

(Geben) Mit 2 Tabellen, 2 Tafeln und 1 Textfigur. Deutschl. Zeitschrift der Schweiz. Natur-

- 28 JOSIAS BRAUN-BLANQUET, HANS PALLMANN und ROMAN BACH, *Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Nationalpark und seinen Nachbargebieten - Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (Vaccinio-Piceetalia)*. 200 Seiten. 42 Abb. 21 Tabellen. 1954. Preis 20 Fr.
- P. 207 29 G. FURRER, *Solituktionsformen im schweizerischen Nationalpark*. 71 Seiten. 52 Abbildungen. 9 Textfiguren. 1954. Preis 15 Fr.
- P. 279 30 WERNER LÜDI, *Die Neubildung des Waldes im Lavinar der Alp la Schera im schweizerischen Nationalpark (Unterengadin)*. 20 Seiten. 4 Abb. 1954. Preis 1.50 Fr.
- P. 287 31 HANS NOLD und HANSJÖRG SCHMASSMANN, *Chemische Untersuchungen in der Ova da Val Ftur im schweizerischen Nationalpark*. 20 Seiten. 6 Abb. 1954. Preis 1.50 Fr.
- 32 EDM. ALTHERR, *Les Nématodes du Parc National suisse (Nématodes libres du sol)*. 10 pages. 1955. Prix 1 fr.
- Heft 28-32 bilden Band 4 (Neue Folge)

Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks
Herausgegeben von der Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks

Résultats des recherches scientifiques entreprises au Parc National Suisse
Publiés par la commission de la Société Helvétique des Sciences Naturelles pour les études
scientifiques au Parc National

Band IV (Neue Folge)

28.

**PFLANZENSOZIOLOGISCHE UND BODENKUNDLICHE
UNTERSUCHUNGEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK
UND SEINEN NACHBARGEBIETEN**

II

**VEGETATION UND BÖDEN DER WALD- UND
ZWERGSTRAUCHGESELLSCHAFTEN (VACCINIO-PICEETALIA)**

Von
JOSIAS BRAUN-BLANQUET
HANS PALLMANN
und
ROMAN BACH

Druck Lüdin AG. Liestnl 1954

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Vorwort | 5 |
| I. Einleitung | 6 |
| II. Geographische Übersicht über das engere Untersuchungsgebiet | 7 |
| III. Pflanzensoziologische Untersuchungen | 12 |
| Vaccinio-Piceetalia | |
| A. Pineto-Ericion | 14 |
| 1. Ericeto-Pinetum silvestris | 19 |
| 2. Pineto-Caricetum humilis | 29 |
| 3. Mugeto-Ericetum | 35 |
| a) Mugeto-Encetum caricetosum humilis | 44 |
| b) Mugeto-Ericetum hylocomietosum | 46 |
| c) Mugeto-Ericetum cladonietosum | 48 |
| d) Mugeto-Ericetum caricetosum ferrugineae | 50 |
| 4. Mugeto-Rhodoretum hirsuti | 53 |
| a) Mugeto-Rhodoretum hylocornietosum | 56 |
| b) Mugeto-Rhodoretum cladonietosum | 62 |
| c) Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae | 65 |
| d) Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum alpinae | 68 |
| B. Vaccinio-Piceion | 70 |
| 1. Piceetum montanum | 75 |
| a) Piceetum montanum galietosum | 76 |
| b) Piceetum montanum melicetosum | 80 |
| 2. Piceetum transalpinum | 85 |
| 3. Piceetum subalpinum | 87 |
| a) Piceetum subalpinum myrtilletosum | 91 |
| b) Piceetum subalpinum vacciniotosum vitis-idaeae | 94 |
| c) Piceetum subalpinum sphagnetosum | 98 |
| d) Piceetum subalpinum pinetosum | 99 |
| e) Piceetum subalpinum blechnetosum | 100 |
| 4. Rhodoreto-Vaccinietum | 100 |
| a) Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum | 104 |
| b) Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum | 109 |
| c) Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum | 112 |
| d) Rhodoreto-Vaccinietum caricetosum fuscae | 115 |
| 5. Salicetum helveticae | 117 |
| 6. Empetreto-Vaccinietum | 118 |
| C. Juniperion nanae | 123 |
| Junipereto-Arctostaphyletum | 124 |
| a) Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum | 126 |
| b) Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum | 129 |
| D. Loiseleurieto-Vaccinion | 132 |
| Loiseleurieto-Cetrarietum | 134 |
| IV. Mikroklimatische Untersuchungen | 139 |
| A. Messungen am Posa-Hügel | 139 |
| 1. Wärmeverhältnisse | 140 |
| 2. Einstrahlung und Verdunstung | 143 |
| 3. Schneeverhältnisse | 144 |
| B. Temperatur-Querprofil Piz dal Fuorn—Munt la Schera | 145 |

| | Seite |
|--|-------|
| V. Bodenkundliche Untersuchungen . . . | 148 |
| A. Definition der Bodentypen . . . | 148 |
| 1. Karbonatrohboden | 148 |
| 2. Humuskarbonatboden | 149 |
| 3. Rendzina | 149 |
| 4. Silikatrohboden | 150 |
| 5. Humussilikatboden | 150 |
| 6. Braunerde | 151 |
| 7. Podsol | 151 |
| 8. Nassböden | 152 |
| B. Genetische Serie der Humuskarbonatböden | 153 |
| 1. Boden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften . . . | 153 |
| a) Pineto-Caricetum humilis | 154 |
| b) Mugeto-Ericetum caricetosum humilis | 154 |
| e) Mugeto-Ericetum hylocomietosum | 155 |
| d) Mugeto-Ericetum cladonietosum | 156 |
| e) Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum | 157 |
| f) Mugeto-Rhodoretum cladonietosum | 159 |
| g) Mugeto-Rhodoretum salicetosum | 160 |
| h) Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum | 160 |
| i) Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum | 160 |
| 2. Zusammenfassung über die Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften auf Karbonatunterlage | 161 |
| 3. Vergleich zwischen dem Profil eines Mugeto-Ericetum caricetosum humilis und eines Trisetetum flavescens | 165 |
| 4. Wichtige Varietäten aus der genetischen Serie der Humuskarbonatböden | 170 |
| C. Genetische Serie der Podsole | 171 |
| 1. Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften | 171 |
| a) Piceetum transalpinum | 171 |
| b) Piceetum subalpinum | 171 |
| c) Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum | 174 |
| d) Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum | 178 |
| e) Empetreto-Vaccinietum | 179 |
| f) Loiseleurieto-Cetrarietum | 180 |
| 2. Zusammenfassung über die Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften auf Silikatunterlage | 183 |
| 3. Vergleich zwischen dem Profil eines Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum und eines Nardetum | 186 |
| 4. Wichtige Varietäten aus der genetischen Serie der Podsole | 189 |
| D. Biologische Aktivität in verschiedenen Bodenprofilen | 192 |
| VI. Schlusswort | 193 |
| Literaturverzeichnis | 198 |
| Abbildungen | |

Vorwort

Vorliegende **Arbeit** ist das Ergebnis jahrzehntelanger enger Zusammenarbeit zwischen J. BRAUN-BLANQUET als Pflanzensoziologen und H. PALLMANN als Bodenkundler. **Begonnen** 1917 im Schweizerischen Nationalpark, woher die meisten **Detailuntersuchungen** stammen, wurde sie später über ein **weiteres** Gebiet ausgedehnt, das nahezu den ganzen Kanton Graubünden und angrenzende Teile des italienischen und **österreichischen Tirols einschliesst**.

Eine Reihe unserer Schüler und Mitarbeiter hat sich zeitweise an diesen Untersuchungen beteiligt.

Zwei Schüler **PALLMANN**, E. FREI und F. RICHARD, haben bestimmte engere Probleme im Rahmen ihrer Dissertationen behandelt. Weitere **bodenkundliche** und pflanzensoziologische **Teiluntersuchungen** sind im Laufe der Jahre an verschiedenen Stellen veröffentlicht worden.

Unsere **bodenkundlichen Analysen** sind im **Agrikulturchemischen** Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich ausgeführt worden.

An der Ausarbeitung der Assoziations-Tabellen hat insbesondere Y. T. TCHOU, später Professor der Botanik an der Universität **Tschungking**, mitgewirkt.

Bei den **waldbaulichen** Erörterungen ist uns die **grosse** Erfahrung von **Forstingenieur** E. CAMPPELL sehr zustatten gekommen. Wertvolle Auskünfte verdanken wir ferner Dr. S. BRUNIES †, einem ausgezeichneten Kenner des Engadins.

Die gesammelten Flechten sind **grossenteils** von Dr. E. FREI (Bern), die kritischen Moose von Dr. h. c. CH. MEYLAN † (**Ste-Croix**) und Dr. F. OCHSNER (**Muri**) bestimmt worden.

Die Aufgabe, die bodenkundlichen Resultate nach einem ersten Entwurf von H. PALLMANN auszuarbeiten und mit dem **pflanzensoziologischen** Teil in Einklang zu bringen, hat R. BACH übernommen, der auch an der endgültigen Bereinigung des Manuskriptes wesentlichen Anteil hat; er zeichnet deshalb als Mitarbeiter.

Das Agrikulturchemische Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich und die Station Internationale de **Géobotanique** in Montpellier haben Mitarbeiter, Laboratorien und Geräte zur Verfügung gestellt. Diesen Instituten, wie auch der Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Schweizerischen **Nationalparks** der **Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft**, die **Untersuchungen** und Veröffentlichungen durch Geldmittel unterstützt hat, und der Direktion der Rätischen Bahn in Chur, die den Bearbeitern auf ihrer Linie **Freifahrt** gewährt hat, sind wir sehr verpflichtet.

Ihnen wie den vielen Ungenannten, die uns in irgend einer Weise unterstützt haben, sei hier unser warmer Dank ausgesprochen.

| | |
|-------|--------------|
| Seite | |
| 148 | |
| 148 | |
| 148 | |
| 149 | |
| 149 | |
| 150 | |
| 150 | |
| 151 | |
| 151 | |
| 152 | |
| 153 | |
| 153 | |
| 153 | |
| 154 | |
| 155 | |
| 156 | |
| 157 | |
| 159 | |
| 160 | |
| 160 | |
| 160 | |
| 161 | alia-Gesell- |
| 165 | umilis und |
| 170 | öden . . . |
| 171 | |
| 171 | |
| 171 | |
| 174 | |
| 178 | |
| 179 | |
| 180 | |
| 183 | alia-Gesell- |
| 186 | asilvaticum |
| 189 | |
| 192 | |
| 193 | |
| 198 | |

I. Einleitung

Unsere **Arbeit** über Pflanzengesellschaften und Böden der Wald- und Zwergstrauchassoziationen der Ordnung *Vaccinio-Piceetalia* bildet den zweiten Teil der pflanzensoziologischen und **bodenkundlichen** Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark. Sie befasst sich mit der Darstellung der Vegetations- und **Bodenverhältnisse** in den subalpinen Koniferen- und Zwergstrauchgesellschaften.

Vorarbeiten hierzu sind schon mehrfach veröffentlicht worden, so von J. BRAUN-BLANQUET, unter Mitwirkung von S. BRUNIES, ED. CAMPPELL, ED. FREY, H. JENNY, CH. MEYLAN, H. PALLMANN (1931); J. BRAUN-BLANQUET (1935, 1939, 1940, 1946); H. PALLMANN und E. FREI (1943 a und b); E. FREI (1944); F. RICHARD (1945); H. PALLMANN (1947, 1948 a und b); H. PALLMANN, F. RICHARD und R. BACH (1948); R. BACH (1950).

Eine **Zusammenstellung** der bis 1939 bekannten *Vaccinio-Piceetalia*-Gesellschaften gibt der Prodrömus der Pflanzengesellschaften, Heft 6, von J. BRAUN-BLANQUET, G. SISSINGH und J. VLIÉGER.

Von den behandelten Pflanzengesellschaften interessieren besonders jene der *Pineto-Ericioir*. Einmal sind sie im Parkgebiet am weitesten verbreitet, und ferner sind sie bisher nirgends ausführlich beschrieben worden. Die anderen Gesellschaften der Ordnung treten im Park zurück, sind daher hier weniger eingehend berücksichtigt. Für die Gesellschaften des *Rhodoreto-Vaccinietum*, *Empetreto-Vaccinietum* und *Loiseleurieto-Cetrarietum* sei vor **allem** auf die **Arbeit** von H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933) hingewiesen.

Von den Böden sind im Park jene der genetischen Serie der Humuskarbonatböden am weitesten verbreitet; sie sind eingehend studiert worden.

Die **vorliegende Arbeit** greift **häufig** über das Parkgebiet hinaus und **schliesst** besonders die angrenzenden Täler des Unterengadins und Münstertals, aber auch das übrige Graubünden ein.

Die Wälder des Nationalparks sind, wie die **Alpenwälder** im allgemeinen, keine Urwälder. Seit Jahrhunderten hat sie der Mensch genutzt, was oft tiefgreifende Veränderungen im **Vegetationskleid** zur Folge hatte. Erst seit dem zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts ist die Vegetation im Park sich selbst überlassen. Die **Entwicklung** zum Naturzustand lässt sich aber heute schon voraussehen. Sie wird Schritt für Schritt verfolgt.

Die Gesetzmässigkeiten in der Boden- und **Vegetationsentwicklung** und ihre Beeinflussung durch den Menschen sind auch für die Forstwissenschaft von **grösster** Bedeutung. Wir haben ihnen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

*

In der vorliegenden Arbeit sind die pflanzensoziologischen, die **mikroklimatischen** und die **bodenkundlichen** Untersuchungen getrennt behandelt. Die Ergebnisse lassen sich so übersichtlicher darstellen, und die einzelnen Abschnitte werden geschlossener. Auf die engen Beziehungen zwischen Pflanzengesellschaft und Boden **wird** immer wieder hingewiesen; sie haben nicht zuletzt ja Gegenstand unserer gemeinsamen Untersuchungen gebildet.

II. Geographische Übersicht über das engere Untersuchungsgebiet

Die subalpine Stufe des Schweizerischen Nationalparks im Unterengadin, des Zentrums unserer Untersuchungen, woher auch die meisten Erhebungen und Messungen stammen, ist ein weites, abgelegenes und unwegsames Waldgebiet. Dauerwohnstätten sind einzig das Zollhaus von la Drossa, das Hotel Il Fuorn und Stradin (Wegerhaus) von **Buffalora** an der Parkgrenze.

Karte: Topographische Karte des Schweizerischen Nationalparks. Karte «Ofenberg (Pass del Fuorn) und Umbrailpass» der Schweizerischen Alpenposten.

Nirgends sonst in den Schweizer Alpen nehmen zusammenhängende **Zwergstrauch-** und Waldgesellschaften einen derartigen Raum ein, und nirgends ist auch das höhere Tierleben so reich entwickelt. Die obere natürliche Waldgrenze, die etwa der heutigen Baumgrenze entspricht, erreicht hier für die Schweiz bei 2300–2400 m die grösste Höhe.

Im engeren Parkgebiet gibt es keine meteorologische Station, dagegen besteht an seinen Grenzen in **S-charl** seit 1917 **eine Beobachtungsstation**, und im gleichen Jahre hat **J. BRAUN-BLANQUET** auf Veranlassung der Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks und im Auftrag der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt im Wegerhaus von **Buffalora** eine solche eingerichtet.

Die Beobachtungen in S-charl durch das Personal des **Zollwachtpostens** und in **Buffalora** durch den Wegmacher **können** allerdings wegen vielfacher anderweitiger Inanspruchnahme der Beobachter nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen.

Seit **etwa dreissig** Jahren sind beim Blockhaus Cluozza und auf der Alp **Murtèr** Totalisatoren aufgestellt, mit denen die Jahresniederschläge ermittelt werden.

Die Ergebnisse von Buffalora und S-charl geben einen Begriff der **klimatischen** Verhältnisse im Klimaxgebiet des **Rhodoreto-Vaccinietum** der oberen subalpinen Stufe. Zum Vergleich fügen **wir** die Daten von Scuol im Unterengadin und Santa Maria im **Münstertal** bei, die sich auf das Klimaxgebiet **des Piceetum montanum melicetosum** beziehen. Scuol und Santa Maria vermitteln den Anschluss an das Stationsnetz der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt im Norden und Süden des **Park-**gebietes.

Tabelle 1 gibt die Hauptresultate der meteorologischen Beobachtungen wieder.

Alle vier Beobachtungsorte sind Talstationen in einem Gebiet, das den in der übrigen Schweiz herrschenden allgemeinen Luftströmungen weitgehend entzogen ist. Scuol und Santa Maria weisen fast 90% **Windstillen** (Calmen) auf. In **S-charl** gibt es noch über 60% Calmen, in Buffalora hingegen nicht einmal mehr 50%. An diesen **beiden** Orten machen sich lokale Windströmungen geltend. Das gegen Nordwesten offene Buffalora bekommt ausserdem wegen seiner hohen Lage in einem weniger tief eingesenkten Tal die über die Alpen **wehenden** Winde etwas zu spüren.

