II. <i>Minuartia sedoides</i> ,     |
|                                     | <i>Saxifraga aspera</i> .           |

## E. Auf der Valetta:

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Polster:                   | <i>Achillea moschata</i> ,    |
| I. <i>Silene acaulis</i> ,    | <i>Festuca Halleri</i> ,      |
| II. <i>Avena versicolor</i> , | <i>Leontodon pyrenaicus</i> . |
| <i>Carex sempervirens</i> ,   |                               |

2. Polster:
- I. *Silene acaulis*,
  - II. *Salix herbacea*,  
*Sempervivum montanum*,  
*Achillea moschata*,  
*Agrostis rupestris*.

3. Polster:
- I. *Polytrichum*,
  - II. *Silene acaulis*,

- III. *Chrysanthemum alpinum*,  
*Potentilla aurea*.

4. Polster:
- I. *Silene acaulis*,
  - II. *Carex curvula*,  
*Erigeron neglectus*,  
*Pedicularis Kernerii*,  
*Gnaphalium carpathicum*.

### 10. *Minuartia sedoides*.

Diese Caryophyllacee ist ein ausgesprochener Formationsubiquist der nivalen Region; mit Vorliebe besiedelt sie jedoch Geröll, Schutt und Fels. Wir wollen sie hier doch kurz berücksichtigen, da sie an vielen Wuchsorten sich festsetzt, die in keiner Berührung stehen mit der Geröll- und Schuttflora. Inbezug auf die Gesteinsart macht sie keinen Unterschied. Sie findet sich nach Braun sowohl auf Kiesel als auch auf Kalk, kann aber doch unter die Gruppe der kieselliebenden Pflanzen gerechnet werden. Sie ist äußerst unempfindlich gegen Austrocknung, findet sich deshalb auf den windgepeitschten Gräten der höheren Lagen. Am tiefsten steigt sie hinunter im Gamsboden, bis 1914 m. Auf den Gräten von der Fibbia westwärts bis zur Pesciora ist sie Charakterpflanze dieser Standorte, ebenso auf dem Höhenzuge der Winterhornkette. Kräftig gedeiht sie erst oberhalb 2500 m und steigt in wohl entwickelten Exemplaren bis zu unseren höchsten Standorten. Braun hat sie bis 3300 m (Piz Linard) beobachtet, wo sie noch fruktifiziert. Sie ist mehr auf kompakten Felsen zu finden als auf leichtverwitterbaren Gesteinen und bewohnt ähnliche Standorte wie *Saxifraga aspera*, mit der sie einen unerbittlichen Kampf führt. Einen ähnlichen Kampf ums Dasein führt sie sehr oft auch mit *Silene acaulis* und *Chrysanthemum alpinum*. Die *Silene* bleibt meist Siegerin.

Die Keimplätze konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden, da Keimlinge sehr selten gefunden werden. Eine Vorliebe zeigt sie für Spalten auf einem kleinen Absatze. Die Neigung des Felsens darf nicht zu stark sein. Horizontale Flächen sind ihr aber nicht günstig. Solche Wuchsorte gibt

es massenhaft auf dem Gneis in der Umgebung der Rotondohütte. Sie zeigt auch eine Vorliebe für nördliche Expositionen.

Von der Spalte aus überwuchert das lockere Polster nach und nach die schwach geneigte Felswand. Im Jugendzustand kann die Pflanze auch Exochoomophyt sein, aber nur dann, wenn die Keimlinge auf einem *Polytrichum*-Polster sich entwickeln. Etwa 4—5 cm dringen in solchen Fällen die Würzelchen der Keimpflanze in den Humus des Mooses ein. Finden die erstarkenden Pflanzen dann keine Spalte, so sterben sie ab. Im Jahre 1911 waren aus einem solchen Polster alle Keimlinge verschwunden unter den genannten Verhältnissen. Daneben waren auch Keimlinge im gleichen Polster vorhanden gewesen, welche mit ihren Wurzeln in Felsspalten eingedrungen waren. Kein einziges dieser jungen Pflänzlein war abgestorben.

Diese Polsterpflanze zeigt drei Ausbildungsarten:

1. dichte Polsterform,
2. lockere Polsterform (Spalierform),
3. kombinierte Form.

In der Spalierform oder der lockeren Polsterform sendet die Pflanze zahlreiche Ausläufer über den Felsen ähnlich wie *Saxifraga aspera* var. *bryoides*. Oft werden von einem dichten Polster aus plötzlich solche Ausläufer geschickt, so daß die kompakte Form aufgegeben wird und an deren Stelle die lockere tritt. Die dichtere Wuchsform behält sie immer an Stellen, wo sie eingeengt wird, wie in Rinnen mit ziemlich hohen Kanten. Mit Vorliebe wächst sie im Schatten diesen Felskanten und Felsküntchen entlang. Erweitert sich die Rinne, so breitet sich die Pflanze aus und geht in die lockere Form über. An steileren Felsen ist immer nur die kompakte Form zu treffen. Oft konnte keine Ursache gefunden werden, warum die eine Wuchsform in die andere überging.

Auch durch *Minuartia sedoides* werden Keimplätze und Wuchsorte für andere Petrophyten geschaffen. Diese können nur in die kompakte Form eindringen, da die andere durch ihre Ausläufer die Eindringlinge überbrückt und erwürgt. Es fanden sich folgende Successionen:

## A. Im Rotondogebiet:

- | 1. Polster:                     | 2. Polster:                       |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| I. <i>Minuartia sedoides</i> ,  | I. <i>Minuartia sedoides</i> ,    |
| II. <i>Agrostis rupestris</i> , | II. <i>Sempervivum montanum</i> , |
| <i>Chrysanthemum alpinum</i> ,  | <i>Phyteuma hemisphaericum</i> .  |
| <i>Primula hirsuta</i> .        |                                   |

## B. Am Cavannapaß:

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| I. <i>Polytrichum</i> ,         | <i>Silene acaulis</i> ,            |
| II. <i>Minuartia sedoides</i> , | IV. <i>Chrysanthemum alpinum</i> , |
| III. <i>Carex curvula</i> ,     | <i>Poa alpina</i> .                |

## C. Auf der Fibbia (NNW):

- | 1. Polster:                      | 2. Polster:                     |
|----------------------------------|---------------------------------|
| I. <i>Minuartia sedoides</i> ,   | I. <i>Polytrichum</i> ,         |
| II. <i>Salix herbacea</i> ,      | II. <i>Minuartia sedoides</i> , |
| <i>Phyteuma hemisphaericum</i> , | III. <i>Poa alpina</i> ,        |
| <i>Chrysanthemum alpinum</i> ,   | <i>Chrysanthemum alpinum</i> ,  |
| <i>Poa alpina</i> ,              | <i>Saxifraga aspera</i> ,       |
| <i>Primula hirsuta</i> .         | IV. <i>Carex curvula</i>        |

*Minuartia sedoides* dringt sowohl in das Polster der *Saxifraga aspera* ein als auch *Saxifraga aspera* in dasjenige der *Minuartia sedoides*.

### 11. *Saxifraga aspera* var. *bryoides*.

Sie besiedelt, wie schon bemerkt, genau die gleichen Keimplätze und macht sie zu Wuchsorten wie *Minuartia sedoides*, ist sowohl charakteristische Spaltenpflanze als auch Oberflächenpflanze. In bezug auf die Höhenverteilung ist hervorzuheben, daß diese *Saxifraga* im Gotthardtal bis 1350 m hinuntersteigt, *Minuartia* nur bis 1900 m, im Val Tremola nur bis 1695 m. Braun erwähnt Standorte von *Saxifraga aspera* var. *bryoides* bei 400 m im Maggiatale. Wie ihre Partnerin steigt sie sehr hoch hinauf, am Piz Linard bis 3410 m (Braun). Auch sie ist ein Formationsubiquist, beschränkt sich aber auf den Kiesel. Sie ist nicht nur kieselliebend, sondern kieselstet. Auch sie bewohnt die vom Wind entblößten Gräte und Felsköpfe. Sehr häufig ist sie daher im Winter schneefrei. Sie besiedelt Rinnen mit stärkerer Neigung. Mit Vorliebe bewohnt sie jedoch horizontale Rinnen im Gestein, hauptsächlich Fels-

rinnen, in welchen das Wasser herunterrieselt. Längs dieser treibt sie ihre Ausläufer. Oft dient ein Goldhaarmoospolster als Keimplatz. Wenn immer möglich trachten die Wurzeln in Spalten hineinzukommen. Die Verbreitung geschieht hauptsächlich durch das Wasser.

An den windgefegten Felskanten werden oft einzelne Rosetten vom Polster weggerissen und weggetragen. Es scheint, daß diese, wenn sie auf günstige Orte fallen, sich wieder durch neue Wurzeln verankern. So fand ich mehrmals einzelne Rosetten mit zum Teil alten, abgestorbenen Blättchen allein in einer Mulde oder in einer Felsrinne.

Wie *Minuartia sedoides* bildet diese Saxifrage:

1. kompakte Polster,
2. lockere Rasen,
3. gemischte Polster.

Sie ist eine ausgezeichnete Felsenpflanze, welche versteht, ihren Wuchsort zu erweitern. Durch die Ausläufer werden Felsabsätze von 10—20 cm überbrückt, was sehr schön am Lucendropasse beobachtet werden konnte (siehe Figur 6).

Oben auf dem Felskopfe ist ein zusammenhängendes Polster, dann folgt ein lockeres und unten bildet sich wiederum ein dichtes.

Siedelt sich die Pflanze in einer Rinne an, so werden die Ausläufer längs der Rinne geschickt. Die Rinne darf die Tiefe von 1—2 cm nicht überschreiten. Ist sie tiefer, so ist kein Ausläufer drin, oder dieser wächst der oberen Kante entlang und sucht sich hier festzusetzen. Sie ist also nicht so schattenliebend wie *Minuartia*.

Bei dieser Steinbrechart haben wir immer eine Besiedelung von oben nach unten, nie wachsen Ausläufer nach oben. Leicht werden kleine Rücken überbrückt. In einer Rinne bildet sie eine Reihe von Rosetten. So zählte ich auf dem Bätzberg einer Rinne entlang einmal 87 Rosetten an einer Schnur. Diese waren mit der ursprünglichen Rosette in Verbindung und müssen von dieser aus ernährt werden; denn Wurzeln konnten sie nicht treiben. Von diesen 87 Rosetten waren: 61 grün, 3 in Blüte, 23 abgestorben.

Ein Polster beginnt gewöhnlich von der Mitte aus abzustarben, sodaß oft Rosetten im Zentrum des Polsters abgestorben sind. Diese sind von einem Kranz grüner Rosetten umgeben. Diese Steinbrechart ist ein böser Konkurrent. Am stärksten ist der Kampf mit der ökologisch gleichwertigen *Minuartia*. Auffallend ist dagegen das Vorhandensein der *Gentiana brachyphylla* in den Polstern der Steinbreche, und zwar meist in der lockeren Form. Häufig kommt sie auch in Kampf mit *Carex curvula*, muß in diesem jedoch unterliegen. Kommt sie in den Kampf mit *Primula hirsuta*, wird diese einfach eingepackt.

## 12. Saxifraga Aizoon.

Sie ist längs der Gotthardstraße zu finden, auf der Nordseite bis und mit dem Gurschengneis und auf der Südseite bis zur Tremola. Die höchsten Punkte sind der Ostgrat des Lucendro (2700 m) und die Gegend um die Rotondohütte herum. Höhere Lagen erwähnt Braun:

Vadret da Prünas (Bernina)	3000 m (Fels),
Piz Julier . . . . .	3500 m (Granit),
Piz Ot . . . . .	3200—3300 m.

Wenn sie auch sonnige Felswände besiedelt, so sind dies in unserem Gebiete immer Stellen, welche zeitweilen beschattet sind. Sie liebt Standorte, die im Winter schneefrei sind. Hier stimmen meine Beobachtungen mit denen von Braun überein. In der großen Trockenhärte gleicht sie *Saxifraga Cotyledon*. Während aber diese ausgesprochene Bewohnerin des Urgebirges ist, bevorzugt *Saxifraga Aizoon* die Kalkfelsen, meidet aber die Urgebirge nicht. Auch hier schmiegte sie sich der Kante des überfallenden Felsens an. Es sind dies immer ganz lokale Expositionen. Beobachtungen von Oettli, daß sie am besten in Höhlungen gedeiht, werden durch die meinigen auch auf unserer petrographischen Unterlage bestätigt. Sie zieht leicht verwitterbares Gestein vor. So fand ich die schönsten zusammenhängenden Polster auf dem Serizitschiefer.

Die sehr kräftige vegetative Vermehrung ersetzt vielleicht die äußerst geringe Keimfähigkeit. Sie betrug nach Braun aus Samen vom Calanda 0% und aus Samen vom Parpaner Schwarzhorn 4%. Die vegetative Vermehrung kann oft so

stark sein, daß vom Wind unterhöhlte Rasenbänder von den Rosetten von *Saxifraga aizoon* überwuchert werden können und der Abtragung durch den Wind Einhalt geboten wird. Auch noch auf dem Gurschengneis ist sie mehr Exochomophyt als Chasmophyt. Die Polster können meist leicht losgelöst werden. Auf dem schieferigen Gestein setzt sie sich immer senkrecht zu den Schichten fest. Sie kann sich festklammern zwischen den sich lösenden Gesteinsmassen und hält wiederum alles zusammen. An solchen Stellen bildet sie große Polster, was bei ihrer nächsten Verwandten, der *Saxifraga cotyledon*, nie beobachtet werden konnte. Die Kanten des Gesteins kann sie mittelst ihrer Ausläufer leicht überbrücken. Die größten Exemplare finden sich nur in geschützter Lage. Auf Serizit-schiefer kann sie auch als ausgezeichnete Spaltenpflanze auftreten.

Häufig fanden sich in ihrer Umgebung: *Galium asperum* und *Anthoxanthum odoratum*. Auch diese beiden siedeln sich gerne in Rinnen an. Die Rinne wird dann vollständig ausgefüllt, sodaß ein bandförmiges Polster entsteht. Auf die Kante hinauf dringt das Polster nicht, wenn die Rinne eine gewisse Breite hat.

Eine Hauptwurzel fehlt. (Charaktermerkmal der Saxifragen.) Eine große Anzahl Wurzeln dringen nach den verschiedensten Richtungen zwischen die Blättchen ein.

Der Schutz dieser Steinbrechart gegen Verdunstung ist groß wie auch bei *Saxifraga cotyledon*. Die dicke Kutikula findet sich nicht nur auf der Oberseite, sondern auch auf der Unterseite des Blattes. Der Kutikula sitzt noch eine Wachsschicht auf. Zudem liegen die Spaltöffnungen vertieft.

Die vegetative Vermehrung ist, wie schon erwähnt, außerordentlich stark. Eine einzige Rosette kann eine große Anzahl von Ausläufern aussenden; so fanden sich in einer Rosette in einem Polster 9 Ausläufer. Diese bleiben mit der Mutterpflanze in Verbindung. Leicht kann die Verbindung unterbrochen werden. Häufig stirbt eine alte Rosette ab. Die abgestorbenen Blätter bleiben erhalten. In diesem Falle lassen sich die Verhältnisse noch gut erkennen. Bleiben sie nicht erhalten, dann erkennt man den ehemaligen Ort der Rosette, da der Ausläufer



dünnere wird. Meistens bleibt auf diese Weise die ganze Rosettengemeinschaft beisammen.

Den Humus bildet die Pflanze meist selbst. Unter dem dichten Rasenpolster werden alle mineralischen Bestandteile und die abgestorbenen eigenen Pflanzenteile festgehalten. Die abgestorbenen Blätter des unteren Teiles der Rosette bleiben erhalten. Vom Vegetationspunkte aus entstehen immer neue. Hat die Rosette einen Blütenstand getragen, so stirbt sie ab.

Für die Entstehung der Ausläufer konnte kein Gesetz festgestellt werden. Das eine Mal findet man keinen einzigen vegetativen Trieb und das andere Mal eine große Anzahl. Die Ausläufer treiben kleine Blätter. Auch diese zeigen schon Kalkschuppen. Oberirdische und unterirdische Ausläufer besorgen die Vermehrung.

### 13. *Saxifraga Cotyledon.*

Diese Steinbrechart ist eine ausgezeichnete Felsenpflanze, sowohl Exochomophyt als auch Chasmophyt. Auf der Nordseite ist sie im Haupttal zu treffen bis zum Fort Bühl (1440 m). Weiter oben fehlt sie vollständig. Auch im oberen Teile der Schöllenen wurde sie nicht gefunden, während sie im unteren Teile ziemlich häufig ist. Je weiter man hinunter steigt, desto zahlreicher tritt sie auf. Auf der Südseite des Tales fehlt sie bis unterhalb Airolo. Die Ursache liegt wahrscheinlich im größeren Kalkgehalt der Gesteine der Tremolaserie. Sehr schön ist sie erst bei Rodi-Fiesso zu finden. Zu ihrem Studium wurde auch eine Exkursion nach Locarno und ins untere Maggiatal ausgeführt, wo sie in größter Menge vorkommt. In höheren Lagen ist sie allgemein mehr Spaltenpflanze, in tieferen dagegen öfters reine Oberflächenpflanze.

Keimpflanzen konnten in der Schöllenen und im Fort Bühl nicht beobachtet werden. Es waren alles ältere Exemplare. Zahlreich dagegen wurden Keimpflanzen bei Locarno und im Maggiatal erkannt. Man muß jedoch Vorsicht walten lassen, damit nicht Rosetten als Keimpflanzen beansprucht werden, die auf vegetativem Wege entstanden sind. Alle Keimlinge entwickelten sich in Moospolstern. Kein einziger wurde auf dem nackten Felsen gefunden. Von den Moosarten, die als

Unterlage dienen, sind zu nennen: *Bryum alpinum*, *Brachythecium plumosum* und *Amphidium*.

Sehr schön zeigt die Photographie (No. 6) dieses Keimen auf den Moospolstern. Weiter oben bei Faido setzt sie sich mehr oder weniger in den Horizontalfugen der Gneisplatten fest und breitet dann die Blattrosetten auf der vertikalen Wand der Platte aus, wie dies auch die Photographie zeigt.

Auf der Nordseite des Gotthards ist sie namentlich in den vertikalen Spalten zu treffen (nur in sonniger Lage). Hier setzt sie sich auch auf den Absätzen fest und braucht kein Moospolster als Unterlage. Schon bei Faido besiedelt sie den nackten Felsen.

Es scheint ein starker Unterschied in der Ausbildung des Wurzelwerkes vorhanden zu sein, ob sie als Spaltenpflanze oder als Oberflächenpflanze auftritt. Als Oberflächenpflanze ist sie namentlich an wenigstens im Frühling feuchten Standorten zu treffen. An trockenen Standorten ist sie hauptsächlich Spaltenpflanze, kann es jedoch auch an feuchten sein. Engler schreibt: „Bei allen Keimpflanzen der verschiedenen Saxifragaarten ging beim Keimen die Hauptwurzel zugrunde, während sich die ersten Nebenwurzeln stark entwickelten.“ Es besteht aber ein Unterschied in der Entwicklung der Nebenwurzeln.

An Oberflächenwuchsorten bilden sich eine Reihe von gleich starken Wurzeln. Ganz anders bei Spaltenpflanzen der trockenen Wuchsorte. Hier ist eine als Hauptwurzel entwickelt, welche vor allen anderen dominiert. Ob dies eine besonders stark gewordene Nebenwurzel ist oder ob die primäre Hauptwurzel sich in solchen Fällen erhalten hat, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Ich neige zu letzterer Ansicht. Bei den Exemplaren, die ich sammeln konnte, war kein Absterben der primären Hauptwurzel zu beobachten.

Ursprünglich sind die beiden Kotyledonen mit ihren Innenflächen aneinander gelegt. Bei der weiteren Entwicklung richten sie sich auf, und während des Streckens beginnen sie sich nach außen zu neigen, bis sie einen Winkel von  $180^\circ$  miteinander bilden. Das primäre Würzelchen, das eine relativ große Dicke besitzt, hat schon eine beträchtliche Länge.

(Fig. 38,1.) In der Mitte der Würzelchen scheint die Leitungsbahn hindurch. Die Kotyledonen sind rundlich, fleischig und verkehrt eiförmig. Eine seichte Furche ist in der Mitte zu konstatieren. Zwischen den beiden Kotyledonenblättern entstehen zwei grüne Blättchen. Ihre Form ist wenig verschieden von der der Kotyledonen. Auch sie stehen einander gegenüber. (Fig. 38,2.) Das eine ist stärker entwickelt und hüllt das andere etwas ein. Die Wurzel hat sich bereits geteilt. Die kleinen Würzelchen am Ende waren in großer Zahl vorhanden, wurden aber beim Herausnehmen abgerissen. (Fig. 38,3.) Bereits haben sich mehrere Blätter entwickelt. Eine Rosette bildet sich heraus. Die beiden Kotyledonen sind abgestorben. Die ersten Laubblätter sind auch fleischig wie die Kotyledonen. Der Wurzelhals ist kurz. Bei den Wurzeln tritt rasch Verholzung ein. Bei (Fig. 38,4) ist das Wurzelsystem ziemlich stark verzweigt. Die Hauptwurzel kann nur mit Mühe noch konstatiert werden. Die Kolyledonblätter sind abgestorben. (Fig. 38,6.) Deutlich kommt die Rosettenform zum Ausdruck. Bei (Fig. 38,5) sind auch schon einzelne Blättchen abgestorben. Diese Figur zeigt den Typus einer Spaltenpflanze.

Bei den Oberflächenpflanzen zeigen alle Wurzeln gleiche Stärke und durchsetzen den Humus gleichmäßig. Langsam vermehrt die Pflanze diesen Humus selbst. Die Rosetten breiten sich flach aus und halten alle Mineralteilchen fest. Auch die verwelkenden Blätter wandern unter die Mineralteilchen.

Die jüngsten Blätter sind gewöhnlich in den Blattrosetten etwas eingesenkt. Dies ist namentlich im Herbst der Fall. Die älteren Blätter umschließen die jungen. Es bildet sich dadurch eine mehrschichtige Schutzwand um den zartesten Teil der Pflanze, den Vegetationspunkt, herum.

Die verwelkten Blätter können jahrelang am Stengel bleiben; sie bilden so im Winter auch einen Kälteschutz und im Sommer ein Wasserreservoir. An einem Exemplar zählte ich 29 tote Blätter übereinander, die sich nicht vom Stengel losgelöst hatten. Im Frühling beginnen die älteren Blätter sich emporzuheben, während der Vegetationspunkt sich nicht erhebt. Dadurch wird dieser noch mehr in die Tiefe versenkt und noch mehr geschützt gegen Spätfrost.

Im Winter zeigt *Saxifraga Cotyledon* eine äußerst starke Frosthärte. Eine ganze Reihe von Exemplaren waren beim Fort Bühl steinhart gefroren. In einem Winter hielt ich einige Exemplare während 2 Monaten steinhart gefroren. Im Frühling war an ihnen nichts Abnormales zu beobachten. Nicht einmal die Blattspitzen hatten gelitten. In Andermatt fand ich allerdings einige abgestorbene Exemplare.

In höheren Lagen fehlt sie auf der Nordseite und wählt die sonnigen Expositionen. Im Tessin ist sie nicht ausschließlich auf die sonnigen Expositionen beschränkt, bevorzugt sie jedoch in hohem Maße. So fanden sich an einem fast rechtwinkligen Felskopfe oberhalb der Madonna del Sasso in SO- und NO-Exposition Exemplare. Alle auf der Sonnenseite waren groß und kräftig und alle auf der andern nur klein, wahrscheinlich von der sonnigen Seite auf die andere hinübergewandert.

Hat sich ein Exemplar einmal festgesetzt, so folgt eine kräftige vegetative Vermehrung. Diese konnte ich bei Andermatt und in der Schöllenen nur in sehr schwachem Maße beobachten. Äußerst kräftig ist sie bei Faïdo und Locarno. In der Tessin-schlucht zählte ich im Frühling 1910 13 Ausläufer mit Tochterrosetten an einem Exemplar. Häufig bleiben die Tochterrosetten mit der Mutterpflanze in Verbindung. Sie werden von den Ausläufern nach allen Richtungen getragen. Dies ist auch der Fall bei den Exemplaren in einem großen Moospolster. Die Moospolster werden sukzessive von den sich ausbreitenden Rosetten erwürgt.

Ganz anders verlaufen die Ausläufer in Spalten. Da werden sie längs der Spalten ausgeschickt, sei es nun vertikal oder horizontal. Auf diese Weise kommen manchmal Bänder zustande. Sehr häufig wandert ein Ausläufer auch über kleine Kanten hinweg. Manchmal werden die Ausläufer ohne Erfolg ausgeschickt, sodaß viele wiederum absterben. Die Rosetten zeigen eine große Lebenskraft. Oft konnte beobachtet werden, daß Rosetten vom Moospolster herausgelöst wurden und an der Hauptwurzel, welche sich in einer Felsspalte verankert hat, herunter hingen, z. B. bei Bignasco 12 cm weit. Manchmal

glaubt man im Moospolster einzelne aus Samen hervorgegangene Exemplare zu haben. Doch die meisten sind auf vegetative Weise entstanden. So fand ich einen Ausläufer von 20 cm Länge in einem Moospolster, der zwei Rosetten noch miteinander verband. Sehr häufig sind auch unterirdische Ausläufer.

Die starke Humussammlung spielt eine große Rolle. Wenn auch *Saxifraga Cotyledon* oft nicht die erste Besiedlerin des Felsens ist, so ist sie doch die erste Besiedlerin als Detrituspflanze. Sie schafft ausgezeichnete Keimplätze und Wuchsorte für andere Felsbewohner. Wenn man die alten Exemplare verfolgt, findet man sehr häufig, daß sich oberhalb des Steinbrechs ein Stock der *Festuca varia* festgesetzt hat, sodaß deutlich die Successionen: *Amphidium*, *Saxifraga Cotyledon*, *Festuca varia* verfolgt werden können (Fig. 37).

Das Gras bedrängt die *Saxifraga* sehr hart. Sie hat namentlich zu kämpfen um Luft und Licht. Die *Festuca* führt dann rasch zur geschlossenen Formation. Dann können wir nicht mehr von Felsflora sprechen. In dieser Beziehung zeigt *Saxifraga Cotyledon* viel Ähnlichkeit mit *Primula hirsuta*.

Sehr oft findet man unterhalb an einer Rosette oder einer Rosettengruppe *Silene acaulis* oder auch *Sedum dasyphyllum*; aber immer unterhalb der Blattrosetten, nie oberhalb. Manchmal stauen einige Rosetten auf der Oberfläche eines Felskopfes so stark, daß ein Zusammenleben von vielen Petrophyten zustande kommt. So fanden sich bei Locarno:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| I. Brachythecium,           | I. Saxifraga Cotyledon,   |
| II. Saxifraga Cotyledon,    | II. Sempervivum montanum, |
| III. Anthoxanthum odoratum, | Saxifraga Aizoon,         |
| Luzula nivea,               | Thymus vulgaris,          |
| Asplenium Trichomanes,      | Silene vulgaris.          |
| Silene vulgaris.            |                           |

In der Tessinschlucht bei Rodi-Fiesso:

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| I. Bryum alpinum.        | Potentilla aurea.   |
| II. Saxifraga Cotyledon, | Calluna vulgaris.   |
| III. Festuca varia,      | Juniperus communis. |

#### 14. *Saxifraga stellaris*, *aizoides* und *rotundifolia*.

Alle drei sind Eindringlinge der Alluvialflora, können aber als echte Chomophyten angesehen werden. Sie sind immer Feuchtigkeitszeiger, Besiedler der Felswände, wo das Wasser langsam herunterrieselt, wenn auch nicht immer, so doch während größerer Zeiträumen. Vertikale Spalten werden vorgezogen. An der Bätzbergstraße glaubte ich ein Exemplar an einem trockenen Wuchsorte gefunden zu haben. Doch es zeigte sich bald, daß es eine bedeutende Wassermenge erhielt durch Wasser, das in einer inneren Felsspalte herunterrieselte. Sehr oft fand sich *Saxifraga stellaris* in einem Moospolster. Die Wurzeln dringen immer in Felsspalten ein.

#### 15. *Primula hirsuta*.

Diese Felsenpflanze ist wohl die charakteristische Bewohnerin des Urgebirgsfelsens. Sie ist zu finden von der Schöllenen auf allen Standorten des Massives mit Ausnahme des Pizzo Centrale, hinunter bis nach Locarno (Ponte Brolla, 270 m). Bei uns ist sie auch in den höchsten Lagen noch zu treffen bei 2800 m. Braun fand sie am Piz Julier bei 3200 m. und am Flüela-Schwarzhorn bei 3130 m. Jaccard erwähnt einen Fundort (Schlaginweit) bei 3600 m am Monte Rosa.

Keine ist so wenig wählerisch in der Wahl des Wuchsortes wie diese Primel. Das eine Mal trifft man sie an den sonnigsten Hängen und dann wieder in Nordexposition. Das eine Mal bewohnt sie ziemlich feuchte, sogar fast nasse Lokalitäten und dann wieder die trockensten Wuchsorte. Sie ist charakteristische Spaltenpflanze. Als Oberflächenpflanze wurde sie sehr selten gefunden. Einige wenige solche Exemplare in der Umgebung der Rotondohütte waren nur schwach entwickelt. Sie beschränkt sich nicht ausschließlich auf kalkarme Gesteine, bevorzugt sie aber.

In den niederen Lagen wählt sie ganz analoge Keimplätze wie *Saxifraga Cotyledon* auf gleichen Moosarten. Die erstarkende Pflanze trachtet aber immer wieder in Felsspalten hinein zu gelangen. Auffallend war die Beobachtung, daß in dem Moospolster sehr viele kleine Rosetten zu finden waren, aber keine großen. (Maggiatal.) Nirgends ist der Unterschied zwischen

Keimplatz und Wuchsort so stark ausgeprägt. Im oberflächlichen Moospolster drin keimen sehr viele Samen. Mit der Zeit stirbt aber die wachsende Pflanze ab, wenn ihr die Möglichkeit fehlt, einen tieferen Grund für ihr Caulom zu finden. An anderen Stellen erstarkt die Rosette, wo das Caulom in eine Felsspalte eindringen kann. Die Primel ist aber durchaus nicht an ein Moospolster als Unterlage gebunden, um keimen zu können, namentlich nicht in höheren Lagen.

Dieser Chasmophyt hat nun den großen Vorteil, daß er sehr rasch blüht und die Samen reift, was auch Braun bestätigt. Sie werden schon ausgestreut, wenn das Schneewasser (s. Kapitel über die Wasserbilanz) noch herunterrieselt. In diesem Zeitpunkte kann die Keimpflanze sich entwickeln und erreicht eine gewisse Stärke, bis günstigere Verhältnisse eintreten. Dies ist überall zu beobachten.

In der Tessinschlucht ist das Keimen der Primel noch an das Vorhandensein eines Humuspolsters gebunden. Im Gotthardgebiet dagegen besiedelt sie die Spalten der kahlen Felswände. Alle werden aber zur Zeit der Schneeschmelze berieselt. An Stellen, die vom herunterfließenden Schneewasser nicht berührt wurden, fand ich sie nie. An solchen Stellen beginnt sie die kleinsten Spalten zu besiedeln (Fig. 39).

Das Wasser ist nicht nur zum Keimen nötig, sondern es nimmt sehr häufig Samen mit von höheren Lagen. Mehr noch als vertikale Spalten werden horizontale besiedelt, mit Vorliebe solche, die eine gewisse Tiefe aufweisen. (Fig. 40.) Das Lichtbedürfnis der Keimpflanzen ist nicht groß.

Nur wo irgend eine Vertiefung sich zeigt mit wenig Detritus, sucht die Primel sich festzusetzen. Es wurden Keimlinge gefunden in Detritismengen von Nadelkopfgröße. Sie benützt auch Wuchsorte des Gerölls, die an Felswuchsorte erinnern. Immer sucht sie die Rosetten vertikal zu stellen. In Spalten auf der horizontalen Oberfläche ist sie selten. Nun findet man sie gerade am häufigsten auf Absätzen, auch auf den obersten des Felsens. Die Pflanze wächst immer, wie (Fig. 41) zeigt.

Untersucht man einen solchen Wuchsort, so ist immer eine Spalte zu treffen. Diese hat meistens eine horizontale oder eine schiefe Lage, selten ist sie vertikal.

*Primula hirsuta* schafft sich auch ihren Wuchsort selbst. Sie hält allen Humus zurück, und auch hier bleiben wie bei manchen anderen Pflanzen die abgestorbenen Blätter am Stengel. Die Rosette verhindert ein Wegwehen der abgestorbenen Pflanzenteile. Diese wandern in die Spalten hinein. Die Blattrosette hält sie zurück und alles kommt der Pflanze zugute.

Die vegetative Vermehrung ist sehr kräftig. Keimpflanzen erkennt man am besten daran, daß sie isoliert sind. Sind mehrere Rosetten in der Nähe, so ist es oft sehr schwer oder meist unmöglich zu sagen, ob sie durch Samen oder durch vegetative Vermehrung entstanden sind. Verfolgt man die Rhizome benachbarter Rosetten mit Meißel und Hammer, so erkennt man beim Öffnen, daß alle Rhizome miteinander verwachsen sind. Diese Erdstämme der Primel erreichen eine ganz beträchtliche Länge. Schon Hess erwähnt solche von 25 cm. Solche Caulome fand ich öfters, einmal sogar von 30 cm Länge. Dieser Erdstamm dringt weit in die Felsspalten ein, und erst in einer beträchtlichen Tiefe entspringen von ihm aus eine Reihe von Adventivwurzeln.

Unter günstigen Verhältnissen kommt diese Primel oft zum zweiten Mal zum Blühen. Deshalb findet man sie in höheren Lagen den ganzen Sommer hindurch blühend, so noch am 30. Oktober 1909 an zahlreichen Exemplaren.

Die Lebenskraft der Caulome ist ganz beträchtlich. Es scheint, daß sie die Schnelligkeit der Verwitterung ziemlich stark beeinflussen; so fand ich, daß durch sie ein Felsblock bei Rodi-Fiesso sich losgelöst hatte. (Fig. 42.)

Von einem Caulom aus werden neue Rosetten senkrecht nach oben getrieben, sobald der Humus bloßgelegt ist. Auf diese Weise entstehen dann Rosettengruppen. Wenn auch das hintere Ende des Cauloms abzusterben beginnt, so wächst das vordere Ende dennoch weiter, lebt und treibt neue Wurzeln, um sich zu verankern. Es treibt auch neue Rosetten. Auch die abgestorbenen Caulome bleiben lange im Rohhumus, können beträchtliche Mengen Wasser aufsaugen und so die Wasserkapazität des Bodens stark beeinflussen.



Durch die vegetative Vermehrung werden oft Ketten gebildet. Von sechs großen Rosetten in einer Linie waren noch drei miteinander im Zusammenhange. Der ehemalige Zusammenhang ließ sich noch nachweisen durch Überreste der ehemaligen Caulome. Sehr schöne Ketten von Rosetten finden sich in horizontalen Spalten. In vertikalen Spalten tritt die Vermehrung ein durch Samen. Nie konnte ich vegetative Vermehrung in vertikaler Richtung nachweisen.

*Primula hirsuta* ist eine erste Besiedlerin von Felsspalten, die von Schneewasser berieselt werden. Sie schafft aber nicht nur kräftige Wuchsorte für sich selbst, sondern sie stellt auch Keim- und Wuchsorte für andere Felspflanzen her. In dieser Beziehung zeigt sie große Ähnlichkeit mit *Saxifraga Cotyledon*. Häufig werden auf der Primel große Horste gefunden, so daß *Primula hirsuta* vollständig nach unten gedrückt wird. Die Primel hält den Humus auf und schafft neuen Detritus. Auf diese Weise entwickeln sich zahlreiche andere Felsenpflanzen auf ihr, und der Kampf ums Dasein ist ein ganz bedeutender. Die Primel sucht nun diesem Kampf zu entgehen, indem sie weiter nach vorwärts wächst, um doch noch genügend Licht und Luft zu erhalten. Auf diese Weise erreichen die Caulome eine noch größere Länge. Die Pflanze schickt dann zahlreiche Wurzeln nach allen Richtungen, um sich wiederum zu verankern. Häufig setzt sich auf der Primel *Festuca varia* fest, manchmal auch *Carex sempervirens*. Ebenso oft ist es auch *Calluna vulgaris*, welche sich festsetzen kann, und der Kampf mit der Primel beginnt. Das Caulom wird dabei oft so stark verlängert, daß es über den Felsabsatz hinaus wächst.

Dies kann die Primel dann schließlich erwürgen. Die gleiche Stelle nehmen auch *Festuca Halleri* und *Vaccinium uliginosum* ein. Die Primel trägt dadurch viel dazu bei, ein Bewachsen des Felsens zu ermöglichen.

Sehr oft sind es aber nicht nur einzelne Vertreter, denen ein Festsetzen durch die Primel ermöglicht wird, sondern eine ganze Reihe, wie folgende Beispiele zeigen:

### A. Bei der Rotondohütte:

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| I. <i>Primula hirsuta</i> ,     | <i>Saxifraga aspera</i> ,           |
| II. <i>Avena versicolor</i> ,   | III. <i>Chrysanthemum alpinum</i> . |
| <i>Agrostis rupestris</i> ,     |                                     |
| <i>Sempervivum montanum</i> .   | I. <i>Primula hirsuta</i> ,         |
|                                 | II. <i>Carex sempervirens</i> ,     |
| I. <i>Primula hirsuta</i> ,     | <i>Avena versicolor</i> ,           |
| II. <i>Agrostis rupestris</i> , | <i>Hieracium alpinum</i> ,          |
| <i>Vaccinium Myrtillus</i> .    | <i>Chrysanthemum alpinum</i> .      |

### B. Beim Fort Bühl:

- |                                    |                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| I. Moospolster,                    | I. <i>Primula hirsuta</i> ,            |
| II. <i>Primula hirsuta</i> ,       | II. <i>Saxifraga Cotyledon</i> ,       |
| III. <i>Polygala Chamaebuxus</i> , | III. <i>Rhododendron ferrugineum</i> , |
| <i>Viola biflora</i> .             | <i>Alchemilla alpestre</i> ,           |
|                                    | <i>Vaccinium Myrtillus</i> ,           |
| I. <i>Primula hirsuta</i> ,        | <i>Juniperus communis</i> .            |
| II. <i>Juniperus communis</i> ,    |                                        |
| <i>Vaccinium Myrtillus</i> ,       |                                        |
| <i>Vaccinium Vitis-idaea</i> ,     |                                        |
| <i>Arctostaphylos Uva ursi</i> .   |                                        |

Am schönsten konnten die Successionen an der Oberalp verfolgt werden:

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| I. <i>Primula hirsuta</i> ,         | IV. <i>Thymus Serpyllum</i> , |
| II. <i>Cerastium pedunculatum</i> , | V. <i>Sedum dasyphyllum</i> . |
| III. <i>Festuca varia</i> ,         | (Fig. 43)                     |

### 16. Ericaceen.

Die meisten sind sehr verbreitet. So findet sich *Vaccinium Myrtillus* an allen Standorten mit Ausnahme des Pizzo Centrale, wo alle fehlen. *Vaccinium Vitis-idaea* fehlt zudem noch an den Standorten der Bätzbergstraße. *Vaccinium uliginosum* beginnt in der Schöllenen, im Val Tremola ist sie nur im obersten Teil zu treffen. *Calluna vulgaris* steigt auf der Nordseite zum Guspistal (1950 m) und im Val Tremola bis 1950 m, fehlt jedoch auf der Paßhöhe selbst. Sie ist aber auf der Fibbiaspitze zu treffen bei 2742 m. Sehr massenhaft wächst sie wiederum in der Tessinschlucht bei Faido. *Loiseleuria* ist nur in den höheren Lagen zu treffen, im Gamsboden von 1760 m an bis zur Fibbia (2760 m) und im Rotondogebiet bis 2500 m. Auf dem Centrale fehlt sie, ebenso auf der Südseite des Haupttales im Tremola.

Alle 3 *Vaccinium*-Arten verlangen warme Standorte, da alle sehr empfindlich sind gegen Frost, Standorte, welche während des Winters mit Schnee bedeckt sind. Ebenso empfindlich sind sie gegen Wind, wie auch ihre Verwandten: *Rhododendron ferrugineum*, *Arctostaphylus Uva ursi* und *Calluna vulgaris*.

Eine Ausnahme macht *Loiseleuria procumbens*. Dieser Zweig- und Spalierstrauch ist im Gegensatz zu den erstgenannten Petrophyten sehr oft gerade an den Winden ausgesetzten Standorten zu finden. Je exponierter der Wuchsort, desto gedrängter der Spalier. An Schneeböfen tritt oft Anthocyanbildung auf wie auch bei *Saxifraga aizoon*, *Saxifraga cotyledon*, *Saxifraga aizoides*, *Sierersia reptans*, *Gentiana Kochii*, *Antennaria dioeca*, *Thymus serpyllum*, mit denen sie oft die gleichen Standorte besiedelt. Dieses Spalier der windoffenen Kämme erreicht auch ein großes Alter. Braun gibt folgende Zahlen:

Berninapaßhöhe (2350 m)	. 50 und 75 Jahre
Piz Ot (2500—2600 m)	. . 55 und 65 „
Monte Vago (2620 m)	. . . 52 Jahre.

Die höchsten Standorte sind am Parpaner Rothorn 2790 m (Braun), Piz Chatscheders 2880 m (Rübel).

Obwohl alles ausgezeichnete Felsenpflanzen sind, müssen sie es nicht immer sein.

Braun betont, daß die drei *Vaccinium*arten in höhern Lagen steril sind, eine Tatsache, die das Fehlen von Keimpflanzen erklärt.

Alle drei sind charakteristische Chasmophyten. Sie meiden steile Felshänge, ziehen Absätze vor, namentlich Stellen, wo sie einer Felswand entlang wachsen können. Südexposition wird meist vorgezogen (Wärme). Es ist schwer, einen Unterschied heraus zu finden zwischen den Ansprüchen der drei. Schon *Vaccinium Vitis-idaea* ist frostepfindlich; das trifft in noch stärkerem Maße zu für *Vaccinium Myrtilus*. Sehr oft konnte an Steinblöcken bemerkt werden, daß *Vaccinium Myrtilus* die tiefsten Stellen bevorzugt, *Vaccinium uliginosum* die die steileren, und *Vaccinium Vitis-idaea* die Oberflächen.

Dies gilt namentlich für die Rundhöckerlandschaft der Paßhöhe. Diese Erscheinungen (Fig. 44) auf kleinstem Raume bestätigen die allgemeinen Beobachtungen vollauf. *Vaccinium Myrtillus*, die empfindlichste, schmiegt sich am Fuße des Felsblockes demselben an. Im Winter ist sie hier mit Schnee bedeckt, und im Sommer erhält die Wärmebedürftige durch die Rückstrahlung des Felsens viel Wärme. Auch die Oberfläche des Felsens ist mit Schnee bedeckt (*Vaccinium Vitis-idaea*), während die Seitenfläche eher vom Schnee entblößt wird (*Vaccinium uliginosum*).

Auch an anderen Standorten konnte die Beobachtung gemacht werden, daß die Heidelbeere die tiefsten Stellen auswählt. Ähnliche Tatsachen erwähnt auch Braun.

Alle entwickeln sich sehr rasch in den Spalten. Die Sprosse kommen aus großer Tiefe heraus. So wurden neue Sprosse gefunden von 30—45 cm Länge. Die Triebe bilden ein festes Geflecht und erst weiter unten beginnt das Geflecht der Wurzeln. Diese vegetative Vermehrung durch Kriechtriebe ist sehr stark. Sie bilden im obersten Humusteil ein dichtes Gewirr, das bis zu der Stelle im Rohhumus reicht, wo die Mineralteile sehr stark zunehmen. Der Humus ist in den Spalten nicht sehr kompakt. Die Heidelbeere und ihre Verwandten sind äußerst kräftige Bildner von Rohhumus. Dieser muß schon der vielen Kriechtriebe wegen locker sein, da sie ihn kreuz und quer durchwachsen. Die Kriechtriebe wachsen der obersten Humusschicht entlang, viel häufiger an der Grenze zwischen Rohhumus und Mineralboden, und von da richten sie sich auf und streben zwischen den Platten der Oberfläche zu. Solche Triebe fand ich oft zu Dutzenden. Es ist allerdings schwer, die Platte loszulösen.

Der Humus der Heidelbeere hat meist eine braune Farbe und ist faserig. Etwas kompakter ist der Humus von *Vaccinium Vitis-idaea*. Auch ist die Verfilzung eine stärkere, und es besteht ein Unterschied in der Farbe. Diese ist deutlich heller, schwankt von der hellgelben bis zur schwarzen Farbe. Die Kriechtriebe sind bei der Preiselbeere weniger zahlreich als bei ihrer Verwandten.

Im Humus aller drei sind immer sehr viele Überreste von Blättern zu finden. Diese wandern nach und nach in die Tiefe und vermehren den Humusgehalt. Dieses Prinzip des Festhaltens aller organischen Stoffe durch die Pflanze, des Schaffens von Wuchsorten und des Vergrößerns derselben durch die Pflanze selbst kommt hier äußerst schön zum Ausdruck.

Die Spalten sind gewöhnlich sehr eng. Die Vaccinien arbeiten rasch auf eine geschlossene Formation hin. Es fanden sich folgende Vertreter der Felsflora, Successionen bildend, mit ihnen vergesellschaftet:

#### A. Gotthardpaßhöhe:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| I. Polytrichum,          | I. Vaccinium Myrtillus,    |
| II. Vaccinium Myrtillus, | II. Sedum mite,            |
| III. Avena versicolor,   | Hieracium piliferum,       |
| Carex curvula,           | Vaccinium Vitis-idaea.     |
| Leontodon pyrenaicus,    | I. Vaccinium uliginosum,   |
| Hieracium piliferum,     | II. Anthoxanthum odoratum, |
| Phyteuma hemisphaericum, | Agrostis rupestris,        |
| Sedum mite.              | Phyteuma hemisphaericum.   |
| I. Vaccinium Myrtillus,  | Leontodon pyrenaicus.      |
| II. Carex curvula,       |                            |
| Leontodon pyrenaicus.    |                            |

#### B. Gamsboden:

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| I. Moospolster,            | Vaccinium uliginosum,     |
| II. Vaccinium Vitis-idaea, | Rhododendron ferrugineum. |
| III. Festuca rubra,        | I. Vaccinium uliginosum,  |
| Carex sempervirens,        | II. Sempervivum montanum. |
| Galium asperum,            |                           |

#### C. Rotondohütte:

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| I. Vaccinium uliginosum, | Carex curvula,        |
| II. Homogyne alpina,     | Leontodon pyrenaicus. |
| Avena versicolor,        |                       |

Ein ausgezeichneter Rohhumusbildner ist auch die *Loiseleuria procumbens*. Der Rohhumus derselben ist hellgelb. Sie dringt nicht so tief in die Spalten ein wie ihre Verwandten. Folgendes sind die Successionen:

#### A. Bei der Rotondohütte:

- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Primula hirsuta</i> ,      |
| II. <i>Vaccinium Myrtillus</i> ,   | <i>Leontodon pyrenaicus</i> , |
| III. <i>Avena versicolor</i> ,     | <i>Hieracium alpinum</i> .    |

#### B. Auf dem Ostgrat des Rottälhornes:

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Chrysanthemum alpinum</i> , |
| II. <i>Primula hirsuta</i> ,       | <i>Hieracium alpinum</i> .     |

#### C. Auf dem Rottälhorn:

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Chrysanthemum alpinum</i> , |
| II. <i>Sempervivum montanum</i> ,  | <i>Hieracium alpinum</i> .     |
| <i>Primula hirsuta</i> ,           |                                |

#### D. Auf der Bätzbergspitze:

- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Saxifraga aspera</i> ,     |
| II. <i>Chrysanthemum alpinum</i> , | III. <i>Primula hirsuta</i> , |
| <i>Doronicum Clusii</i> ,          | <i>Silene acaulis</i> .       |

#### E. Am Südhang des Lucendro:

- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Erigeron alpinus</i> ,     |
| II. <i>Agrostis rupestris</i> ,    | <i>Potentilla aurea</i> ,     |
| <i>Thymus Serpyllum</i> ,          | <i>Leontodon pyrenaicus</i> . |

#### F. Ostgrat der Fibbia (NNW):

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Hieracium piliferum</i> , |
| II. <i>Carex sempervirens</i> ,    | <i>Primula hirsuta</i> .     |

#### G. Paßhöhe:

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| I. <i>Loiseleuria procumbens</i> , | <i>Carex curvula</i> ,       |
| II. <i>Vaccinium Myrtillus</i> ,   | <i>Homogyne alpina</i> ,     |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> ,      | <i>Hieracium piliferum</i> . |

### 17. *Thymus Serpyllum*.

Dies ist eine typische Spaltenpflanze der sonnigsten Felswände, fehlt deshalb in der Schöllenen und an der Bätzbergstraße. Äußerst zahlreich ist sie vertreten beim Fort Bühl und an der Oberalpstraße. Im Gamsboden steigt sie bis 1950 m. Auf dem Guspisgneis ist sie nicht mehr zu finden. Am höchsten steigt sie im Val Tremola bis 2000 m und auf der Südseite des Lucendro bis 2700 m und im Rotondogebiete auch bis 2700 m. Als höchsten Standort erwähnt Braun: Piz Ot 2930 m.

Sehr zahlreich ist sie im oberen Tessin.

Oft glaubte ich sie als Oberflächenpflanze zu finden. Es war jedoch immer die bekannte Täuschung. Das Wurzelgeflecht ist dicht. Sie scheint weniger die nackten Felswände zu besiedeln als schon ausgebildete Wuchsorte von anderen Pflanzen. So findet man sie häufig auf dem oberen Rande des Humus einer *Festuca varia*. Die Wurzeln dringen kräftig zwischen die Wurzeln der Graminee hinein, und hier findet ein Kampf statt, namentlich im Humus. Das Wurzelwerk des Wirtes (im engeren Sinne) wird kreuz und quer durchzogen. Dasselbe dringt auch zwischen die Glimmerblättchen hinein. Im Serizit-schiefer werden diese vollständig von einander getrennt. Der Zusammenhang des Felsens ist nur noch möglich durch das Netzwerk der Wurzeln selbst.

Auch oberirdisch tobt der Kampf, doch hat der Thymian den Vorteil der spalierartigen Ausbreitung. Von einer Stelle aus breitet er sich auf dem heißen Felsen aus. Ist der Festuca-stock im Wege, so wandern alle Ausläufer über ihn hinweg. Der Horst wird vollständig bedeckt mit den Ausläufern des Thymians. Auch die Hauswurz erleidet oft das gleiche Schicksal. Diese gibt zuerst die Rosettenform auf und geht in eine lockerere Polsterform über. Sie beginnt ebenfalls zahlreich Sprosse zu treiben. Es gelingt ihr jedoch selten, mit dem Thymian Schritt zu halten, da dieser seine Ausläufer über den Felsen hinunter schickt, was *Sempervivum* nicht in so starkem Maße im Stande ist.

Diese Ausläufer erreichen eine beträchtliche Länge. So fand ich einen solchen von 63 cm Länge. Nirgends konnte er sich festsetzen und starb ab. Oft kann eine schöne Beobachtung gemacht werden. Viele Ausläufer können sich nicht festsetzen und keine Wurzeln treiben. Von diesen werden senkrecht nach oben zahlreiche Blütenstiele getrieben, um auch auf diese Art für die Vermehrung zu sorgen. Können die Ausläufer sich festwurzeln, so treiben sie im gleichen Sommer keine Blüten mehr.

Der Thymian kann auch den nackten Felsen besiedeln, ohne die vorhergehende Arbeit anderer Pflanzen.

Er beherbergt auch wieder andere Pflanzen, führt mit ihnen allerdings einen harten Kampf.

Successionen:

A. Im Val Tremola:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| I. Thymus Serpyllum,  | Sempervivum montanum, |
| II. Saxifraga Aizoon, | Sedum alpestre.       |

B. Beim Fort Airolo:

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| I. Thymus Serpyllum,   | Sedum mite,    |
| II. Festuca varia,     | Aster alpinus. |
| III. Rumex Acetosella, |                |

C. Bei Faido:

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| I. Thymus Serpyllum,          | Sedum album,   |
| II. Sempervivum arachnoideum, | Galium rubrum. |

D. Im Gamsboden:

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| I. Sempervivum montanum, | Antennaria dioeca, |
| II. Thymus Serpyllum,    | Calluna vulgaris.  |
| III. Primula hirsuta,    |                    |

E. An der Oberalpstraße:

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| I. Thymus Serpyllum,        | Saxifraga Aizoon,        |
| II. Sempervivum tomentosum, | Dianthus Carthusianorum. |

F. In der Schöllenen:

- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| I. Thymus Serpyllum, | I. Thymus Serpyllum,          |
| II. Luzula nivea,    | II. Campanula cochlearifolia, |
| Primula hirsuta,     | Festuca rubra.                |
| Carex Sempervirens,  |                               |
| Calluna vulgaris.    |                               |



## 5. Kapitel.

# Allgemeine Zusammensetzung der Flora nach Standorten.

### Bemerkungen:

1. Geologische und petrographische Verhältnisse und Klima siehe früheres Kapitel.
2. Nomenklatur: nach Schinz und Keller, 3. Auflage.
3. Fett gedruckt sind in den Standortsaufnahmen die dominierenden Arten.
4. Standortaufnahmen: Es wurden nur die Petrophyten aufgezeichnet. Diejenigen Arten, welche einen Standort bewohnen, der den Charakter der Wiesenflora oder der Geröllflora angenommen hatte, wurden weggelassen. Es ist natürlich schwer, manchmal unmöglich, eine scharfe Grenzlinie zu ziehen. In diesem Falle muß das Gefühl des Sammlers entscheiden.

## I. Standorte des Aarmassives.

### A. Reußtal.

**1. Standort: Felskopf bei der Brücke unterhalb Wassen.** Unterlage: Granit. Exposition: Süd. Meereshöhe: 750 m.

*Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *Asplenium septentrionale*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Picea excelsa*, *Agrostis alba*, *Betula pendula*, *Alnus viridis*, *Thesium alpinum*, *Silene rupestris*, *Sedum dasyphyllum*, *Fragaria vesca*, *Polygala vulgare*, *Acer Pseudoplatanus*, *Hypericum perforatum*, **Vaccinium Myrtillus**, **Calluna vulgaris**, **Thymus Serpyllum**, *Campanula rotundifolia*, *Campanula barbata*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Solidago Virga-aurea*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

**Felskopf bei der Brücke unterhalb Wassen.** Unterlage: Granit. Exposition: Südost. Meereshöhe: 750 m.

*Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *Asplenium septentrionale*, *Cystopteris fragilis*, *Picea excelsa*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Agrostis alba*, *Lolium perenne*, *Festuca varia*, *Luzula nivea*, *Betula pendula*, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, *Silene rupestris*, **Sedum dasyphyllum**, *Sedum album*, *Sedum mite*, *Sempervivum arachnoideum*, **Saxifraga Cotyledon**, *Sorbus*

aucuparia, Epilobium angustifolium, **Vaccinium Myrtillus**, **Calluna vulgaris**, **Thymus Serpyllum**, Veronica latifolia, Campanula rotundifolia, Phyteuma hemisphaericum, Phyteuma betonicifolium, Solidago Virga-aurea, Hieracium intybaceum.

**2. Standort: Felskopf bei Schönbruck zwischen Göschenen und Wassen.** Unterlage: Granit. Exposition: West. Meereshöhe: 980 m.

Polypodium vulgare, Asplenium Trichomanes, Lycopodium Selago, Selaginella selaginoides, Agrostis rupestris, Anthoxanthum odoratum, **Festuca varia**, Luzula nivea, Thesium alpinum, Sempervivum arachnoideum, **Saxifraga Cotyledon**, Saxifraga aizoides, Saxifraga stellaris, Sorbus aucuparia, Alchemilla vulgaris ssp. alpestris, Trifolium alpestre, Polygala vulgare, Epilobium angustifolium, Astrantia minor, **Calluna vulgaris**, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Thymus Serpyllum**, Galium rubrum, Valeriana tripteris, Knautia silvatica, Campanula barbata, Campanula Scheuchzeri, Phyteuma hemisphaericum, Phyteuma betonicifolium, Solidago Virga-aurea, Chrysanthemum Leucanthemum.

## B. Schöllenen.

**3. Standort: Felsköpfe westlich des Südausganges von Göschenen.** Unterlage: Protogin. Gestein sehr kompakt. Exposition: Ost. Meereshöhe 1150 m.

**1. Felskopf:** Polypodium vulgare, Allosurus crispus, Asplenium Trichomanes, Juniperus communis var. montana, **Festuca varia**, Silene rupestris, Sempervivum montanum, Sempervivum arachnoideum, **Saxifraga Cotyledon**, **Primula hirsuta**, Campanula Scheuchzeri, Phyteuma Halleri, Solidago Virga-aurea.

**2. Felskopf:** Polypodium vulgare, Pteridium aquilinum, **Festuca varia**, Agrostis alba, Calamagrostis villosa, Carex sempervirens, Thesium alpinum, Cardamine resedifolia, Sempervivum arachnoideum, **Saxifraga Cotyledon**, Parnassia palustris, Astrantia minor, **Primula hirsuta**, Veronica latifolia, Campanula Scheuchzeri, Leontodon pyrenaicus.

**3. Felskopf:** Polypodium vulgare, Juniperus communis var. montana, **Festuca varia**, Anthoxanthum odoratum, Agrostis tenella var. mutica, Carex sempervirens, Carex frigida, Luzula nivea, Thesium alpinum, Sempervivum arachnoideum, **Saxifraga Cotyledon**, Potentilla aurea, **Calluna vulgaris**, Astrantia minor, **Primula hirsuta**, Thymus Serpyllum, Campanula cochlearifolia, Phyteuma hemisphaericum, Knautia silvatica, Carduus defloratus.

**4. Standort: Felsköpfe östlich und oberhalb des Tunnelausganges.** Unterlage: Protogin. Exposition: West. Meereshöhe: 1350 m.