Tabelle I: Klimatische Mittelwerte für das Gebiet des Schweizerischen Nationalparks. (Nach R. BILLWILLER in BRUNIES, 1948.)

| Monate | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Jahr |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Lufttemperatur °C | | | | | | | | | | | | | |
| Scuol | -5,4 | -3,8 | 0,5 | 4,9 | 10,0 | 13,1 | 14,7 | 14,0 | 10,8 | 5,6 | -0,3 | -4,3 | 5,0 |
| S-charl | -6,1 | -6,0 | -3,0 | -0,3 | 6,6 | 8,8 | 10,3 | 10,0 | 8,7 | 2,0 | -3,7 | -5,8 | 1,8 |
| Buffalora | -10,2 | -9,6 | -5,8 | -1,1 | 4,3 | 8,1 | 10,2 | 9,4 | 6,5 | 1,0 | -4,6 | -9,6 | -0,1 |
| Santa Maria | -3,8 | -2,8 | 1,0 | 4,3 | 9,5 | 12,8 | 14,5 | 13,8 | 10,5 | 5,5 | 0,1 | -2,8 | 5,2 |
| Relative Luftfeuchtigkeit % | | | | | | | | | | | | | |
| Scuol | 72 | 67 | 65 | 63 | 61 | 62 | 62 | 66 | 70 | 71 | 75 | 77 | 68 |
| S-charl | 64 | 54 | 60 | 64 | 59 | 61 | 62 | 64 | 65 | 67 | 61 | 62 | 62 |
| Buffalora | 82 | 79 | 80 | 77 | 75 | 73 | 72 | 75 | 79 | 82 | 84 | 83 | 78 |
| Santa Maria | 57 | 55 | 56 | 56 | 56 | 57 | 58 | 61 | 65 | 66 | 63 | 61 | 59 |
| Niederschlagsmengen mm (1901-1940) | | | | | | | | | | | | | |
| Scuol | 46 | 35 | 38 | 47 | 58 | 71 | 91 | 92 | 64 | 57 | 54 | 54 | 707 |
| S-charl | 46 | 37 | 42 | 50 | 65 | 77 | 101 | 101 | 70 | 66 | 51 | 49 | 755 |
| Buffalora | 52 | 44 | 55 | 62 | 84 | 98 | 115 | 111 | 92 | 89 | 65 | 56 | 923 |
| Santa Maria | 35 | 38 | 55 | 57 | 68 | 73 | 88 | 94 | 74 | 77 | 62 | 49 | 770 |
| Niederschlagstage | | | | | | | | | | | | | |
| Scuol | 8 | 7 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 13 | 11 | 9 | 9 | 9 | 123 |
| S-charl | 12 | 5 | 10 | 14 | 10 | 14 | 14 | 12 | 11 | 10 | 7 | 11 | 130 |
| Buffalora | 9 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 10 | 8 | 9 | 117 |
| Santa Maria | 6 | 7 | 9 | 9 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 | 8 | 7 | 112 |

Stationshöhen und Beobachtungsperioden:

| | | |
|-------------|---------|-----------|
| Scuol | 1236 m, | 1901-1937 |
| S-charl | 1815 m, | 1917-1937 |
| Buffalora | 1977 m, | 1917-1940 |
| santa Maria | 1411 m, | 1901-1937 |

Die Niederschläge sind sowohl in Scuol und Santa Maria als in S-charl mit weniger als 800 mm im Jahr sehr gering. Dies ist kennzeichnend für die tiefen zentral-alpinen Täler. Das höher und offener gelegene Buffalora erhält zwar mehr (923 mm), für diese Höhenlage aber immer noch wenig Niederschläge.

Die Niederschlagsminima einzelner Jahre bleiben beträchtlich hinter dem Mittel zurück. So ergab das Trockenjahr 1949 für Scuol 534, für Santa Maria 552, für S-charl sogar bloss 520 mm Niederschlag. Buffalora aber erhielt gleichzeitig 832 mm.

Die meisten Niederschläge (etwa ein Drittel) fallen in den Sommermonaten Juni, Juli und August; damit verglichen sind jene der Wintermonate Dezember, Januar und Februar kaum halb so gross. Das Gebiet zählt in Anbetracht seiner Höhenlage zu den niederschlagsärmsten Gegenden der Schweizer Alpen.

Auch die Höhe der winterlichen Schneedecke, auf die aus der Flechtenverteilung an den Baumstämmen geschlossen werden kann, ist verhältnismässig gering. Zahlreich sind die schneefrei geblasenen Windecken auf Kuppen und Gräten, die dem Wild eine kargliche Winternahrung bieten.

nalparks. (Nach

| XI | XII | Jahr |
|-----|------|------|
| 0,3 | -4,3 | 5,0 |
| 3,7 | -5,8 | 1,8 |
| 4,6 | -9,6 | -0,1 |
| 0,1 | -2,8 | 5,2 |
| 75 | 77 | 68 |
| 51 | 62 | 62 |
| 34 | 83 | 78 |
| 33 | 61 | 59 |
| 14 | 54 | 707 |
| 11 | 49 | 755 |
| 15 | 56 | 923 |
| 12 | 49 | 770 |
| 9 | 9 | 123 |
| 7 | 11 | 130 |
| 8 | 9 | 117 |
| 8 | 7 | 112 |

Die Bewölkung ist mit weniger als 60% an allen vier Stationen sehr gering, und zwar nicht nur im Winter, der in den höheren Lagen der Alpen allgemein hell ist, sondern auch im Sommer. Die Zahl der **Niederschlagstage** schwankt im Mittel zwischen 110 und 130, ist also ebenfalls sehr gering (**Minima** für 1949: Scuol 91, S-charl 94, Santa Maria 83).

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in Scuol **5,0°** (1949: 6,0°), in Santa Maria **5,2°** (1949: 6,5°), in S-charl **1,8°** (1949: 3,3°) und in Buffalora **-0,1° C** (1949: 0,8°). Das Januarmittel von Buffalora ist **-10,2°**, gegenüber **-9,9°** im extrem kalten Talbecken von Bever; das mittlere **Jahresminimum** sinkt sogar auf **-29,2°** gegen **-26,4°** in Bever. In **S-charl** und Buffalora tritt die maximale Kälte gelegentlich erst im Februar ein. Das absolute **Temperaturminimum** in Buffalora beträgt **-33,4° C**. Die **Septembermaxima** können **20°** übersteigen und an jene von Santa Maria heranreichen. Der September ist hier verhältnismässig **warm**, was die Vegetationsdauer verlängert und die **Ausreifung** der Samen begünstigt. Im Oktober erfolgt ein Wärmesturz. Die **Differenz** zwischen dem kältesten (Januar) und wärmsten Monat (Juli) beträgt in Scuol **20,1°**, in Santa Maria **18,3°**, in **S-charl** **16,4°** und in Buffalora **20,4°**. Die maximalen **Temperaturunterschiede** zwischen Sommer und Winter betragen in Buffalora gegen **60° C**, die täglichen **Wärmeschwankungen** bis **20° C**.

Sehr ausgeprägt zeigt sich der Schutz vor den Feuchtigkeit bringenden Winden in der relativen Luftfeuchtigkeit. Diese beträgt im Jahresmittel in Scuol **68%**, in Santa Maria **59%**, in S-charl **62%** und in Buffalora **78%**, ist aber in trockeneren Jahren erheblich geringer. Die Differenz zwischen dem geringsten und höchsten **Monatsmittel** beträgt in Scuol **16%**, in Santa Maria **11%**, in S-charl **13%** und in Buffalora **12%**. Die Tagesminima gehen im Frühjahr und im Herbst bis auf **10%** herunter! Gewitter **sind** selten.

Trockenheit, starke Insolation, der eine hohe **Bodenwärme** entspricht, sowie die beträchtlichen Temperaturextreme spiegeln sich in der Vegetation wider. Das Klima hat stark kontinentalen Einschlag, was durch das Vorherrschen der Föhren und auch durch die **Trockenrasenvegetation** der tieferen und hohen Lagen eindeutig angezeigt wird. *Festuca valesiacn*-Rasen gedeiht noch bei 1800 m, *Carex humilis*-Rasen überschreitet 2600 m.

Das Parkgebiet und die **umliegenden** Täler sind ein Teil des inneralpiner Trockengebietes, des Föhrenbezirks der Zentralalpen (vgl. J. BRAUN-BLANQUET, 1917).

Ganz besonders auffällig ist das völlige Fehlen der Weisstanne und vieler **mesophiler** Laubhölzer, wie Buche, Ulme, Trauben- und Stieleiche und Winterlinde, die am Nord- und Südabfall der Alpenkette ausgedehnte Bestände bilden. Die Charakterbäume des inneralpiner **Trockenbezirks** sind Föhren (*Pinus mugo*, *P. silvestris* mit der Subspezies *engadinensis*), Lärche und Arve; sie erreichen im Unterengadin maximale Höhen für die Alpen.

Geologisch (vgl. H. BOESCH in S. BRUNIES, 1948) liegt das Ofengebiet mit dem Nationalpark ganz im Bereich der Ostalpinen Decke, die ihrerseits aus mehreren Teildecken aufgebaut ist. Zu **oberst** liegt die Silvretta-Oetztal-Decke, von der im Parkgebiet nur einzelne kleinere Gipfelkuppen vorhanden sind. Darunter liegt die **S-charl-Decke**, mit vollständiger Schichtserie von Perm bis Ende Trias; fast das ganze Parkgebiet gehört zu dieser Decke. Silvretta-Oetztaldecke und S-charldecke bilden zusammen die oberostalpine Schubmaese. Unter ihr steigen gegen Süden die **mittelostalpine Umbrail-** und **Ortler-Decke** empor. Die Umbraildecke zieht sich als breites Band bis

n **S-charl** mit tiefen **zentral-** **ahr** (923 mm),

er dem Mittel **52**, für S-charl mm.

nonaten Juni, r, Januar und **enlage** zu den

itenverteilung ing. Zahlreich lem Wild eine

ins Gebiet des Piz **dal'Aqua** und des Piz **dal Diavel**; die Ortlerdecke erreicht den Park nicht (siehe die geologischen Profile auf der Karte „**Ofenberg** und **Umbrailpass**“).

Beim **Hauptzusammenschub** wurde die S-charldecke im **Innern** zusammengestaucht und zum Teil verfaltet. Die weichen Raiblerschichten wurden abgeschert, **Hauptdolomit** und Rhät als Oberbau über die unteren Schichten gestossen. Als bald setzten Verwitterung und Erosion ein, so dass die S-charldecke von der überliegenden **Silvrettadecke** entblösst wurde und **schliesslich** selbst wurzellos dalag. In einer Nachphase wurden tiefere Decken gegen die oberostalpinen Massen aufgetürmt und diese dabei aufgestaucht (Munt la Schera) und am Rand in die Störung einbezogen. Seit jener Zeit sind die Täler ausgeräumt und mit ihnen die Gipfel- und Bergzüge gebildet worden.

Petrographisch lassen sich die einzelnen Schichten **wie** folgt charakterisieren.

Kristallines Grundgebirge ist im Parkgebiet, wie gesagt, nirgends aufgeschlossen. Die ältesten Schichten, die zutage treten, gehören zum Perm; es ist der Verrukano, der die Nordflanke des **Munt La Schera** bildet. Er ist sehr sauer und **basenarm**. Kennzeichnende Bestandteile sind rotviolette tonig-sandige Schiefer, Serizit-Quarzit-Arkosen von meist hellgrüner Farbe, oft auch **grössere** Quarzgerölle. Der Verrukano ist sehr kompakt und wenig zerklüftet, der anstehende Fels daher wenig wasserdurchlässig: **Wasseraustritt** und Vernässung der Böden sind häufig.

Die Trias beginnt im Park mit dem Buntsandstein. Dieser geht aus dem Verrukano durch Zunahme des Kalkgehaltes hervor. Im unteren Teil ist er mehr sandig, im oberen Teil sandig-dolomitisch mit Breccien und Rauhwacken. Seine Zusammensetzung deutet **darauf** hin, dass der **Sedimentationsraum**, der im Perm noch Festland darstellte, allmählich vom Meer **überflutet** wurde.

Das Anisien, die untere Schicht der mittleren Trias, ist in **einem** lagunären Schelfmeer abgelagert worden. Die **häufige** Bezeichnung „Muschelkalk“ ist hier insofern irreführend, als die Schicht selten kalkig ausgebildet ist.

Beim folgenden Ladinien handelt es sich hingegen um kalkig-dolomitische Gesteine, um eine typische **Flachmeerbildung**. Wettersteindolomit ist **die** für das **Ladinien** geläufigere und zutreffende Bezeichnung.

Die Mächtigkeit der untersten drei **Triasschichten** beträgt je etwa 100 m.

Das Carnien, die Raiblerschichten, ist aus gelben Dolomiten, Mergeln, **Rauhwacken** und Gipsen, verbunden mit Sandsteinen aufgebaut. Seine Mächtigkeit schwankt sehr. Es ist wenig verwitterungsresistent und bildet an der Erdoberfläche runde Formen. Bei der **Gebirgsbildung** wurde es zwischen **obern** und untern **Dolomitserien** zermalmt und wirkte zwischen **beiden** als Schmiermittel.

Das Norien, der Hauptdolomit, wird von silbergrauen, oft sehr brecciösen **splitterharten** Dolomiten gebildet. Es führt viele zu Calcit umgewandelte **Fossilreste**. Seine Mächtigkeit ist auf etwa 1400 m geschätzt worden; sie ist durch die Schuppung verwischt.

Die oberste Trias, das Rhät, besteht aus Korallenstöcken und schwärzlichen Mergeln. Das Norien wurde in einem absinkenden Schelf abgelagert; im Rhät treten auch Sedimente von **Tiefseerinnen** auf.

Das Muttergestein für die **Bodenbildung** wird im Parkgebiet somit zum grössten Teil von karbonatischen Sedimenten gebildet, dazu kommen in den Moränen und Schottern gemischte Ablagerungen aus Silikaten und Karbonaten; rein **silikatisches**

Material ist hingegen wenig verbreitet (siehe das geologisch-tektonische Kärtchen auf der Karte „**Ofenberg** und **Umbrailpass**“). Dementsprechend dominieren kalkstete und kalkliebende Pflanzengesellschaften und die genetische Serie der Humuskarbonatböden bei weitem. Diese Verhältnisse spiegeln sich auch in unserer Arbeit wider.

Die Urform des Nationalparkgebietes (vgl. H. BOESCH in BRUNIES, 1948) ist durch den geologischen Aufbau bedingt. In den letzten Faltungsphasen der Alpen wurde die Talanlage geschaffen, die dem Ur-Inn zum Abfluss diente und der die **Ofenstrasse zwischen Zernez und Glurns** heute noch folgt. Nachdem sich der Inn durch das **Untereingadin** einen direkten Ausgang geschaffen hatte, wurde das Gebiet nur noch von kleinen Gewässern durchflossen.

Während der Eiszeit war das Parkgebiet bis auf eine Höhe von etwa 2600–2700 m mit Gletschern überdeckt; die Täler wurden ausgeweitet und ausgeschliffen (Abbildung 1).

Nach der Eiszeit begannen die kleinen **Seitenflüsse** des Inn und der Rombach erneut sich einzufressen. Spöl und **Fuornbach** haben die gewaltige Schlucht herausgesägt, die von Zernez bis Punt la Drossa reicht. Vom **Fuorn** bis zur **Passhöhe** verläuft die Strasse im **grossen** und ganzen im glazial erweiterten älteren Talboden, der durch breite Schuttkegel vom Val **dal Botsch** und von Stabelchod aufgefüllt wird.

Die Dolomitgipfel, in ständiger Abtragung begriffen, sind von gewaltigen **Schuttmassen** umgürtet, die, unten vom **Bergföhrenwald** eingerahmt, als helleuchtende **Geröllzungen gipfelwärts** streben (Abbildung 1).

Das Münstertal hat dieselbe Geschichte durchgemacht, nur ist das **Ürtal** noch viel stärker eingetieft worden.

Was der Landschaft aber die eigene Note gibt, das sind die kleinen und kleinsten Reliefformen, in denen sich Gesteinsunterschiede **sowie** unzählige Klüfte und Scherflächen abbilden. Nördlich der Ofenstrasse sind die relativ ungestörten Schichten des Oberbaus der S-charldecke: fast nackte Gipfelklötze aus hartem Hauptdolomit und Rhät, die „Piz“, und rundliche Hügel aus weichen Raiblerschichten, die „Munt“ und „Muot“, **darauf** die Alpweiden. Südlich der Ofenstrasse und im Gebiet des Val Cluozza und des Val **Trupchum** sind die Schichten geschuppt, der Hauptdolomit ist zu zackigen und schartigen Gräten verwittert. Der Munt La **Schera** ist eine gewaltige Kuppel, und die Schichten liegen bis zum **Verrukano** bloss, ohne sich **auffallend** abzuzeichnen.

III. Pflanzensoziologische Untersuchungen

Vaccinio-Piceetalia (Ordnung der Nadelholz-Vaccinien-Gesellschaften)

Die Wald- und Zwergstrauchgesellschaften, die den Landschaftscharakter unseres Gebietes wesentlich mitbestimmen, gehören fast **ausschliesslich** der Ordnung der *Vaccinio-Piceetalia* und damit der grossen eurosibirisch-boreoamerikanischen Klasse der *Vaccinio-Piceetea* an.

Auf eine allgemeine Charakterisierung der Klasse **können** wir verzichten, da diese in jüngster Zeit für die rätischen Alpen zusammenfassend bearbeitet worden ist (J. BRAUN-BLANQUET, 1948-1950; vgl. auch *Prodromus* der Pflanzengesellschaften VI, *Vaccinio-Piceetea*, von J. BRAUN-BLANQUET, G. SISSINGH und J. VLEGER, 1939).

Wir beschränken uns hier auf einen **Überblick** über die von uns behandelten Wald- und Zwergstrauchgesellschaften und ihre systematische Ordnung:

| | |
|----------------|---|
| Ordnung: | <i>Vaccinio-Piceetalia</i> |
| Verband: | <i>Pineto-Ericion</i> |
| Assoziationen: | <i>Ericeto-Pinetum silvestris</i> <i>Pineto-Caricetum humilis</i> <i>Mugeto-Ericetum</i> <i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti</i> |
| Verband: | <i>Vaccinio-Piceion</i> |
| Assoziationen: | <i>Piceetum montanum</i> <i>Piceetum transalpinum</i> <i>Picestum subalpinum</i> <i>Rhodoreto-Vaccinietum</i> <i>Salicetum helveticae</i> <i>Empetreto-Vaccinietum</i> |
| Verband: | <i>Juniperion nanae</i> |
| Assoziation: | <i>Junipereto-Arctostaphyletum</i> |
| Verband: | <i>Loiseleurieto-Vaccinion</i> |
| Assoziation: | <i>Loiseleurieto-Cetrarietum</i> |

Die *Vaccinio-Piceetalia* bilden den Kern der ursprünglichen Vegetation des gewaltigen eurosibirisch-nordamerikanischen **Waldgebietes** mit trocken-kaltem Klima.

Sie umfassen meist **klimatisch bedingte** Nadelwälder (**Klimaxgesellschaften**), zum **kleineren** Teil Ericaceen- und Zwergwacholdergesträuch, das in den mitteleuropäischen Gebirgen entweder lokalklimatisch-edaphisch oder aber menschlich bedingt ist.

Die Gesellschaften der *Vaccinio-Piceetalia* reichen nördlich bis **Alaska, Nord-sibirien** und Lappland. Gegen Süden zerstückelt sich ihr Areal und ist mehr und mehr an die Gebirge gebunden. Die letzten **inselartigen** Vorposten stehen im nördlichen **Apennin**, in Südserbien, Mittelspanien (Sierra de **Guadarrama**) und Portugal (Serra da **Estrela**).

Im Gegensatz zur Ordnung der *Fagetalia*, die bis Sizilien und Syrien (Mont **Amanus**) **vorstösst**, fehlen die *Vaccinio-Piceetalia* auf den **Mittelmeerinseln** und im Orient, ebenso auch in Nordafrika.

Klimatisch halten sich die *Vacciniio-Piceetalia* an Gebiete mit **verhältnismässig rauhen** und kühlen Sommern und kalten, schneereichen Wintern. In Mitteleuropa und **wohl** auch im Norden bilden sie die Waldgrenze in den ungünstigsten, kältesten und klimatisch extremen Waldgebieten der Erde mit Winterminima, die -30° bis -40° C erreichen.

Bodenkundlich sind die Klimaxgesellschaften der *Vaccinio-Piceetalia* der beste Vegetationsausdruck für die Bleicherde (Podsole) der subalpinen Stufe und des Nordens, wenn man auch keineswegs Bleicherden = *Vaccinio-Piceetalia* setzen darf. Denn **einmal** kommen auch ausserhalb des Bereiches unserer Ordnung typische Bleicherden vor, und **sodann** sind gerade **im** Gebirge wegen der intensiven Erosion nur wenige Böden bis zum Bleicherdestadium vorgeschritten, wenn auch ihre Entwicklung **darauf** hinielt.

Die Böden der *Vacciniio-Piceetalia* sind trocken bis feucht und in der Regel **humusreich**; eigentlich nasse Böden werden gemieden. *Vaccinio-Piceetalia*-Gesellschaften können sich aber nach Entsumpfung zum Beispiel auf Hochmooren einstellen und enthalten dann im **Unterwuchs** neben den Zwergsträuchern (*Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *Empetrum hermaphroditum*, *Calluna*) und den Hylocomien gelegentlich auch vereinzelt **Hochmoorrelikte** wie *Oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Carex pauciflora* und *Sphagnum*-Arten. Wegen der mosaikartigen Anordnung der Hochmoorgesellschaften ist die Trennung von den *Vaccinio-Piceetalia* gelegentlich schwierig.

Als weitverbreitete *Vaccinio-Piceetalia*-Charakterarten kommen für das weitere Untersuchungsgebiet in Betracht:

| | |
|---|---|
| <i>Lycopodium selago</i> fa. <i>recurvum</i> | <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| <i>Juniperus sabina</i> | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| <i>Juniperus nana</i> | <i>Vaccinium vitis-idaea</i> |
| <i>Pinus mugo</i> | <i>Melampyrum pratense</i> var. <i>alpestre</i> |
| <i>Goodyern repens</i> | <i>Homogyne alpina</i> |
| <i>Rosa pendulina</i> ssp. | <i>Homogyne silvestris</i> (Ostalpen) |
| <i>Rubus saxatilis</i> | <i>Hieracium murorum</i> div. ssp. |
| <i>Empetrum hermaphroditum</i> | <i>Pyrola minor</i> |
| <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | <i>Pyrola secunda</i> |
| (excl. ssp. <i>crassifolia</i> und var. <i>nevadensis</i>) | |

Es sind azidophile oder mindestens **pH-indifferente** Arten. Die drei soziologisch **äusserst** wichtigen **Vaccinien** gedeihen in **den** *Vaccinio-Piceetalia* unzweifelhaft am besten und sind **darin** am meisten verbreitet. Man muss die unübersehbaren Heidel- und Moorbeerenbestände der subalpinen Gebiete Mitteleuropas gesehen haben, um sich eine Vorstellung von der üppigen Fülle und Ausbreitungskraft dieser Zwergsträucher machen zu können. Wir zählen sie daher zu den Ordnungs-Charakterarten der *Vaccinio-Piceetalia*, obschon sie **ausserhalb** deren **Verbreitungsgebietes** zum Teil reichlich auch in anderen Ordnungen auf stark sauren Böden vorkommen.

Mit *Vaccinium vitis-idaea* und *Vaccinium myrtillus* erscheint *Vaccinium uliginosum* stellenweise auch zahlreich in Spalierstrauch- oder Rasengesellschaften **Skandi-**naviens über Kalkunterlage; **man** vergleiche zum Beispiel die Tabelle des *Elynion Bellardi* bei R. **NORDHAGEN** (1936). Bodenuntersuchungen dürften aber wohl stets ergeben, dass es sich um lokal bereits versauerte Stellen, die schon die Weiterentwicklung anzeigen, also eigentlich um kleine Fragmente von *Vacciniio-Piceetalia*-Gesellschaften, handelt. Gerade **im** erwähnten *Elynion Bellardi* sind neben *Vaccinium uli-*

ginosum auch andere **azidophile** Arten, wie *Empetrum hermaphroditum*, *Loiseleuria*, *Juncus trifidus*, stark vertreten.

Von *Hieracium murorum* und *H. vulgatum* dürften gewisse Unterarten für die Ordnung, andere für einzelne Verbände der Ordnung charakteristisch sein. Die soziologische Bindung dieser und anderer **Hieracienformen** ist aber noch nicht geklärt.

Zur floristischen Charakterisierung der *Vaccinio-Piceetalia* können natürlich auch jene Verbände-Charakterarten herbeigezogen werden, die zwar in einem bestimmten Verband optimal gedeihen, die aber auch in anderen Verbänden der Ordnung vorkommen (zum Beispiel *Picea excelsa*, *Pinus cembra*, *Melampyrum silvaticum*, *Empetrum hermaphroditum*).

Homogyne alpina ist unterhalb der Baumgrenze nirgends auch nur annähernd so häufig wie in den *Vaccinio-Piceetalia*-Gesellschaften. Oberhalb der Baumgrenze kommt sie in den Alpen allerdings nicht selten, wenn auch mit verringerter Vitalität, im *Caricion curvulae* vor; in den Pyrenäen ist sie viel strenger an die *Vaccinio-Piceetalia* gebunden.

Rosa pendulina wird von M. Moor (1952) im Jura auch aus gewissen *Fagion-Gesellschaften* reichlich angegeben, so dass sie - im **Engadin** eine gute Ordnungs-Charakterart - bei Berücksichtigung der Gesamtverbreitung vielleicht nicht als Ordnungs-Charakterart beibehalten werden kann.

A. *Pineto-Ericion* (Verband der *Erika-Föhren-Gesellschaften*)

Das erstmals in *Prodromus VI* der *Pflanzengesellschaften* (1939, S. 100) kurz charakterisierte *Pineto-Ericion* umfasst **basiphile bis neutrophile** Wald- und verwandte Zwergstrauchgesellschaften. Herrschende Baumarten sind **Bergföhre** (*Pinus mugo*) und **Waldföhre** (*Pinus silvestris*), seltener die **Engadinerföhre** (*Pinus silvestris* ssp. *engadinensis*), noch **seltener** die Lärche (*Larix decidua*). Indessen ist keiner der genannten Bäume als **Charakterart** des Verbandes zu bewerten. Alle gelangen auch in **andern** Verbänden und teilweise selbst in **andern Ordnungen** zur Vorherrschaft, und es zeigt sich **auch** hier, wie irreführend die Einteilung der **Waldassoziationen** nach der gerade herrschenden **Baumart** sein kann. Ist **man sich hierüber im klaren**, so bietet die **Herausarbeitung** der **einzelnen Assoziationen** keine übermäßigen Schwierigkeiten.

Die **meisten Charakterarten** des *Pineto-Ericion* haben **ihre Hauptverbreitung** in der montan-subalpinen **Stufe** und sind **basiphil** oder **basiphil-neutrophil**. Hervorzuheben sind: *Gymnadenia odoratissima*, *Epipactis atropurpurea*, *Pyrola rotundifolia* var. *subalpina*¹⁾, *Coronilla vaginalis*, sowie die oft sehr reichlich **auf tretenden** *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, gewisse Rassen von *Melampyrum pratense*, *Rhododendron hirsutum* und *Rh. intermedium*, *Sorbus chamaemespilus*. Eine besondere **Stellung nimmt** *Carex alba* ein; sie ist zwar im **Parkgebiet** für das *Pineto-Ericion* charakteristisch, tritt in den tieferen **Tälern Graubündens** aber auch im *Piceetum montanum* reichlich auf. Auch die **Rohhumuspflanzen** *Goodyera repens* und *Pyrola virens* haben im **Alpengebiet** ihr **Hauptvorkommen** im *Pineto-Ericion*.

¹⁾ Die Nomenklatur der Unterarten und Varietäten von *Pyrola rotundifolia* ist ungenügend geklärt. Die aus dem **Engadin** angegebene var. *arenaria* Koch (besser als **Subspezies** zu bewerten) kommt dort sicher nicht vor. Wir bezeichnen die **hochstengelige, grossblumige** und **grossblättrige** subalpine Form Graubündens provisorisch als var. *subalpina*.

Fast alle genannten Arten erlangen für bestimmte Assoziationen enger begrenzter Gebiete auch den Wert lokaler Assoziations-Charakterarten, ganz besonders natürlich dann, **wenn** im betreffenden Gebiet überhaupt nur eine Assoziation des Verbandes vorkommt. Einige dieser Arten, zum Beispiel *Pyrola virens*, gewisse *Melampyrum*-Rassen, *Rhododendron hirsutum* und *Sorbus chamaemespilus*, sind in den Alpen ziemlich eng an das Pineto-Ericion gebunden; die meisten treten aber gelegentlich auch in anderen Gesellschaften der Ordnung, seltener in angrenzenden Rasenbeständen der Ordnung Seslerietalia (zum Teil als Waldrelikte) auf. Ihr Optimum liegt aber unstrittig im *Pineto-Ericion*.

Natürliche Föhrenwälder sind allenthalben Zeiger extremer Standortverhältnisse: trockener, sandiger oder steiniger, flachgründiger Böden oder aber sphagnumreicher Hochmoore. Im atlantischen **Europa** nahezu fehlend, im gemässigten Mitteleuropa sehr zerstreut, öfter reliktsch oder unter starkem menschlichem Einfluss, gewinnen sie an Bedeutung beim Fortschreiten gegen den kontinentalen Osten und gegen die subkontinentalen Trockengebiete der Zentralalpen.

Die **inneralpinen Föhrenwälder** des Pineto-Ericion mit *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*-Unterwuchs reichen vom Ostalpenrand (Drautal) bis ins Mittelwallis.

In unserem engeren Untersuchungsgebiet reicht das Pineto-Ericion aus der Talsohle des **Engadins** und des **tirolischen Oberinntales** bis an die Felsgerüste der hohen Dolomitgipfel (zirka 2300 m).

Grosse Ausdehnung hat der Verband im Mittelwallis zwischen Siders und Visp erlangt (J. BRAUN-BLANQUET, 1949).

Weiter **westlich** ist das *Pineto-Ericion* nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

G. DE BANNES-PUYGIRON (1933, S. 145) beschreibt eine vielleicht hierher gehörige Assoziation aus dem Gebiet von **Montélimar** in den Südwestalpen, wo *Erica carnea* fehlt, unter dem Namen *Pinus silvestris*-*Goodyera repens*-Assoziation.

In den **Südsevern** kommt eine Assoziation vor, die der von DE BANNES aus den Südwestalpen beschriebenen nahesteht. Die **beiden** Gesellschaften besitzen von den Verbands-Charakterarten noch *Pyrola virens*, *Epipactis atropicpurea*, *Gymnadenia odoratissima*, **sowie** *Goodyera repens*.

Stärker abweichend sind die **basiphilen** Föhrenwälder der Pyrenäen. Es fehlen dort *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*, dagegen ist der stark schattende Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) im **Unterwuchs** reichlich vertreten, **wozu** sich spezifisch pyrenäische Arten wie *Festuca scoparia*, *Genista hispanica*, *Ononis striata* und andere gesellen.

Nicht zum Pineto-Ericion gehören alle azidophilen Föhrenwälder der Alpen, der **Pyrenäen** und des Nordens. Die Bestände der aufrechten und der niederliegenden **Bergföhre** (*Pinus mugo*) mit *Rhododendron ferrugineum* und **Vaccinien-Unterwuchs** sind zum *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* zu stellen. Die *Pyrola*-reichen Föhrenwälder Fennoskandiens und des östlichen Europas bilden wenigstens eine, vielleicht mehrere selbständige Assoziationen des **Vaccinio-Piceion**.

Von E. SCHMID (1936) werden, unter Beigabe einer Verbreitungskarte, die sog. Relikt-Föhrenwälder in den Alpen beschrieben und dabei eine ganze Reihe von „**Pineten**“ unterschieden. Diese „Pineten“ sind indessen floristisch und ökologisch derart heterogen, dass sie nicht nur verschiedenen Verbänden, sondern verschiedenen Ordnungen zugeteilt werden müssen. Das unvollständige Tabellenmaterial gestattet leider nicht, sie mit Sicherheit zu klassieren. **Einige** Aufnahmen sind dem *Pineto-Ericion* zuzurechnen, andere dem *Ononido-Pinion* der mediterran-montanen Ordnung *Ononidetalia striatae*.

Zur Ordnung der *Ononidetalia striatae* gehören die extrem trockenen inneralpinen Föhrengesellschaften, die eine grosse Anzahl submediterraner und mediterran-montaner Arten enthalten, dagegen sehr arm sind an *Vaccinio-Piceetalia*-Arten, obwohl sie unmittelbar an Gesellschaften dieser Ordnung angrenzen. Das *Ononido-Pinion*, durch das die *Ononidetalia striatae* in Graubünden vertreten sind, umfasst das *Ononido-Pinetum*, das im Unterengadin und fragmentarisch auch im Einzugsgebiet des Rheins vorkommt, das *Astragalo-Pinetum*, das erst im angrenzenden Oberetschgebiet auftritt, und das noch extremere *Euphrasiato-Pinetum*, das vom Süden her bis ins Wallis reicht (J. BRAUN-BLANQUET und F. RICHARD, 1949).

Es gibt ferner allenthalben Föhrenwälder lockeren Schlusses, deren Vegetation zu den verschiedensten Ordnungen gestellt werden muss: zu den *Quercetalia pubescenti-petraeae* das *Pineto-Cytisetum* der Nordschweiz (J. BRAUN-BLANQUET, 1932) und das *Pineto-Genistetuin jaunensis* (G. TOMAZIC, 1940); zu den *Corynephorretalia* (auf lockerem Sand in Preussen, Polen usw.); zu den *Brometalia*; den *Festucetalia valesiaca* (offene, mit Steppenpflanzen durchsetzte Wälder der Trockengebiete, besonders im östlichen Europa) usw.

In den rätischen Alpen gliedert sich das *Pineto-Ericion* in vier gut geschiedene Assoziationen:

1. *Ericeto-Pinetum silvestris* (Erika-Föhrenwald)
2. *Pineto-Caricetum humilis* (Zwergseggen-Engadinerföhrenwald)
3. *Mugeto-Ericetum* (Erika-Bergföhrenwald)
4. *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* (Steinrosen-Bergföhrenwald)

Gegenüber dem *Mugeto-Ericetum* und *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* sind das *Pineto-Caricetum humilis* und das *Ericeto-Pinetum silvestris* ausgezeichnet durch reichlicheres Vorhandensein kalksteter Rasen- und Schuttpflanzen. Der lichte Schluss des Waldes begünstigt das Eindringen heliophiler Arten, und eine geringe Störung des biologischen Gleichgewichts durch Aushieb genügt schon, an lichten Stellen Fragmente von Schutt- oder Rasengesellschaften (besonders *Sesleriato-Semperviretum* oder Gesellschaften des Bromion und *Stipeto-Pinion xerophilae*) erstehen zu lassen. Derartige fremde Einsprengel im *Pineto-Ericion* müssen selbstverständlich bei den Bestandesaufnahmen ausgenommen und gesondert behandelt werden.

Das *Pineto-Caricetum humilis*, das *Mugeto-Ericetum* und das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* sind auf die subalpine Stufe beschränkt.

Das *Ericeto-Pinetum silvestris* hingegen ist zur Hauptsache montan. Es reicht aus dem Churer Becken (600 m) bis etwa 1200 m. Im engeren Parkgebiet ist es nicht vorhanden, wohl aber im unteren Unterengadin und im angrenzenden Tirol.

Die Entwicklung des *Pineto-Caricetum*, des *Mugeto-Ericetum* und des *Mugeto-Rhodoretum* leitet zum *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, dem Alpenrosen-Arvenwald, wo dieser fehlt, zum *Piceetum subalpinum*, dem Subalpinen Fichtenwald, über.

Die Entwicklung des *Ericeto-Pinetum silvestris* dagegen tendiert zum *Piceetum montanum*, dem Montanen Fichtenwald.

Die Gesellschaften des *Pineto-Ericion* bilden nirgends die Klimaxvegetation. Es sind Anfangs-, Übergangs- oder Dauerbestände auf initialen bis deckenmörigen²⁾

¹⁾ Für *Quercus sessiliflora* (Traubeneiche) ist der heute gültige Name *Quercus petraea* (Steineiche) eingeführt.

²⁾ Mör = „saurer Humus“ = Humus mit weniger als 25% basischen Kationen (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ usw.) in der Kationenumtauschgarnitur. Deckenmörig = mit Mörauflage.

Humuskarbonatböden, in denen das Erdalkal karbonat die Vegetation aber noch wesentlich beeinflusst. Die voll ausgereiften Böden auf Kalk oder Dolomit in der montanen und subalpinen Stufe sind durch mächtige Möraufgaben gekennzeichnet. Nur selten dringen **darin** Wurzeln bis zur Mineralerde vor, so dass das Erdalkal karbonat physiologisch nicht mehr wirksam ist. Auf diesen versauerten Böden wird das *Pineto-Ericion* durch das *Vaccinio-Piceion* verdrängt.

Da aber in steilen Kalkgebirgen mit intensiver Abtragung die Bodenbildung nur unter besonders günstigen Verhältnissen zu hoher Reife gelangt, herrscht heute im Unterengadin das *Pineto-Ericion* als **Übergangsgesellschaft** über weite Strecken, namentlich auf Steilhängen, in **Lawinenzügen**, auf Waldbachschutt und Schotterterrassen. Wohl drei Viertel des Waldbestandes im engeren Nationalparkgebiet sind Erica-reiche Föhrenwälder, Zeiger noch nicht voll **entwickelter** Böden.

Im Bereich des *Pineto-Ericion* schwanken die jährlichen Niederschläge zwischen etwa 600 und 1000 mm; in niederschlagsreicheren Gebieten sind die Föhrenwäldchen auf die allertrockensten Böden zurückgedrängt; sie machen hier vielfach den Eindruck von Reliktbeständen.

Die Gesamtheit der inneralpinen Rotföhrenwälder mit E. SCHMID (1936) als Reliktföhrenwälder zu bezeichnen, **hiesse** aber den Tatsachen Gewalt antun. Gerade die **Föhrenwälder** unseres Gebietes haben sich nachweisbar unter dem **Einfluss** des Menschen (Tiroler Schläge, Eisenschmelzen) sehr stark **ausgebreitet**¹⁾ und regenerieren sich heute **stellenweise** wieder zu besseren **Waldtypen**. Dagegen bieten die natürlichen Föhrenbestände der **inneralpinen** Täler dank ihrem trockenheissen **Bestandesklima** zahlreichen xerischen Reliktarten Lebensmöglichkeiten, worauf J. BRAUN-BLANQUET schon 1917 in einer Arbeit über die **Föhrenregion** der Zentralalpentäler hingewiesen hat.