**Polypodium vulgare**, **Allosurus crispus**, Pteridium aquilinum, Lycopodium Selago, Agrostis rupestris, Agrostis alba var. genuina, **Festuca varia**, Festuca rubra, Carex sempervirens, Carex frigida, Alnus viridis, Thesium alpinum, Cardamine resedifolia, Sedum dasyphyllum, **Saxifraga Cotyledon**, Saxifraga aizoides, Saxifraga Aizoon, Alchemilla vulgare ssp. alpestre,

Sorbus aucuparia, Lotus corniculatus, Bupleurum stellatum, Aстранtia minor, Calluna vulgaris, Rhododendron ferrugineum, **Primula hirsuta**, Gentiana purpurea, Thymus Serpyllum, Pedicularis tuberosa, Euphrasia alpina, Knautia silvatica, Campanula cochlearifolia, Campanula rotundifolia. Phyteuma hemisphaericum, Solidago Virga-aurea, Leontodon hispidus var. genuinus, Leontodon pyrenaicus, Antennaria dioeca, Hieracium amplexicaule Hieracium murorum ssp. bifidiforme.

**5. Standort: Felsköpfe unterhalb der Galerie.** Unterlage: Protogin. Exposition: Ost. Meereshöhe: 1350 m.

**Polypodium vulgare**, Cystopteris fragilis, Dryopteris spinulosa ssp. euspinulosa, Dryopteris spinulosa ssp. dilatata, Dryopteris Linnæana, **Allosurus crispus**, Lycopodium Selago, Selaginella selaginoides, Juniperus communis var. montana, Pinus montana, **Festuca varia**, Anthoxanthum odoratum, Agrostis rupestris, Phleum phleoides, Deschampsia flexuosa. **Carex sempervirens**, Luzula nivea, Luzula spadicea, Coeloglossum viride, Thesium alpinum, Cardamine resedifolia, Sedum dasyphyllum, Sedum alpestre, Sempervivum montanum, Saxifraga stellaris, Saxifraga aspera, Sorbus aucuparia, Alchemilla vulgaris ssp. alpestris, Viola biflora, Epilobium angustifolium, Aстранtia minor, Bupleurum stellatum, Vaccinium Myrtillus. Vaccinium Vitis-idaea, **Rhododendron ferrugineum**, **Primula hirsuta**, Thymus Serpyllum, Digitalis ambigua, Galium asperum, Valeriana tripteris, Campanula rotundifolia, Phyteuma hemisphaericum, Phyteuma betonicifolium. Aster alpinus, Arnica montana, Solidago Virga-aurea, Achillea macrophylla, Leontodon pyrenaicus, Carduus defloratus, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

### C. Bätzbergstraße.

**6. Standort: Felskopf unterhalb des Reduits an der Straße nach dem Fort Bätzberg.** Unterlage: Protogin. Sehr kompakt. Exposition: Nord. Meereshöhe: 1550 m.

a) **Auf dem Oberflächenhumus:** Lycopodium Selago, Agrostis tenuis, Calamagrostis villosa, Pinus montana, Alnus viridis, Vaccinium Myrtillus, **Rhododendron ferrugineum**, Loiseleuria procumbens.

b) **Auf einem 2. Oberflächenpolster:** Agrostis tenuis, **Calamagrostis varia**, Calamagrostis villosa var. pulchella, Veratrum album, Alnus viridis. **Saxifraga stellaris**, Aстранtia minor, Rhododendron ferrugineum, Gentiana purpurea, Gnaphalium silvaticum, Solidago Virga-aurea.

c) **Felswand-Nordexposition:** **Allosurus crispus**, Anthoxanthum odoratum. Alnus viridis, Saxifraga stellaris, Rosa pendulina, Sorbus aucuparia, Potentilla erecta, Aстранtia minor, Vaccinium uliginosum, Euphrasia minima. Homogyne alpina.

**7. Standort: Felskopf an der gleichen Straße nach dem Reduit.** Unterlage: Protogin. Exposition: Nord. Meereshöhe: 1600 m.

Dryopteris spinulosa ssp. dilatata, Lycopodium Selago, Woodsia ilvensis, Juniperus communis var. montana, Pinus montana, Agrostis

alba, **Anthoxanthum odoratum**, *Agrostis tenuis*, *Alnus viridis*, *Thesium alpinum*, *Rumex scutatus*, *Silene rupestris*, *Cardamine resedifolia* var. *integrifolia*, *Saxifraga stellaris*, *Epilobium alsinifolium*, *Epilobium palustre*, *Epilobium alsinifolium* × *palustre*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Rhododendron ferrugineum*, *Calluna vulgaris*, ***Primula hirsuta***, *Digitalis ambigua*, *Euphrasia alpina*, *Gnaphalium silvaticum*, *Solidago Virga-aurea*.

**8. Standort: Kleine Granitwand an der Kehre nach dem Reduit.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1650 m.

*Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *Allosurus crispus*, *Agrostis rupestris*, ***Calamagrostis villosa*** var. *mutica*, *Poa nemoralis* var. *firmula*, ***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Thesium alpinum*, *Rumex scutatus*, *Silene vulgaris*, *Silene rupestris*, *Aconitum Napellus*, *Cardamine resedifolia*, ***Saxifraga stellaris***, *Epilobium palustre*, *Campanula rotundifolia*, *Solidago Virga-aurea*, *Leontodon pyrenaicus*, *Leontodon montanus*.

**Bätzbergspitze.** Der ganze Grat, der sich von der Bätzbergspitze gegen Südwesten zieht, besteht aus einem großen Blockmeere. Felsblock liegt auf Felsblock. Zwischen den großen Blöcken sammelt sich etwas Detritus und es entstehen Standorte für die Schuttflora. Die großen Blöcke sind dagegen Standorte des Felsens.

**9. Standort: Felsblöcke auf dem Gipfel.** Unterlage: Protogin. Meereshöhe: 2388 m.

**1. Felskopf. Oberflächenpflanzen:** *Agrostis alba*, ***Saxifraga aspera*** var. ***bryoides***, *Potentilla aurea*, *Rhododendron ferrugineum*, *Doronicum Clusii*, *Gnaphalium supinum*, *Chrysanthemum alpinum*.

**2. Felskopf. Oberflächenpflanzen:** *Agrostis alba*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina*, *Avena versicolor*, *Sedum alpestre*, ***Sempervivum montanum***, *Salix herbacea*, *Cardamine resedifolia*, *Sieversia reptans*, *Ligusticum Mutellina*, *Gentiana punctata*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Gnaphalium supinum*.

**3. Felsblock. Oberflächenpflanzen:** *Silene acaulis*, ***Saxifraga aspera*** var. ***bryoides***, *Vaccinium Myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Gentiana purpurea*, *Myosotis pyrenaica*, *Bartsia alpina*, *Leontodon pyrenaicus*, *Achillea moschata*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**4. Felsblock beim Blockhaus. Oberflächenpflanzen:** *Lycopodium alpinum*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Carex curvula***, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, ***Saxifraga aspera*** var. ***bryoides***, ***Saxifraga Seguieri***, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, ***Chrysanthemum alpinum***.

**5. Felsblock beim Blockhaus. Oberfläche:** *Lycopodium alpinum*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Carex curvula***, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, ***Saxifraga aspera*** var. ***bryoides***, ***Saxifraga Seguieri***, ***Loiseleuria procumbens***, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, ***Chrysanthemum alpinum***.

**6. Felsblock, Exposition: Nord:** *Lycopodium alpinum*, *Agrostis alba*, *Poa alpina*, *Silene acaulis*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

**10. Standort: Felsrippen auf dem Ausläufer gegen Göschenen zu.** Unterlage: Protogin. Meereshöhe: 1200—1300 m.

**1. Felsrippe. Nordexposition:** *Lycopodium Selago*, *Carex curvula*, *Salix herbacea*, *Cardamine resedifolia*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

**Südexposition:** *Allosurus crispus*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Agrostis rupestris*, *Poa alpina*, *Avena versicolor*, *Salix herbacea*, *Cardamine resedifolia*, *Silene acaulis*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Bupleurum stellatum*, *Vaccinium Myrtillus*, *Loiseleuria procumbens*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Gentiana punctata*, *Gentiana purpurea*, *Solidago Virga-aurea*, *Leontodon pyrenaicus*, *Achillea moschata*, *Hieracium intybaceum*.

**2. Felsrippe. Nordexposition: Polypodium vulgare,** *Poa alpina*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

**Ostexposition:** *Juniperus communis* var. *montana*, *Festuca Halleri*, *Agrostis rupestris*, *Agrostis alba*, *Avena versicolor*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Loiseleuria procumbens*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Empetrum nigrum*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Doronicum Clusii*, *Leontodon pyrenaicus*, *Achillea moschata*, *Chrysanthemum alpinum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**Südexposition:** *Agrostis alba*, *Avena versicolor*, *Carex curvula*, *Silene acaulis*, *Sedum alpestre*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Astrantia minor*, *Primula hirsuta*, *Chrysanthemum alpinum*, *Senecio incanus*.

**3. Felsrippe. Nordexposition:** *Anthoxanthum odoratum*, *Cardamine resedifolia*, *Alchemilla alpina* var. *saxatilis*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Primula hirsuta*, *Hieracium intybaceum*.

**Ostexposition:** *Juniperus communis* var. *montana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca varia*, *Avena versicolor*, *Carex sempervirens*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga Aizoon*, *Rosa pendulina*, *Sibbaldia procumbens*, *Alchemilla alpina*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Rhododendron ferrugineum*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Empetrum nigrum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Arnica montana*.

**Südexposition:** *Juniperus communis* var. *montana*, *Agrostis alba*, *Deschampsia flexuosa*, *Avena versicolor*, *Carex sempervirens*, *Bupleurum*

stellatum, *Astrantia minor*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*, ***Rhododendron ferrugineum***, *Primula hirsuta*, *Gentiana purpurea*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

### E. Fort Bühl.

**11. Standort: Felskopf der Abdeckung.** Unterlage: Gneis. Exposition: Süd-Südost, Meereshöhe: 1444 m.

***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Silene rupestris*, ***Saxifraga Cotyledon***, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, ***Calluna vulgaris***, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Thymus Serpyllum*, *Digitalis ambigua*, *Campanula barbata*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Aster alpinus*.

**Felskopf auf der Abdeckung.** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 1460 m.

**Südexposition: *Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Lilium Martagon*, *Thesium alpinum*, *Rumex scutatus*, ***Sempervivum montanum***, ***Bupleurum stellatum***, *Gentiana germanica*, *Thymus Serpyllum*, *Rhinanthus subalpinus*, *Digitalis ambigua*, *Euphrasia drosocalyx*, *Campanula barbata*, *Phyteuma Halleri*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**Südostexposition: *Festuca varia***, ***Agrostis rupestris***, *Juncus trifidus*, *Rumex scutatus*, *Silene rupestris*, ***Saxifraga Cotyledon***, *Saxifraga Aizoon*, *Epilobium angustifolium*, *Bupleurum stellatum*, *Laserpitium Panax*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, ***Calluna vulgaris***, *Gentiana germanica*, *Thymus Serpyllum*, *Euphrasia alpina*, *Digitalis ambigua*, *Veronica fruticans*, *Galium asperum*, *Campanula cochleariifolia*, *Erigeron alpinus*, *Aster alpinus*, *Carduus defloratus*, *Solidago Virga-aurea*, *Gnaphalium silvaticum*.

**12. Standort: Felswand oberhalb des Forts Bühl.** Unterlage: Protogin. Meereshöhe: 1550 m.

**Nordexposition: *Allosurus crispus***, *Blechnum Spicant*, ***Festuca varia***, *Agrostis rupestris*, *Anthoxanthum odoratum*, ***Saxifraga Cotyledon***, *Rubus idaeus*, ***Bupleurum stellatum***, *Astrantia minor*, *Calluna vulgaris*, *Satureia Acinos*, *Galium asperum*, *Campanula cochleariifolia*, *Erigeron alpinus*, *Crepis conycifolia*, *Hieracium intybaceum*, *Hieracium psammogenes* ssp. *psammogenes* f. *paripilum*.

**Südexposition: *Juniperus communis* var. *montana***, ***Festuca varia***, *Anthoxanthum odoratum*, *Rumex scutatus*, *Silene nutans*, ***Silene rupestris***, ***Sedum alpestre***, ***Sempervivum montanum***, ***Saxifraga Cotyledon***, *Saxifraga Aizoon*, *Rubus idaeus*, *Amelanchier ovalis*, *Geranium silvaticum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Epilobium angustifolium*, *Bupleurum stellatum*, *Vaccinium Myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Thymus Serpyllum*, *Veronica fruticans*, *Galium asperum*, *Phyteuma Halleri*, *Solidago Virga-aurea*, *Arnica montana*, *Erigeron alpinus*, *Carlina acaulis*, *Carduus defloratus*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Hieracium intybaceum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**13. Standort: Felskopf oberhalb des Forts Bühl, etwas mehr südlich vom vorhergehenden.** Unterlage: Protogin. Exposition: Süd. Meereshöhe: 1600 m.

*Allosurus crispus*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Poa nemoralis* var. *vulgaris* subvar. *tenella*, ***Festuca varia***, *Carex sempervirens*, ***Silene rupestris***, *Dianthus Carthusianorum* var. *fascillatus*, ***Sempervivum montanum***, *Sedum alpestre*, *Rubus idaeus*, *Epilobium angustifolium*, *Bupleurum stellatum*, ***Calluna vulgaris***, ***Primula hirsuta***, *Thymus Serpyllum*, *Digitalis ambigua*, *Rhinanthus subalpinus*, *Galium asperum*, *Phyteuma Halleri*, *Arnica montana*, *Solidago Virga-aurea*, *Carduus defloratus*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Hieracium intybaceum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**14. Standort: Felskopf oberhalb des Forts Bühl, unterhalb des vorherigen.** Unterlage: Protogin. Exposition: Süd. Meereshöhe: 1550 m.

*Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis alba*, ***Agrostis rupestris***, *Trisetum flavescens*, *Briza media*, ***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Carex sempervirens***, *Carex foetida*, *Silene rupestris*, ***Sempervivum montanum***, *Potentilla aurea*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, ***Calluna vulgaris***, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Gentiana germanica*, *Thymus Serpyllum*, *Rhinanthus subalpinus*, *Galium asperum*, *Campanula barbata*, *Phyteuma Halleri*, *Solidago Virga-aurea*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**Felsband oberhalb des Forts Bühl.** Unterlage: Protogin. Exposition: Süd. Meereshöhe 1550 m.

***Festuca varia***, *Trisetum flavescens*, ***Agrostis rupestris***, *Agrostis alba*, *Briza media*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex foetida*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, ***Calluna vulgaris***, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Thymus Serpyllum*, *Rhinanthus subalpinus*, *Galium asperum*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**15. Standort: Felskopf oberhalb des Forts Bühl, südwestlich der Mauer, welche sich von der Abdeckung bis zur Felswand hinaufzieht.** Unterlage: Protogin. Exposition: Südost. Meereshöhe: 1600 m.

*Pteridium aquilinum*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Festuca varia***, ***Agrostis rupestris***, *Deschampsia flexuosa*, *Silene rupestris*, *Rosa pendulina*, *Potentilla aurea*, *Polygala vulgare*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, ***Calluna vulgaris***, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Gentiana germanica*, *Gentiana campestris*, *Thymus Serpyllum*, *Rhinanthus subalpinus*, *Pedicularis tuberosa*, *Digitalis ambigua*, *Galium asperum*, *Phyteuma Halleri*, *Solidago Virga-aurea*, *Arnica montana*, *Carduus defloratus*.

**16. Standort: Felskopf am Fußwege von Andermatt nach dem Fort Bätzberg.** Unterlage: Protogin. Exposition: Südost. Meereshöhe: 1650 m.

*Juniperus communis* var. *montana*, ***Festuca varia***, ***Carex sempervirens***, *Silene rupestris*, ***Sempervivum montanum***, *Sedum alpestre*, *Potentilla aurea*,

Helianthemum nummularium ssp. grandiflorum, Bupleurum stellatum, Astrantia minor, Vaccinium Myrtillus, **Calluna vulgaris**, Rhododendron ferrugineum, Gentiana campestris, Thymus Serpyllum, Digitalis ambigua, Rhinanthus subalpinus, Pedicularis tuberosa, Galium asperum, Phyteuma Halleri, Arnica montana, Gnaphalium silvaticum, Hieracium intybaceum, Hieracium alpinum var. Halleri, Solidago Virga-aurea.

## F. Oberalpstraße.

Die Unterlage besteht bei allen Standorten aus einem sehr weichen Serizitschiefer. Der Fels ist durch die Verwitterung sehr spröde und zerfällt sehr leicht. Der Schiefer dieses Teiles der Urserenmulde ist sehr reich an Glimmer.

**17. Standort: Felskopf bei der ersten Kehre nach Osten.** Exposition: Süd. Meereshöhe: 1470 m.

Anthoxanthum odoratum, **Festuca varia**, **Agrostis alba**, Deschampsia flexuosa, Poa nemoralis var. vulgaris subvar. agrostoides, Poa alpina var. typica subvar. viridiflora, Luzula campestris ssp. multiflora, Silene rupestris, Dianthus Carthusianorum, Sedum alpestre, **Sempervivum tomentosum**, Sempervivum montanum, **Lotus corniculatus**, Polygala vulgare, Bupleurum stellatum, Laserpitium Panax, **Calluna vulgaris**, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis-idaea, Vaccinium uliginosum, **Thymus Serpyllum**, Helianthemum nummularium ssp. grandiflorum, Primula hirsuta, Gentiana germanica, Veronica fruticans, Galium asperum, Campanula barbata, Phyteuma Halleri, Erigeron alpinus var. intermedia, Antennaria dioeca, Hieracium Pilosella ssp. inalpestre, Hieracium intybaceum.

**Felskopf an der gleichen Stelle.** **Festuca varia**, Dianthus Carthusianorum, **Sempervivum tomentosum**, Saxifraga Aizoon, Helianthemum nummularium ssp. grandiflorum, Laserpitium Panax, **Thymus Serpyllum**, Achillea Millefolium, Hieracium Pilosella (bildet den Übergang zur Wiesenflora).

**Felskopf daselbst.** Silene rupestris, Dianthus Carthusianorum, **Sempervivum arachnoideum**, **Sempervivum tomentosum**, **Sedum dasyphyllum**, **Lotus corniculatus**, Polygala alpestre, **Thymus Serpyllum**, Bupleurum stellatum.

**18. Standort: Felskopf unterhalb der 2. Kehre.** Exposition: Südost. Meereshöhe: 1530 m.

**Festuca varia**, Festuca rubra, Agrostis alba, Briza media, Dianthus Carthusianorum, **Sempervivum tomentosum**, Saxifraga aspera var. bryoides, Saxifraga moschata, Saxifraga Aizoon, Anthyllis vulneraria, Polygala vulgare, Helianthemum nummularium ssp. grandiflorum, Epilobium angustifolium, Bupleurum stellatum, Laserpitium Panax, **Thymus Serpyllum**, Achillea Millefolium, Erigeron neglectus.

**Felskopf im Knie der 2. Kehre.** West-Südwestexposition: **Agrostis alba**, Silene rupestris, **Sempervivum tomentosum**, Saxifraga moschata, Anthyllis vulneraria,



*Bupleurum stellatum*, *Vaccinium Myrtillus*, **Thymus Serpyllum**, *Euphrasia drosocalyx*, *Galium asperum*, *Aster alpinus*.

**Südexposition:** *Juniperus communis* var. *montana*, **Festuca varia**, *Thesium alpinum*, *Silene rupestris*, *Dianthus Carthusianorum*, **Sempervivum tomentosum**, *Sedum dasyphyllum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga moschata*, *Bupleurum stellatum*, *Veronica fruticans*, *Achillea Millefolium*.

**Felskopf an der 3. Kehre gegen Osten. Südostexposition:** **Festuca varia**, *Festuca rubra*, *Agrostis alba*, *Briza media*, *Dianthus Carthusianorum*, **Sempervivum tomentosum**, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Aizoon*, *Polygala vulgare*, *Helianthemum nummularium* ssp. *grandiflorum*, *Bupleurum stellatum*, *Laserpitium Panax*, **Thymus Serpyllum**, *Achillea Millefolium*, *Erigeron neglectus*.

**19. Standort: Felskopf bei Rüfenen.** Meereshöhe: 1850 m.

**Nordnordostexposition:** *Primula hirsuta*, *Galium asperum*, *Campanula cochleariifolia*.

**Südexposition:** *Asplenium Trichomanes*, *Cystopteris fragilis*, *Juniperus communis* var. *montana*, **Festuca varia**, *Calamagrostis varia*, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, *Cerastium arvense* ssp. *strictum*, *Dianthus Carthusianorum*, **Sempervivum tomentosum**, *Sedum dasyphyllum*, *Saxifraga Aizoon*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Rosa pendulina*, *Trifolium alpinum*, *Bupleurum stellatum*, *Laserpitium Panax*, *Vaccinium Myrtillus*, *Primula hirsuta*, **Thymus Serpyllum** ssp. *alpestris* var. *reptabundus*, *Veronica fruticans*, *Euphrasia alpina*, *Pedicularis Kernerii*, *Galium asperum*, *Campanula cochleariifolia*, *Achillea Millefolium*, *Erigeron alpinus* ssp. *alpinus*, *Erigeron alpinus* var. *intermedia*.

## II. Standorte des Gotthardmassives.

Geologische und petrographische Verhältnisse wie früher. Klima ebenfalls.

### G. Serizitschiefer von Hospental.

**20. Standort: Felskopf oberhalb Hospental.** Exposition: Nord. Meereshöhe: 1500 m.

*Festuca rubra*, **Agrostis rupestris**, *Luzula spicata*, **Silene rupestris**, *Lotus corniculatus*, *Trifolium badium*, *Alchemilla alpina*, *Rhododendron ferrugineum*, *Gentiana germanica*, *Thymus Serpyllum*, *Galium rubrum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Achillea Millefolium*, *Leontodon autumnalis*, *Antennaria dioeca*.

**Felskopf oberhalb Hospental.** *Anthoxanthum odoratum*, **Agrostis rupestris**, *Festuca rubra*, *Carex sempervirens*, *Parnassia palustris*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga rotundifolia*, *Astrantia minor*, **Calluna vulgaris**, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium Myrtillus*,

*Primula hirsuta*, **Thymus Serpyllum**, *Euphrasia alpina*, *Antennaria dioeca*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

**Felskopf bei der 1. Kehre.** *Cystopteris fragilis* ssp. *eufragilis* var. *dentata*, **Agrostis rupestris**, *Deschampsia flexuosa*, *Avena versicolor*, **Festuca varia**, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex sempervirens*, *Thesium alpinum* var. *typicum*, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, **Sedum alpestre**, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga rotundifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga Aizoon*, *Alchemilla vulgaris*, *Alchemilla alpina*, *Epilobium collinum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Viola biflora*, *Primula hirsuta*, **Thymus Serpyllum**, *Galium rubrum*, *Campanula rotundifolia*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Solidago Virga-aurea*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*, *Hieracium pallidum* ssp. *rupicolum*.

**Felskopf bei der 2. Kehre.** **Ostexposition:** *Selaginella selaginoides*, **Agrostis alba**, *Anthoxanthum odoratum*, **Festuca varia**, *Nardus stricta*, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, **Silene rupestris**, *Sempervivum alpinum* (sehr spärlich), *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Alchemilla vulgaris*, *Alchemilla alpina*, *Trifolium alpinum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Rhododendron ferrugineum*, **Primula hirsuta**, *Gentiana germanica*, **Thymus Serpyllum**, *Euphrasia alpina*, *Euphrasia drosocalyx*, *Rhinanthus subalpinus*, *Galium asperum*, *Campanula Scheuchzeri*, *Antennaria dioeca*, *Leontodon pyrenaicus*.

## H. Gurschengneis.

**21. Standort: Felskopf an der Grenze zwischen Seritzschiefer und Gurschengneis.** Exposition: Ost. Meereshöhe 1650 m.

a) **Auf dem Felskopfe:** **Agrostis alba**, *Avena versicolor*, **Festuca varia**, **Carex sempervirens**, *Alnus viridis*, **Silene rupestris**, *Sempervivum montanum*, **Saxifraga Aizoon**, *Alchemilla alpina*, *Astrantia minor*, **Calluna vulgaris**, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, *Rhododendron ferrugineum*, **Primula hirsuta**, *Gentiana germanica*, **Thymus Serpyllum**, *Euphrasia drosocalyx*, *Euphrasia alpina*, *Galium asperum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Solidago Virga-aurea*, *Arnica montana*, *Achillea moschata*, *Antennaria dioeca*, *Leontodon pyrenaicus*. *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

b) **Felsabsturz:** *Anthoxanthum odoratum*, **Agrostis rupestris**, *Festuca varia*, *Luzula spicata*, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, *Silene rupestris*, *Cardamine resedifolia*, **Saxifraga Aizoon**, *Alchemilla vulgaris*, **Calluna vulgaris**, *Primula hirsuta*, *Galium asperum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium nigrescens* ssp. *pseudohalleri*.

**22. Standort: Felskopf bei der Kehre unterhalb des Stauwehrs.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1700 m.

a) **Feucht:** *Lycopodium Selago*, **Agrostis alba**, *Alnus viridis*, *Cardamine resedifolia*, *Saxifraga stellaris*, **Viola biflora**, *Astrantia minor*, *Vaccinium*

Vitis-idaea, Rhododendron ferrugineum, **Primula hirsuta**, Campanula Scheuchzeri, Solidago Virga-aurea, Leontodon pyrenaicus.

b) **Trocken**: Selaginella selaginoides, **Agrostis alba**, Anthoxanthum odoratum, Alnus viridis, **Carex sempervirens**, Rumex scutatus, **Silene rupestris**, Dianthus Caryophyllus ssp. silvester, Cardamine resedifolia, Sedum alpestre, Saxifraga aspera var. bryoides, Astrantia minor, **Calluna vulgaris**, Vaccinium Vitis-idaea, Vaccinium Myrtillus, Rhododendron ferrugineum, Primula hirsuta, Gentiana campestris, **Thymus Serpyllum**, Phyteuma hemisphaericum, Antennaria dioeca, Hieracium nigrescens pseudohalleri.

**23. Standort: Felskopf bei dem Stauwehr.** Exposition: Ost. Meereshöhe 1700 m.

Selaginella selaginoides, Juniperus communis var. montana, Avena versicolor, **Festuca varia**, Festuca rubra, Agrostis alba, **Carex sempervirens**, Alnus viridis, Rumex scutatus, **Silene acaulis**, Silene rupestris, Cardamine resedifolia, Sedum alpestre, Saxifraga Aizoon, Saxifraga aizoides, Alchemilla alpina, Viola biflora, Bupleurum stellatum, Astrantia minor, **Calluna vulgaris**, Vaccinium Vitis-idaea, Vaccinium uliginosum, Rhododendron ferrugineum, Primula hirsuta, Gentiana germanica, Euphrasia alpina, Euphrasia drosocalyx, Galium asperum, Phyteuma hemisphaericum, Chrysanthemum alpinum, Antennaria dioeca, Erigeron alpinus ssp. alpinus, Achillea moschata, Arnica montana, Hieracium intybaceum.

**24. Standort: Felskopf beim Eingang in den Gamsboden.**

a) **Nordostexposition**: Poa laxa, Poa alpina, **Agrostis rupestris**, **Festuca varia**, Festuca rubra, Avena versicolor, **Carex sempervirens**, Alnus viridis, Rumex scutatus, Silene rupestris, Saxifraga Aizoon, **Saxifraga aspera var. bryoides**, Astrantia minor, Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis-idaea, Rhododendron ferrugineum, Thymus Serpyllum, Euphrasia alpina, Galium asperum, Phyteuma hemisphaericum, Antennaria dioeca, Achillea moschata, Leontodon pyrenaicus.

b) **Ostexposition**: Lycopodium clavatum, Anthoxanthum odoratum, **Agrostis rupestris**, Deschampsia caespitosa var. varia, Nardus stricta, **Festuca varia**, Festuca rubra, **Carex sempervirens**, Luzula spicata, Rumex scutatus, Silene acaulis, Cardamine alpina, **Saxifraga Aizoon**, Saxifraga aizoides, Alchemilla alpina, Anthyllis vulneraria, Trifolium alpestre, Helianthemum nummularium var. grandiflorum, Viola biflora, Primula hirsuta, Pedicularis tuberosa, Linaria alpina, Galium asperum, Campanula barbata, Antennaria carpathica, Leontodon pyrenaicus, Achillea moschata, Hieracium psammogenes ssp. psammogenes var. paripilum.

**25. Standort: P. 1754.** Exposition: Südost.

**Festuca varia**, Anthoxanthum odoratum, **Agrostis rupestris**, Avena versicolor, Festuca rubra, Juniperus communis var. montana, **Carex sempervirens**, Juncus trifidus, Luzula lutea, Alnus viridis, Thesium alpinum, Rumex

scutatus, *Silene acaulis*, ***Silene rupestris***, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aizoon*, *Alchemilla alpina*, *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium alpinum*, *Trifolium alpestre*, *Epilobium collinum*, *Bupleurum stellatum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, ***Calluna vulgaris***, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Thymus Serpyllum*, *Pedicularis tuberosa*, *Euphrasia minima*, *Euphrasia alpina*, *Galium rubrum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Achillea Millefolium*, *Achillea moschata*, *Antennaria dioeca*.

### J. Gamsbodengneis.

**26. Standort: Felskopf der Einmündung des Guspistales gegenüber.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1750 m.