Die normale Entwicklung von **Vegetation** und Boden auf reinem und gemischtem Karbonatgestein in der subalpinen Stufe der Zentralalpen im **Klimaxgebiet** des *Rhodoreto-Vaccinietum* ist in Tabelle 2 schematisch dargestellt.

Die Sukzession geht von basiphilen oder neutrophilen Gesellschaften auf **basenreichen** Rohböden aus und führt zu stark azidophilen Gesellschaften auf den sauren **Klimaxböden**.

Hierzu ist zu bemerken, dass das Endstadium der **Vegetationsentwicklung** nur erreicht **wird**, wenn ein gewisser Hangausgleich stattgefunden hat. An Steilhängen in Sonnenlagen sind **Bodenreifung** und **Vegetationsentwicklung** gehemmt, *Mugeto-Ericetum caricetosum* und *hylocomietosum* können als Dauergesellschaften bestehen bleiben.

Im Sukzessionsverlauf stehen *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* und *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* auf gleicher Stufe; beide Gesellschaften stocken auf mässig bis stark deckenmörigen subalpinen Wald-Humuskarbonatböden. Es ist nun von Interesse, festzustellen, dass beide Gesellschaften sich auch hinsichtlich des Gedeihens der Arve gleich verhalten. In diesen **beiden** Gesellschaften zeigt die Arve im Gebiet der Karbonatböden die beste Verjüngung; die Entwicklungstendenz zum *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* wird dadurch angezeigt (Tabelle 3).

¹⁾ Im Nationalparkgebiet haben unvorsichtige Kahlschläge und auch grosse **Brände**, deren Spuren wir mit **Forstingenieur CAMPPELL** allenthalben nachweisen konnten, zu der gewaltigen Ausdehnung, die das *Pineto-Ericion* heute besitzt, viel beigetragen, daher auch die **Bergföhren**-bestände auf grosse Strecken ziemlich gleichalterig sind.

Tabelle 3. **Arvenverjüngung** in verschiedenen Gesellschaften des Pineto-Ericion im Ofengebiet (August–September 1939).

| Gesellschaft | Anzahl untersuchter Flächen zu 100 m ² | mittlere Anzahl Jungarven von 0–100 cm Höhe je 100 m ² |
|--|---|---|
| Pineto-Caricetum humilis | 5 | 0,2 |
| <i>Mugeto-Ericetum caricetosum</i> humilis | 7 | 4,7 |
| Mugeto-Ericetum hylocomietosum | 7 | 15,1 |
| Mugeto-Ericetum cladonietosum | 7 | 5,1 |
| <i>Mugeto-Rhodoretum</i> hylocomietosum | 3 | 15 |
| Mugeto-Rhodoretum cladonietosum | 3 | 1,3 |

1. Ericeto-Pinetum silvestris (Erika-Föhrenwald)

Die tiefeingeschnittenen trockenen Zentralalpentäler sind durch ihre xerische Vegetation ausgezeichnet: Steppenrasengesellschaften, Flaumeichenbestände und ausgedehnte schütterere **Föhrenwälder**. Die bündnerischen Trockengebiete: Churer Rheintal von Untervaz bis Ilanz, Domleschg, **Albulatal** und unteres Unterengadin, mit einem Jahresniederschlag von 60 bis gegen 100 cm, bieten zwei **Föhrenassoziationen**: das **Ononido-Pinetum silvestris** extremer Trockenlagen, den **Ononidetalia** strintae zugehörig, und das zu den **Vuccinio-Piceetalia** zu stellende Ericeto-**Pinetum silvestris**. Das **Ononido-Pinetum** ist nur im untersten **Talabschnitt** des Engadins und den östlich angrenzenden Tälern vorhanden, das Ericeto-**Pinetum silvestris** dagegen ist der in den tiefen Tälern des **Alpeninnern** weit verbreitete **Erika-Föhrenwald**.

Aus dem Churer Becken bei 550 m reicht er im Belfort bis etwa 1300 m, im Unterengadin ausnahmsweise bis 1700 m empor. Höher oben, in der subalpinen Stufe, wird er an edaphisch und mikroklimatisch ähnlichen Standorten durch den **weniger** wärmebedürftigen **Erika-Bergföhrenwald**, das **Mugeto-Ericetum**, ersetzt.

Diese Arealsonderung der **beiden** erikareichen Gesellschaften bedingt zahlreiche Assoziations-Differentialarten: einerseits im Ericeto-Pinetum Arten des **Quercionpubescenti-petraeae**, die im Mugeto-Ericetum meist schon aus klimatischen Gründen (Höhenlage) ausgeschlossen sind, andererseits im Mugeto-Ericetum subalpine Arten (insbesondere Verbands- und Ordnungs-Charakterarten der **Vuccinio-Piceetalia**), die das Areal des **Ericeto-Pinetum** kaum berühren. Dagegen sind die dominierenden **regionalen** Charakterarten der **beiden** räumlich getrennten Assoziationen teilweise dieselben, woraus geschlossen werden darf, dass sich die **beiden** Gesellschaften in geographisch und klimatisch getrennten Gebieten gegenseitig ersetzen.

Beide Assoziationen sind an trockene Standorte gebunden; sie stocken auf **flachgründigen**, kalkreichen Böden und bilden nirgends in **den Alpen** die **Klimaxgesellschaft**.

Unsere Aufnahmen sind in **Tabelle I** zusammengestellt.

Nr. 1–18 stammen aus dem Einzugsgebiet des Rheins, Nr. 19–25 aus dem **Unterengadin**.

1. Toma **Gilli** bei Ems, 630 m, Kalksturzschnitt.
2. Brühl oberhalb Station Reichenau, 680 m, Kalksturzschnitt.
3. **Terrassenfläche** westlich von Bonaduz, 700 m, kalkreicher **Moränenschutt**.

4. **Rheinschlucht** bei Station Trins, 720 m, Dolomitschutt; Boden sehr flachgründig. **Ausgedehnter Föhrenbestand**, zeigt kümmerliches **Gedeihen**.
5. Zwischen **Station Trins und Digg**, 780 m, Kalkschutt.
6. **Toma im Vogelsang** bei Es, 750 m, **Kalkschutt**.
7. Neben dem **Felsberger Bergsturz**, 750 m, steiler Kalkschutthang.
8. Im **Versamer Tobel**, 790 m, **Kalk** (Abbildung 2).
9. Unterhalb Laax, 900 m, Kalkschutt. **Ausgedehnter Föhrenwald**.
10. **Oberhalb der Bahnstation Surava**, 970 m, **Dolomitschutt**.
11. **Oberhalb der Bahnstation Surava**, 960 m, **Dolomitschutt**.
12. Zwischen Surava und Alvaneu, 1010 m, **kalkreicher Moränenschutt**.
13. **Unterhalb Laax**, 1000 m, Kalkschutt.
14. **Moränensporn des linksseitigen Talhangs zwischen Tiefenkaasel und Surava**, 950 m.
15. **Oberhalb Planazzas jenseits Station Valendas**, 870 m, Kalkschutt.
16. **Landwassertal hinter Filisur**, 1200 m, **kalkreiche Moräne**.
17. **Landwassertal hinter Filisur**, 1230 m, **kalkreiche Moräne**.
18. **Zinols jenseits Alvaneu-Bad**, 1000 m, Kalkgrobschutt.
19. **Gurlaina bei Scuol**, 1200 m, **Kalkschutt**.
20. **God Sot Valera** zwischen Martina und Chasura, 1130 m, **kalkreicher Bündnerschiefer**.
21. Ausgang von Val d'Assa, jenseits **Ruine Serviez**, 1150 m, **Kalkschutt**.
22. Ausgang des Schleinser Tobels, jenseits **San Nicola**, 1150 m, **Bündnerschieferschutt**.
23. Ausgang von Val d'Assa, jenseits **Ruine Serviez**, 1160 m, Kalkschutt.
24. **Surén**, jenseits **Crusch**, 1160 m, alte **Innterrasse**, kalkreich.
25. **Oberhalb Manas gegen Sinestra**, 1700 m, **kalkreicher Schutt**.

Ausser den in der **Tabelle** verzeichneten Arten kommen in den aufgeführten Aufnahmen noch vor:

Dreimal: *Carex flacca* (6, 14, 18), *Chrysanthemum leucanthemum* (4, 9, 13), *Galium boreale* (14, 18, 22), *Globularia cordifolia* (7, 11, 19), *Laserpitium Gaudini* (14, 16, 18), *Luzula pilosa* (21, 23, 24), *Potentilla erecta* (3, 18, 22), *Stipa calamagrostis* (7, 10, 11), *Viola rupestris* (1, 2, 12).

Zweimal: *Anthyllis vulneraria* (17, 19), *Festuca ovina* (9, 13), *Frangula alnus* (3, 5), *Galium verum* (3, 18), *Helianthemum nummularium* ssp. *ovatum* (1, 2), *Laserpitium siller* (4, 5), *Origanum vulgare* (2, 4), *Platanthera bifolia* (3, 14), *Populus tremula* (1, 22), *Prunus avium* (2, 3), *Valeriana tripteris* (4, 16), *Veronica officinalis* (22, 23), *Viola collina* (7, 20) - *Cladonia rangiferina* (21, 23), *Peltigera canina* (21, 23).

Einmal: *Anemone hepatica* (1), *Anemone montana* (1), *Asperula cynanchica* (13), *Astragalus monspessulanus* (12), *Bellidiastrum Micheli* (14), *Calluna vulgaris* (18), *Campanula rapunculoides* (20), *Carlina vulgaris* (7), *Centaurea scabiosa* (4), *Cephalanthera rubra* (16), *Cirsium maule* (11), *Convallaria majalis* (18), *Coronilla vaginalis* (19), *Cotoneaster integerrima* (24), *Crataegus monogyna* (1), *Cypripedium calceolus* (16), *Galium pumilum* (20), *Ononis repens* (4), *Ononis spinosa* (5), *Petasites paradoxus* (16), *Potentilla puberula* (2), *Rosa eglanteria* (2), *Rosa* spec. (9), *Salix appendiculata* (7), *Saponaria ocyroides* (16), *Sieglingia decumbens* (3), *Trifolium montanum* (3) - *Brachythecium spec.* (15), *Chrysohypnum chrysophyllum* (15), *Ctenidium molluscum* (5), *Mnium* spec. (15), *Thuidium abietinum* (8), *Thuidium Philiberti* (15), *Tortella inclinata* (4) - *Cladonia furcata* (19), *Cladonia sylvatica* (19), *Solorina saccata* (13).

Die Aufnahmen der Assoziationstabelle sind nach zunehmender Höhenlage geordnet. Die Zunahme der *Vaccinio-Piceetalia*-Arten mit steigender Höhe und die gleichzeitige Abnahme der *Quercion pubescenti-petraeae*-Arten springt sogleich in die Augen.

Die Aufnahmen zwischen 680 und 1000 m enthalten nur wenige *Vaccinio-Piceetalia*-Charakterarten, dafür aber zahlreiche (16) *Quercion pubescenti-petraeae*-Arten, die höherliegenden Aufnahmen (Nr. 16-25) dagegen 13 *Vaccinio-Piceetalia*- und insgesamt bloss 5 *Quercion pubescenti-petraeae*-Arten. Wird der Deckungswert der Arten berücksichtigt, so erscheint der Unterschied noch schärfer.

An der unteren Grenze der Assoziation, besonders dort, wo sie mit den **Steineichenbeständen** in Berührung kommt, wie am **Calanda** und im **Domleschg**, sind die

Beziehungen zwischen *Pineto-Ericion* und *Quercion* ziemlich eng, sowohl wegen der in mehrfacher Hinsicht ähnlichen Ökologie, als auch wegen des genetischen Zusammenhangs. Die natürliche Weiterentwicklung des reinen **Föhrenwaldes** führt hier unter **günstigen** Bedingungen zum Eichen-Föhren-Mischwald. Diese **Entwicklungstendenz** ist auch aus unserer Tabelle ersichtlich. Sie **würde** noch deutlicher hervortreten, **wenn** **darin** auch die **Mischbestände** Aufnahme **gefunden** hätten.

Der *Quercion pubescenti-petraeae*-Einfluss ist bis zur oberen Grenze der **Eichenbestände** im **Domleschg** (etwa 800 m) sehr deutlich spürbar. Aber auch **höher** oben treten die wenigen noch vorkommenden *Quercion pubescenti-petraeae*-Arten (besonders *Berberis*, *Amelanchier ovalis*, *Viburnum lantana*) gern in die lichten **Föhrenbestände** über. Nichtsdestoweniger steht die **Zugehörigkeit** des Ericeto-Pinetum zum *Pineto-Ericion* **ausser** Frage, denn während der gesamte Deckungswert aller Quercion *pubescenti-petraeae*-Arten unserer Tabelle die Zahl 300 kaum überschreitet, liegt jener der *Pineto-Ericion*-Arten bei 15000.

Das Ericeto-Pinetum gedeiht am besten zwischen 700 und 1000 m. Höher oben nimmt die Zahl der Assoziations-Charakterarten ab, jene der **Ordnungs-Charakterarten** aber stark **zu**.

Auch die Zusammensetzung der **Moosschicht** ändert mit zunehmender Höhenlage. **Bis** gegen 1000 m sind *Scleropodium purum*¹⁾ und *Rhytidium rugosum* im *Ericeto-Pinetum* **gut** vertreten, höher oben fehlen beide Arten, dafür **schliessen** *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Pleurozium Schreberi* zu einer üppig entwickelten Moosdecke zusammen. Gleichzeitig fehlen den höher gelegenen Beständen die tiefer unten nicht seltenen wärmeliebenden *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium montanum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Buphthalmum salicifolium*, *Thymus serpyllum* ssp. *ovatus*, *Epipactis latifolia*, *Anthericum ramosum*.

Die besten Zeiger auch nur geringer Feuchtigkeitsunterschiede innerhalb des Ericeto-Pinetum *silvestris* sind die **Hypnaceen**, und da sie meist in Massen auftreten, verdienen sie auch vom **Waldbauer** Beachtung.

Die wichtigsten Moosarten können nach zunehmenden Feuchtigkeitsansprüchen folgendermassen geordnet werden: *Rhytidium rugosum*, *Scleropodium purum*, *Pleurozium Schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium proliferum*.

Rhytidium rugosum und *Scleropodium purum*, die **grösste Austrocknung** ertragen, **stossen** auch am weitesten in den mediterranen Süden vor. *Scleropodium* spreitet seinen **Moosrasen** noch im *Pinus hulepensis*-Wald von Montpellier (hier allerdings in Schattenlagen), bis **wohin** weder *Pleurozium* noch *Rhytidiadelphus triquetrus* noch *Hylocomium proliferum* vorgedrungen sind.

Das Lebensformenspektrum der Assoziation, nach dem **Deckungswert** der Arten berechnet, zeigt folgende Zusammensetzung:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Chamaephyten | 52,3% |
| Phanerophyten | 31,5% |
| Geophyten | 5,3% |
| Hemikryptophyten | 3,8% |
| Therophyten | 3,6% |
| Nano-Phanerophyten | 3,2% |
| Epiphyten | 0,1% |

¹⁾ *Scleropodium purum* ist für **Innerbünden** ausschliesslich in dieser Waldassoziation nachgewiesen.

Die Zwergsträucher, Chamaephyten, herrschen bei weitem vor (Abbildung 2). Die **Hemikryptophyten** sind durch die Konkurrenz der dichtschliessenden holzigen Chamaephyten (Ch. f.) weitgehend ausgeschaltet.

In der **Zwergstrauch-** und Krautschicht decken die Zwergsträucher rund $\frac{3}{4}$ des Bodens; *Erica carnea* allein deckt 57%.

Aus der **Tabelle** ergibt sich, dass heim *Ericeto-Pinetum silvestris* drei Subassoziationen **auseinanderzuhalten** sind:

1. Subassoziation *peucedanetosum*. Sie ist durch zahlreiche *Quercion pubescenti-petraeae*- und weitere **wärmeliebende** Arten wie *Anthericum ramosum*, *Teucrium chamaedrys* und *montanum* und durch das spärliche Vorkommen von *Hylocomium proliferum* und *Rhytidiadelphus triquetrus* ausgezeichnet; sie ist auf warme Lagen der tieferen **Täler** des Rheingehietes beschränkt.

2. Subassoziation *caricetosum albae*. Der vorigen nahestehend und vielleicht besser als Variante aufzufassen. *Carex alba* herrscht in der Bodenschicht vor. Diese ungenügend bekannte Gesellschaft ist nur durch zwei Aufnahmen vertreten.

3. Subassoziation *hylocomietosum*. Ohne die oben erwähnten **wärmeliebenden** Arten, aber mit gutentwickelter Moosschicht aus *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, und *Pleurozium Schreberi*. *Vaccinium vitis-idaea*, in der Subassoziation *peucedanetosum* sehr spärlich, ist hier reichlich vorhanden, auch *Melampyrum silvaticum* fehlt selten.

Die trockene **Peucedanunz-Subassoziation** ist in der Regel moosarm, doch kann **darin** in **Schattenlagen** auch eine Moosschicht zur Ausbildung gelangen. Aufnahme 1 unserer Tabelle gibt eine *Rhytidium rugosum*-Variante wieder. Eine etwas feuchtere *Scleropodium puruni*-Variante vom Nordhang eines **Sturzschutthügels** bei Reichenau (Vial 630) sei hier angeführt.

Die **Baumschicht** deckt 80% und besteht aus *Pinus silvestris* (5.4) und *Picea excelsa* (+.1). Alter der Föhren ca. 40 Jahre, Höhe 10 m. Die Fichten gedeihen schlecht und bleiben kümmerlich. Strauchschicht 20% deckend,

- | | |
|-------------------------------|--|
| 2.1 <i>Picea excelsa</i> | + <i>Larix</i> , 1 Krüppel |
| 1.1 <i>Juniperus communis</i> | + <i>Berberis vulgaris</i> ^o |
| 1.1 <i>Amelanchier ovalis</i> | + <i>Cotoneaster tomentosa</i> ^o 1) |

Bodendecke insgesamt 100%.

Gefässpflanzen, 70% deckend:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 3.3 <i>Erica carnea</i> | + <i>Melica nutans</i> |
| 2.2 <i>Polygala chamaebuxus</i> | + <i>Aquilegia atrata</i> |
| 2.2 <i>Carex alba</i> | + <i>Calamagrostis varia</i> |
| 2.2 <i>Anemone hepatica</i> | + <i>Brachypodium pinnatum</i> |
| 2.1 <i>Goodyera repens</i> | + <i>Epipactis rubiginosa</i> |
| 2.1 <i>Valeriana tripteris</i> | + <i>Lathyrus pratensis</i> |
| 1.1 <i>Sesleria coerulea</i> | + <i>Lathyrus vernus</i> |
| 1.1 <i>Anthericum ramosum</i> | + <i>Viola collina</i> |
| 1.1 <i>Rubus saxatilis</i> | + <i>Teucrium chamaedrys</i> |
| + <i>Carex ornithopoda</i> | + <i>Golium mollugo</i> ssp. <i>tenuifolium</i> |
| + <i>Polygonatum officinale</i> | + <i>Knautia silvatica</i> |
| + <i>Fragaria vesca</i> | + <i>Campanula rotundifolia</i> |
| + <i>Potentilla erecta</i> | + <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| | + <i>Carduus defloratus</i> |

1) Mit ^o sind schlechtwüchsige Arten bezeichnet.

(Abbildung 2). Die
den holzigen Cha-

cher rund $\frac{3}{4}$ des

is drei Subasso-

ne Quercion *pubes-*
mosum, *Teucrium*
Hylocomium proli-
me Lagen der tie-

stehend und viel-
Bodenschicht vor-
nen vertreten.

ähnnten wärmelie-
mnium proliferum,
tiitis-idaea, in der
den, auch *Melam-*

el moosarm, doch
g gelangen. Auf-
nte wieder. Eine
eines Sturzschutt-

Picea excelsa (+.1),
bleiben kümmerlich,

o 1)

um

enuifolium

ia
i

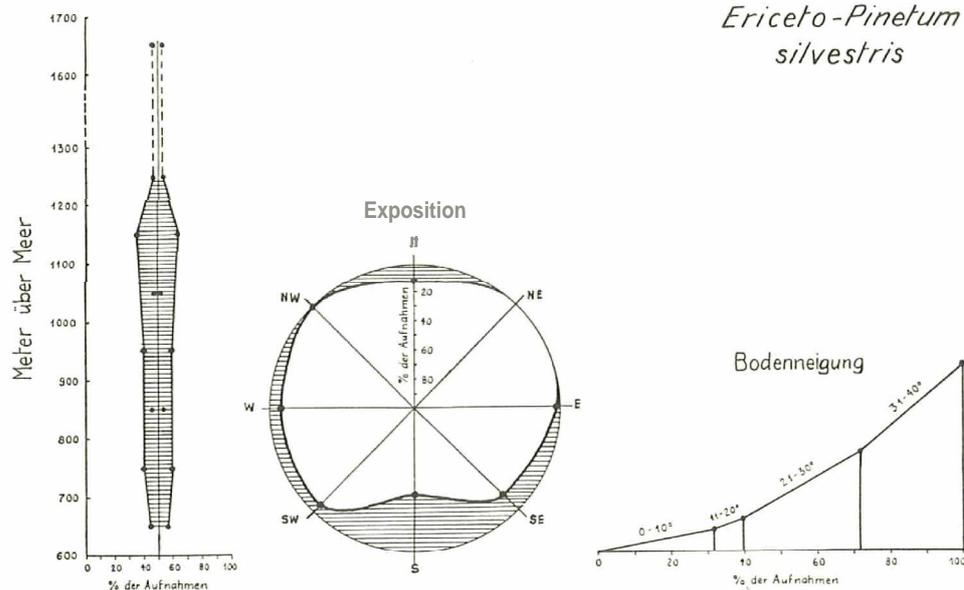
Moose, 70% deckend:

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 3.4 <i>Scleropodium purum</i> | + <i>Dicranum scoparium</i> |
| 2.3 <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | + <i>Rhodobryum roseum</i> |
| 1.2 <i>Hylocomium proliferum</i> | + <i>Plagiochila asplenioides</i> |
| 1.1 <i>Mnium spec.</i> | |

Knautia silvatica, die sonst der *Hylocomium*-Subassoziation angehört, findet hier dank der Schattenlage Lebensmöglichkeiten.

Der Haushalt des *Ericeto-Pinetum silvestris* ist nicht näher untersucht.

Die Verteilung der untersuchten Einzelbestände auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenreibungen geht aus Figur 1 hervor.



Figur 1. Verteilung der Aufnahmen des *Ericeto-Pinetum silvestris* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenreibungen.

Das *Ericeto-Pinetum silvestris* kann in jeder Exposition vorkommen, bevorzugt aber warme S-SE-Lagen. Die Höhenverbreitung reicht vom Talgrund bei 650 m bis 1250 m. Ein ausserordentlich hochliegender, aber an Charakterarten verarmter Bestand im warmen Sinestratobel erreicht 1700 m¹).

Einige wenige mikroklimate Messungen sind von J. BRAUN-BLANQUET, H. VOLK und H. WERNER (H. VOLK, 1940) am Rhein zwischen Rothenbrunnen und

¹) Die Treueverhältnisse der Assoziations-Charakterarten haben für die subalpin-alpine Stufe, die Klimaxgebiete des Piceetum montanum, P. subalpinum, *Rhodoreto-Vaccinietum* und Caricion *curvulae* Gültigkeit. Betreffs der Zahlen und Abkürzungen in den Assoziationsstabellen sei auf J. BRAUN-BLANQUET (1951) verwiesen.

Rhazüns (620 m) ausgeführt worden. Es wurden am 7. August 1932, einem völlig wolkenlosen Tag, Tageskurven für Boden- und Lufttemperatur und Verdunstung in verschiedenen flussbegleitenden **Pflanzengesellschaften**, auch **M** Ericeto-Pinetum, aufgenommen (Tabelle 4).

Tabelle 4. Verdunstung, Luft- und Bodentemperatur in verschiedenen Stadien der **Vegetationsentwicklung** auf Rheinschotter bei **Rhazüns** (7. 9. 1932).

| | Messhöhe über Boden cm | Verdunstung (Piche-Evaporimeter) 9-18 h | | Lufttemperatur 9-18 h | | Bodentemperatur 9-18 h | |
|--|---------------------------|--|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| | | Mittel cm ³ /h | Maximum cm ³ /h | Mittel °C | Maximum °C | Mittel °C | Maximum °C |
| <i>Myricaria-Chondrilla</i> -Assoziation | 5 | 1,60 | 1,20 | 23,9 | 26,5 | 30,8 | 39,0 |
| <i>Saliceto-Hippophaetum</i> <i>Ericeto-Pinetum</i> | 5 | 6,62 | 1,00 | 23,4 | 25,2 | 31,1 | 39,0 |
| (<i>Carex alba</i> -Subassoziation) | 150 | 3,80 | 0,58 | 22,2 | 25,8 | 22,0 | 26,0 |
| Initialstadium des <i>Piceetum montanum</i> | 150 | 2,40 | 0,36 | 22,0 | 25,6 | 19,8 | 22,0 |

Wie zu erwarten, nehmen im Verlauf der **Vegetationsentwicklung** Verdunstung, Boden- und Lufttemperatur rasch ab. Die Verdunstung im **Innern** des werdenden Ericeto-Pinetum beträgt nur die Hälfte derjenigen im Myricarietum. Auch die **Bodentemperatur** in **0,5-1 cm** Tiefe zeigt gewaltige Unterschiede.

Die Böden des *Ericeto-Pinetum* sind Humuskarbonatböden, bisweilen mit beträchtlicher **Silikatbeimischung**. Unter den dürrtigen Beständen **schlechtwüchsiger** Föhren ist es ein vom Rohboden wenig abweichendes **Initialprofil**, das sich im Verlauf der Vegetationsentwicklung zum hochentwickelten **Humuskarbonatboden** oder zu einer Braunerde **umwandelt**. Die biogenen Horizonte A_0 und A_1 sind aber meist schwächer ausgebildet als im verwandten Mugeto-Ericetum hylocomietosum, das die **Humusanreicherung** und **Versauerung** begünstigt. Hierfür zeugt schon der Umstand, dass die 20 Aufnahmen des *Mugeto-Ericetum* hylocomietosum und *cladonietosum* insgesamt 14 ausgesprochen azidophile Arten beherbergen, während im Ericeto-Pinetum silvestris deren nur ganz wenige sind.

Die **Initialstadien** des Ericeto-Pinetum silvestris an Steilhängen oder auf **flachgründigem Kalkschutt** setzen sich aus kalksteten, kalkliebenden und indifferenten Arten zusammen. Erst in den **weiterentwickelten** Beständen erscheinen spärlich und in geringer Zahl **Kalkflieher**, sogar *Calluna*, *Sieglingia decumbens*¹⁾, *Lathyrus montanus*. Die **Bodendecke** zeigt dann ein eigenartiges Gemisch aus kalksteten und **kalkfliehenden** Arten (Aufnahme 2). Die Beimischung von Kalkfliehern trifft mit der am weitesten fortgeschrittenen mosaikartigen **Bodenbildung** auf **fluvioglazialen** Kiesschottern zusammen, **wo** der Kalk schon **grossenteils** ausgelaugt ist.

Ein derartiges Bodenprofil ist am Terrassenabhang der **Bonaduzer Fläche** aufgeschlossen. Es zeigt folgende Eigenschaften:

¹⁾ In S-Frankreich auch auf stark karbonathaltigen Böden, wohl besonderer Oekotyp.

, einem völlig wol-
rdunstung in ver-
ceto-Pinetum, auf-

ien der Vegetations-

| Bodentemperatur 9-18 h | |
|---------------------------|---------------|
| Mittel °C | Maximum °C |
| 30,8 | 39,0 |
| 31,1 | 39,0 |
| 22,0 | 26,0 |
| 19,8 | 22,0 |

ng Verdunstung,
n des werdenden
Auch die Boden-

isweilen mit be-
schlechtwüchsiger
is sich im Verlauf
den oder zu einer
meist schwächer
die Humusanrei-
tand, dass die 20
ngsgesamt 14 aus-
m silvestris deren

1 oder auf flach-
und indifferenten
nen spärlich und
thyrus montanus.
id kalkfliehenden
ler am weitesten
Kiesschottern zu-

er Fläche aufge-

sonderer Oekotyp.

Osthang zwischen Reichenau und Bonaduz, 640 m, 30-35° Neigung, fluvioglaziale Schotter, von *Ericeto-Pinetum* bestockt.

A₀: 1-2 cm mächtig, lockere *Erica*- und *Pinus*-Nadelstreu mit Holzresten.

A₁: 2 cm mächtig, braungraue, humose Feinerde, körnig, sehr locker gelagert.

A₂: 30-35 cm mächtig, graugelbliche Feinerde, etwas sandig, mit zahlreichen kleinen Kieseln, sehr locker, gut durchlüftet, mit sehr zahlreichen Feinwurzeln; mit HCl nicht aufbrausend.

AC: 50 cm mächtig, hellgraugelbliche Feinerde, etwas sandig, mit viel Kies vermischt, gut durchlüftet, von tiefgehenden Baumwurzeln durchzogen, Feinwurzeln wenig zahlreich.

C: Fluvioglazialer Rheinschotter.

Der lösliche Kalk ist aus dem ganzen Profil weggeführt.

Kalkreich und weniger mächtig sind die Profile in höheren Lagen und über anstehendem Kalkgestein, vor allem an südexponierten Hängen, wo die Versauerung äusserst langsam vor sich geht. Das *Ericeto-Pinetum* ist hier eine Dauergesellschaft, die wohl föhrenzeitlichen Alters ist (vgl. auch E. SCHMID, 1936).

Dass es sich aber nicht um eine Klimaxassoziation handeln kann, dafür zeugt die allenthalben nachweisbare Fortentwicklung zum *Piceetum montanum*, dem Montanen Fichtenwald.

Die natürliche Entwicklung des *Ericeto-Pinetum silvestris* ist je nach Höhenlage und Böden verschieden. Sie ist besonders schön zu verfolgen auf den Rheinalluvionen zwischen Reichenau und Thusis, wo sie J. BRAUN-BLANQUET seit Jahrzehnten beobachtet.

Ausgangspunkt der Vegetationsentwicklung sind die höher liegenden, bei Hochwasser überspülten Grobkiesbänke, während sich auf den sandigen Ablagerungen der von der Hauptwasserrinne abgeschnittenen Altwässer die *Typha minima*-Assoziation oder das *Alnetum incanae* behauptet.

Erster Pionier auf Grobkies ist die *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation, eine offene Krautvegetation, durchsetzt mit zahlreichen, vom Rhein herabgetragenen Alpenpflanzen, der aber nur kurze Lebensdauer beschieden ist. Liegt die Kiesbank über der Hochwassergrenze, so keimen sehr rasch Herden von *Salix incana* und *Hippophaë rhamnoides* und bilden im Verlauf weniger Jahre fast undurchdringliche Dickichte. Vor 25 und mehr Jahren war die ganze Rheinschotterfläche unterhalb Felsberg (jenseits des Militärschiessplatzes) ein ausgedehntes *Hippophaë*-Dickicht. - In der *Hippophaë-Salix incana*-Assoziation stellt sich im Laufe der Jahre unfehlbar *Pinus silvestris* ein, die Weiden und Sanddorn überwächst und schliesslich durch Beschattung und Nadelfall zum Ersticken bringt. Die ganze Sukzession, von der *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation bis zum *Pinus*-Wald, kann sich unter günstigen Verhältnissen innert dreissig bis vierzig Jahren abspielen, wie wir es auf einer Kiesbank zwischen Reichenau und Rothenbrunnen feststellen konnten.

Dieser junge Pionierbestand von *Pinus silvestris* ist jedoch noch lange kein *Ericeto-Pinetum*. Er unterscheidet sich schon durch das Fehlen der Charakterarten, dann aber auch durch noch vorhandene Reste des *Myricarietum* und der *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation (*Hippophaë* [oft schon verdorrt], *Salix incana*, *Hieracium florentinum* usw.).

Ist der Boden sehr grobkörnig, feinerdearm und trocken, so kann sich, noch bevor die Waldföhre recht Fuss gefasst hat, eine Flechtendecke ausbreiten, worin *Cladonia rangiferina*, *silvatica* und *pyxidata* vorherrschen, während die Phanerogamenvegetation aus den verschiedenartigsten Bestandteilen zusammengesetzt ist (Föhrenwald bei Rodels, Aufnahmen I und 2 der Tabelle II). Diese flechtenreichen Föhrenbestände sind als kurzlebige Initialphasen des *Ericeto-Pinetum* aufzufassen. Auf etwas besseren

Böden und in älteren Kiefernbeständen gelangen mit der Anreicherung der Charakterarten der Assoziation Moose zur Vorherrschaft, und es stellen sich *Carex alba* und *Polygala chamaebuxus* und zuletzt *Erica carnea* ein. – Man darf daher mit Sicherheit annehmen, dass die Föhrenbestände auf Rheinschotter, sich selbst überlassen, in absehbarer Zeit in ein *Ericeto-Pinetum* übergehen würden. Auf feineren, nicht zu trockenen Böden erscheint aber im Schutze der Föhre bald auch die Fichte und beschleunigt die Entwicklung zum *Piceetum montanum*.

Die entsprechende Snkzessionsserie kann folgendermassen schematisiert werden (vgl. auch H. VOLK und J. BRAUN-BLANQUET, in H. VOLK, 1940) (Tabelle 5).

Tabelle 5. Sukzession der Pflanzengesellschaften auf Rheinschotter, 550–700 m ü. M.



Die Entwicklung des *Ericeto-Pinetum* auf Flusschotter ist in der oben erwähnten Arbeit mit H. VOLK behandelt. Die dort beigefügte Tabelle ist hier in etwas anderer Zusammenstellung und unter Beifügung einer Aufnahme (Nr. 6) aus dem Fürstenwald bei Chur wiedergegeben: Tabelle II.

Aufnahmen 1–3 sind unweit der Station Rodels-Realta (nicht bei Rothenbrunnen) gemacht worden; Aufnahme 4 stammt vom Rheinkies unterhalb Felsberg, 570 m, Aufnahme 5 von der Schotterterrasse bei Landquart am linken Ufer der Landquart, 535 m.

Nur einmal sind in diesen Aufnahmen vorhanden: *Arnelanchier ovalis* (5), *Anemone hepatica* (6), *Anthericum ramosum* (6), *Artemisia campestris* (2), *Bellidiastrum Michellii* (4), *Brachypodium silvaticum* (5), *Campanula rotundifolia* (6), *Carlina vulgaris* (2), *Carex montana* (6), *Cephalanthera rubra* (5), *Chrysanthemum leucanthemum* (4), *Clematis vitalba* (5), *Coronilla emerus* (4), *Corylus avellana* (6), *Crataegus monogyna* (4), *Crepis alpestris* (3), *Cyclamen europaeum* (6), *Fagus silvatica* (6), *Festuca ovina* ssp. *duriuscula* (2), *Festuca rubra* (6), *Frangula alnus* (4), *Fraxinus excelsior*, Keimling (4), *Galium pumilum* (6), *Hedera helix* (5), *Larix decidua* (6), *Leontodon hispidus* (4), *Medicago lupulina* (2), *Neottia nidus-avis* (5), *Oxytropis pilosa* (2), *Potentilla erecta* (6), *Prunus avium* (6), *Rhamnus cathartica* (4), *Rosa canina* (3), *Rosa spec.* (4), *Sesleria coerulea* (6), *Solidago virga-aurea* (4), *Sorbus aucuparia* (6), *Taxus baccata* (5), *Valeriana tripteris* (5), *Viburnum lantana* (4), *Viola silvatica* (6), *Viola hirta* (4), *Vicia cracca* (5), *Veronica officinalis* (6) – *Brachythecium spec.* (4), *Ctenidium molluscum* (5), *Dicranum undulatum* (2), *Eurhynchium striatum* (5), *Mnium spec.* (1), *Mnium undulatum* (5), *Polytrichum juniperinum* (1) – *Plagiochila asplenoides* (6), *Ptilidium ciliare* (2) – *Cetraria islandica* (2), *Peltigera rufescens* (2).

Die Aufnahmen sind nach dem Entwicklungsgrad der Gesellschaft geordnet; 1, 2 und 3 zeigen ungefähr den gleichen feinsandarmen, kiesigen Ausgangsboden, 4 und 5 stocken auf etwas günstigerem, feinsandreicherem, daher feuchterem Untergrund, Aufnahme 6 liegt auf Bündnerschieferschutt. Diesen Aufnahmen gemeinsam ist die wenig weit fortgeschrittene Entwicklung auf jungen Schotterterrassen. Hierauf in erster Linie

dürfte das Fehlen von *Erica* in den Aufnahmen 1-4 und ihr spärliches Vorhandensein in 5 und 6 zurückzuführen sein.

Aufnahmen 1 und 2 entsprechen der typischen *Cladonia*-reichen Subassoziation auf grobkiesigem Schwemmschutt. Dime Gesellschaft sticht schon physiognomisch stark hervor, da im bündnerischen Rheintal nur darin Strauchflechten zur Vorherrschaft gelangen.