*Polypodium vulgare*, ***Anthoxanthum odoratum***, *Deschampsia flexuosa*, *Avena versicolor*, ***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Carex sempervirens***, *Alnus viridis*, *Thesium alpinum*, *Rumex scutatus*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga stellaris*, *Alchemilla alpina*, *Astrantia minor*, *Chaerophyllum hirsutum* var. *Villarsii*, ***Vaccinium Myrtillus***, ***Vaccinium Vitis-idaea***, ***Vaccinium uliginosum***, ***Calluna vulgaris***, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Thymus Serpyllum*, *Pedicularis Kernerii*, *Pinguicula alpina*, *Galium rubrum*, *Valeriana tripteris*, *Campanula barbata*, *Campanula rotundifolia*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Solidago Virga-aurea*, *Antennaria dioeca*, *Leontodon pyrenaicus*, *Achillea moschata*, *Hieracium alpinum*, *Hieracium intybaceum*, *Hieracium piliferum* var. *multiglandulum*.

**27. Standort: P. 1914. Felskopf.** Exposition: Ost.

***Anthoxanthum odoratum***, *Poa alpina*, ***Agrostis rupestris***, ***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Festuca Halleri*, *Avena versicolor*, ***Carex sempervirens***, *Juncus Jacquini*, *Luzula spicata*, *Thesium alpinum*, *Silene rupestris*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga muscoides*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Cardamine resedifolia*, *Alchemilla alpina*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium alpinum*, *Astrantia minor*, ***Calluna vulgaris***, *Rhododendron ferrugineum*, ***Vaccinium Myrtillus***, ***Vaccinium Vitis-idaea***, ***Vaccinium uliginosum***, ***Primula hirsuta***, *Gentiana campestris*, *Gentiana purpurea*, *Myosotis pyrenaica*, *Thymus Serpyllum*, *Pedicularis Kernerii*, *Bartsia alpina*, *Pedicularis tuberosa*, *Euphrasia alpina*, *Euphrasia minima*, *Galium asperum*, *Campanula barbata*, *Campanula Scheuchzeri*, *Campanula rotundifolia*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Solidago Virga-aurea*, *Leontodon pyrenaicus*, *Gnaphalium supinum*, *Achillea moschata*, *Erigeron neglectus*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**28. Standort: Felskopf unterhalb des Mätteli.** Exposition: Ost-Südost. Meereshöhe: 1760 m.

***Agrostis rupestris***, *Poa alpina*, ***Anthoxanthum odoratum***, *Avena versicolor*, *Festuca rubra*, ***Festuca varia***, ***Carex sempervirens***, *Luzula campestris* var.

congesta, Ranunculus geraniifolius, Cerastium arvense ssp. strictum, Silene rupestris, Sedum mite, Sempervivum montanum, Saxifraga stellaris, Saxifraga aizoides, **Saxifraga aspera**, Sorbus aucuparia, Alchemilla alpina, Lotus corniculatus, Viola biflora, Astrantia minor, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, Rhododendron ferrugineum, **Calluna vulgaris**, Loiseleuria procumbens, Primula hirsuta, Gentiana campestris, Thymus Serpyllum, Euphrasia minima, Galium asperum, Campanula Scheuchzeri, Campanula barbata, Phyteuma hemisphaericum, Arnica montana, Bellidiastrum Michellii, Solidago Virga-aurea, Homogyne alpina, Leontodon pyrenaicus, Achillea moschata, Hieracium alpinum var. Halleri, Hieracium glaciale ssp. angustifolium.

**29. Standort: Felskopf oberhalb des Restaurants im Mätteli. P. 1791.** Exposition: Ost-Südost.

**Agrostis rupestris**, Anthoxanthum odoratum, Deschampsia flexuosa, Poa nemoralis var. vulgaris subvar. tenella, **Festuca varia**, Festuca rubra, Allurus crispus, Cystopteris fragilis, Cardamine resedifolia, Sempervivum montanum, Silene rupestris, **Saxifraga aspera**, Alchemilla alpina, Epilobium collinum, Astrantia minor, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, **Calluna vulgaris**, Rhododendron ferrugineum, **Primula hirsuta**, Euphrasia alpina, Galium asperum, Valeriana tripteris, Campanula Scheuchzeri, Campanula rotundifolia, Phyteuma hemisphaericum, Solidago Virga-aurea, Achillea moschata, Leontodon pyrenaicus, Hieracium alpinum, Hieracium piliferum var. multiglandulum.

**30. Standort: Felskopf in der Mitte des Mätteli.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1863 m.

Juniperus communis var. montana, Poa alpina, Anthoxanthum odoratum, **Agrostis rupestris**, Deschampsia flexuosa, Avena versicolor, Festuca rubra, **Carex sempervirens**, Silene rupestris, Silene vulgaris, Orchis maculatus, Thesium alpinum, Sedum mite, Sempervivum montanum, Sempervivum alpinum, Alchemilla alpina, Viola biflora, Astrantia minor, Loiseleuria procumbens, **Calluna vulgaris**, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, Rhododendron ferrugineum, **Primula hirsuta**, Gentiana purpurea, Euphrasia minima, Euphrasia alpina, Pedicularis Kernerii, Campanula barbata, Phyteuma hemisphaericum, Bellidiastrum Michellii, Chrysanthemum alpinum, Solidago Virga-aurea, Leontodon pyrenaicus, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

**31. Standort: Felskopf beim Wasserfall im oberen Mätteli.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1942 m.

Poa alpina, Avena versicolor, Silene rupestris, Sempervivum alpinum, Lotus corniculatus, Astrantia minor, **Calluna vulgaris**, Rhododendron ferrugineum, **Loiseleuria procumbens**, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, Bartsia alpina, Campanula barbata, Phyteuma hemisphaericum, Achillea moschata, Antennaria dioeca.

**Felskopf bei der ersten Kehre beim Wasserfall.** Exposition: Ost. Meereshöhe: 1950 m.

*Anthoxanthum odoratum*, ***Agrostis rupestris***, *Silene rupestris*, ***Loiseleuria procumbens***, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Homogyne alpina*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

**Felsköpfe im unteren Rodont.** Exposition: Ost-Südost. Meereshöhe: 1950 m.

*Lycopodium clavatum*, *Cystopteris fragilis*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina*, ***Agrostis rupestris***, *Avena versicolor*, *Festuca rubra*, ***Festuca Halleri***, ***Carex sempervirens***, *Luzula spicata*, *Juncus Jacquini*, *Silene rupestris*, *Silene vulgaris*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Sedum mite*, *Sempervivum alpinum*, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga aizoides*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga moschata*, *Alchemilla alpina*, *Lotus corniculatus*, *Viola biflora*, *Astrantia minor*, *Calluna vulgaris*, ***Loiseleuria procumbens***, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Gentiana purpurea*, *Gentiana bavarica*, *Gentiana campestris*, *Thymus Serpyllum*, *Euphrasia alpina*, *Euphrasia minima*, *Pedicularis tuberosa*, *Pedicularis Kernerii*, *Bartsia alpina*, *Myosotis pyrenaica*, *Galium asperum*, *Campanula barbata*, *Campanula Scheuchzeri*, *Campanula rotundifolia*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Arnica montana*, *Solidago Virga-aurea*, *Bellidiastrum Michellii*, *Achillea moschata*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

## K. Guspisgneis.

**32. Standort: Felskopf in der oberen Hälfte des Rodont.** Exposition: frei nach allen Richtungen. Meereshöhe: 1950 m.

*Lycopodium clavatum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avena versicolor*, *Deschampsia flexuosa* var. *montana*, ***Agrostis rupestris***, *Festuca rubra*, *Luzula spadicea*, *Luzula campestris* var. *sudetica*, *Sedum mite*, *Alchemilla alpina*, *Lotus corniculatus*, *Ligusticum Mutellina*, *Loiseleuria procumbens*, *Calluna vulgaris*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Campanula Scheuchzeri*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Gnaphalium supinum*, *Hieracium alpinum* var. Halleri.

**Felskopf im oberen Rodont:** Exposition: Nordost. Meereshöhe: 1950 m.

*Lycopodium clavatum*, *Poa alpina* var. *viviparum*, ***Agrostis rupestris***, *Avena versicolor*, *Luzula spadicea*, *Luzula spicata*, ***Carex sempervirens***, *Silene rupestris*, *Cardamine resedifolia*, *Sedum mite*, *Saxifraga stellaris*, *Alchemilla alpina*, *Trifolium alpestre*, *Lotus corniculatus*, *Viola biflora*, *Ligusticum Mutellina*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Gentiana campestris*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Gnaphalium supinum*, ***Chrysanthemum alpinum***, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

## L. Winterhornkette.

**33. Standort: Piz del uomo (Kuppe).** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 2688 m.

a) **Südexposition:** *Poa alpina*, *Avena versicolor*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene rupestris*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Sibbaldia procumbens*, *Sieversia reptans*, *Potentilla aurea*, *Pedicularis Kernerii*, *Veronica bellidioides*, *Euphrasia minima*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Doronicum Clusii*, *Gnaphalium supinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Erigeron neglectus*, *Hieracium alpinum*.

b) **Ostexposition:** *Poa alpina* var. *viviparum*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Gnaphalium supinum*, *Leontodon pyrenaicus*.

c) **Nordexposition:** *Poa alpina*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene rupestris*, *Minuartia sedoides*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga Seguieri*, *Primula hirsuta*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

**34. Standort: Orsirora.** Unterlage: Granitähnlicher Gneis. Meereshöhe: 2602 m.

a) **Süd-Südostexposition:** *Avena versicolor*, *Poa alpina* var. *viviparum*, ***Carex sempervirens***, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Minuartia sedoides*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga Seguieri*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Sibbaldia procumbens*, *Gentiana bavarica*, *Bartsia alpina*, *Veronica bellidioides*, *Euphrasia minima*, *Doronicum Clusii*, *Gnaphalium supinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* var. *Halleri*.

**Felsabsatz. Südexposition:** *Luzula lutea*, *Cerastium uniflorum*, *Vaccinium uliginosum*, ***Euphrasia minima***.

b) **Nord-Nordostexposition:** *Poa alpina*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Saxifraga Seguieri*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Sibbaldia procumbens*, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Gnaphalium supinum*.

c) **Nordexposition:** Keine Phanerogamen; nur **Moose** und **Flechten**.

**35. Standort: Piz Orsino.** Unterlage: Gneis. Exposition: Südwest. Meereshöhe: 2625 m.

*Poa alpina*, ***Carex curvula***, *Luzula lutea*, ***Salix herbacea***, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Sibbaldia procumbens*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Gentiana bavarica*, *Veronica bellidioides*, *Chrysanthemum alpinum*, *Doronicum Clusii*, *Hieracium alpinum*.

**36. Standort: Winterhorn.** Unterlage: Gneis. Exposition: Süd-Ost. Meereshöhe: 2666 m.

*Avena versicolor*, *Poa alpina*, *Agrostis rupestris*, ***Carex curvula***, *Luzula lutea*, *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Sempervivum montanum*, *Sieversia*

reptans, *Trifolium alpestre*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Gentiana bavarica*, *Pedicularis Kernerii*, *Veronica bellidioides*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Gnaphalium supinum*, *Erigeron neglectus*, *Hieracium alpinum*.

### M. Paßhöhe.

Unterlage: Fibbiagneis. Meereshöhe: 2100 m.

#### 37. Standort: Felsköpfe am Abhange des Monte Prosa. Exposition: Südwest.

*Lycopodium Selago*, *Cystopteris fragilis*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina* var. *vivipara*, *Avena versicolor*, *Agrostis rupestris*, *Juncus trifidus*, *Luzula spadicea*, ***Salix herbacea***, *Salix retusa*, *Silene rupestris*, *Minuartia sedoides*, *Minuartia recurva*, *Polygonum viviparum*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, *Potentilla aurea*, *Trifolium montanum*, *Vaccinium Myrtillus*, ***Vaccinium Vitis-idaea***, *Vaccinium uliginosum*, ***Loiseleuria procumbens***, *Rhododendron ferrugineum*, *Astrantia minor*, *Primula hirsuta*, *Bartsia alpina*, *Pedicularis Kernerii*, *Euphrasia alpina*, *Galium asperum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Achillea moschata*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium glanduliferum*.

#### 38. Standort: Rundhöcker auf der Einsattelung.

1. Rundhöcker. (Hier ist die Grenze zwischen Fels und Rasen schwer zu ziehen): ***Carex curvula***, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, ***Loiseleuria procumbens***, *Homogyne alpina*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

2. Rundhöcker: *Poa alpina*, *Avena versicolor*, ***Carex curvula***, ***Carex sempervirens***, ***Salix herbacea***, *Sedum mite*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

3. Rundhöcker: *Poa alpina* var. *vivipara*, *Avena versicolor*, ***Agrostis rupestris***, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Cardamine alpina*, *Sedum mite*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Ligusticum Mutellina*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*.

4. Rundhöcker: *Poa alpina*, *Avena versicolor*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene acaulis*, *Sedum mite*, *Sempervivum montanum*, *Vaccinium Myrtillus*, ***Vaccinium Vitis-idaea***, *Vaccinium uliginosum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

5. Rundhöcker: *Poa alpina* var. *vivipara*, *Avena versicolor*, ***Agrostis rupestris***, ***Carex curvula***, *Cardamine alpina*, *Sedum mite*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, ***Vaccinium Vitis-idaea***, *Vaccinium uliginosum*, ***Loiseleuria***



*procumbens*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

**6. Rundhöcker:** *Avena versicolor*, ***Agrostis rupestris***, *Carex curvula*, *Carex sempervirens*, *Sedum mite*, *Ligusticum Mutellina*, ***Loiseleuria procumbens***, *Vaccinium Myrtillus*, ***Vaccinium Vitis-idaea***, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Solidago Virga-aurea*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

## N. Fieudostraße.

**39. Standort: Felsrippe unterhalb des Reduits.** Unterlage: Tremolagranit. Exposition: Südost. Meereshöhe: 2000–2200 m.

*Juniperus communis* var. *montana*, *Poa alpina* var. *vivipara*, *Avena versicolor*, *Anthoxanthum odoratum*, ***Agrostis rupestris***, *Festuca varia*, *Luzula nivea*, *Juncus trifidus*, ***Salix herbacea***, *Alnus viridis*, *Rumex scutatus*, *Silene acaulis*, *Silene rupestris*, *Arabis alpina*, *Cardamine alpina*, *Sedum mite*, *Sempervivum montanum*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga aizoon*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Seguieri*, *Alchemilla alpina*, *Viola biflora*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Myosotis pyrenaica*, *Pedicularis Kernerii*, *Veronica alpina*, *Campanula Scheuchzeri*, *Doronicum Clusii*, *Solidago Virga-aurea*, *Chrysanthemum alpinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Achillea moschata*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

**40. Standort: Felswand zwischen den beiden Reduits.**

a) Unterlage: kompakter Gneis. Südostexposition: *Poa alpina* var. *vivipara*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avena versicolor*, ***Agrostis rupestris***, *Festuca varia*, ***Carex sempervirens***, *Luzula spicata*, *Salix herbacea*, *Minuartia laricifolia*, *Arabis alpina*, *Sedum mite*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga stellaris*, *Saxifraga aizoides*, *Trifolium alpinum*, *Astrantia minor*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Myosotis pyrenaica*, *Bartsia alpina*, *Pedicularis Kernerii*, *Galium asperum*, *Campanula barbata*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gnaphalium supinum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Solidago Virga-aurea*, *Hieracium alpinum* ssp. Halleri.

b) Unterlage: stark angewitterter Schiefer. Ost-Nordostexposition: *Lycopodium clavatum*, ***Carex curvula***, ***Salix herbacea***, *Silene acaulis*, *Sedum mite*, *Cotoneaster tomentosa*, *Viola biflora*, *Astrantia minor*, *Loiseleuria procumbens*, ***Vaccinium uliginosum***, *Rhododendron ferrugineum*, ***Saxifraga oppositifolia***, *Primula hirsuta*, *Chrysanthemum alpinum*.

**41. Standort: Felskopf mehr gegen das Hospiz zu.** Unterlage: Schiefer.

a) Ostexposition: *Luzula spicata*, ***Salix herbacea***, *Salix Lapponum* ssp. *helvetica*, *Ranunculus geraniifolius* var. *gracilis*, *Cardamine alpina*, *Coto-*

neaster tomentosa, Sieversia reptans, Alchemilla alpina, Viola biflora, Ligusticum Mutellina Astrantia minor, **Vaccinium Myrtillus**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Vaccinium uliginosum**, Rhododendron ferrugineum, Primula hirsuta, Gentiana Kochiana, Bartsia alpina, Galium asperum, Antennaria carpathica, Homogyne alpina, Chrysanthemum alpinum.

b) **Südexposition**: Festuca rubra, Poa alpina var. vivipara, Luzula spicata, Alnus viridis, Ranunculus geraniifolius, Cardamine alpina, **Sempervivum montanum**, **Saxifraga Aizoon**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Saxifraga muscoides**, Viola biflora, Myosotis pyrenaica, Galium asperum, Phyteuma hemisphaericum, Doronicum Clusii, Chrysanthemum alpinum.

**42. Standort: Felskopf an der Straße gegen das Hospiz zu.** Unterlage: Gneis.

a) **Ost-Südexposition**: Cystopteris fragilis, Lycopodium clavatum, Juniperus communis var. montana, Anthoxanthum odoratum, Avena versicolor, **Agrostis rupestris**, **Carex curvula**, **Carex sempervirens**, Luzula spadicea, Salix herbacea, Salix Lapponum ssp. helvetica, Ranunculus geraniifolius, Cardamine alpina, Sedum mite, Sempervivum montanum, Viola biflora, Astrantia minor, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis-idaea, Vaccinium uliginosum, Loiseleuria procumbens, Rhododendron ferrugineum, Primula hirsuta, **Campanula cochlearifolia**, Phyteuma hemisphaericum, Homogyne alpina, Solidago Virga-aurea, Chrysanthemum alpinum, Leontodon pyrenaicus.

b) **Nordwestexposition**: Lycopodium clavatum, Anthoxanthum odoratum, **Agrostis rupestris**, **Carex sempervirens**, Luzula spadicea, Salix herbacea, Salix Lapponum ssp. helvetica, Cardamine alpina, Alchemilla alpina, Viola biflora, Astrantia minor, Ligusticum Mutellina, Vaccinium Myrtillus, Rhododendron ferrugineum, Primula hirsuta, Phyteuma hemisphaericum, Solidago Virga-aurea, Homogyne alpina, Antennaria carpathica, Chrysanthemum alpinum, Leontodon pyrenaicus, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

## O. Val Tremola.

**43. Standort: Gotthardstraße im Val Tremola. P 1943.** Unterlage: Schiefer. Exposition: West. Meereshöhe: 1950 m.

Juniperus communis var. montana, Festuca Halleri, Festuca rubra, Anthoxanthum odoratum, Avena versicolor, Agrostis rupestris, Poa alpina, Luzula spicata, Juncus trifidus, Silene acaulis, Silene rupestris, Minuartia sedoides, Sempervivum montanum, Cardamine alpina, **Saxifraga aspera var. bryoides**, Saxifraga Aizoon, Saxifraga moschata, Saxifraga aizoides, Saxifraga stellaris (wasserreich), Saxifraga rotundifolia, Alchemilla alpina, Lotus corniculatus, Astrantia minor, Bupleurum stellatum, Rhododendron ferrugineum, Calluna vulgaris, Vaccinium Vitis-idaea, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium uliginosum, Primula hirsuta, Viola biflora, Thymus vulgaris, Pedicularis tuberosa, Pedicularis Kernerii, Veronica fruticans, Campanula barbata, Phyteuma hemisphaericum, Achillea moschata, Solidago Virga-aurea, Chrysanthemum alpinum, Aster alpinus.

**44. Standort: Motta di dentro: P 1695,8.** Unterlage: Glimmerschiefer. Exposition: Süd. Meereshöhe: 1695,8.

**Feuchter Standort** (herunterrieselndes Wasser): *Saxifraga aizoides*, *Bartsia alpina*, *Pinguicula vulgaris* var. *grandiflora*, *Bellidiastrum Michellii*.

**Trockener Standort:** *Dryopteris Lonchitis*, *Cystopteris fragilis* ssp. *eufragilis* var. *dentata*, *Dryopteris spinulosa*, *Polypodium vulgare*, *Asplenium Trichomanes*, *Juniperus communis* var. *montana*, ***Festuca varia***, *Festuca rubra*, *Rumex scutatus*, *Silene rupestris*, *Silene acaulis*, *Cardamine alpina*, *Sempervivum montanum*, *Sedum alpestre*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga Aizoon*, *Alchemilla alpina*, *Alchemilla vulgaris*, *Potentilla aurea*, *Lotus corniculatus*, *Euphorbia Cyparissias*, *Laserpitium Panax*, *Calluna vulgaris*, *Thymus vulgaris*, *Veronica fruticans*, *Bartsia alpina*, *Galium asperum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Aster alpinus*, *Leontodon pyrenaicus*, *Solidago Virga-aurea*.

**45. Standort. Felsköpfe längs der Straße oberhalb des Forts Airola.**

**1. Felskopf bei der Kehre.** Unterlage: Gneis. Exposition: Südost. Meereshöhe: 1350 m. *Festuca varia*, *Anthoxanthum odoratum*, ***Silene rupestris***, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, *Sedum mite*, *Sempervivum montanum*, *Lotus corniculatus*, *Euphorbia Cyparissias*, *Thymus Serpyllum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Solidago Virga-aurea*, *Hieracium Pilosella*, *Galium rubrum* var. *genuinum*.

**2. Felskopf etwas oberhalb der Straße.** Unterlage: Glimmerschiefer. *Festuca varia*, *Anthoxanthum odoratum*, *Allium senescens*, *Rumex scutatus*, *Rumex acetosella* var. *angustifolia*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, *Silene rupestris*, *Sedum alpestre*, *Sedum mite*, *Sedum dasphyllum*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Sempervivum tectorum*, *Saxifraga Aizoon*, *Rosapendulina*, *Alchemilla Millefolium*, *Anthyllis vulneraria*, *Euphorbia Cyparissias*, *Calluna vulgaris*, *Echium vulgare*, ***Thymus Serpyllum***, *Galium rubrum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Aster alpinus*, *Solidago Virga-aurea*.

**3. Felskopf an der Straße.** Unterlage: Gneis.

**a) Oberflächenpolster:** *Festuca ovina*, *Allium senescens*, *Silene rupestris*, *Sedum album*, *Sedum mite*, *Sedum alpestre*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Sempervivum alpinum*, *Euphorbia Cyparissias*, *Viola tricolor*, *Epilobium collinum*, *Thymus Serpyllum* ssp. *polytrichus*.

**b) Reine Felsenpflanzen:** *Festuca varia*, *Poa nemoralis* var. *firma*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina*, *Asplenium Trichomanes*, *Allium senescens*, *Rumex scutatus*, *Thesium alpinum*, ***Silene rupestris***, *Minuartia lariciifolia*, *Minuartia verna*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvestre*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Sempervivum alpinum*, *Sedum mite*, *Anthyllis vulneraria*, *Epilobium collinum* f. *minor*, *Laserpitium Panax*, *Calluna vulgaris*, ***Thymus Serpyllum***, *Galium rubrum*, *Campanula barbata*, *Campanula Scheuchzeri*, *Solidago Virga-aurea*, *Centaurea scabiosa* ssp. *euscabiosa*.

4. **Felskopf daselbst.** Unterlage: Gneis. *Festuca varia*, *Festuca ovina* sensu stricto, *Juniperus communis* var. *montana*, *Allium senescens*, *Thesium alpinum*, *Rumex acetosella*, ***Silene rupestris***, *Minuartia verna*, *Minuartia laricifolia*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, ***Sedum mite***, *Sedum alpestre*, *Sedum album*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Saxifraga aizoon*, *Trifolium montanum*, *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium rubens*, *Euphorbia cyparissias*, *Peucedanum oreoselinum*, *Laserpitium panax*, *Bupleurum stellatum*, *Calluna vulgaris*, *Stachys rectus* ssp. *labiosus*, ***Thymus serpyllum***, *Galium rubrum*, *Galium asperum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Solidago virgaurea*, *Centaurea scabiosa*, *Aster alpinus*, *Hieracium pilosella*.

5. **Felskopf daselbst.** Unterlage: Gneis. *Juniperus communis* var. *montana*, ***Festuca varia***, *Thesium alpinum*, *Rumex scutatus*, *Minuartia laricifolia*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, *Dianthus carthusianorum*, *Sempervivum alpinum*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Saxifraga aizoon*, *Anthyllis vulneraria*, *Euphorbia cyparissias*, *Bupleurum stellatum*, *Laserpitium panax*, *Calluna vulgaris*, *Echium vulgare*, *Stachys rectus*, ***Thymus serpyllum***, *Galium rubrum*, *Centaurea scabiosa*.

#### P. Fibbia-Lucendrokette.

46. **Standort: Fibbia.** I. Grat östlich des Gipfels. Unterlage: Fibbiagneis. Meereshöhe: 2600 m.

a) **Süd-Südostexposition:** *Poa alpina*, ***Carex sempervirens***, ***Carex curvula***, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Sibbaldia procumbens*, *Alchemilla alpina*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Veronica fruticans*, *Chrysanthemum alpinum*, *Homogyne alpina*, *Doronicum clusii*, *Erigeron uniflorus*, *Leontodon pyrenaicus*.

b) **Nordexposition:** *Lycopodium clavatum*, *Poa alpina*, ***Carex curvula***, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Cardamine resedifolia*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga seguieri*, *Gentiana bavarica*, *Gentiana kochiana*, *Doronicum clusii*, *Chrysanthemum alpinum*, *Homogyne alpina*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

47. **Standort: Fibbiaspitze.** Unterlage: Fibbiagneis. Meereshöhe: 2742 m.

a) **Süd-Südostexposition:** *Lycopodium clavatum*, *Juniperus communis* var. *montana*, *Poa alpina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca halleri*, ***Carex sempervirens***, *Juncus trifidus*, *Luzula nivea*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Sedum mite*, *Saxifraga moschata*, *Alchemilla alpina*, *Sieversia reptans*, *Trifolium alpinum*, *Viola biflora*, *Astrantia minor*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*, *Calluna vulgaris*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Gentiana kochiana*, *Gentiana punctata*, *Pedicularis kernerii*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chry-*

santhemum alpinum, Senecio incanus, Hieracium alpinum ssp. Halleri, Hieracium piliferum, Leontodon pyrenaicus.

b) **Nord-Nordwestexposition:** Lycopodium clavatum, Poa alpina, Festuca Halleri, Carex sempervirens, Salix herbacea, Silene acaulis, Minuartia sedoides, Saxifraga aspera var. bryoides, Loiseleuria procumbens, Vaccinium uliginosum, Primula hirsuta, Phyteuma hemisphaericum, Leontodon pyrenaicus, Chrysanthemum alpinum.

48. **Standort: Valetta.** Unterlage: Fibbiagneis. Meereshöhe: 2440 m.

a) **Felskopf in Südostexposition:** Agrostis rupestris, Poa alpina var. vivipara, Carex curvula, Silene acaulis, Minuartia sedoides, Sedum alpestre, Sempervivum montanum, Saxifraga moschata, Saxifraga aspera var. bryoides, Sieversia reptans, Potentilla aurea, Sibbaldia procumbens, Loiseleuria procumbens, Vaccinium Myrtillus, Primula hirsuta, Gentiana brachyphylla, Myosotis pyrenaica, Veronica, Euphrasia minima, Pedicularis Kernerii, Doronicum Clusii, Erigeron alpinus, Gnaphalium supinum, Chrysanthemum alpinum, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

b) **Felsköpfe in der Lücke zwischen 2 Gipfeln. Ostexposition:** Poa laxa, Carex curvula, Luzula lutea, Luzula spicata, Salix herbacea, Silene acaulis, Minuartia sedoides, Sedum alpestre, Saxifraga aspera var. bryoides, Saxifraga moschata, Potentilla aurea, Loiseleuria procumbens, Vaccinium Myrtillus, Rhododendron ferrugineum, Gentiana brachyphylla, Bartsia alpina, Doronicum Clusii, Erigeron alpinus, Antennaria carpathica.

c) **Unterlage: Quarzader. Südostexposition:** Agrostis rupestris, Silene acaulis, Minuartia sedoides, Sedum alpestre, Saxifraga aspera var. bryoides, Sibbaldia procumbens, Vaccinium Myrtillus, Primula hirsuta, Erigeron alpinus, Chrysanthemum alpinum, Gnaphalium supinum, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

c) **3. Gipfel. Südwestexposition:** Poa laxa, Carex curvula, Luzula spicata, Silene acaulis, Minuartia sedoides, Parnassia palustris, Saxifraga aspera var. bryoides, Rhododendron ferrugineum, Gentiana brachyphylla, Doronicum Clusii, Chrysanthemum alpinum.

49. **Standort: Lucendropaß.** Unterlage: Fibbiagneis. Meereshöhe: 2539 m.

a) **Südseite:** Agrostis rupestris, Poa alpina var. vivipara, Carex curvula, Salix herbacea, Polygonum viviparum, Minuartia sedoides, Silene acaulis, Anemone vernalis, Cardamine alpina, Cardamine resedifolia, Sedum mite, Sempervivum montanum, Sieversia reptans, Alchemilla pentaphyllea, Saxifraga aspera var. bryoides, Saxifraga Seguieri, Primula hirsuta, Androsace alpina, Loiseleuria procumbens, Gentiana bavarica, Bartsia alpina, Pedicularis Kernerii, Myosotis pyrenaica, Phyteuma hemisphaericum, Doronicum Clusii, Antennaria carpathica, Gnaphalium supinum, Homogyne alpina, Chrysanthemum alpinum, Leontodon pyrenaicus, Hieracium alpinum ssp. Halleri.

b) **Nordseite:** *Agrostis rupestris*, *Poa alpina*, *Festuca rubra*, *Carex curvula*, *Carex sempervirens*, *Salix herbacea*, *Minuartia sedoides*, *Cerastium uniflorum*, *Silene acaulis*, *Arabis alpina*, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Seguieri*, *Sieversia reptans*, *Androsace alpina*, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*, *Homogyne alpina*, *Leontodon pyrenaicus*.

**50. Standort: Ostgrat des Lucendro.** Unterlage: Granit. Meereshöhe: 2600 m.

**1. Felskopf, da wo der Fußweg vorbeiführt.** a) **Südwestexposition:** *Festuca Halleri*, *Festuca rubra*, *Poa alpina* var. *vivipara*, *Carex sempervirens*, *Luzula lutea*, *Thesium alpinum*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Cerastium uniflorum*, *Cardamine alpina*, *Cardamine resedifolia*, *Arabis alpina*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga Aizoon*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga muscoides*, *Saxifraga oppositifolia*, *Potentilla aurea*, *Primula hirsuta*, *Statice montana*, *Gentiana bavarica*, *Vaccinium uliginosum*, *Myosotis pyrenaica*, *Pedicularis Kernerii*, *Galium asperum* ssp. *anisophyllum*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Doronicum Clusii*, *Erigeron neglectus*, *Leontodon pyrenaicus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Achillea moschata*, *Antennaria carpathica*, *Gnaphalium supinum*.

b) **Nordexposition:** *Agrostis rupestris*, *Cerastium uniflorum*, *Cardamine resedifolia*, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Seguieri*, *Sieversia reptans*.

**2. Felskopf daselbst.** a) **Südexposition:** *Poa alpina* var. *vivipara*, *Agrostis rupestris*, *Festuca Halleri*, *Carex sempervirens*, *Luzula spadicea*, *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Cardamine alpina*, *Sempervivum montanum*, *Sedum mite*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga Aizoon*, *Saxifraga moschata*, *Sieversia reptans*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Statice montana*, *Gentiana Kochiana*, *Gentiana bavarica*, *Myosotis pyrenaica*, *Thymus Serpyllum*, *Bartsia alpina*, *Galium asperum*, *Campanula Scheuchzeri*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Antennaria carpathica*, *Doronicum Clusii*, *Senecio incanus*, *Homogyne alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Erigeron uniflorus*, *Gnaphalium supinum*, *Achillea moschata*.

b) **Nordexposition:** *Cerastium uniflorum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga moschata*, *Pedicularis Kernerii*.

**51. Standort: Südwand des Lucendro.** Unterlage: Gneis. Exposition: Süd. Meereshöhe: 2700 m.

*Cystopteris fragilis*, *Avena versicolor*, *Agrostis rupestris*, *Poa alpina* var. *vivipara*, *Carex curvula*, *Luzula spicata*, *Luzula lutea*, *Juncus trifidus*, *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Cardamine alpina*, *Sedum alpestre*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga muscoides*, *Saxifraga moschata*, *Sieversia reptans*, *Potentilla aurea*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Statice montana*, *Gentiana bavarica*, *Thymus Serpyllum*, *Veronica fruticans*,

*Pedicularis Kernerii*, *Galium asperum* ssp. *anisophyllum* var. *Gaudini*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Senecio incanus*, *Erigeron alpinus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gnaphalium supinum*, *Doronicum Clusii*.

**52. Standort: Cavannapaß.** Unterlage: Granit. Meereshöhe: 2611 m.

**a) Südexposition:** *Poa alpina*, *Carex curvula*, *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Sedum alpestre*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Sieversia reptans*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Soldanella pusilla*, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Homogyne alpina*, *Gnaphalium supinum*, *Chrysanthemum alpinum*.

**b) Nordexposition:** (Keine Petrophyten.)

**Schneefeld.** Auch die Felsblöcke, welche aus dem Schnee heraus schauen, zeigen keine einzige Phanerogame als Bewohnerin. Die gleiche Erscheinung ist zu beobachten auf dem Gipfel des Lucendro (2959 m). Dieser wurde zu wiederholten Malen besucht. Es wurde aber auch nicht eine einzige phanerogame Pflanze entdeckt.

**53. Standort: Hühnerstock.** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 2886 m.

**a) Südexposition:** *Poa alpina*, *Carex curvula*, *Silene acaulis*, *Cerastium uniflorum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Androsace alpina*, *Gentiana bavarica*, *Chrysanthemum alpinum*.

**b) Nordexposition:** Nur wenige Exemplare von *Poa alpina*, *Cerastium uniflorum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Chrysanthemum alpinum*.

Der ganze Grat mit dem Hühnerstocke in der Mitte besteht aus einem Blockmeere. Auf der Nordseite reicht der Firn bis nahe an die Gräte. Auf jedem einzelnen Blocke tritt der Unterschied der verschiedenen Expositionen sehr schroff zutage. Die Nordseite der Blöcke trägt nur wenige Flechten (hauptsächlich *Rhizocarpon geographicum*), während die Südwände der großen und kleinen Quadersteine fast ununterbrochen überwachsen sind.

## Q. Gebiet in der Umgebung der Rotondohütte.

**54. Standort: Felskopf nördlich hinter der Hütte.** Unterlage: Schiefer (kompakt). Meereshöhe: 2500 m.

**a) Südostexposition:** *Avena versicolor*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa alpina*, *Carex curvula*, *Luzula lutea*, *Salix herbacea*, *Minuartia sedoides*, *Silene acaulis*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Saxifraga aizoon*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga exarata*, *Saxifraga Seguieri*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Primula hirsuta*, *Gentiana brachyphylla*, *Myosotis pyrenaica*, *Galium asperum* var. *anisophyllum*, *Achillea moschata*, *Erigeron alpinus* ssp. *alpinus*, *Chrysanthemum alpinum*; *Hieracium psammogenes* ssp. *psammogenes* var. *parcipilum*.

**b) Südwestexposition:** *Carex curvula*, *Luzula lutea*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Draba dubia*, *Cardamine resedifolia*, *Sedum*

alpestre, *Sempervivum montanum*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga* Aizoon, ***Saxifraga moschata***, *Saxifraga Seguieri*, *Saxifraga exarata*, *Saxifraga muscoides*, *Sieversia reptans*, *Alchemilla alpina*, *Alchemilla pentaphyllea*, *Primula hirsuta*, *Pedicularis Kernerii*, *Chrysanthemum alpinum*, *Erigeron alpinus*, *Achillea moschata*.

c) **Nordexposition**: *Draba dubia*, *Saxifraga muscoides*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Sieversia reptans*, *Pedicularis Kernerii*.

55. Standort: Felskopf in der Mitte des Wyttengewässergletschers. Unterlage Schiefer. Meereshöhe: 2450 m.

a) **Südexposition**: *Poa alpina* var. *vivipara*, ***Cerastium uniflorum***, *Minuartia verna* var. *subnivalis*, *Cardamine resedifolia*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Chrysanthemum alpinum*.

b) **Nordexposition**: ***Cerastium uniflorum***, *Cardamine resedifolia*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Linaria alpina*, *Chrysanthemum alpinum*.

Bemerkung: Die Expositionen sind nicht deutlich, da die Böschung eine sehr schwache ist.

56. Standort: Felsköpfe unterhalb der Hütte gegen den Oberstapel zu. Unterlage: Schiefer. Meereshöhe: 2400 m.

1. Felskopf. a) **Ost-Nordostexposition**: ***Agrostis rupestris***, *Avena versicolor*, *Juncus trifidus*, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Primula hirsuta*, *Gentiana punctata*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*.

b) **Nord-Nordwestexposition**: ***Carex curvula***, ***Carex sempervirens***, *Salix herbacea*, ***Minuartia sedoides***, *Cardamine resedifolia*, *Loiseleuria procumbens*, *Primula hirsuta*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Erigeron alpinus*, *Homogyne alpina*, *Leontodon pyrenaicus*, *Gnaphalium supinum*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

c) **Auf dem Rücken des Felsens**: *Juniperus communis* var. *montana*, *Avena versicolor*, *Poa laxa*, ***Carex curvula***, ***Carex sempervirens***, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Vaccinium Myrtillus*, ***Loiseleuria procumbens***, *Primula hirsuta*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Leontodon pyrenaicus*, *Erigeron alpinus*, *Chrysanthemum alpinum*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*, *Hieracium glanduliferum* f. *pilicaule*.

2. Felskopf daselbst. a) **Südwestexposition**: *Juniperus communis* var. *montana*, ***Agrostis rupestris***, *Poa laxa*, ***Carex curvula***, *Cardamine resedifolia*, *Sempervivum montanum*, *Trifolium alpinum*, *Vaccinium uliginosum*, *Primula hirsuta*, *Pedicularis Kernerii*, *Achillea moschata*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*. — Die Südwestseite des Felskopfes ragt nur wenig aus dem geschlossenen Rasen hervor. Deshalb ist sie arm an Arten.

b) **Südexposition**: *Avena versicolor*, *Agrostis alba*, ***Agrostis rupestris***, *Poa laxa*, ***Carex sempervirens***, ***Carex curvula***, *Luzula spicata*, *Silene acaulis*,



**Minuartia sedoides**, **Minuartia laricifolia**, **Cardamine resedifolia**, **Sempervivum montanum**, **Sedum alpestre**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Saxifraga Seguieri**, **Sibbaldia procumbens**, **Loiseleuria procumbens**, **Pedicularis Kernerii**, **Euphrasia alpina**, **Veronica fruticans**, **Phyteuma hemisphaericum**, **Primula hirsuta**, **Erigeron neglectus**, **Chrysanthemum alpinum**, **Gnaphalium supinum**, **Leontodon pyrenaicus**, **Achillea moschata**, **Hieracium alpinum ssp. Halleri**, **Hieracium glanduliferum f. pilicaule**.

**57. Standort: Rottälhornkette.** Unterlage: Gneis.

**1. Felskopf oberhalb der Hütte.** Exposition: Süd. Meereshöhe: 2700 m. **Juniperus communis var. montana**, **Avena versicolor**, **Anthoxanthum odoratum**, **Poa alpina var. typica subvar. divaricata**, **Agrostis rupestris**, **Carex curvula**, **Luzula spadicea**, **Luzula spicata**, **Silene acaulis**, **Minuartia laricifolia**, **Minuartia sedoides**, **Sedum alpestre**, **Sempervivum montanum**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Saxifraga moschata**, **Potentilla aurea**, **Sieversia reptans**, **Alchemilla pentaphyllea**, **Vaccinium Vitis-idaea**, **Primula hirsuta**, **Thymus Serpyllum**, **Pedicularis Kernerii**, **Veronica fruticans**, **Euphrasia minima**, **Galium asperum**, **Phyteuma hemisphaericum**, **Campanula thyrsoides**, **Campanula rotundifolia**, **Achillea moschata**, **Chrysanthemum alpinum**, **Gnaphalium supinum**, **Hieracium alpinum**.

**2. Felskopf oberhalb der Hütte, auf dem Grate östlich des Rottälhornes.** Meereshöhe: 2730 m.

**a) Süd-Südostexposition:** **Avena versicolor**, **Agrostis rupestris**, **Poa alpina var. vivipara**, **Anthoxanthum odoratum**, **Carex curvula**, **Thesium alpinum**, **Silene acaulis**, **Minuartia sedoides**, **Silene rupestris**, **Cardamine resedifolia**, **Sedum alpestre**, **Sempervivum montanum**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Saxifraga Seguieri**, **Alchemilla alpina**, **Sieversia reptans**, **Lotus corniculatus**, **Trifolium alpinum**, **Primula hirsuta**, **Gentiana Kochiana**, **Pedicularis Kernerii**, **Euphrasia minima**, **Veronica fruticans**, **Veronica bellidioides**, **Galium asperum**, **Phyteuma hemisphaericum**, **Achillea moschata**, **Gnaphalium supinum**, **Erigeron alpinus**, **Chrysanthemum alpinum**.

**b) Nordexposition:** Keine einzige Pflanze. Das Schneefeld des Stellibodengletschers reicht bis zum Grate.

**58. Standort: Felskopf etwas westlich davon.** Meereshöhe: 2750 m.

**a) Südexposition:** **Agrostis rupestris**, **Poa alpina**, **Avena versicolor**, **Carex curvula**, **Luzula lutea**, **Silene acaulis**, **Minuartia sedoides**, **Sempervivum montanum**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Saxifraga Seguieri**, **Sibbaldia procumbens**, **Sieversia reptans**, **Primula hirsuta**, **Gentiana bavarica**, **Phyteuma hemisphaericum**, **Achillea moschata**, **Erigeron alpinus**, **Homogyne alpina**, **Doronicum Clusii**, **Chrysanthemum alpinum**, **Antennaria dioeca**.

**b) Nordexposition:** Keine Phanerogamen.

**4. Felskopf: P. 2750.** **a) Südexposition:** **Juniperus communis var. montana**, **Avena versicolor**, **Agrostis rupestris**, **Carex curvula**, **Luzula lutea**, **Anemone vernalis**, **Sempervivum montanum**, **Saxifraga aspera var. bryoides**, **Loise-**

*leuria procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Primula hirsuta*, *Veronica bellidioides*, *Pedicularis Kernerii*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Homogyne alpina*, *Antennaria dioeca*, *Achillea moschata*, *Doronicum Clusii*, *Leontodon pyrenaicus*, *Hieracium alpinum* ssp. *Halleri*.

b) **Nordexposition:** *Lycopodium Selago*, ***Carex curvula***, ***Minuartia sedoides***, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Gentiana bavarica*, *Veronica bellidioides*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Doronicum Clusii*.

**59. Standort: Rottälhorn.** Meereshöhe: 2908 m.

a) **Südostexposition:** *Poa alpina*, *Minuartia sedoides*, ***Cerastium uniflorum***, *Silene acaulis*, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga muscoides*, *Saxifraga oppositifolia*, ***Saxifraga moschata***, *Saxifraga Seguieri*, *Sieversia reptans*, *Gentiana bavarica*, *Chrysanthemum alpinum*.

b) **Südwestexposition:** *Poa alpina*, ***Minuartia sedoides***, *Silene acaulis*, ***Cerastium uniflorum***, ***Saxifraga aspera* var. *bryoides***, *Saxifraga oppositifolia*, *Sieversia reptans*, *Androsace alpina*.

c) **Nordexposition:** Keine Phanerogamen.

**60. Standort: Leckihorn.** Unterlage: Granit. Meereshöhe: 3069 m.

*Poa alpina*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, ***Saxifraga oppositifolia***.  
Nirgends tritt der Gegensatz zwischen massigem und schiefri gem Gestein so stark hervor wie zwischen dem Rottälhorn und Leckihorn. Ersteres besteht aus Gneis und besteht wie die ganze Kette aus einem Blockmeere; letzteres ist aus granitischem Gestein aufgebaut und der Gipfel besteht ebenfalls aus einem Blockmeere. Hier auf dem Leckihorn ist die Flora also sehr arm, während auf dem Gneise des Rottälhornes doch noch eine beträchtliche Anzahl von Felsenpflanzen zu finden ist.

## R. Pizzo Centrale.

**61. Standort: Pizzo Centrale** (mehr Geröllflora). Unterlage: sehr stark angewitterter Schiefer, der einen feinen Grus liefert, so daß wir an der Grenze der Felsflora stehen. Exposition: Süd. Meereshöhe: 3000 m.

*Festuca Halleri*, *Poa alpina*, ***Agrostis rupestris***, *Carex curvula*, *Minuartia sedoides*, ***Cerastium uniflorum***, *Silene rupestris*, *Silene acaulis*, *Ranunculus glacialis*, *Cardamine alpina*, ***Saxifraga oppositifolia***, *Saxifraga Seguieri*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga aspera* var. *bryoides*, *Potentilla frigida*, ***Eritrichium nanum***, ***Androsace alpina***, *Gentiana bavarica* var. *imbricata*, *Leontodon pyrenaicus*, *Artemisia Genipi*, *Chrysanthemum alpinum*.

**62. Standort: Paß zwischen Pizzo Centrale und Piz Prevot.** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 2781 m.

a) **Südexposition:** *Poa alpina*, ***Carex curvula***, *Luzula spicata*, *Salix herbacea*, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, ***Cerastium uniflorum***, ***Saxifraga***

**aspera var. bryoides**, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga Seguieri*, *Androsace alpina*, *Potentilla aurea*, *Gentiana bavarica*, *Chrysanthemum alpinum*.

b) **Nordexposition**: *Poa alpina*, ***Carex curvula***, *Salix herbacea*, *Minuartia sedoides*, ***Saxifraga aspera var. bryoides***, *Ligusticum Mutellina*, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

**63. Standort: Pix Prevot.** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 2860 m.

*Poa alpina*, ***Carex curvula***, *Silene acaulis*, ***Saxifraga aspera var. bryoides***, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga moschata*, *Gentiana bavarica*, *Chrysanthemum alpinum*.

**64. Standort: Sellapaß.** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 2750 m.

*Poa alpina*, *Luzula spicata*, ***Carex curvula***, *Silene acaulis*, *Minuartia sedoides*, *Cerastium uniflorum*, ***Saxifraga aspera var. bryoides***, *Saxifraga Seguieri*, *Gentiana bavarica*, *Doronicum Clusii*, *Chrysanthemum alpinum*.

### III. Standorte des Tessinermassives:

Geologie und Petrographie siehe frühere Kapitel.

S. Tessinschlucht zwischen Rodi-Fiesso und Faido.

Unterlage: Gneis.

**65. Standort: Auf dem Felskopf südlich der Schlucht beim Eingang in dieselbe von Rodi her (Piotino).** Unterlage: Gneis. Meereshöhe: 1000 m. Es sind dies große **Oberflächenpolster** auf dem rundhöckerähnlichen Felskopfe.

*Selaginella helvetica*, *Juniperus communis*, ***Festuca varia***, *Orchis masculus*, *Silene rupestris*, *Cardamine alpina*, ***Sedum alpestre***, ***Sempervivum arachnoideum***, *Sempervivum montanum*, *Potentilla aurea*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus Aria*, *Alchemilla vulgaris* ssp. *alpestris*, *Polygala Chamaebuxus*, *Euphorbia Cyparissias*, *Vaccinium Myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Primula hirsuta*, *Gentiana Kochiana*, *Viola biflora*.

**66. Standort: Felsen am Eingang in die Schlucht.** Meereshöhe: P. 948.

a) **Westexposition**: *Juniperus communis*, ***Festuca varia***, *Silene rupestris*, ***Sedum dasyphyllum***, *Sempervivum montanum*, ***Sempervivum arachnoideum***, ***Saxifraga Cotyledon***, *Sorbus Aria*, *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier ovalis*, *Viola biflora*, *Sambucus racemosa*, *Thymus Serpyllum*, *Phyteuma hemisphaericum*.

b) **Nordexposition**: ***Polypodium vulgare***, ***Asplenium Trichomanes***, ***Asplenium germanicum***, ***Festuca varia***, *Betula pendula*, *Sempervivum montanum*, *Saxifraga Cotyledon*, *Saxifraga stellaris*, *Rubus idaeus*, *Viola biflora*, *Primula hirsuta*, *Thymus Serpyllum*, *Valeriana tripteris*.

**67. Standort: Felskopf in der Schlucht nördlich des Tessin.** Exposition: Süd-Südwest. Meereshöhe: 900 m.

*Juniperus communis*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Asplenium Trichomanes*, ***Festuca varia***, *Betula pendula*, *Thesium alpinum*

*Cardamine alpina*, ***Sedum dasyphyllum***, *Sempervivum montanum*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Sempervivum alpinum*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, ***Saxifraga Cotyledon***, *Saxifraga stellaris*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus Aria*, *Polygala Chamaebuxus*, *Euphorbia Cyparissias*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Primula hirsuta*, *Genista germanica* var. *inermis*, *Phyteuma betonicifolium*, *Solidago Virga-aurea*, *Hieracium amplexicaule* ssp. *pulmonarioides*.

**68. Standort: Felswand auf der Südseite des Tessin.** Meereshöhe: 850 m.

a) **Nordexposition:** *Cystopteris fragilis*, ***Polypodium vulgare***, ***Pteridium aquilinum***, *Asplenium Trichomanes*, *Juniperus communis*, *Festuca varia*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis varia*, *Poa nemoralis* var. *vulgaris* subvar. *tenella*, (an einer Wasserader), *Salix cinerea*, *Betula pendula*, *Rumex scutatus*, ***Saxifraga Cotyledon***, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus Aria*, *Geranium Robertianum*, *Viola biflora*, *Epilobium alsinifolium*, *Astrantia minor*, *Daucus Carota*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *Primula hirsuta*, *Vincetoxicum officinale*, *Thymus Serpyllum*, *Phyteuma betonicifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Carduus defloratus*, *Solidago Virga-aurea*, *Lactuca muralis*, *Bellidiastrum Michellii*, *Hieracium amplexicaule* ssp. *pulmonarioides*.

b) **Ostexposition:** *Pteridium aquilinum*, *Asplenium Trichomanes*, *Juniperus communis*, *Molinea coerulea*, *Calamagrostis varia*, ***Festuca varia***, *Rumex scutatus*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, *Sedum album*, ***Sempervivum arachnoideum***, *Saxifraga aizoides*, *Trifolium pratense* var. *nivale* ssp. *pilosum*, *Euphorbia Cyparissias*, *Helianthemum nummularium* var. *grandiflorum*, *Vincetoxicum officinale*, *Galium rubrum*, *Sambucus racemosa*, *Daucus Carota*, *Phyteuma betonicifolium*, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium amplexicaule*.

**69. Standort: Felswand auf der Nordseite des Tessin gegen Faido zu.** Exposition: Süd-Südwest. Meereshöhe: 750 m.

*Pteridium aquilinum*, *Asplenium Trichomanes*, *Dryopteris spinulosa* ssp. *dilatata*, *Juniperus communis*, *Picea excelsa*, ***Festuca varia***, *Holcus lanatus*, *Poa nemoralis* var. *vulgaris* subvar. *tenella*, *Salix incana*, *Alnus viridis*, ***Silene rupestris***, *Dianthus Carthusianorum*, *Dianthus Caryophyllus* ssp. *silvester*, *Minuartia laricifolia* var. *stricta*, ***Sedum dasyphyllum***, ***Sedum album***, *Sedum rupestre*, ***Sempervivum tectorum***, ***Sempervivum arachnoideum***, ***Saxifraga Cotyledon***, *Trifolium pratense* var. *nivale* ssp. *pilosum*, *Lotus corniculatus*, *Helianthemum nummularium* var. *grandiflorum*, *Daucus Carota*, *Calluna vulgaris*, *Stachys rectus* ssp. *rectus*, *Teucrium Chamaedrys*, *Thymus Serpyllum*, *Vincetoxicum officinale*, *Galium rubrum* var. *genuinum*, *Campanula rotundifolia*, *Carduus defloratus*, *Leontodon hispidus*, *Jasione montana*, *Scabiosa Columbaria*, *Artemisia campestris*, *Hieracium amplexicaule* ssp. *pulmonarioides*.

## Literaturverzeichnis.

1. **Altenkirch**, Studium über die Verdunstungseinrichtungen in der trockenen Geröllflora Sachsens.
2. **Annalen** der schweiz. meteor. Zentralanstalt.
3. **Arbenz**, La structure des alpes de la Suisse centrale.  
Arch. des Sc. physiques et nat. de Genève. 1911.
4. — Gebirgsbau der Zentralalpen. Ber. der naturf. Ges. Zürich 1911.
5. **Bachmann**, Die Beziehungen der Kalkflechten zu ihrem Substrat. Ber. der bot. Ges. 1890.
6. — Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrem Substrat. Ber. d. d. bot. Ges. 1904.
7. — Die Rhizoidenzone granitbewohnender Flechten. Pringheims Jahrbücher 1907.
8. — Kalklösende Algen. Ber. d. d. bot. Ges. 1915.
9. **Baltzer**, Das Aarmassiv nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs. 1888.  
Beitr. z. geol. Karte der Schweiz.
10. — Die granitischen - lakkolitenartigen Intrusionsmassen des Aarmassivs. (Comptes rendus, IX. Congrès géolog. international de Vienne 1913.)
11. **Billwiller**, 12jähr. Mittelwerte d. wichtigsten meteorol. Elemente für die Normalstationen d. Schweiz. Zeitschr. d. östr. Ges. f. Meteorologie.
12. **Bonnier & Flahault**, 1879, Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu. Ann. sc. nat. Bot. Paris 1894.
13. **Bonnier**, 1890. Influence des hautes altitudes sur les fonctions. Comptes Rendus, Paris CXI.
14. — 1894. Adaptations des plantes au climat alpin. Ann. Sc. Nat. série XX.
15. **Braun, J.** Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rhätisch-Lepontinischen Alpen. 1913.
16. **Brenner**, Untersuchungen an einigen Fettpflanzen. (Flora 1900.)
17. **Brockmann-Jerosch**, Die Pflanzengesellschaften der Schweizeralpen. I. Teil: Die Flora des Puschlav u. ihre Pflanzengesellschaften. 1904.
18. — Die Trichome der Blattscheiden der Gräser. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. No. 10.
19. **Buxdorf**. Über die geol. Verhältnisse des Furkapasses und des im Bau befindl. Tunnels. Ecl. geol. XII p. 176—178.
20. **Chenevard, Paul**, Catalogue des Plantes Vasculaires du Tessin. 1910.

21. **Christ**, Pflanzenleben der Schweiz. 1879.
22. **Christ, H.**, Die Farnkräuter der Schweiz. 1900.
23. **Clements, Fried. Ed.**, Research Methods in Ecology. 1905.
24. **Combes, R.**, Du rôle de l'oxygène dans la formation et la destruction des pigments rouges anthocyaniques chez les végétaux. Paris 1910.
25. — Les Echanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques. Revue Générale de Botanique. 1910.
26. **Correns, C.**, Floristische Bemerkungen über das obere Urserental. 1895. Separatabzug aus den Berichten der schweiz. bot. Ges.
27. **Darwin**, Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer. 1882.
28. **Diels**, Einige Bemerkungen zur Oekologie des Asplenium Selosii. Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1914.
29. — Die Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe. Ein Beitrag zur Oekologie der Lithophyten. Ber. d. d. bot. Ges. 1914.
30. **Diem**, Untersuchungen über die Bodenfauna der Alpen. Jahresb. der st. gall. naturf. Ges. 1901—1902.
31. **Dude**, Deutschlands Pflanzengeographie. 1876.
32. **Drude**, Handbuch der Pflanzengeographie. 1890.
33. **Ebermayer**, Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme, über den Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur, über die Bedeutung der Bodenwärme auf das Pflanzenleben. (Meteorolog. Zeitschr.)
34. **Engler**, Monographie der Gattung Saxifraga. 1872.
35. **Fedde**, Biolog. Charakterbilder für die Pflanzengeographie. Aus der Natur. 1907.
36. **Flahault**, La distribution géographique des végétaux dans un coin du Languedoc. Montp. 1893.
37. **Freidenfelt**, Über die Formbildung der Wurzeln vom biolog. Standpunkte. Flora. 1902.
38. — Studien über Wurzeln krautiger Pflanzen. Flora. 1902.
39. **Fritsch**, Das Gotthardgebiet. 1873. (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz.)
40. **Göbel**, Organographie der Pflanzen. 1898.
41. **Grisch**, Beiträge zur Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse der Berggipfelstöcke. (Diss. Zürich 1907.)
42. **Grubenmann**, Über die Gesteine der sogenannten Mulde von Airolo. Mitt. d. thurg. naturf. Ges. 1888.
43. — Zur Kenntnis der Gotthardgranite. Mitt. d. thurg. naturf. Ges. 1890.
44. — Über die Tessinergneise. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1911. Mtsbr. No 3.
45. **Hackel**, Die verwandtschaftlichen Beziehungen und die geographische Verbreitung der Festuca-Arten. Bot. Centralbl. 1881.
46. — Monographia Festucarum europaeorum. 1882.
47. — Einige Eigentümlichkeiten d. Gräser trockener Klimate. Wien 1890.
48. **Hann**, Handbuch der Klimatologie. 2. Aufl. 1897.