Das Alter der Landquart- und Rheinterrasse (Aufnahmen 4 und 5) mag rund 100 Jahre betragen, Bestand 6 aus dem Fürstenwald auf Schwemmschutt des Kaltbrunner Tobels ist beträchtlich älter; die Bestände 1, 2 und 3 dagegen sind erheblich jünger.

Es bedarf offenbar einer längeren Zeitspanne, bis die biogenen Bodenhorizonte soweit vorbereitet sind, dass sie die Ansiedlung und Ausbreitung von *Erica* carnea gestatten, denn erst in den ältesten, auf Flusskies stockenden Beständen ist Erika spärlich vorhanden. An der Bodenvorbereitung haben Moose und die reich wuchernde Mykorrhizenvegetation starken Anteil.

Carex alba, die *Pyrola*-Arten und *Goodyera* erscheinen frühzeitig, schon in den erikafreien Föhrenwäldern, die der *Carex alba*-Subassoziation zugewiesen werden können.

Falls nicht alte erikareiche Bestände in der Nähe vorhanden sind, stellt sich das reife *Ericeto-Pinetum* (Subassoziation *teucrietosum*) erst im Verlauf von Jahrhunderten ein. Die Weiterentwicklung zum *Piceetum montanum* kann unter Umständen schon einsetzen, bevor das typische *Ericeto-Pinetum* zur Keife gelangt ist.

Im dichten Jungföhrenbestand keimt *Pinus silvestris* schlecht, weshalb der natürliche Nachwuchs stets von der Fichte beherrscht wird. Aufkommen und Gedeihen der Fichte hängen lediglich davon ab, ob die Bodenbildung schon weit genug fortgeschritten ist.

Ganz ähnlich wie im Rheingebiet verläuft die Sukzession auf den Innschottern des Unterengadins, wenn dort auch die Ausgangsgesellschaften andere sind.

Auf ein fragmentarisches *Epilobietum Fleischeri*, das Initialstadium auf Flusskies, folgt im Unterengadin ein *Salix incana*-Stadium ohne *Hippophaë*, das die *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation vertritt. Die darin etwa aufkommenden *Alnus incana*-Pflänzchen werden bald von *Pinus silvestris* überwachsen; es bildet sich vorerst ein *Carex alba*-reicher Pinus-Bestand, dem erst viel später das *Ericeto-Pinetum vaccinietosum* mit *Erica*-Unterwuchs folgt. Als klimatische Schlussgesellschaft stellt sich schliesslich das *Piceetum montanum* in der Subassoziation *melicetosum* ein.

Wesentlich anders als auf den Flussterrassen verläuft die Sukzession auf Steilhängen: Wir haben sie auf dem Kalkschutt des Feleberger Bergsturzgebietes studiert.

Den beweglichen Schutt durchspinnt auf weite Strecken die offene *Stipa calamagrostis*-Assoziation. In den schuttfestigenden *Teucrium montanum*- und *Globularia cordifolia*-Teppichen keimt die Föhre und kann, wenn kein neuer Felssturz den Jungwuchs vernichtet, mehrere Meter Höhe erreichen, Unter den aufwachsenden Bäumchen spreiten *Carex humilis*, *Arctostaphylos uva-ursi* und auch *Erica carnea* ihre Teppiche; Der direkten Steinschlaggefahr weniger ausgesetzt, haben sich von den Rändern der Bergsturzhalde her lockere *Pinus*-Bestände vorgeschoben, von Begleitern der *Stipa*-Assoziation durchsetzt und mit vereinzelt zusammenschliessenden Zwergstrauchteppichen. Die Gefährdung dieses initialen *Ericeto-Pinetum* durch Steinschlag bezeugen zahlreiche entwurzelte und abgeschlagene Föhrenstämmchen und weggerissene Aste.

erung der Charakter-
sich *Carex alba* und
daher mit Sicherheit
st überlassen, in ab-
erdereichen, nicht zu
1 die Fichte und be-

chematisiert werden
(Tabelle 5).

-700 m ü. M.

Subassoziation
Ericeto-Pinetum

der oben erwähnten
er in etwas anderer
is dem Fürstenwald

(Rothenbrunnen) ge-
0 m, Aufnahme 5 von

is (5), *Anemone hepa-*
Michelii (4), *Brachy-*
Carex montana (6),
(5), *Coronilla emerus*
lamen europaeum (6),
da alnus (4), *Fraxinus*
scidua (6), *Leontodon*
(2), *Potentilla erecta*
(4), *Sesleria coerulea*
aleriana tripteris (5),
ronica officinalis (6) -
Surhynchium striatum
1) - *Plagiochila asple-*
s (2).

haft geordnet; 1, 2
ngsboden, 4 und 5
1 Untergrund, Auf-
nsam ist die wenig
rauf in erster Linie

Ein Initialbestand von etwa 100 m² Fläche im Bergsturzgebiet von Felsberg enthielt:

| | |
|---------------------------------------|---|
| 2.1 <i>Pinus silvestris</i> (niedrig) | + <i>Salix appendiculata</i> |
| 1.2 <i>Juniperus communis</i> | + <i>Corylus avellana</i> |
| + <i>Amelanchier ovalis</i> | + <i>Berberis vulgaris</i> |
| + <i>Cotoneaster tomentosa</i> | + <i>Rhamnus saxatilis</i> |
| 3.3 <i>Erica carnea</i> | + <i>Teucrium montanum</i> |
| 2.3-4 <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | + <i>Globularia cordifolia</i> |
| 1.2 <i>Carex humilis</i> | + <i>Galium mollugo</i> asp. <i>tenuifolium</i> |
| 1.1-2 <i>Stipa calamagrostis</i> | + <i>Campanula rotundifolia</i> |
| + <i>Epipactis atropurpurea</i> | + <i>Bupthalmum salicifolium</i> |
| + <i>Vincetoxicum officinale</i> | + <i>Leontodon hispidus</i> |

Auch M Unterengadin ist die Sukzession vom *Stipetum calamagrostidis* (fragmentarisch entwickelt) zum *Ericeto-Pinetum* zu verfolgen.

Die Verbreitung des *Ericeto-Pinetum* reicht durch die Ost- und Zentralalpen von Slavonien bis Savoyen. Das von E. AICHINGER (1933) beschriebene *Pinetum silvestris ericetosum* der Karawanken, das J. BRAUN-BLANQUET aus eigener Anschauung kennen gelernt hat, entspricht einer Subassoziation des *Ericeto-Pinetum*, charakterisiert durch einige südöstliche Differentialarten wie *Fraxinus ornus*, *Cytisus purpureus*, *Daphne cneorum*, *Campanula caespitosa*. Die Subassoziation erscheint in einer Variante mit *Pinus silvestris* und einer solchen mit *Pinus nigra*.

In Graubünden gewinnt das *Ericeto-Pinetum silvestris* mächtige Ausdehnung auf den Sturzschuttböden des Rheintales zwischen Chur und Ilanz, im mittleren Albultal und im Unterengadin zwischen Scuol und Martina.

Die waldbanliohen Möglichkeiten sind im *Ericeto-Pinetum* gering. Auf den für das *Ericeto-Pinetum* bezeichnenden flachgründigen Böden ist *Pinus silvestris* der einzige Waldbaum, der noch einen gewissen Ertrag abwirft. Die Wuchsform der Föhre ist gedungen, der Stamm unregelmässig, oft verbogen, grauborkig, die Krone breit, schirmförmig. In der Regel ist der Baum schlechtwüchsig. Nur in den Schlusstadien der Assoziation, auf feinerdereichen Alluvialböden, finden sich Stämme, die in günstigen Fällen bis 20 m Höhe und 60-80 cm Durchmesser erreichen.

In höheren Lagen kann die Lärche, die sich auch natürlicherweise der Assoziation beimischt, mit Erfolg eingebracht werden. Fichtenkrüppel findet man allenthalben, doch hat die Fichte nur in den reifsten Stadien der Gesellschaft Aussicht auf gutes Fortkommen, am ehesten in der moosreichen Variante auf tiefergründigen Böden oberhalb 800 m.

Keimlinge von *Quercus petraea* sind im Erika-Föhrenwald des Churer Rheintals im Verein mit Arten des *Quercion pubescenti-petraeae* nicht selten. Namentlich auf felsigem Untergrund in warmer Südlage werden *Quercus petraea* und seine Bastarde mit *Quercus pubescens* konkurrenzfähig, und es zeichnet sich die Entwicklungstendenz zum Steineichenwald ab. Bei gleichsinnigem menschlichem Eingriff, durch Aushauen der Föhren, entstehen die kleinen, lichten, fast reinen *Quercus petraea*-Bestände, die längs des Calanda, bei Tamins und Bonaduz und im Domleschg, den Ernst der dunklen Nadelwälder mildern.

Die normale natürliche Sukzession geht indessen zum Föhren-Fichten-Mischwald und schliesslich zum *Piceetum montanum*. Einbringen von Fichten in fortgeschrittene *Ericeto-Pinetum*-Bestände kann diese Entwicklung beschleunigen.

2. *Pineto-Caricetum humilis* (Zwergseggen-Engadinerföhrenwald)

Eine auffallende Erscheinung im Waldbild des Ofengebietes ist das *Pineto-Caricetum humilis*. Die **Engadinerföhrenbestände** mit ihren schlank aufstrebenden, schwach **beasteten**, glattrindigen, glänzend gelbroten Stämmen heben sich scharf ab vom düsteren Graugrün des **Bergföhrenmantels**. Vom *Mugeto-Ericetum* allseitig umschlossen, klammern sie sich an abschüssige Bergrippen und felsige Vorsprünge in den wärmsten, sonnigsten Lagen.

Aber nicht alle Wälder von *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis* gehören zum *Pineto-Caricetum humilis*; *Pinus silvestris* hat eine weite ökologische Amplitude und tritt **gelegentlich** auch im Piceion bestandbildend auf. Andererseits **kann** aber unter **Umständen** auch *Pinus mugo* im *Pineto-Caricetum humilis* herrschend werden.

Das *Pineto-Caricetum humilis* ist zur Hauptsache auf den rechtsseitigen, sonnigen Steilhang der nahezu Ost-West verlaufenden Tal- und Passfurche, die das **Engadin** mit dem Oberetschland verbindet, beschränkt: die Einfallspforte zahlreicher östlicher und südöstlicher, trockenheit- und wärmeliehender Pflanzen- und Tierarten. Für die Lepidopteren gibt A. PICTET Beispiele. Von Blütenpflanzen sind hier zu erwähnen einige **Strassenwanderer** wie *Puccinellia distans*, *Centaurea dubia*, *Senecio nebrodensis* usw. junger Einführung, aber auch *Fesicra valesiaca*, *Cephalanthera rubra*, *Aethionema saxatile*, *Ononis rotundifolia*, *Lathyrus heterophyllus*, *Viola pinnata* und andere Arten der ursprünglichen Flora (s. J. BRAUN-BLANQUET, 1946). **Zwischenfundorte** verbinden ihr Vorkommen mit dem südöstlichen **Hauptareal**.

Der Vorstoss der thermophilen Flora (und Fauna) **muss** begonnen haben, noch bevor der Mensch die Wälder lichtete, wahrscheinlich in einer klimatisch der Einwanderung günstigeren, wärmeren oder trockeneren Zeit. Die vom *Pineto-Caricetum humilis* locker bewaldeten Südhänge mussten den Vorstoss besonders begünstigen. Die nächsten Fundstellen einiger Arten liegen weit entfernt und viel tiefer, **im unteren Unterengadin** oder jenseits des Ofenpasses im Talkessel von Münster-Glurns. *Aethionema saxatile*, eine mediterran-montane Crucifere, auch aus der Gegend von **Bormio** bekannt, hat seine einzigen bündnerischen Fundstellen **am** Fuorn und im Spöltal.

Die floristische **Zusammensetzung** des *Pineto-Caricetum humilis* erhellt aus den 26 Aufnahmen unserer Tabelle III.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Stellen:

a) *Pinus engadinensis-Carex humilis*-Variante

1. Taglieda sura, 1800 m, Hauptdolomit. Alter, sehr schöner *Pinus engadinensis*-Bestand; etwas *Pinus mugo*, wenig *Larix*-Verjüngung.
2. Steilhang von **Valbella** oberhalb **Tschierv**, 1850 m, Kalkschutt, 300-400jähriger *Pinus engadinensis-Larix*-Bestand, sehr locker. *Pinus* sehr schön.
3. **Ebenda**, **schwächer** geneigter Hang, 1880 m, Kalkschutt. Sehr schöner *Pinus engadinensis*-Bestand; *Picea* spärlich und sehr kümmerlich.
4. God Zop Jon Peider beim Wegerhaus, 1840 m, Dolomit. Reiner *Pinus engadinensis*-Bestand. Gute bis sehr gute Formen. Verjüngung nur *Pinus engadinensis*.
5. Suot Uort Champ-sech, 1840 m, **Dolomittfelshang**. Fast reiner *Pinus engadinensis*-Bestand.
6. **Südwesthang** bei Punt Purif, 1870 m, Kalkschutt. Lockerer *Pinus engadinensis*-Bestand, Bäume mittel bis gut. Spärlich beigemischt *Pinus mugo* (mittlere Qualität). Ordentliche Verjüngung.
7. Jenseits **Sinuos-chel**, 1650 m, Kalkschutt.
8. Aufstieg von Praspöl gegen Ova da Spin, 1780 m, Kalkschutt.
9. Val Cluozza, Faleiu dadoura, 1640 m, Kalkschwemmschutt mit viel Feinerde.

10. Tarasp-Fontana, 1500 m. Gelichteter Bestand; die *Picea*-Keimlinge sterben ab.
11. Punt Purif, 1870 m, Kalkschutt mit viel Feinerde.
12. Gaud da pra da Munt ob Tschier, 1900 m.
13. Gaud da pra da Munt ob Tschier, 1920 m.

b) *Pinus mugo*-*Carex humilis*-Variante

14. Südhang in Champ-sech, 1770 m; Kalkschutt mit Feinerde. Sehr lockerer (30%) Bestand von *Pinus mugo*. Bodendecke alternierend *Carex humilis*- und *Arctostaphylos*-Variante. *Pinus mugo* und *P. engadinensis* in guter Qualität, *Larix* unter Mittel, *Picea* schlecht.
15. Dolomitzfelsen oberhalb Ova da Spin, 1960 m. Sehr locker (10%) mit *Pinus mugo* besetzt, Qualität von *Pinus mugo* mittel, von *Larix* sehr schlecht.
16. Hang am Ausgang von Val Ftur, 1840 m, Dolomitschutt. *Pinus mugo*-Bestand.
17. Vdagnöla, 1880 m, Südhang, Kalkschutt. Einige *Pinus mugo*.
18. Champ-sech, 1860 m, Dolomit-Sturzschutt. Mischbestand; Qualität von *Pinus engadinensis* und *P. mugo* gut, von *Larix* mittel bis schlecht, *Picea* serbelnd.
19. Fuss der Pizza Naira, 2000 m, Kalkfeinschutt.
20. Val Naira an der Pizza Naira, 1940 m. Sehr lockerer *Pinus mugo*-Bestand, manche Bäume hangabwärts gedrückt, enturzelt.

c) *Arctostaphylos*-Variante

21. Zwischen Ova da Spin und Falla d'il Uors, 1800 m. Sehr lockerer *Pinus engadinensis*-Bestand (20%) mit *Pinus mugo*; Qualität beider Föhren gut bis sehr gut, Verjüngung gut. Verjüngung von *Pinus cembra* spärlich, die Keimlinge sterben ab.
22. Champ-sech, 1770 m; Kalkschutt. Alternierend mit voriger Variante. Qualität von *Pinus engadinensis* und *mugo* gut, von *Larix* unter Mittel, von *Picea* schlecht.
23. Taglieda sura, 1850 m. Hauptdolomit. Lichter *Pinus engadinensis*-Bestand. *Arctostaphylos* frostbeschädigt.
24. Val Cluoza unterhalb Murtèr, 1860 m, Dolomitschutt. Lichter *Pinus mugo*-Bestand (60%); *Arctostaphylos* frostbeschädigt.
25. Süsom, 2100 m, Schutt und Fels von Dolomit. Lichter *Pinus mugo*-Bestand.
26. Unweit von Aufnahme 25, 2100 m.

In den Aufnahmen der Tabelle kommen ferner vor:

Zweimal: *Centaurea rhapontica* (2, 3), *Galium boreale* (7, 18), *Sorbus aucuparia* (7, 9^o), *Viola rupestris* (9, 18) - *Bryum argenteum* (9, 15) - *Cladonia pyxidata* (7, 16), *Cladonia pyxidata* var. *pocillum* (6, 16).

Einmal: *Achillea millefolium* (6), *Arabis corymbiflora* (18), *Aster alpinus* (17), *Botrychium lunaria* (18), *Brachypodium pinnatum* var. *rupestre* (10), *Campanula cochlearifolia* (26), *Campanula rotundifolia* (10), *Carex ericetorum* (10), *Carex montana* (10), *Cirsium acaule* (3), *Convallaria majalis* (6), *Daphne mezereum* (6), *Dryas octopetala* (7), *Erigeron acer* (18), *Fragaria vesca* (6), *Gentiana campestris* (3), *Hieracium Muret* (26), *Hieracium psammogenes* (21), *Juniperus nana* (26), *Koeleria cristata* ssp. *gracilis* (3), *Leontodon hispidus* var. *hyoseroides* (6), *Lonicera coerulea* (7), *Orobanche reticulata* (19), *Pimpinella saxifraga* (7), *Polygala alpestris* (26), *Potentilla puberula* (18), *Sanguisorba minor* (18), *Sedum atratum* (25), *Silene alpina* (23), *Silene cucubalus* (22), *Silene nutans* (18), *Trifolium montanum* (17), *Veronica fruticans* (18), *Vicia cracca* (6), *Viola collina* (8), *Viola rupestris* (17) - *Brachythecium salebrosum* (6), *Dicranum scoparium* (6), *Distichum capillaceum* (17), *Thuidium abietinum* (7), *Tortella inclinata* (6) - *Cladonia fimbriata* (6), *Cladonia rangiferina* (6), *Cladonia silvatica* (6), *Solorina saccata* (17).

Als lokale Charakterarten des *Pineto-Caricetum humilis* betrachten wir: *Saponaria ocymoides*, *Centaurea scabiosa* var. *pinetorum*, *Juniperus communis* var. *intermedia*, *Laserpitium Gaudini*, *Campanula rapunculoides*, *Leontodon incanus*, *Cephalanthera rubra*. Diese in Ostbünden seltene Orchidee ist im Engadin und Münstertal bisher nur im *Pineto-Caricetum humilis* gefunden worden. Die übrigen Arten erreichen darin höhere Deckungswerte als in allen anderen Gesellschaften Ostbündens. Da unsere

Assoziation auf das östliche Graubünden beschränkt scheint, kommt diesen Arten genereller Wert zu.

Pinus silvestris ssp. *engadinensis* ist als Ordnungs-Charakterart aufzufassen. In tieferen Lagen, bis etwa 1800 m, namentlich im Spöltal häufig, erscheint die Engadinerföhre ausserhalb unserer Assoziation in folgenden Gesellschaften, die alle den *Vaccinio-Piceetalia* angehören:

- a) Im *Mugeto-Ericetum* des Nationalparks und oberhalb Bravogn am Ausgang des Val Tisch auf Kalk- und Dolomitschutt.
- b) Im *Junipereto-Arctostaphyletum* des Stazerwaldes bei Schlarigna auf Moräne und Rundhöckern. Nach Mitteilung von Forstingenieur CAMPPELL gedeiht sie hier aber nie so gut wie im Optimum ihres Verbreitungsgebietes, im Unterengadin und Münstertal.
- c) Zwischen Susch und Lavin am rechten Innufer, in einer stark verarmten Ausbildung des *Piceetum* subalpinum.
- d) Zwischen Zernez und Susch am sonnigen linken Talhang, eine artenarme, trocken-harte Waldgesellschaft bildend, die weiter verfolgt werden muss. *Pinus engadinensis* erreicht hier auf Silikat-Moränenschutt sehr gute Qualität. Die schlank aufstrebenden, wenigastigen Bäume haben 12–15 m Höhe und 20–25 cm Durchmesser.

Im *Pineto-Caricetum humilis* beträgt der Deckungsgrad der Föhren im Mittel etwa 40–50%. *Pinus engadinensis* ist schwach beastet, die Krone bei älteren Bäumen hochliegend, so dass viel Licht den Boden trifft. Während die Beastung der Stämme von *Pinus engadinensis* an der Bergseite oft auf das oberste Drittel beschränkt bleibt, reicht sie an der lichtoffeneren Talseite des Hanges bis etwas unter die Stammmitte herab.

Vergleichende Messungen mit dem Luxmeter ergaben um die Mittagszeit anfangs August Werte von 40000–50000 Lux in der Bodenschicht gegen bloss 12000–15000 Lux im Innern des *Mugeto-Ericetum* (s. auch S. 144). Der lichten Baumschicht wegen sind im *Pineto-Caricetum humilis* Wald-, Schutt- und Rasenkomponenten vereinigt, jedoch ohne dass von einem Assoziationsmosaik gesprochen werden könnte.

Vom verwandten *Mugeto-Ericetum* unterscheidet sich das *Pineto-Caricetum humilis* floristisch auch durch das Vorhandensein zahlreicher Differentialarten (*Campanula cochlearifolia*, *Euphorbia cyparissias*, *Leontodon hispidus* var. *crispatus*, *Kernera saxatilis*, *Hieracium bupleuroides*, *Hieracium staticifolium*, *Amelanchier ovalis* usw.).

Steilheit der Hänge, heisse Lage und schwache Beschattung durch die lockere Baumschicht begünstigen die Ausbreitung der wärmebedürftigen mediterran-montanen Xerophyten wie *Saponaria ocymoides*, *Aethionema saxatile*, *Viola pinnata*, an einer Stelle (in Praspöl) erscheint sogar *Ononis rotundifolia*. Sie erreichen im *Pineto-Caricetum humilis* die obere Grenze des Vorkommens in der Ostschweiz. Auch das zum Quercion *pubescenti-petraeae* zu stellende *Berberidion* der Unterengadiner Kulturstufe hat in *Polygonatum officinale*, *Amelanchier ovalis* und *Berberis vulgaris* einzelne Vorposten bis ins *Pineto-Caricetum humilis* vorgeschoben. Dagegen sucht man darin Moose und Flechten meist vergebens, abgesehen von der trockenharten *Tortella* tortuosa und einigen epiphytischen Flechten.

Aus unseren 26 Aufnahmen lassen sich innerhalb der weitgefassten Assoziation nach dem Vorherrschen oder Fehlen soziologisch wichtiger Arten wenigstens drei deutlich ausgeprägte Varianten herauschälen:

I. Die *Pinus engadinensis-Carex humilis*-Variante, mit Engadinerföhre in der Baumschicht vorherrschend, ohne oder mit sehr wenig *Pinus mugo* und *Arctostaphylos uva-ursi*, in günstigen, tieferen Lagen, auf besseren Böden.

2. Die *Pinus mugo*-*Carex humilis*-Variante, ohne oder mit wenig *Pinus engadinensis* und *Arctostaphylos uva-ursi*, in höheren Lagen von etwa 1800–2000 m, auf **flachgründigen** Steilhängen. Die **wärmeliebenden** Arten der *Pinus engadinensis*-Variante sind hier etwas schwächer, die *Seslerieto-Sempervireturn*-Arten etwas stärker vertreten, jedoch ohne dass das floristische Gesamtbild eine **Änderung** erfährt.

3. Die *Arctostaphylos uva-ursi*-Variante, ohne oder mit wenig *Pinus engadinensis*, von einer Bodendecke von *Arctostaphylos uva-ursi* **beherrscht**. Diese licht-offene Variante der **Kalkrohböden** reicht am höchsten **hinauf** (maximal bis 2100 m).

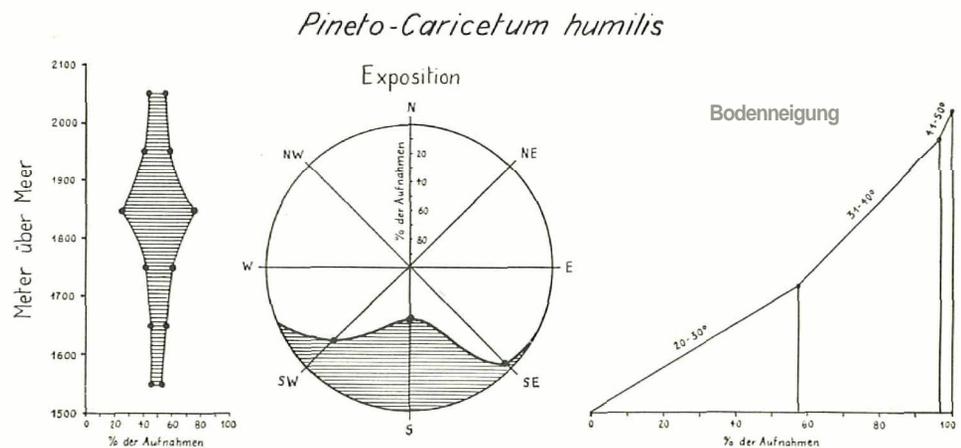
Der Deckungswert der Arten in den Unterschichten zeigt einige bemerkenswerte Unterschiede. In der *Arctostaphylos*-Variante ist *Arctostaphylos uva-ursi* deckend. In den **beiden** andern Varianten herrscht *Carex humilis* vor. Moose sind in allen Varianten sehr schwach vertreten.

Die floristische Zusammensetzung der Gesellschaft ist im übrigen ziemlich gleichartig, doch bleibt die standörtlich ungünstige *Arctostaphylos*-Variante an Arten- und **Individuenzahl** hinter den zwei anderen Varianten zurück. Sie zählt im Mittel auf 100 m² Fläche **bloß** 26 Arten gegen 34 in der *Pinus engadinensis*- und 31 in der *Pinus mugo*-Variante. Dagegen ist in diesen die Bodendecke stets geringer und beträgt meist nicht mehr als 50% der Bodenfläche, während die *Arctostaphylos*-Variante 60–80% der Fläche bedeckt.

In den dicht deckenden Bärentraubenspalieren werden Mitbewerber unterdrückt. Da der Spalierstrauch aber **lichtbedürftig** ist, geht er bei zunehmender Beschattung zurück.

Die drei Varianten alternieren gelegentlich am gleichen Hang und befinden sich manchmal in labilem **Gleichgewicht** (Abbildung 3).

Über den Standort des *Pineto-Caricetum humilis* vermittelt Figur 2 einigen Aufschluss.



Figur 2. Verteilung der Aufnahmen des *Pineto-Caricetum humilis* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Das *Pineto-Caricetum humilis* gelangt **ausschliesslich** in S-, SE- und SW-Exposition in Höhenlagen zwischen 1650 und 1900 m zu voller Entwicklung. Die **Bodennei-**

er mit wenig Pinus etwa 1800–2000 m, Pinus *engadinensis*-Arten etwas stärker ergrünt erfährt.

r mit wenig Pinus herrscht. Diese licht-simal bis 2100 m).

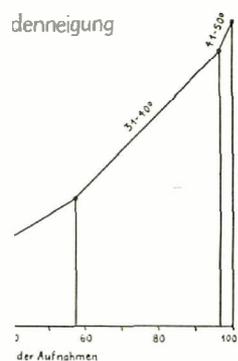
nige bemerkenswerte s uva-ursi deckend. se sind in allen Va-

igen ziemlich gleich-ante an Arten- und zählt im Mittel auf und 31 in der Pinus er und beträgt meist os-Variante 60–80%

werber unterdrückt. nender Beschattung

g und befinden sich

Figur 2 einigen Auf-



verschiedenen Höhen-

E- und SW-Exposi- lung. Die Bodennei-

gung, die selten weniger als 25° beträgt, verstärkt noch den subkontinentalen Charakter des Standorts.

Da durch die aufgelockerte Baumschicht bedeutend mehr Licht auf die Unterschichten fällt als in anderen *Pineto-Ericion*-Gesellschaften, ist auch die Verdunstung in der Zwergstrauch- und Krautschicht bedeutend höher als in allen anderen untersuchten Waldgesellschaften. Gleichsinnige Unterschiede zeigen die Wärmeverhältnisse hart an der Bodenoberfläche.

Da im Zwergseggen-Engadinerföhrenwald der Schnee leicht abrutscht und auch im Hochwinter nie lange haften bleibt, ist die Vegetation stark frostgefährdet. Frostschäden sind namentlich in der *Arctostaphylos*-Variante nicht selten. Die Bärentraube ist trotz des dauernd sehr hohen Zuckergehaltes der Blätter besonders empfindlich. Im Hochwinter erträgt sie nach W. ULMER (1937) zwar bis 30° Kälte, im März-April aber werden ihr schon Temperaturen von -20° verderblich. Im harten Winter 1931/32 erfroren zahlreiche *Arctostaphylos*-Spaliere; in den Frostlücken setzte sich *Carex humilis* fest.

Erica carnea ist weniger frostempfindlich. Während sich im *Pineto-Caricetum* bei Punt Purif der Deckungsgrad der Bärentraube von Deckungsgrad 4.4 auf 1.2 verschoben hatte, konnte Erika daselbst an schwach beschatteten Stellen an Raum gewinnen. Vom Erikateppich umschlossen, hatte *Arctostaphylos* weniger gelitten.

Der Schneefreiheit an den warmen Steilhängen wegen ist das *Pineto-Caricetum humilis* ein beliebter Winteraufenthalt des Hochwildes. Ausgetretene Wildpfade durchziehen die Bestände, doch sind Baumschädigungen selten, wohl weil die Föhrenborke das Wild vom Fegen abhält. Dagegen leiden Jungwuchs und Rasennarbe unter dem Frass und Tritt der Tiere.

Für das *Pineto-Caricetum humilis* sind junge Karbonatböden bezeichnend. Grosse tägliche und jahreszeitliche Wärmeschwankungen, rasche Austrocknung des Bodens, Regen- und Schmelzwasserabspülung, Beweglichkeit der obersten Bodenschicht am Steilhang, kurze Schneedauer und Frosteinwirkung stehen der Bodenreifung entgegen. Dem Karbonatrohboden fehlt der wasserhaltende Humus. Bei starken Regengüssen rinnt ein grosser Teil der Niederschläge auf der steilen Bodenoberfläche ab. Die Erosion setzt ein und wird durch die Wirkung der Schmelzwässer noch verstärkt. Den im Spätwinter zeitig ausapernden Boden hebt das Kammeis und begünstigt dadurch noch die Abtragung.

Carex humilis als wichtige aufbauende Art ist Pionier auf feinerdigen, *Arctostaphylos* auf skelettigen Karbonatböden (vgl. Abbildung 3). Beides sind ausgezeichnete Bodenfestiger. An ihnen (und an den Föhrenstämmen) staut sich der oberflächlich rutschende Boden, bis er sie ganz überschüttet hat. Oft aber gelingt es den Pionieren, den Boden lokal zu stabilisieren.

An diesen Festigungszentren – meist sind sie als Kleinterrassen im Hang verteilt – vollzieht sich langsam die soziologische Weiterentwicklung. Hier beginnt auch die Bodenreifung mit der Ausbildung des initialen subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens.

Die Entwicklung des *Pineto-Caricetum humilis* nimmt ihren Ausgang im *Petasetum paradoxum* des Kalkschuttes, mit seinen Rohbodenpionieren, besonders *Calamagrostis varia*, *Campanula cochleariifolia*, *Hieracium staticifolium*, *Trisetum distichophyllum*, ferner *Kernera saxatilis*, *Viola pinnata*, *Leontodon hispidus* var. *crispatus*, *Gentiana*

ciliata, *Hieracium* bupleuroides. Sehr frühzeitig erscheinen auch Pinus *engadinensis* und Pinus mugo, sobald die **Schutzzufuhr** von oben aufhört.

Innerhalb der Gesellschaft selbst verläuft die Sukzession sehr langsam. **Innert** 35 Jahren ist von einer **Fortentwicklung** der von uns beobachteten Bestände nicht das geringste zu bemerken. Eher **könnte** im Parkgebiet von einer Regression **durch den Wildgang** gesprochen werden, dem **Hirsche, Gamsen und Rehe** haben sich im Gebiet stark vermehrt.

Sobald aber der Boden gefestigt und der initiale Humuskarbonatboden **gebildet** ist, kommt es zur Weiterentwicklung des Bestandes. Bei fortgeschrittener Entwicklung reichert sich öfter *Juniperus communis* var. *intermedia* an (z. B. Aufnahme 7, am Aufstieg gegen Plan Larschaida). Unter *Juniperus* im Föhrenschatten erscheinen auch die ersten, noch **schlechtwüchsigen Waldmoose** wie *Dicranum scoparium* und *Brachythecium salebrosum*. In welcher Richtung die **Weiterentwicklung** fortschreitet, ist am besten unter alten Föhren oder aber unter „fremden“, das heisst mehr oder weniger zufällig gekeimten und **schlechtwüchsigen Jungbäumchen** anderer Holzarten, die etwas schatten, festzustellen. Hier breitet sich zuerst *Vaccinium vitis-idaea*, später *Erica carnea* aus, die beide *Carex humilis* gefährlich werden können. Die normale Weiterentwicklung führt, sobald die Voraussetzungen gegeben sind, zum Engadinerföhrenwald mit *Erica-Unterwuchs* (s. Tabelle III, Aufnahmen 12 und 13).

Auf steilen **Felshängen** entwickelt sich die *Pineto-Caricetum humilis*-Assoziation nicht weiter; sie bildet an solchen Standorten eine Dauergesellschaft.

Die **Rohböden** des *Pineto-Caricetum humilis* können umgekehrt auch durch Regression aus dem *Mugeto-Ericetum* hervorgehen. Starke **Auslichtung** des Baumbestandes hat an **Steillagen in Südexposition** die Zerstörung der *Erica*-Zwergstrauchschicht zur Folge; der Bodenfrost und das **abfliessende Wasser führen** zum Abtrag der gebildeten **Humusschichten**. Im **Rohboden** fasst *Carex humilis* oder *Arctostaphylos* und später Pinus **Fuss**. In Lagen oberhalb 1800 m **kann** es auch zur Ausbildung des *Carex humilis*-reichen *Seslerieto-Semperviretum* kommen, worin *Sesleria coerulea*, *Helianthemum grandiflorum*, *Nippocrepis*, *Daphne striata* und andere Rasenpflanzen die Vorherrschaft erlangen. Durch **Ausspülung der Feinerde** an der Bodenoberfläche entstehen oft scheinbare **Rohböden**; diese zeigen unter der Skelettdecke einen mehr oder weniger entwickelten **Mullhorizont**.

Die Verbreitung des *Pineto-Caricetum humilis* erstreckt sich über das **Kalk- und Dolomitgebiet des Spöl- und oberen Münstertales, möglicherweise** aber auch über das **angrenzende Gebiet von Bormio**. Das *Pineto-Caricetum* bildet ein subalpines Gegenstück zum montanen *Ononido-Pinetum* des unteren **Unterengadins**. Seine **Höhenverbreitung** reicht von ca. 1700 bis 1900 m in der normalen Pinus *engadinensis-Carex humilis*-Variante und **bis** 2100–2200 m in der *Arctostaphylos*-Variante mit Pinus mugo (Süsom gegen Munt de la Bes-cha).

Die waldbaulichen Möglichkeiten sind auch im *Pineto-Caricetum humilis* sehr gering. Dem kontinentalen **Lokalklima** und den ungünstigen **Bodenbedingungen** des *Pineto-Caricetum*-Standortes entsprechen am besten Engadinerföhre und **Bergföhre**. Die Engadinerföhre liefert einen **höheren Nutzholzertrag** und ist daher gegenüber der **Bergföhre** zu begünstigen. Optimales Gedeihen bei bester **Qualitätsleistung** findet die Engadinerföhre zwischen 1500 und 1850 m. In God Valbella und am Hang oberhalb der Kirche von **Tschier** stehen **Prachtgestalten** von 20 m **Höhe** und 50–70 cm (im Maximum 92 cm) Stammdurchmesser. Ihr Alter wird auf **300–400 Jahre** geschätzt.

C

Der starken **Abspülung, Rutschung** und Verschwemmung wegen ist die Verjüngung **allgemein** schwach (am schwächsten im Initialstadium mit viel *Hieracium staticifolium* und *Campanula cochleariifolia*). Zwar stösst man ausnahmsweise auch auf Keimlinge der Lärche, Fichte und sogar der Arve, doch gelingt es nur wenigen Sämlingen der **Engadinerföhre** und Bergföhre und an besonders günstigen Standorten der Lärche, festen Fuss zu fassen. – Abgestorbene Keimpflanzen von Fichte und Arve haben wir **ab** und zu beobachten. Ist die Lärche **einmal** dem Jugendstadium entwachsen, so kann sie sich halten und ordentliche Dimensionen erreichen. – Der Bestand bleibt aber immer äusserst locker.

In Schlusstadien der Gesellschaft können **Engadinerföhre** und unter Umständen auch Lärchen angepflanzt werden, um die Erneuerung des Bestandes zu beschleunigen; Voraussetzung für den Erfolg ist, dass die Pflänzlinge an die günstigsten **Stellen** zu stehen kommen.