49. **Hauri u. Schröter**, Versuch einer Übersicht der siphonogamen Polsterpflanzen. 1914. Bot. Jahresber.
50. **Hayeck, A.**, Monogr. Studien über die Gattung Saxifraga. 1904. Denkschriften der math.-naturwissenschaftl. Klasse d. kais. Ak. der Wiss. Wien 1905.
51. **Heim**, Geologie der Gebirge zwischen Reuß und Rhein. Beitr. zur geol. Karte. 1891.
52. **Heß**, Über die Wuchsformen der alpinen Geröllpflanzen. Diss. Zürich 1910.
53. **Hezner**, Petrographische Untersuchungen der kristallinen Schiefer auf der Südseite des Gotthard (Tremolaserie). Separatabdruck aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Petrographie. Bd. XXVII.
54. **Kerner**, Pflanzenleben der Donauländer. 1863.
  - Über die hybriden Saxifragen der Östr. Alpen. Östr. bot. Zeitschr. 1870.
  - Über die zum Keimen der Samen notwendige Temperatur. Bot. Zt. 1873.
  - Pflanzenleben. 1898.
55. **Klemm**, Ber. über Untersuchungen an den sogen. Gneisen u. metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen. Sitzb. d. k. preuß. Akademie der Wissensch. Bd. XX, 1905, S. 442; 1906, S. 428; 1907, S. 25.
56. **Königsberger**, Einige Folgerungen aus geol. Beob. im Gotthard- und Tessinermassiv. Ecl. 1909.
57. — Die kristallinen Schiefer der Zentralschweiz. Versuch einer Einteilung der kr. Schiefer. IIe Congrès intern. de géol. 1910.
58. **Kraus**, Pflanzengeogr. Studien: Boden u. Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standortes auf dem Wellenkalk. 1911.
59. **Leist, K.**, Vergleichende Anatomie der Saxifragen. Diss. Bern 1889.
60. **Maurer, Billwiller, Hess**, Das Klima der Schweiz. 1909.
61. **Merz**, Die forstlichen Verhältnisse des Kantons Tessin. Verhandl. d. schweiz. naturf. Ges. Locarno 1903.
62. **Mitscherlich**, Bodenkunde für Land- u. Forstwirte. 1905.
63. **Molisch**, Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. 1897.
64. **Niggli**, Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am Nordrande des Gotthardmassives. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. N. F. Lief. XXXVI.
65. — Geol. Karte des östl. Teiles des Gotthardes. N. F. Lief. XXXVI.
66. **Oettli**, Beiträge zur Oekologie der Felsflora. Jahrbuch der st. gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft. 1903.
67. **Pax u. Knuth**, Primulaceae. 1905.
68. **Preiswerk**, Struktur der nördl. Tessiner Alpen. Ecl. XII.
69. — Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. XXVI. 1907.
70. **Ramann**, Bodenkunde. 3. Aufl. 1911.

71. **Raunkiaer, C.**, Types biologiques pour la géographie botanique. Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabenes Selskabs Forhandling. 1905.
72. **Rübel**, Überwinterungsstadien von *Loiseleuria procumbens*. Ber. d. d. bot. Ges. 1908.
73. — Pflanzengeogr. Monographie des Berninagebietes. 1911.
74. **Schade, Friedr. Alw.**, Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der sächsischen Schweiz. Diss. Jena 1912.
75. **Schimper**, Pflanzengeographie auf physiolog. Grundlage. 1908.
76. **Schinz u. Keller**, Flora der Schweiz. 1909.
77. **Schmidt**, Bild und Bau der Schweizeralpen. 1907.
78. **Schorler**, Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. Sonderabdruck aus den Verh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden. 1914.
79. **Schröter**, Pflanzenleben der Alpen. 1908.
80. **Stensström**, Über das Vorkommen derselben Arten verschiedener Klimate an verschiedenen Standorten mit bes. Berücksichtigung der xerophil ausgebildeten Pflanzen. Eine kritische pflanzenbiologische Untersuchung. (Flora. 1893.)
81. **Wahlenberg, G.**, De vegetatione et climate in Helvetia Septentrionale inter Flumina Rhenum et Arolum. 1812.
82. **Wainziok**, Petrographische Untersuchungen an Gneisen des St. Gotthard. Diss. 1906.
83. **Warming**, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 1902.
84. — Oecology of Plants. An introduction to the study of plant-communities. Oxford 1909.
85. **Warming u. Gräbner**, Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl. 1914.



## Figurenverzeichnis.

### Tafel I.

- Fig. 1. Übersicht über die Petrophyten.
- ” 2. Entstehung von Keimplätzen durch die Wirkung des Wassers.
- ” 3. Erweiterte Wasserrinne mit *Cardamine resedifolia*.
- ” 4. Wasserrinne mit *Saxifraga aizoon*.

### Tafel II.

- Fig. 5. Wasserrinne mit Keimplatz von *Saxifraga aspera*.
- ” 6. Wuchsort von *Saxifraga aspera*.
- ” 7. Wirkung des Spaltenfrostes. Keimplätze von *Saxifraga moschata*, *Exochomophyten*, *Silene acaulis*.
- ” 9. Plattenförmige Absonderung. Platte bleibt liegen. Keimplätze von *Sedum dasyphyllum*.
- ” 10. Plattenförmige Absonderung. Platte ist in die Tiefe gestürzt. Keimplatz von *Achillea moschata*.

### Tafel III.

- Fig. 8. Physikalische Verwitterung. Plattenförmige Absonderung.
- ” 11. Wirkung des Spaltenfrostes. Wuchsort von *Silene acaulis*.
- ” 12. Wirkung des Spaltenfrostes. Wuchsort von *Saxifraga oppositifolia*.

### Tafel IV.

- Fig. 13. Wirkung des Spaltenfrostes. Wuchsort von *Silene acaulis*.
- ” 14. Wirkung der plattenförmigen Absonderung und des Spaltenfrostes. Keimplatz von *Festuca varia*.
- ” 15. Abschuppung.
- ” 16. Abschuppung. Keimplatz von *Saxifraga aspera*.
- ” 17. Wirkung des Schnees. Keimplatz von *Carex sempervirens*.

### Tafel V.

- Fig. 18. Auswaschung durch das Wasser.
- ” 19. Auslaugung auf dem Gneiß des Hühnerstockes. Keimplatz von *Chrysanthemum alpinum*.
- ” 20. Physikalische und chemische Verwitterung des Gneises beim Fort Bühl. Keimplatz von *Sempervivum montanum*.
- ” 21. Auslaugende Verwitterung. Keimplätze von *Dryopteris Lonchitis* und *Cystopteris fragilis*.
- ” 22. Successionen: *Sempervivum arachnoideum*, *Sedum dasyphyllum*, *Saxifraga Cotyledon*.

Tafel VI.

- Fig. 23. Temperaturverhältnisse in Nord- und Südexposition auf dem Lucendropaß.  
„ 24. Rückstrahlende Wirkung des Felsens.  
„ 25. Rückstrahlende Wirkung des Felsens auf die Rosettenbildung von *Sempervivum montanum*.  
„ 26. Temperaturverhältnisse auf kleinstem Raume, geschaffen durch plattenförmige Verwitterung.

Tafel VII.

- Fig. 27. Wuchsort von *Sempervivum montanum*.  
„ 28. Besiedelung durch *Sempervivum montanum*.  
„ 29. Besiedelung durch *Festuca varia*.  
„ 30. Überhängender Horst von *Festuca varia*.

Tafel VIII.

- Fig. 31. Keimplätze von *Silene acaulis*.  
„ 32. Rasenförmige Polster von *Silene acaulis*.  
„ 33. Polsterformen von *Silene acaulis*.  
„ 34. Ausbreitung des Polsters von *Silene acaulis*.  
„ 35. Ausbreitung des Polsters von *Silene acaulis*.

Tafel IX.

- Fig. 36. Keim- und Wuchsorte von *Saxifraga aspera* var. *bryoides*.  
„ 37. Kampf zwischen *Saxifraga Cotyledon* und *Festuca varia*.  
„ 39. Keimplätze von *Primula hirsuta*.  
„ 40. Keimplätze von *Primula hirsuta*.

Tafel X.

- Fig. 38. Keimlinge von *Saxifraga Cotyledon* in successiver Entwicklung. (Von den Gneisfelsen bei Cevio.)

Tafel XI.

- Fig. 41. Wuchsorte von *Primula hirsuta*. Keimplätze von *Festuca varia*.  
„ 42. *Primula hirsuta*.  
„ 43. Successionen, eingeleitet durch *Primula hirsuta*.  
„ 44. Wuchsorte der Ericaceen.

## Verzeichnis der Photographien.

### Tafel XII.

- No. 1. Felswände mit *Fibbia* vom Hospiz aus.
- „ 2. Felskopf am Eingang ins Unteralpental bei Andermatt (Serizitschiefer).

### Tafel XIII. Besiedelung durch *Festuca varia*.

- No. 3. Starke Verwitterung des Protogins beim Fort Bühl. Plattenförmige Absonderung.
- „ 4. Verwitterung des Serizitschiefers von Hospental.

### Tafel XIV.

- No. 5. Wirkung des Spaltenfrostes. Wuchsort von *Chrysanthemum alpinum*.
- „ 6. Besiedelung des Gneisfelsens bei Cevio im Maggiatale. (Die schwarzen Flächen sind Moosrasen und die weißen darin angesiedelte *Saxifraga Cotyledon*.)

### Tafel XV.

- No. 7. Typische Wuchsorte von *Saxifraga Cotyledon* auf Gneis bei Faido.
- „ 8. Wuchern von *Saxifraga Cotyledon* auf einer Gneiswand bei Cevio im Maggiatale.

### Tafel XVI.

- No. 9. Wuchsorte von *Primula hirsuta* und *Festuca varia* auf Gneis beim Fort Bühl.
- „ 10. Die offene Felsflora geht in die geschlossene Wiesenflora über durch die Tätigkeit von *Festuca varia*. Felskopf an der Oberalpstraße.

### Tafel XVII.

- No. 11. Spalier von *Arctostaphylos Uva ursi* oberhalb des Fort Airolo. Gneisplatte in Südexposition.

#### **Wurzelbilder:**

- „ 12. *Dryopteris Lonchitis*.

### Tafel XVIII.

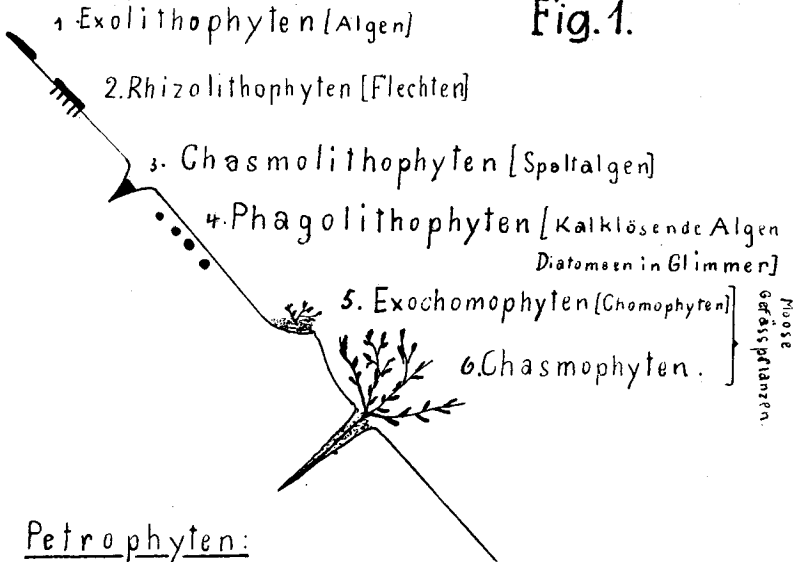
- „ 13. *Festuca Halleri* — *Carex curvula*.
- „ 14. *Achillea moschata* — *Vaccinium uliginosum*.

### Tafel XIX.

- No. 15. *Salix herbacea* — *Minuartia sedoides*.
- „ 16. *Campanula cochleariifolia* aus feuchter Spalte.  
*Campanula cochleariifolia* aus trockener Spalte.

Übersicht über die Petrophyten.

Fig. 1.



Petrophyten:

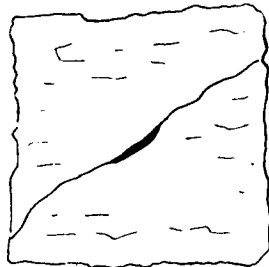
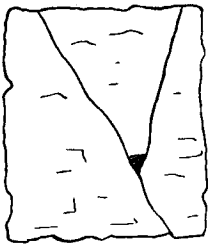
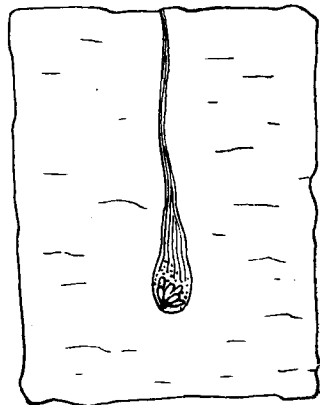


Fig. 2.

Fig. 3.

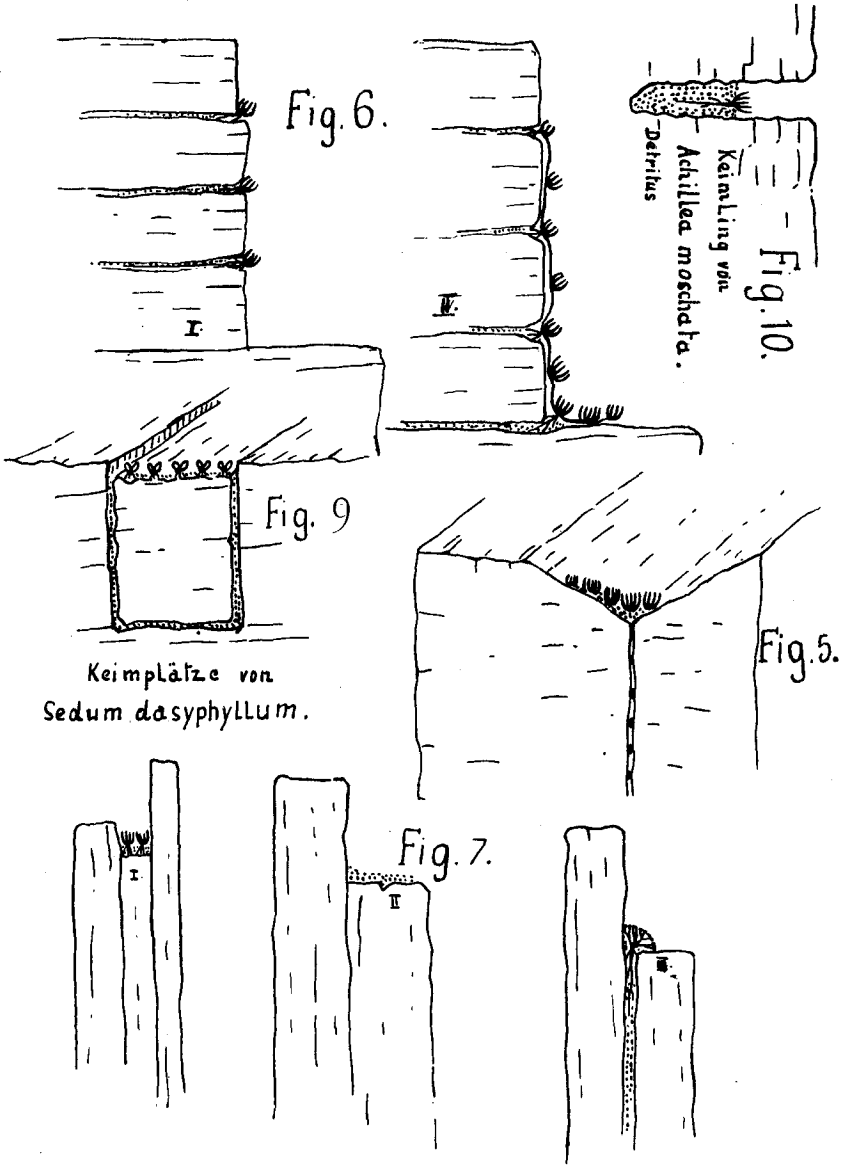
Erweiterte Wasserrinne mit  
*Cardamine resedifolia*.

Fig. 4.



Entstehung von Keimplätzen durch die Wirkung des Wassers.

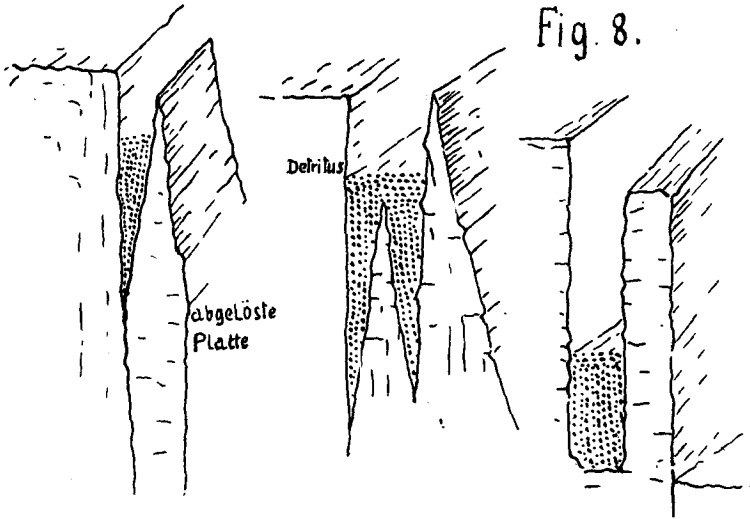
Wasserrinne mit Keimplatz von *Saxifraga aspera*.  
 Plattenförmige Absonderung. Wirkung des Spaltenfrostes.



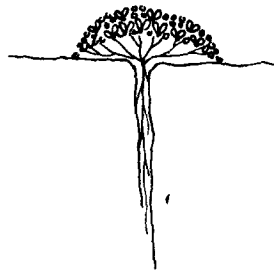
Wirkung des Spaltenfrostes (im Schnitt dargestellt)

- Keimplätze von
- I. *Saxifraga moschata*.
  - II. *Exochomophyten*.
  - III. *Silene acaulis*.

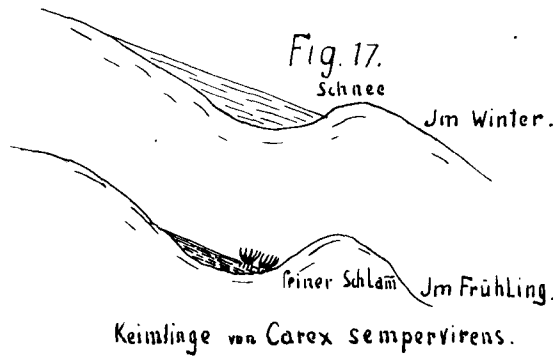
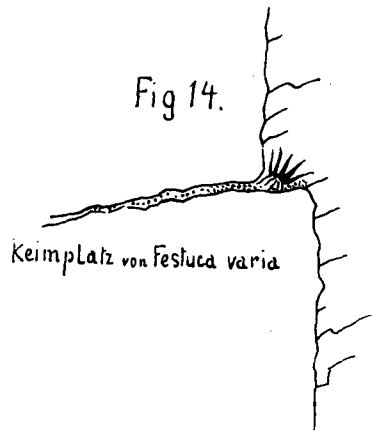
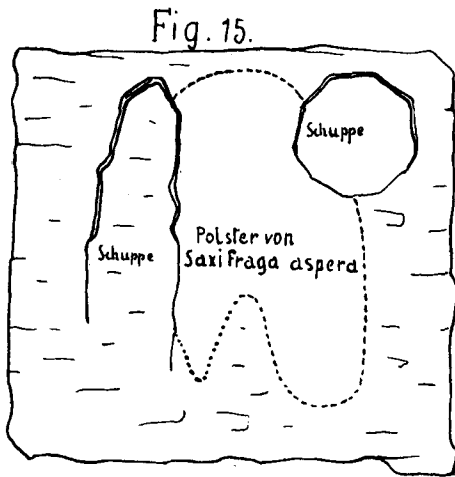
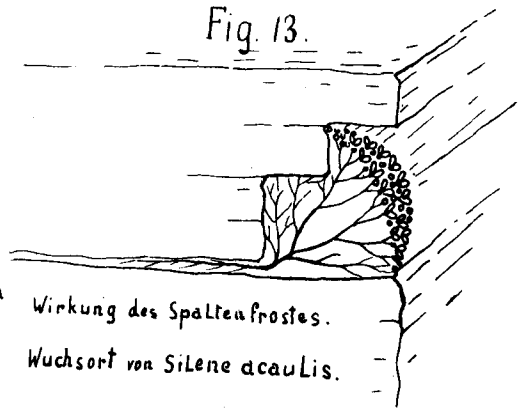
Wirkung des Spaltenfrostes.



Wirkung des Spaltenfrostes.  
Wuchsorte von *Silene acaulis*.



Wirkung des Spaltenfrostes.  
Wirkung des Schnees.



Auswaschung durch das Wasser.



Fig. 19

Auslaugung auf dem Gneis des Hühnerstockes.  
Keimlinge von *Chrysanthemum alpinum*.

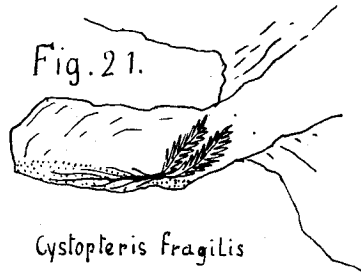


Fig. 21.

*Cystopteris fragilis*

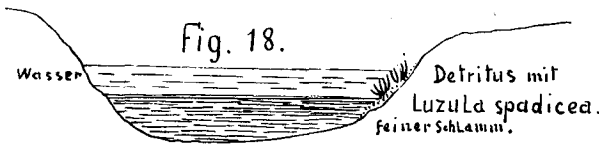
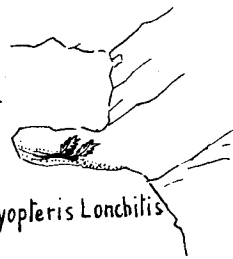


Fig. 18.

Auswaschung durch Wasser



*Dryopteris Lonchitis*

Physikalische & chemische Verwitterung  
des Gneises beim Fort Bühl.

Keimplatz von *Sempervivum montanum*.

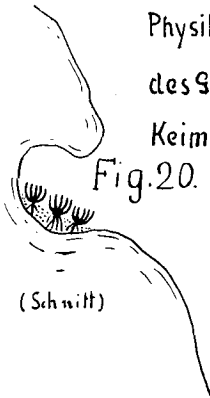


Fig. 20.

(Schnitt)



Fig. 22.

I. *Sempervivum arachnoideum*.

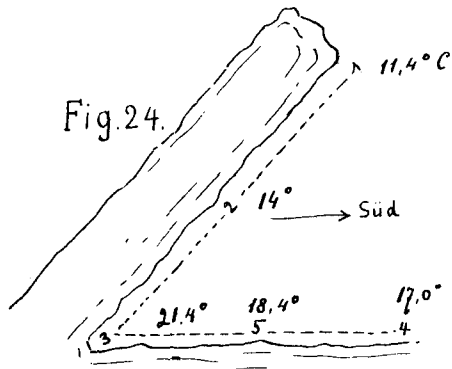
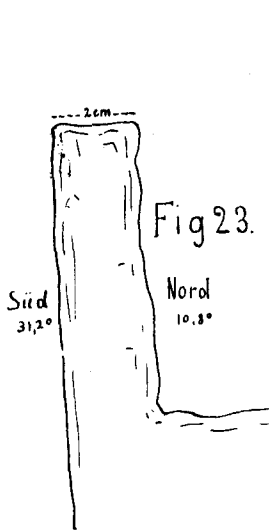
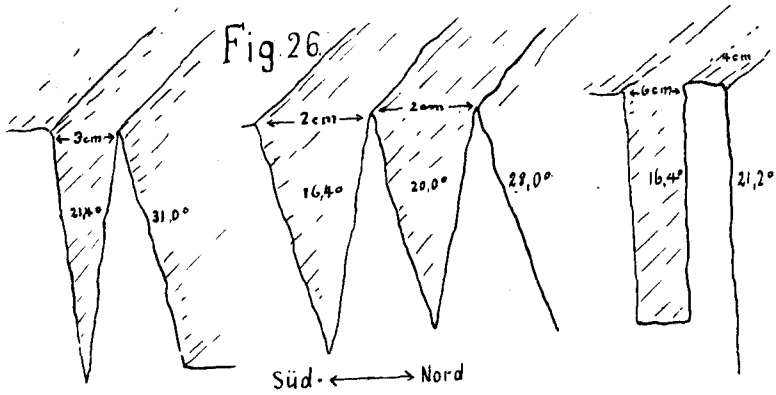
II. *Sedum dasyphyllum*.

III. *Saxifraga Cofyledon* in feiner Felspalte.

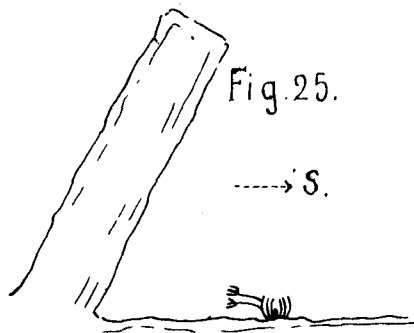
Sukzessionen.



Temperaturverhältnisse auf kleinstem Raume.

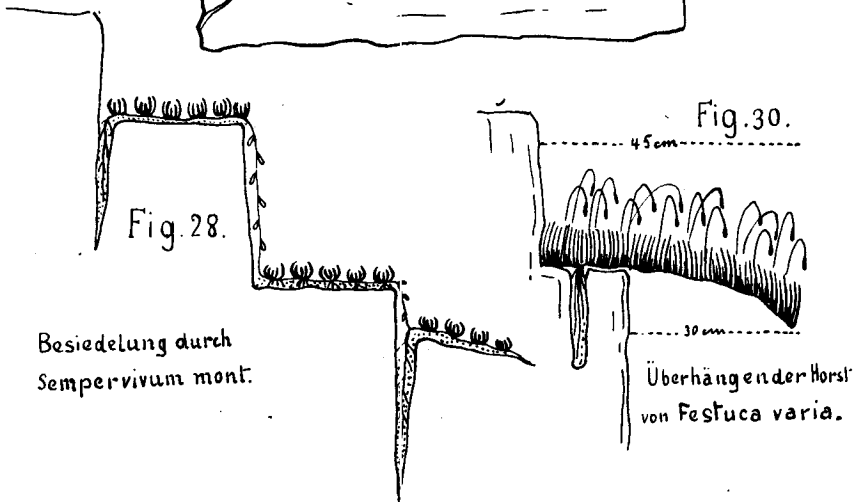
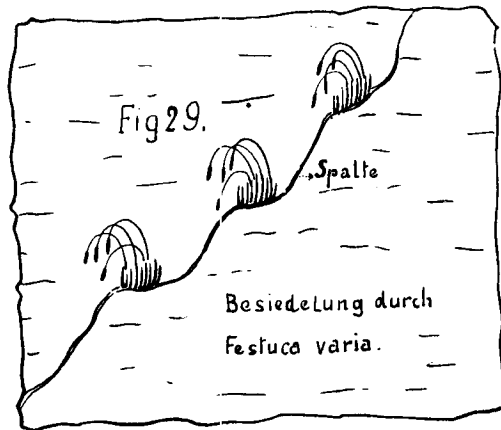
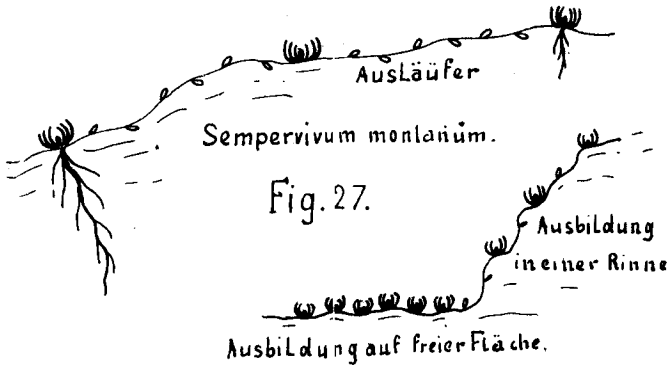


Zurücksfrähen des Felsens.

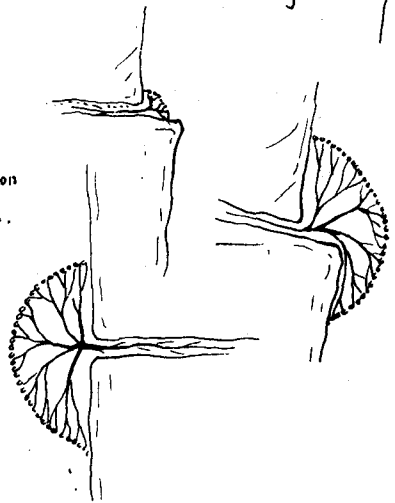
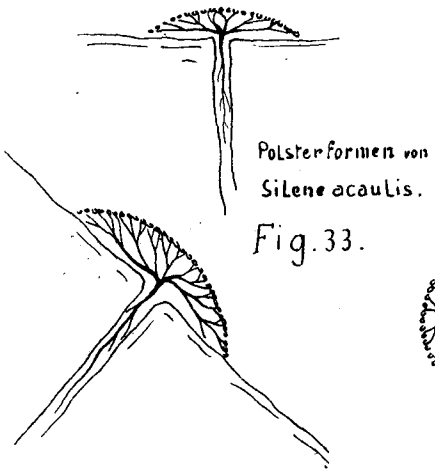
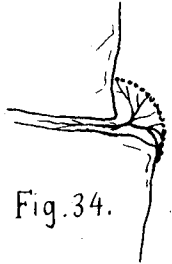
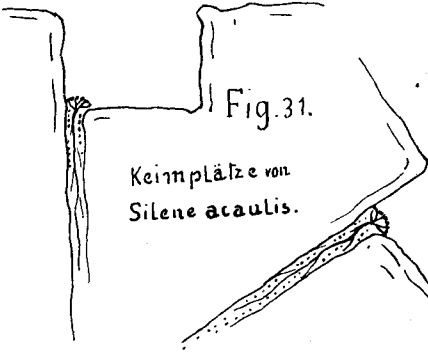
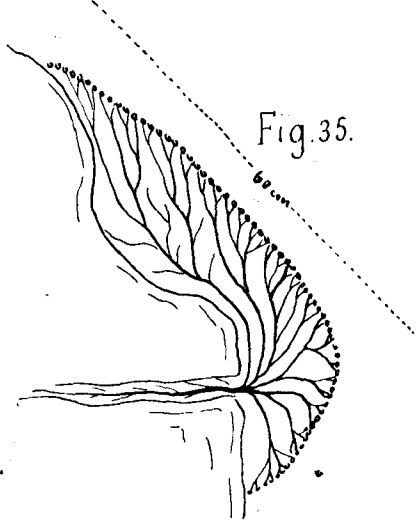
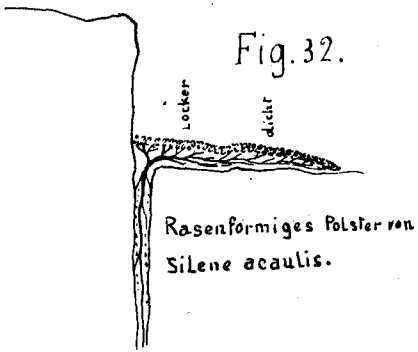


Ausläufer von *Sempervivum montanum*.

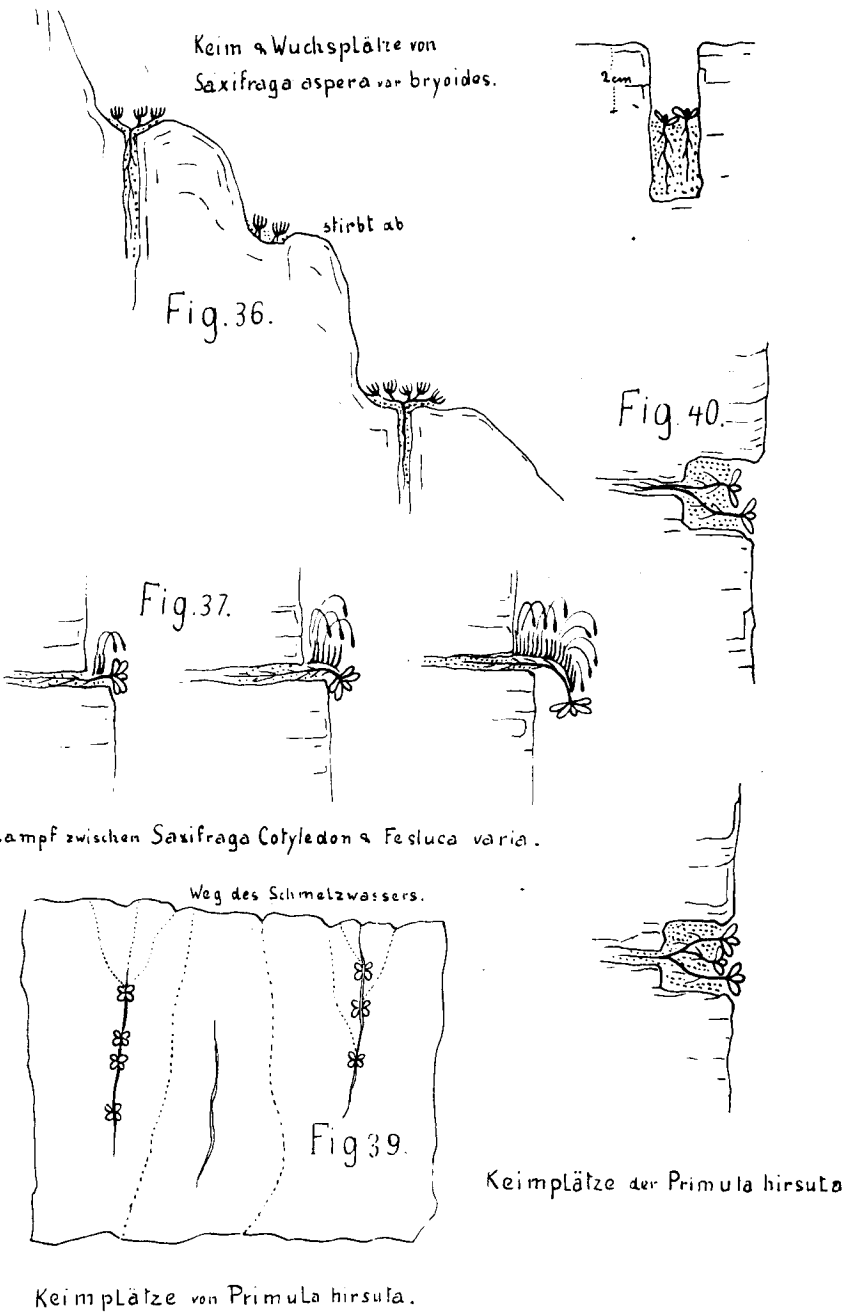
Besiedelung der Keim- und Wuchsorte.



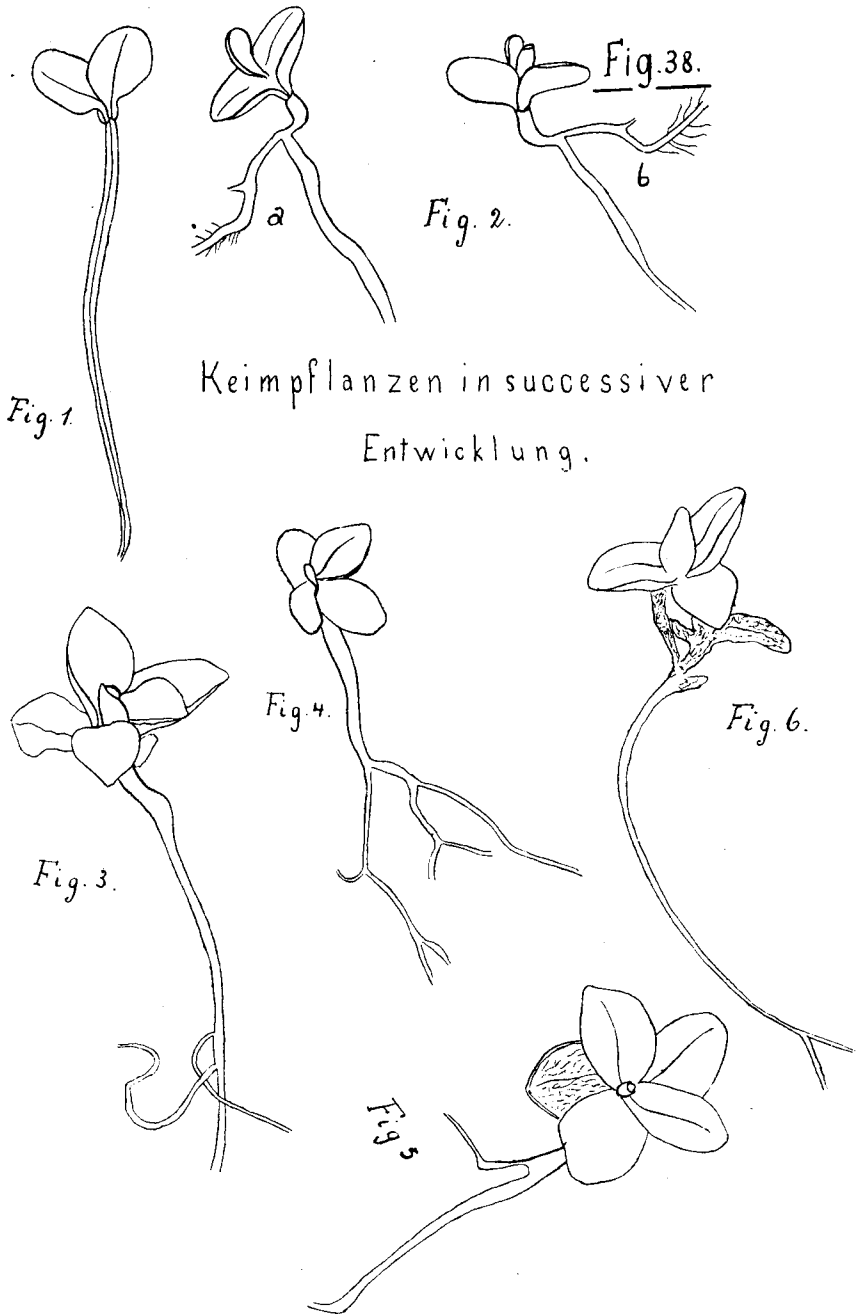
Besiedelung durch *Silene acaulis*.



Besiedelung der Keim- und Wuchsorte.



Keimlinge von Saxifraga Cotyledon in sukzessiver Entwicklung.



Besiedelung der Keim- und Wuchsorte.

Successionen.

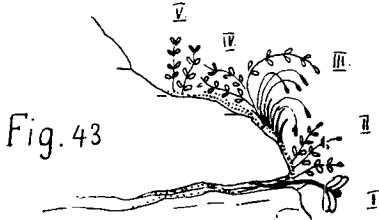


Fig. 43

- I *Primula hirsuta*
- II *Cerastium pedunculatum*.
- III *Festuca varia*.
- IV *Thymus Serpyllum*.
- V *Sedum dasyphyllum*.

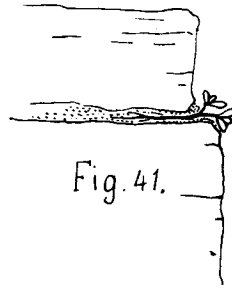
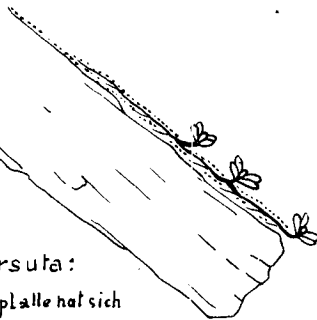


Fig. 41.

Wuchsorte von *Primula hirsuta*.  
Keimplatz von *Festuca varia*.

Fig. 42.



*Primula hirsuta*:

Die obere Steinplatte hat sich

Losgelöst. Aus dem Kaulomantsprossen neue Rosetten

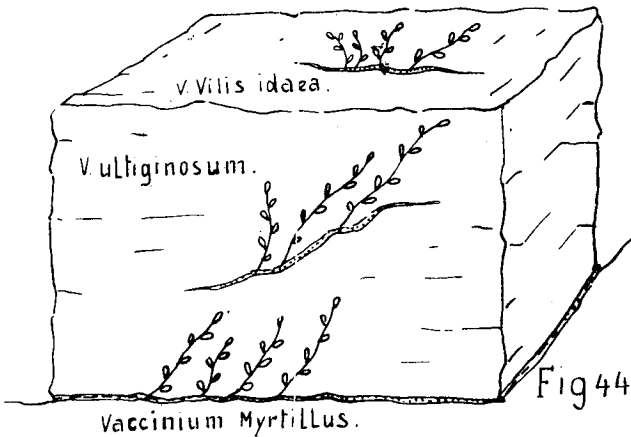
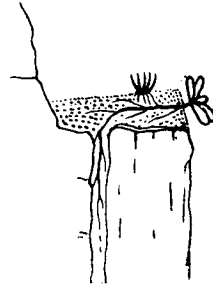


Fig. 44.



No. 1. Felswände mit Fibbia vom Hospiz aus.



No. 2. Felskopf am Eingang in das Unteralpental bei Andermatt  
(Serizitschiefer)  
Besiedelung durch *Festuca varia*.

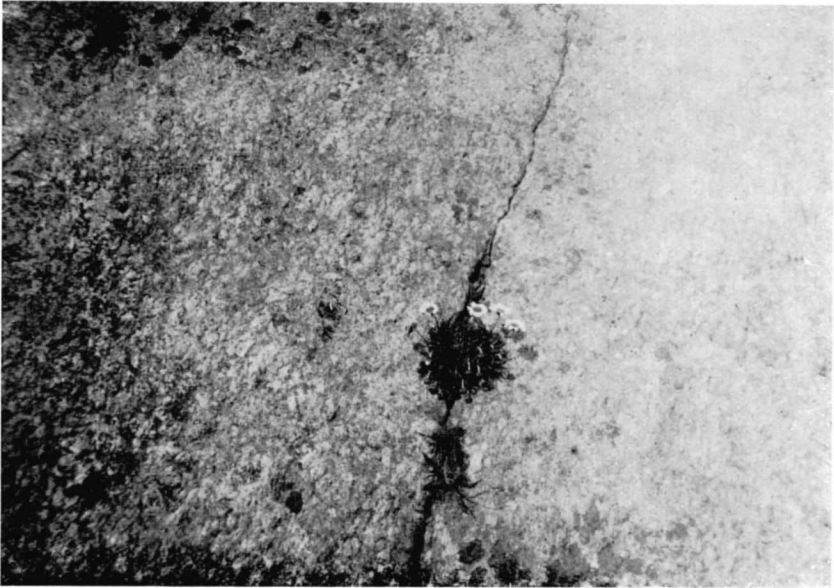


No. 3. Starke Verwitterung des Protogins beim Fort Bühl.  
Plattenförmige Absonderung.



No. 4. Verwitterung des Serizit schiefers bei Hospental.





No. 5. Wirkung des Spaltenfrostes. Wuchsort von *Chrysanthemum alpinum*.



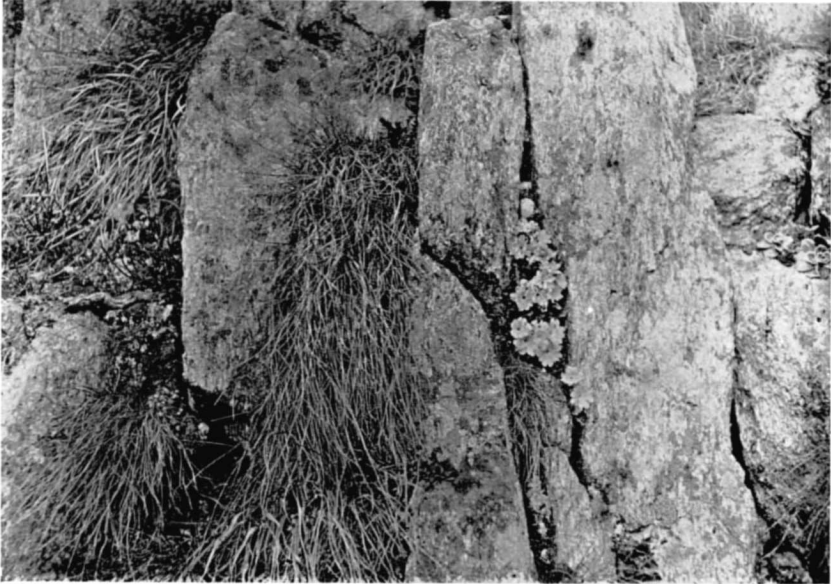
No. 6. Besiedelung eines Gneisfelsens bei Cevio im Maggiatale.  
(Die schwarzen Flächen sind Moosrasen und die weissen darin angesiedelte  
*Saxifraga Cotyledon*.)



No. 7. Typische Wuchsorte von *Saxifraga Cotyledon* auf Gneis bei Fadio.



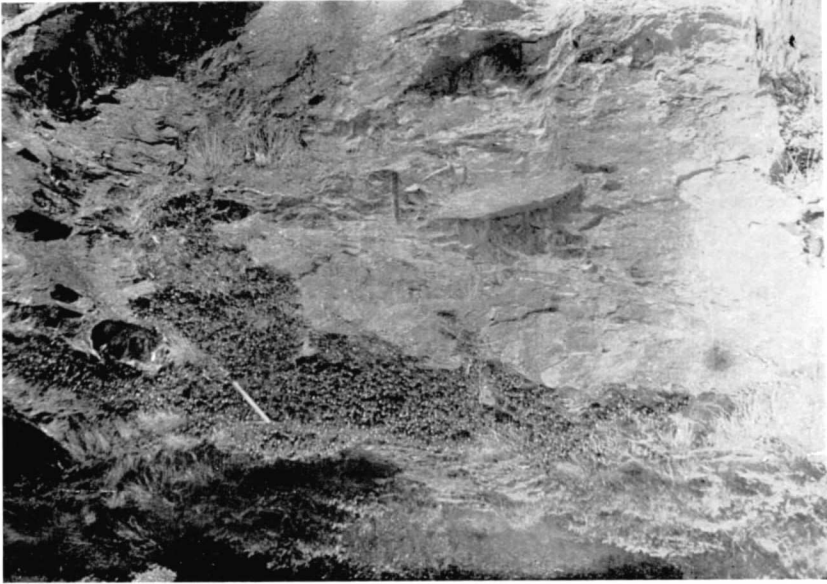
No. 8. Wuchern von *Saxifraga Cotyledon* auf einer Gneiswand bei Cevio im Maggiatale.



No. 9. Wuchsort von *Primula hirsuta* und *Festuca varia*  
auf Gneis beim Fort Bühl.



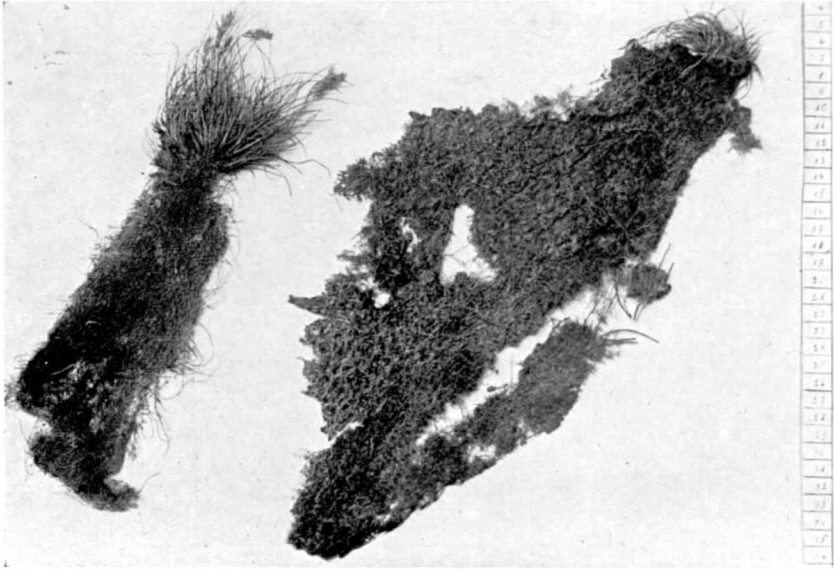
No. 10. Die offene Felsflora geht in die geschlossene Wiesenflora über  
durch die Tätigkeit von *Festuca varia*. Felskopf an der Oberalpstraße.



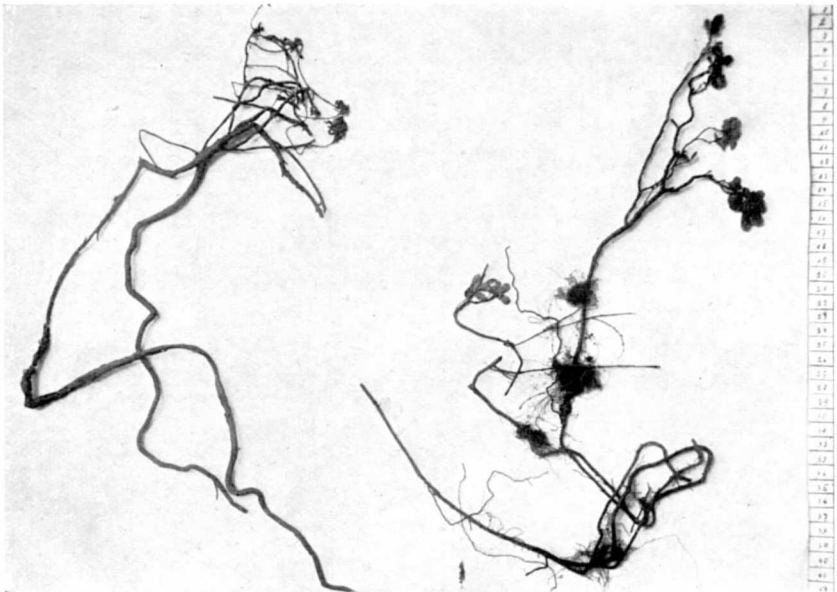
No. 11. Spalier von *Arctostaphylos Uva ursi* oberhalb des Fort Airolo.  
Gneisplatte in Südexposition.



No. 12. *Dryopteris Lonchitis*.



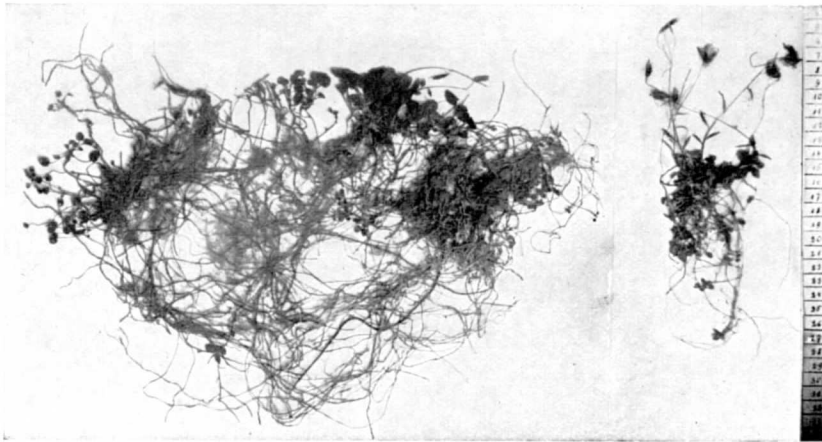
No. 13. a) *Festuca Halleri*.  
b) *Carex curvula*.



No. 14. a) *Achillea moschata*.  
b) *Vaccinium uliginosum*.



No. 15. a) *Salix herbacea*.  
b) *Minuartia sedoides*.

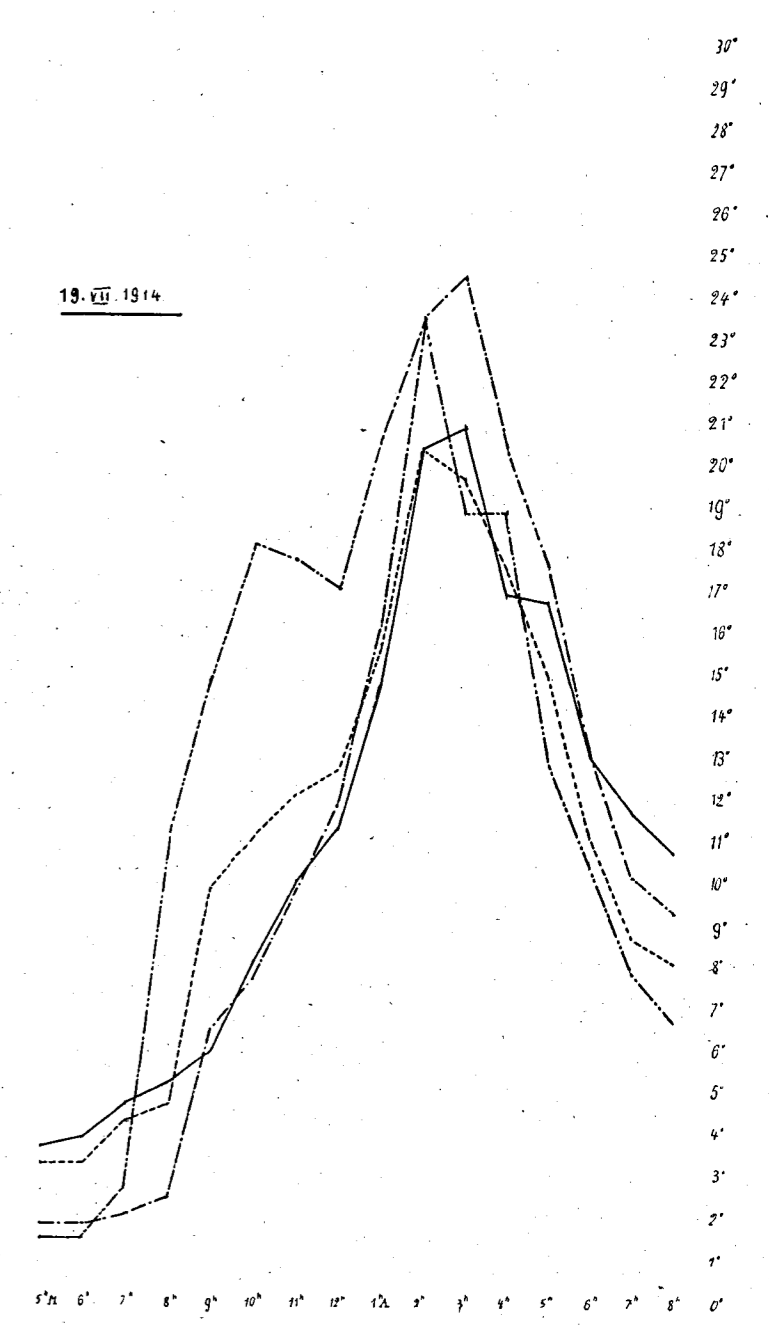
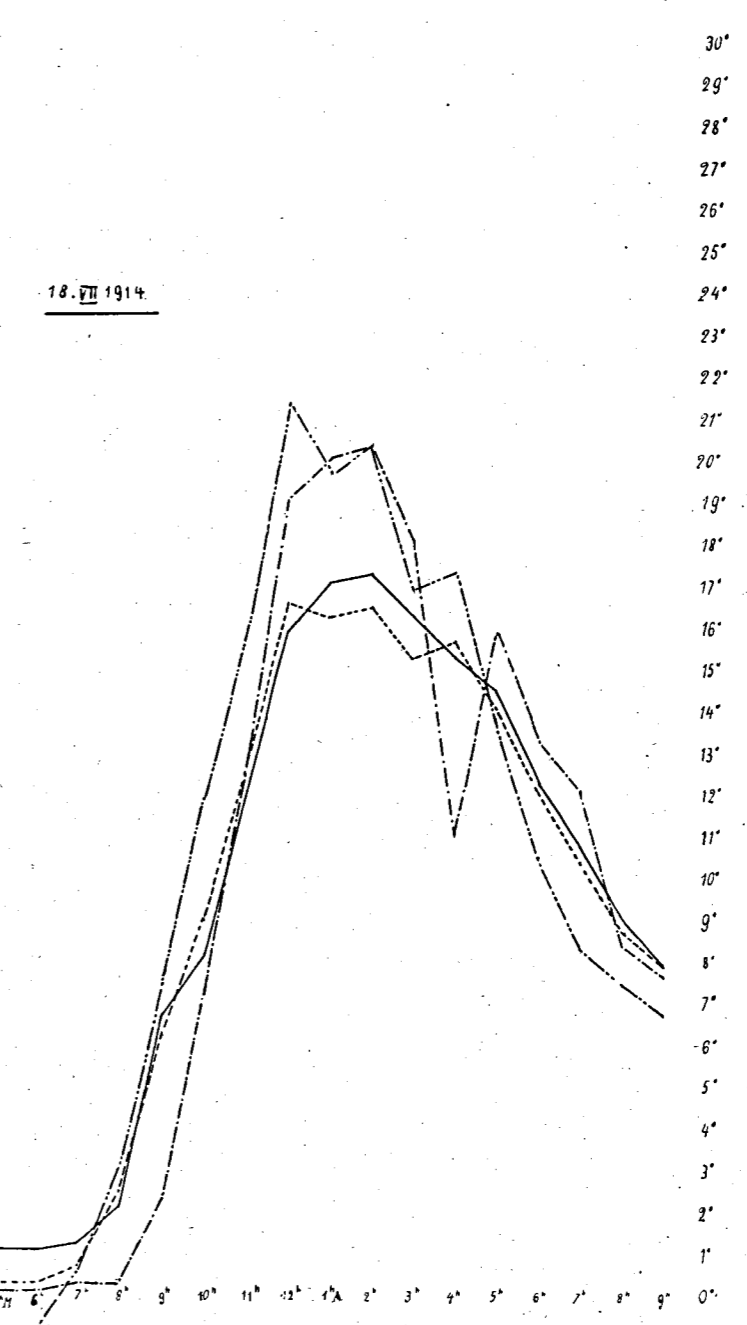
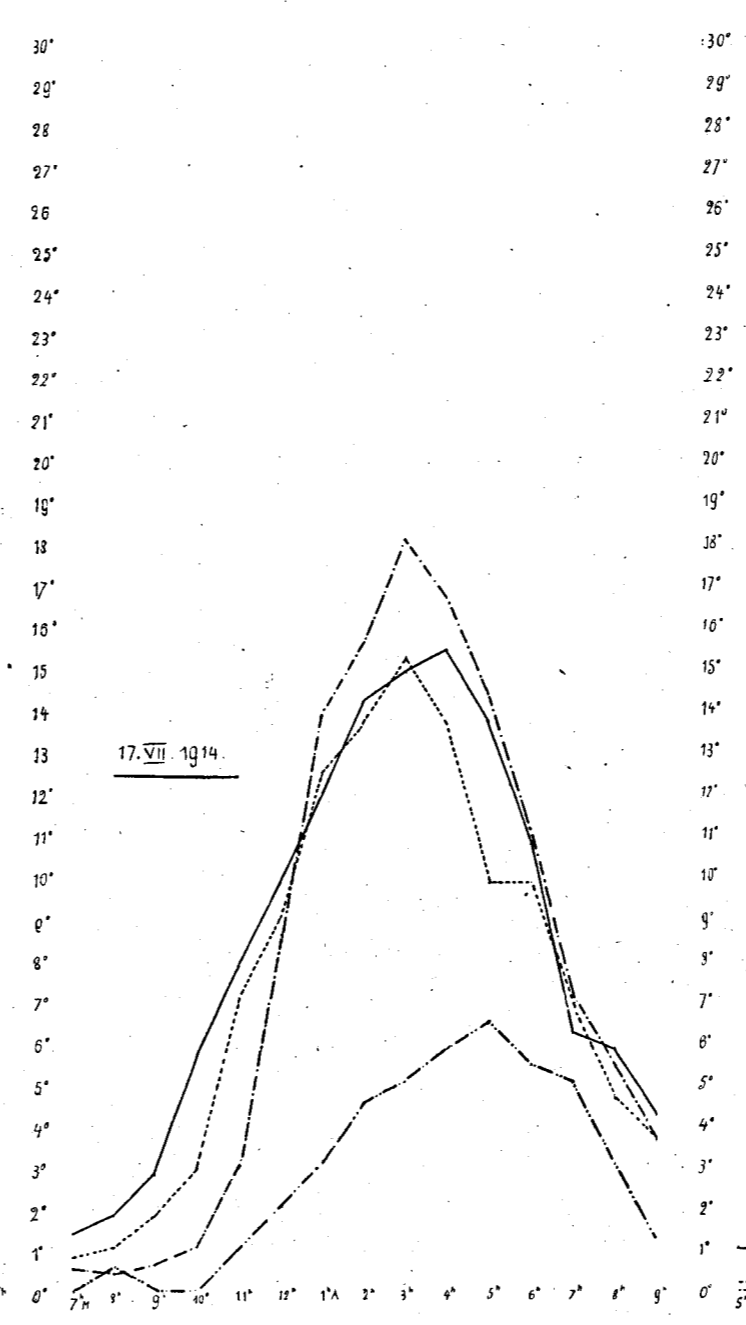
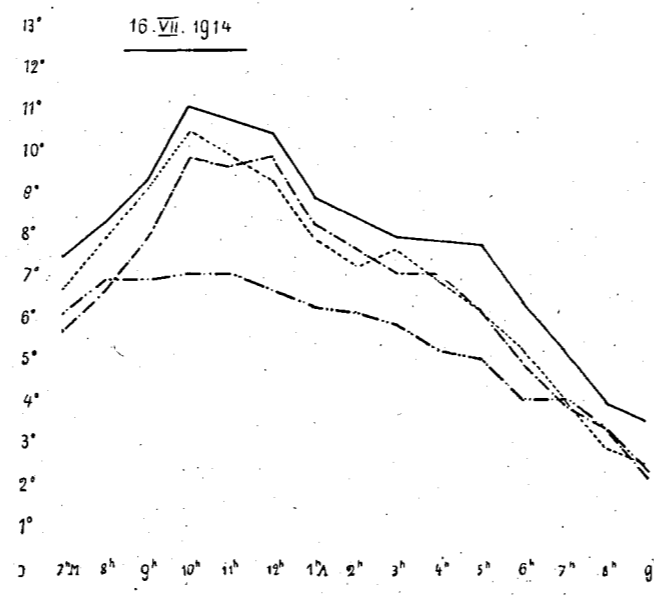
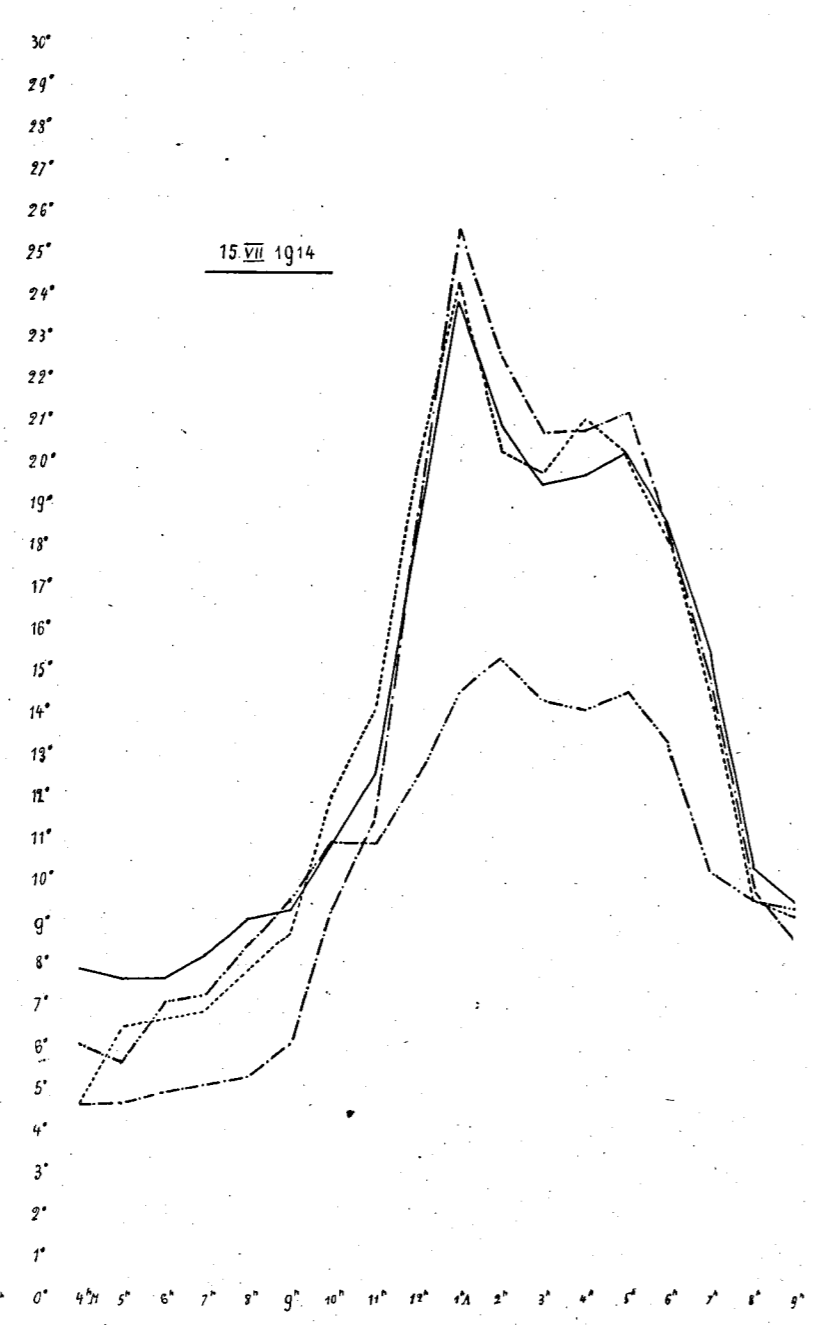
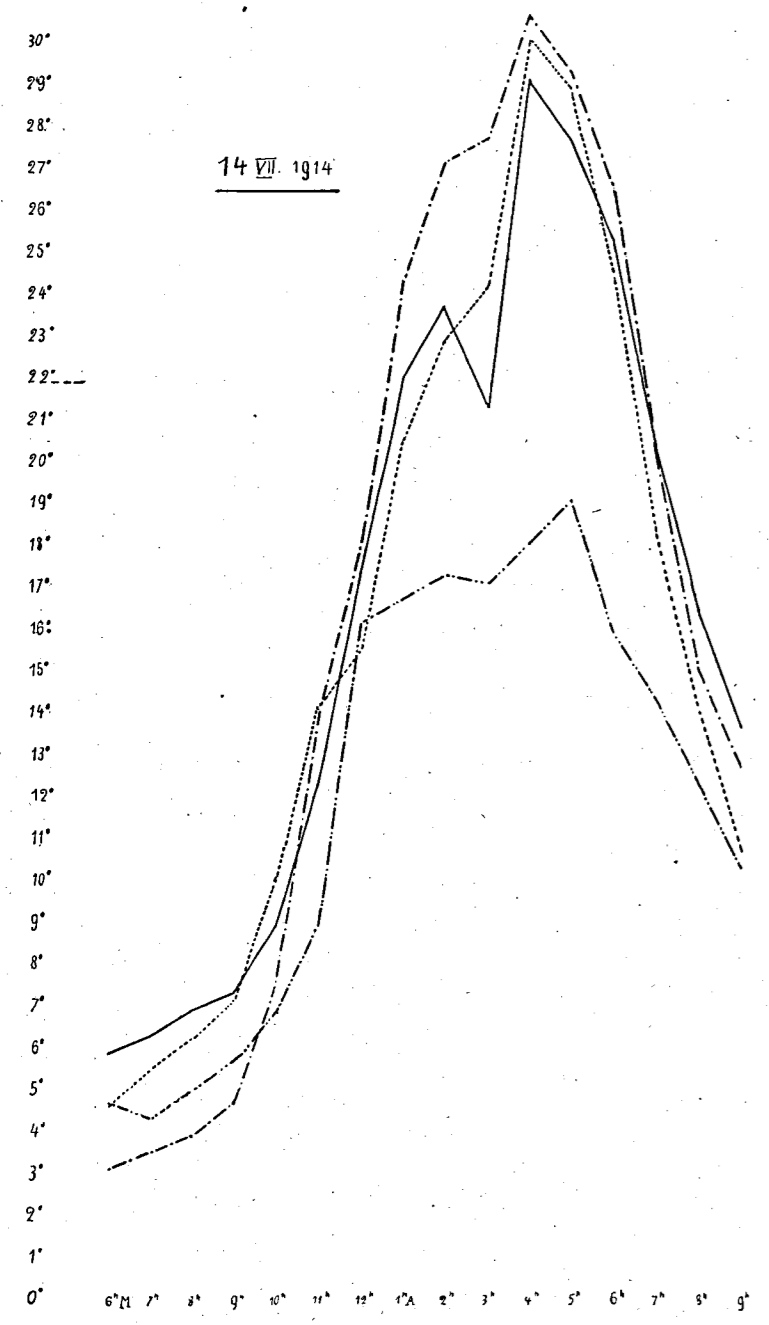


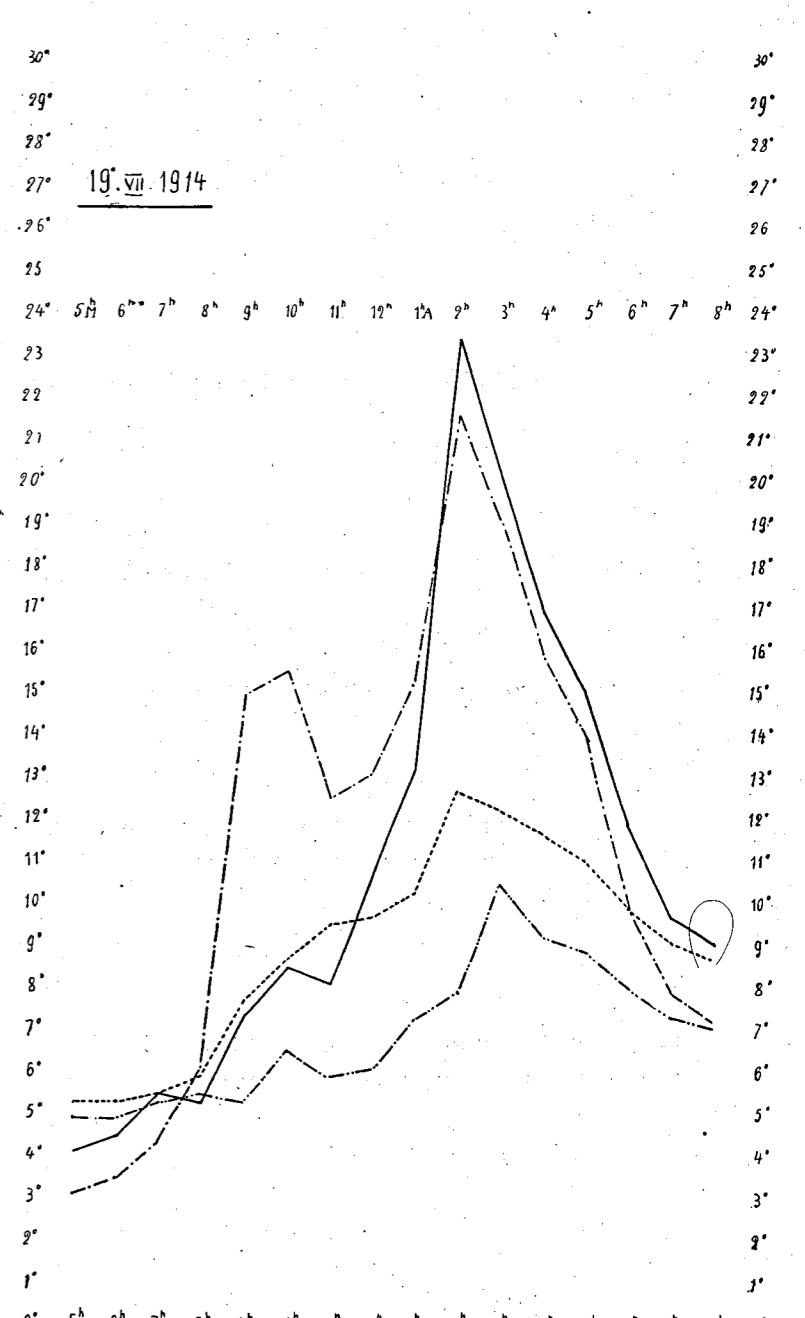
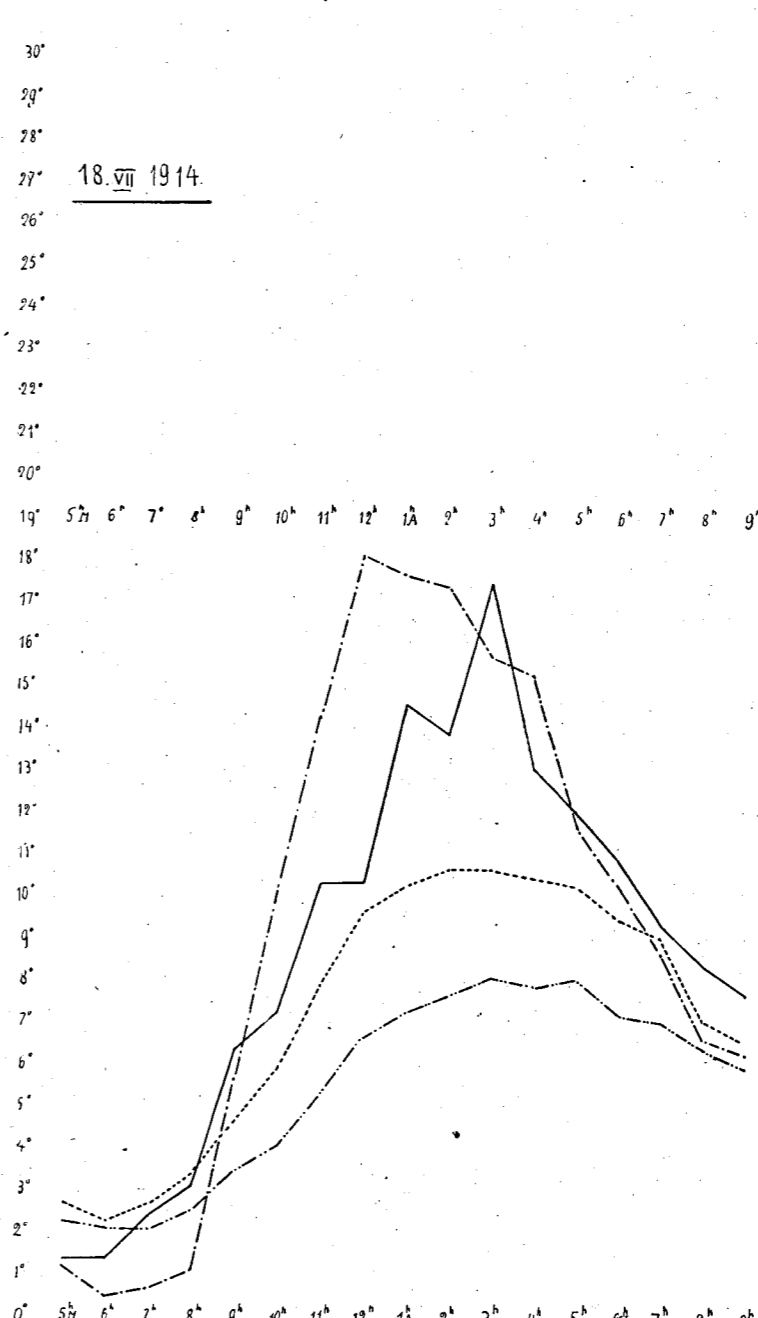
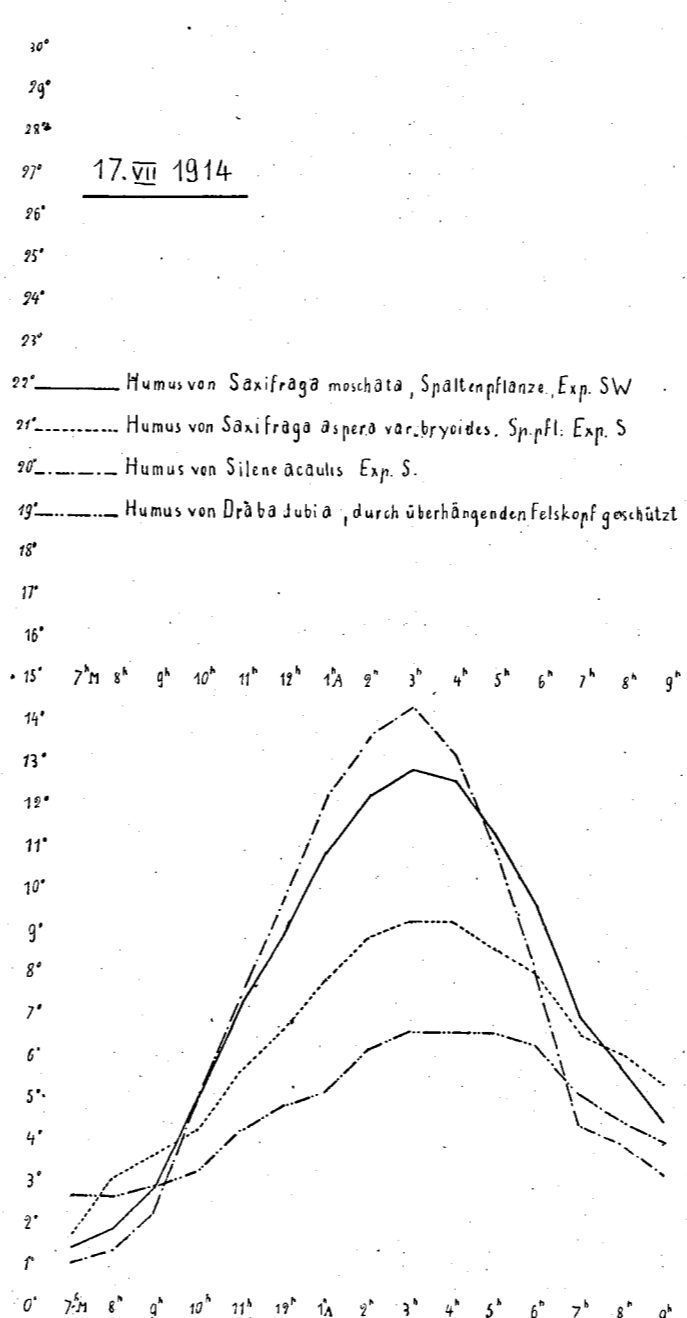
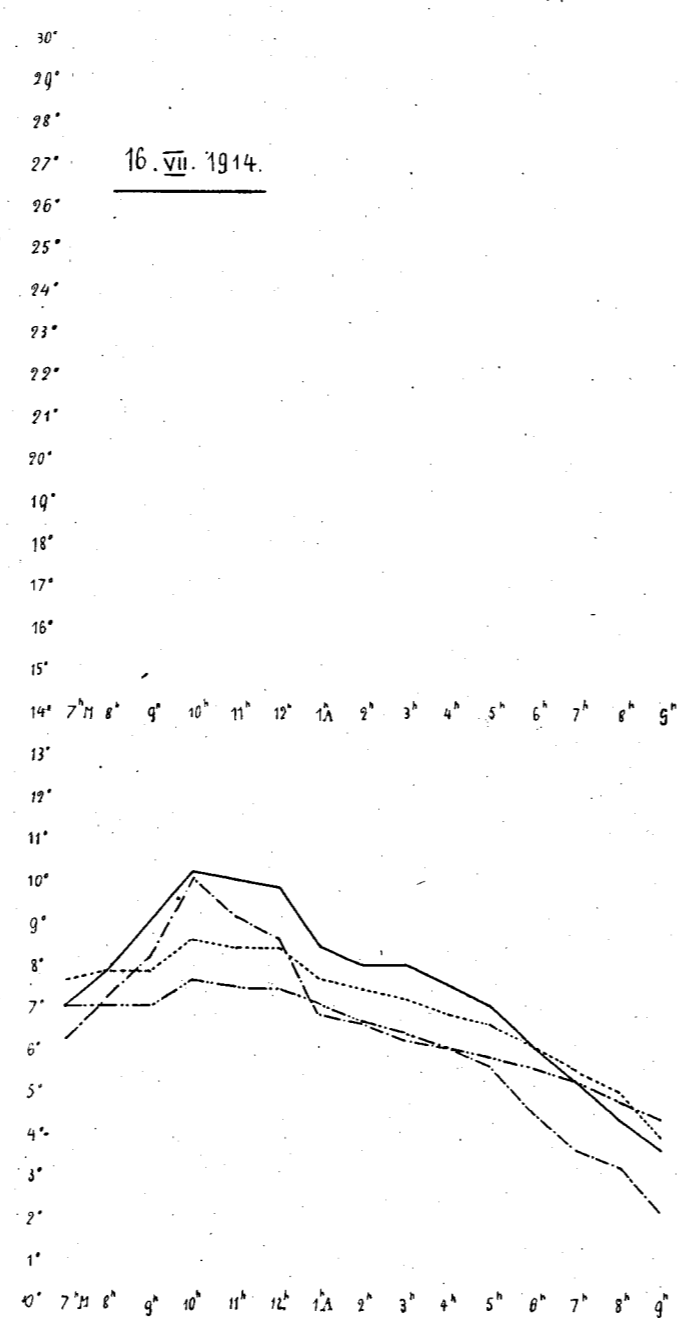
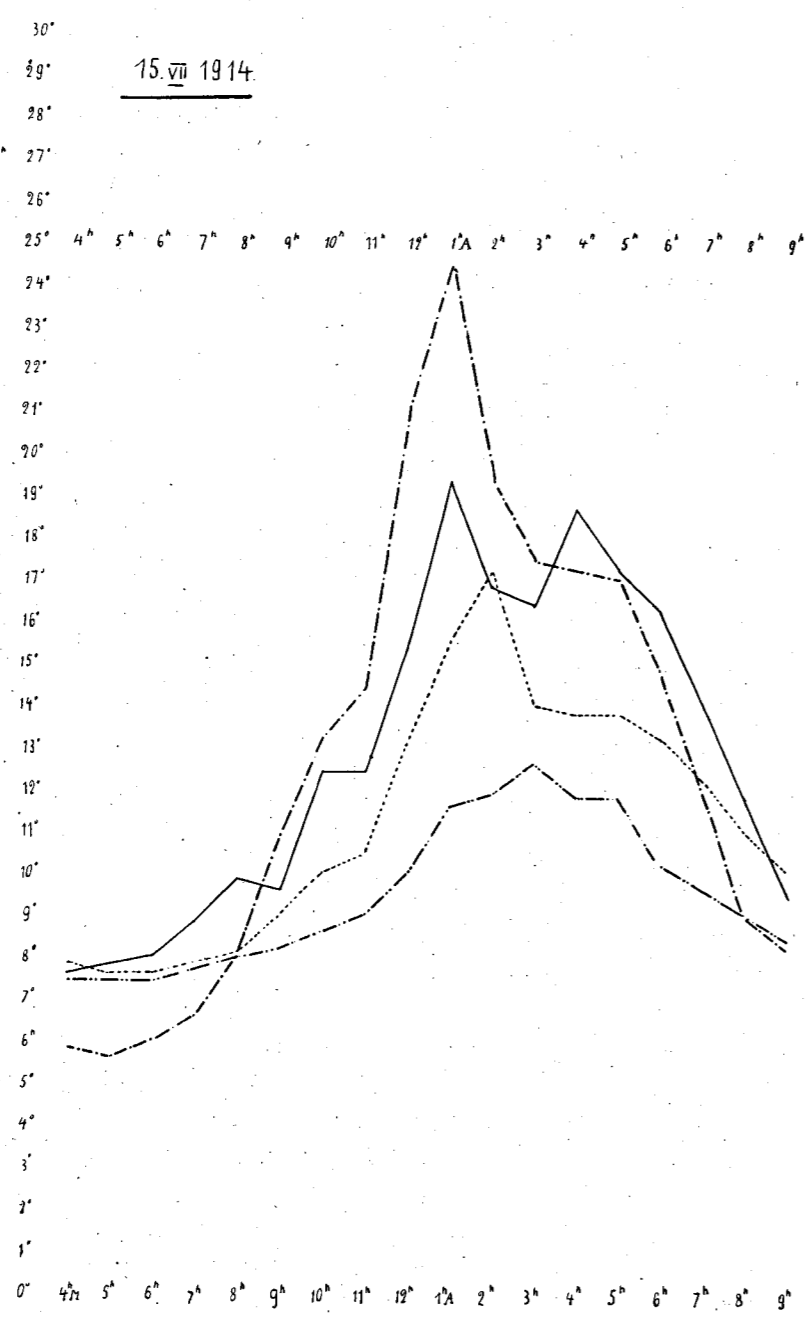
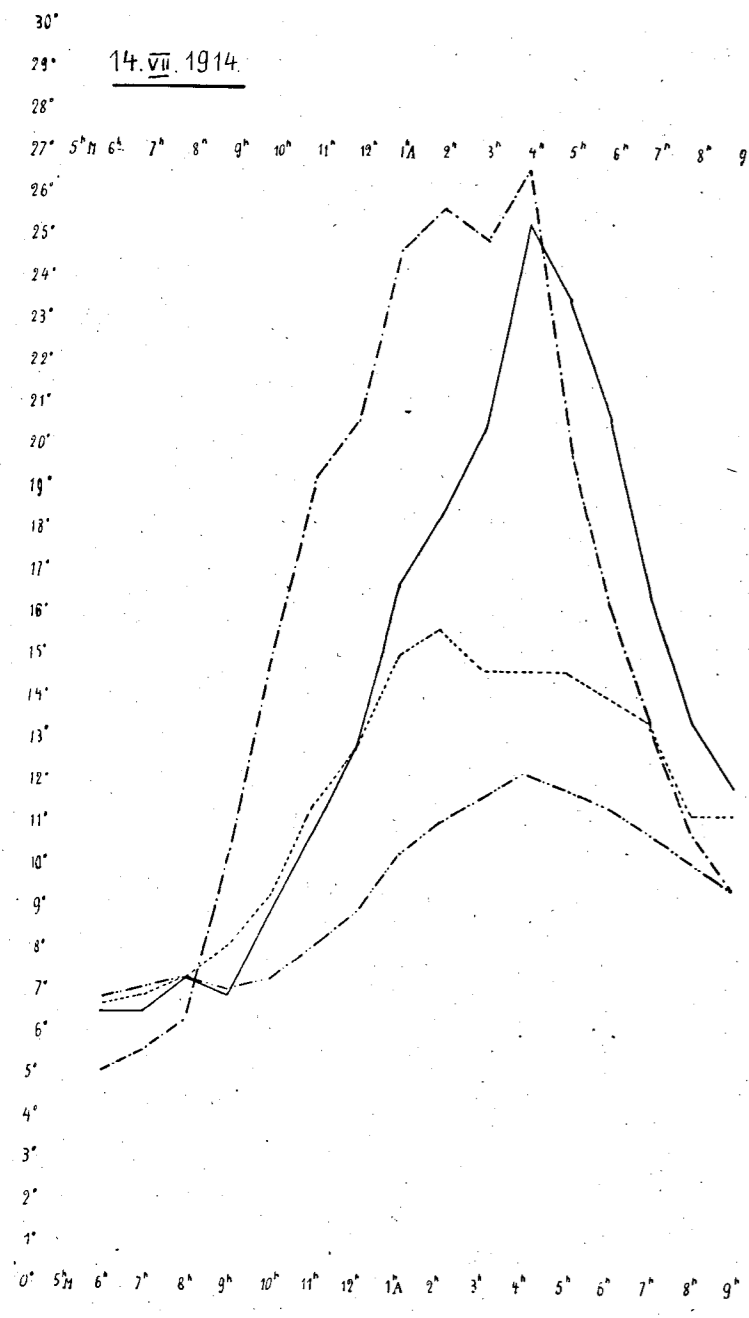
No. 16. a) *Campanula cochlearifolia* aus feuchter Spalte.  
b) *Campanula cochlearifolia* aus trockener Spalte.

Temperaturkurven:

Ort: Rotondohütte 2570 m  
Unterlage: Gneis  
Exposition: SSW.

- 26 ————— Humus von Saxifraga aizoon Spaltenpflanze
- 25 - - - - - Humus von Chrysanthemum alpinum Spaltenpflanze.
- 24 ————— Humus von Scerpervivum montanum Oberflächenpflanze.
- 23 ————— Schattentemperatur





22' ——— Humus von Saxifraga moschata, Spaltenpflanze, Exp. SW  
 21' - - - - - Humus von Saxifraga aspera var. bryoides, Sp. pfl. Exp. S  
 20' - - - - - Humus von Silene acaulis Exp. S.  
 19' ——— Humus von Draba Jubia, durch überhängenden Felskopf geschützt