3. **Mugeto-Ericetum** (Erika-Bergföhrenwald)

Die düstergrüne Bergföhre in der aufstrebenden Form, das Wahrzeichen des Nationalparkgebietes, begleitet stundenweit die Hänge des Spöltals und des **Fuorn**tals (Abbildung 1), des vorderen Val Plavna, Val **Mingèr** und Val S-charl. Den ausgedehnten Bergföhrenbeständen verdankt das Fuorngebiet seinen strengen, etwas melancholischen Reiz; in der brütenden Soimnerhitze wirken sie beklemmend. Kein Wässerchen netzt den dürren Grund, kein Vogellaut unterbricht die Stille. Eine Kreuzotter, durch unseren Tritt aufgeschreckt, windet sich träge durch die knisternde Nadelstreu.

Die **Bergföhrenwälder** des Unterengadins sind nur zum kleinen Teil natürlichen Ursprungs. Wie die von St. BRUNIES (1948) erwähnten Urkunden bezeugen, ist hier in den vergangenen Jahrhunderten für die Salinen von Hall viel Holz geschlagen und auf dem reissenden Spöl und **IM** nach dem Tirol geflößt worden. Noch heute erkennt man die Reste der mächtigen Staudämme, die die Tiroler **Holzknecchte** in der Spölschlucht errichtet hatten. Auch alte Waldbrände sind, namentlich durch E. CAMPPELL, allenthalben nachgewiesen worden. Schliesslich wurde *Pinus mugo* auch an Ort zu Holzkohle verarbeitet. Auf Kahlschlag und Brand folgte (und folgt noch heute) eine rasche Invasion der Bergföhre, deren **flugfähige** Samen, was Mengenproduktion anbetrifft, gegenüber jenen der Lärche weit überwiegen, da die alten samenträgenden Lärchen grösstenteils geschlagen worden **sind**¹⁾.

Wie sehr *Pinus mugo* auf **Kahlflächen** gegenüber allen **andern** Holzarten begünstigt ist, geht aus zahlreichen Beobachtungen hervor. Abgeholzte, aber schwach bestossene Alpweiden werden rasch von der Bergföhre in Beschlag genommen. Auf einer schütter berasteten steinigen Waldlichtung am Eingang von Val Chavagl zählten wir auf 100 m² Fläche nicht weniger als 332 junge Bergföhren (wovon 10 1–1,50 m hoch) neben 47 **Junglärchen**, 11 Arven- und 4 Fichtenpflänzchen.

Gleichalterigkeit der Bergföhrenbestände und Einförmigkeit der **Standortsverhältnisse** sind die Ursachen der für ein vielgestaltiges Gebirgsland sehr einheitlichen floristischen Zusammensetzung der Assoziation.

¹⁾ Eine Ausnahme macht das tiefegelegene Plateau von Falcun, wo sich nach Kahlschlag und Brand zuerst die Lärche ansiedelte.

Aus unserem **grossen Aufnahmемaterial** haben wir 33 Aufnahmen in der Tabelle IV **zusammengestellt**.

Sie stammen von folgenden Stellen:

a) *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* (zwergeggenreicher Erika-Bergföhrenwald)

1. Las **Ruin**as oberhalb **Tschier**v, 1940 m, Gips. *Pinus* mittel- bis **schlechtwüchsig**.
2. Jenseits Wegerhaus **Buffalora**, 1930 m, Bachterrasse.
3. **Südfuss** des Piz Cornet, 2150 m, **Kalk** und Dolomitschutt. *Pinus mugo* niederliegend.
4. Munt della Bcs-cha, 2250 m, Dolomitschutt. *Pinus* mittel.
5. Vorderes Val Sesvenna, 1950 m, Kalkschutt. *Pinus* gut bis sehr gut.
6. Bei Ova d'ils **Pugls**, 1900 m, Kalkschutt. *Pinus* gedeiht gut.
7. Val Sesvenna, 1950 m, Kalkschutt. Ca. **50jähriger** Bestand, *Pinus* gedeiht gut.
8. Ausgang vom Val Ftur am Plan de la Posa, 1920 m, **Wettersteindolomit**, *Pinus* schlecht.
9. **Schafrück**en bei Arosa, 2050 m, Kalk.
10. Il Fuorn, 1830 m, Dolomitschutt. Bestand ca. **60jährig**; *Pinus* mittel.
11. Val **Tantermozza** gegen Blockhaus, 1700 m, flachgnidiger Kalkschutt. Bestand ca. 100-jährig; *Pinus* schlecht.
12. Stabel-chod, 2020 m, Dolomitschutt. *Pinus* gedeiht **gut**.
13. Oberhalb der Fuornwiese, 1850 m, Raibler. *Pinus* mittel.
14. Ova da Spin gegen **Falla** d'il Uors, 1800 m, Raibler. *Pinus engadinensis* gedeiht sehr gut, *Larix* **mittelmässig**.

b) *Mugeto-Ericetum hylacomietosum* (moosreicher Erika-Bergföhrenwald)

15. God sur il Fuorn, 1840 m, Raibler- und Dolomitschutt. Starker **Borkenkäferbefall**; **Qualität** von *Pinus mugo* mittel; Keimlinge von *Pinus mugo* und *Pinus cembra*.
16. Bei Grass Cluozza, 1830 m, Kalkschutt. *Pinus* gut.
17. Oberhalb Buffalora Wegerhaus, 2080 m, Kalkschutt. *Pinus* gut.
18. Oberhalb Stabel-chod, am Hang, 2000 m, Raibler. *Pinus* gut.
19. Isel bei Arosa, 1620 m, Kalkschutt. Qualität von *Pinus* gut, von *Picea* schlecht.
20. Am Furkabach bei Arosa, 1620 m, **kalkreicher** Bachschutt. Qualität von *Pinus mugo* sehr gut, von *Picea* mittel bis schlecht.
21. God Chavagl, 1900 m, **Kalkschutt**. Keimlinge von *Pinus mugo*; Qualität mittel.
22. Sielva, in der Cluozza-Schlucht, 1650 m, Kalk- und Silikatschutt. Qualität von *Pinus mugo* gut, von *Larix* und *Picea* schlecht. Verjüngung fast rein *Pinus mugo*.
23. Ausgang von Val Cluozza, 1650 m, Kalk- und Silikatschutt.
24. Sielva am Aufstieg nach Cluozza, 1680 m, Kalk- und **Silikatschutt**.
25. **Ebenda**, 1600 m, Kalk- und Silikatschutt. *Pinus engadinensis* sehr schön; Regeneration des Baumes nur auf Lichtungen.
26. Oberhalb Tarasp-Fontana, 1470 m, Kalkschutt. Qualität von *Pinus engadinensis* sehr **gut**, von *Larix* mittel bis gut, von *Picea* schlecht.
27. Eingang von Val **Plavna**, 1490 m, Kalkschutt. Qualität von *Pinus mugo* mittel, von *Picea* schlecht bis sehr schlecht.

c) *Mugeto-Ericetum cladonietosum* (flechtenreicher Erika-Bergföhrenwald)

28. Bei Fora da Champ-sech, 1680 m. Raibler. Qualität von *Pinus mugo* schlecht; wenig Verjüngung.
29. Val **Cluozza**, 1830 m, auf Bachschutt. *Pinus* gedeiht schlecht, keine Verjüngung.
30. Jenseits Blockhaus Cluozza, 1800 m, Kalkschutt. Qualität von *Pinus mugo* schlecht, von *Larix* sehr schlecht, Krüppel.
31. Val Chavagl, linke Seite des **Fuornbachs**, 1870 m, Kalkschutt. *Pinus* schlecht, **viele** vom **Schneedruck** gebrochene und entwurzelte Stämmchen.
32. Val **dal** Botsch, rechterseits am **Terrassenvorsprung**, 1860 m, Kalkschutt. Sehr schlechtes Gedeihen, schwache Stämmchen, **z.T.** tot.
33. Oberhalb La Drossa **gegen** La **Schera**, 1750 m, Kalkschutt. *Pinus* schlecht; auf 100 m² **20 junge Pinus mugo-Keimlinge**.

Ausser den Arten unserer Tabelle enthalten obige Aufnahmen noch:

Dreimal: *Campanula rapunculoides* (7, 14, 22), *Clematis alpina* (16, 23, 24), *Gentiana verna* (15, 16, 17), *Geranium silvaticum* (7, 16, 23), *Pinguicula alpina* (1, 18, 20), *Polygonum viviparum* (3, 21, 24), *Salix appendiculata* (19, 20, 30) - *Solorina saccata* (12, 18, 27).

Zweimal: *Anemone vernalis* (21, 26), *Berberis vulgaris* (24, 25), *Campanula rotundifolia* (23, 27), *Carex ferruginea* (29, 30), *Carex montana* (24, 27), *Coeloglossum albidum* (23, 24), *Convallaria majalis* (11, 26), *Festuca rubra* (23, 24), *Gentiana Clusii* (2, 3), *Hieracium bupleuroides* (2, 4), *Listera ouata* (19, 20), *Poa alpina* (12, 21), *Soldanella alpina* (4, 21), *Thymus ouatus* (5, 12) - *Brachythecium glareosum* (18, 22) - *Cladonia deformis* (18, 32).

Einmal: *Anthoxanthum odoratum* (24), *Arctostaphylos alpina* (33), *Campanula barbata* (24), *Carex sempervirens* (18), *Corylitis avellana* (27), *Equisetum variegatum* (10), *Gentiana campestris* (2), *Globularia cordifolia* (2), *Kerneria saxatilis* (4), *Minuartia verna* (5), *Petasites paradoxus* (20), *Platanthera bifolia* (26), *Rhinanihus angustifolius* (23), *Salix incana* x *appendiculata* (20), *Salix reticulata* (29), *Salix Waldsteiniana* (29), *Scabiosa columbaria* (2), *Selaginella selaginoides* (3), *Silene cucurbitalis* (12), *Trifolium pratense* (16), *Trisetum distichophyllum* (7) - *Bryum* sp. (2), *Dicranum congestum* (21), *Dicranum Mühlenbeckii* (32), *Ditrichum flexicaule* (2), *Drepanocladus uncinatus* (18), *Heterocladium squarrosulum* (21), *Hypnum cupressiforme* (2) - *Lophozia barbata* (21), *Lophosia* spec. (18), *Ptilidium ciliare* (17), *Ptychodium plicatum* (14) - *Cladonia cenotea* (18), *Cladonia degenerans* (18), *Cladonia digitata* (18), *Cladonia fimbriata* (16), *Cladonia pleurota* (18), *Peltigera* spec. (14), *Peltigera polydactyla* (22).

Die floristische Zusammensetzung der Assoziation variiert wenig. Trotz des offenen Schlusses der **Baumschicht**, der das Eindringen von Rasenpflanzen gestattet, ist die Zahl der zufälligen Einsprengsel gering. Acht Arten (*Pinus mugo*, *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Daphne striata*, *Carex alba*, *Sesleria coerulea*, *Lotus corniculatus*, *Cetraria islandica*) fehlen sozusagen keiner Aufnahme.

In der Baumschicht herrscht meist *Pinus mugo* grex arborea, in tieferen Lagen (zwischen 1400 und 1680 m) gelegentlich ersetzt durch *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis* (Aufnahmen 23-27). Ausnahmsweise gelangen **schlechtwüchsige** Lärchen zur Vorherrschaft (Aufnahme 22, am Ausgang von Val Cluozza und namentlich in Falcun).

Eine **Strauchschicht** fehlt; vereinzelt eingesprengt steht ein Strauch von *Juniperus communis* (ssp. *nana* und var. *intermedia*), seltener ein *Sorbus chamaemespilus*-Busch.

Die Kleinstrauchschicht wird von *Erica carnea* beherrscht, der sich viel *Vaccinium vitis-idaea* beimischt.

Grosse Unterschiede zeigt die aus Kryptogamen zusammengesetzte **Bodenschicht**. Sie offenbart die feinsten **mikroklimatischen** Unterschiede und erlangt daher bei der Unterscheidung der Subassoziationen als Zeiger besonderen Wert.

Die Bodenbedeckung steigt im allgemeinen mit abnehmendem **Neigungswinkel** der Hänge. In ebener Lage kann sie 100% erreichen. Mit zunehmender Steilheit der Hänge ist der Vegetationsteppich oft **durchbrochen**, Karbonatrohböden treten in **Mischung** mit den durch Erika bestandenen subalpinen Wald-Humuskarbonatböden auf. Lichtere, südexponierte und steile Hänge zeigen einen besonders starken Anteil mehr oder weniger bewegter Karbonatrohboden-Stellen.

Die Charakterarten der Assoziation sind territorial gefasst und haben nur für die subalpine Stufe, das **Klimaxgebiet** des Rhodoreto-Vaccinietum und des Piceetum subalpinum, Gültigkeit.

In tieferen Lagen der mittleren und östlichen Alpen, wo an edaphisch **übereinstimmenden** Standorten an Stelle des **Mugeto-Ericetum** das Ericeto-Pinetum zur Vorherrschaft gelangt, treten die Assoziationscharakterarten der einen in die sie an **ent-**

sprechenden Standorten ersetzende andere Assoziation über. Beide Assoziationen sind Pioniergesellschaften kalkreicher, flachgründiger, durchlässiger Böden.

Die beiden Assoziationen unterscheiden sich vor allem durch eine grösse Zahl von Differentialarten und durch die dominierenden Bäume.

Als wichtige Differentialarten des *Mugeto-Ericetum* gegenüber dem *Ericeto-Pinetum* seien genannt die Verbands- und Ordnungs-Charakterarten:

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| <i>Juniperus nana</i> | <i>Homogyne alpina</i> |
| <i>Pinus cembra</i> | <i>Pyrola rotundifolia</i> |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | <i>Crepis alpestris</i> |
| <i>Sorbus chamaemespilus</i> | <i>Pyrola uniflora</i> |

und die Begleiter:

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| <i>Sesleria coerulea</i> | <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| <i>Daphne striata</i> | <i>Valeriana montana</i> |
| <i>Carex ornithopoda</i> | <i>Hieracium bifidum</i> etc. |

Ihnen stehen ebensoviele Differentialarten des *Ericeto-Pinetum*, vor allem Sträucher (NP) des *Quercion pubescenti-petraeae*, gegenüber.

Das Lebeasformenspektrum, auf die Artenzahl berechnet, zeigt folgendes Bild:

| | |
|--------------------|-----|
| Phanerophyten | 4% |
| Nano-Phanerophyten | 8% |
| Chamaephyten | 20% |
| Hemikryptophyten | 38% |
| Geophyten | 11% |
| Therophyten | 3% |
| Moose und Flechten | 16% |

Der Baumschluss von *Pinus mugo* (81%) und *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis* (15,3%) ist locker.

Maximal deckend sind die Zwergstrauch-Chamaephyten, die bodenbildend, erosionshemmend und auch als Verjüngungsschutz wirken. Wie in allen subalpinen Wäldungen ist der Deckungsanteil der Hemikryptophyten sehr schwach, obwohl die Hemikryptophyten zahlenmässig vorherrschen.

Die Therophyten sind nur durch *Melampyrum pratense* und *Euphrasia salisburgensis* vertreten und spielen, wie die Sträucher, strukturell eine untergeordnete Rolle.

Die Zusammensetzung der Moos- (und Flechten-) Schicht ist je nach der Subassoziation sehr verschieden (Tabelle 6).

Die Kryptogamendeckung ist am besten M *Mugeto-Ericetum cladonietosum* (Deckungswert von nur 6 Aufnahmen: 10 186); sie ist sehr gering in der Subassoziation *caricetosum humilis* (Deckungswert von 14 Aufnahmen: 552).

Die Subassoziationen des *Mugeto-Ericetum* haben floristisch, namentlich was die Charakterarten der Assoziation und des Verbandes anbetrifft, grosse Ähnlichkeit, unterscheiden sich aber durch die Ordnungs-Charakterarten und vor allem durch die Moos- und Flechtenschicht, die scharf auf Unterschiede in der Belichtung, Schneedeckung, Bodenfeuchtigkeit und Bodenentwicklung reagiert.

Tabelle 6. Deckungsverhältnisse der Mooschicht im *Mugeto-Ericetum*.

| Subassoziationen | <i>caricetosum humilis</i> (14 Aufnahmen) | | <i>hylocomietosum</i> (13 Aufnahmen) | | <i>cladonietosum</i> (6 Aufnahmen) | |
|--|--|----------------------|---|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | Deckungs- Wert | Deckungs- Prozent | Deckungs- Wert | Deckungs- Prozent | Deckungs- Wert | Deckungs- Prozent |
| <i>Cetraria islandica</i> var. <i>platina</i> | 340 | 56,5 | 331 | 5,8 | 1 333 | 13,1 |
| <i>Pleurozium Schreberi</i> | 39 | 6,4 | 2 635 | 45,9 | 671 | 6,6 |
| <i>Hylocomium proliferum</i> | 2 | 0,3 | 1 483 | 25,5 | 1 066 | 10,5 |
| <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | 1 | 0,1 | 1 060 | 18,4 | 86 | 0,8 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | 5 | 0,8 | 119 | 2,0 | 88 | 0,8 |
| <i>Cladonia pyxidata</i> | 200 | 33,2 | 6 | 0,1 | 3 | 0,1 |
| <i>Cladonia rangiferina</i> | 2 | 0,3 | 5 | 0,1 | 1 791 | 17,6 |
| <i>Tortella tortuosa</i> | 5 | 0,8 | 2 | 0,1 | 2 | 0,1 |
| <i>Cladonia silvatica</i> | 3 | 0,4 | 4 | 0,1 | 5 083 | 50,0 |
| <i>Cladonia furcata</i> | 1 | 0,1 | 2 | 0,1 | 1 | 0,1 |
| <i>Cladonia symphycarpha</i> | 1 | 0,1 | 1 | 0,1 | 1 | 0,1 |
| <i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>elongata</i> | 1 | 0,1 | 3 | 0,1 | 17 | 0,2 |
| <i>Peltigera aphthosa</i> | 1 | 0,1 | — | — | 3 | 0,1 |
| <i>Ptilium crista-castrensis</i> | — | — | 90 | 1,6 | — | — |
| <i>Lophozia lycopodioides</i> | — | — | 1 | 0,1 | — | — |

Wir unterscheiden drei Subassoziationen:

- Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*.** Ohne geschlossene Kryptogamendecke.
Differentialarten gegenüber den beiden andern Subassoziationen sind: *Carex humilis*, *Crepis alpestris*, *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens*, *Anthyllis vulizeraria*, *Leontodon incanus* und einige spärlich und zerstreut auftretende xerische Arten. Moose und Flechten sind stets spärlich vorhanden, von Flechten fast nur *Cetraria islandica*, und *Cladonia pyxidata*, von Moosen die trockenheit-ertragenden *Tortella tortuosa*, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium Schreberi*.
- Mugeto-Ericetum hylocomietosum*.** Mit einer geschlossenen Moosdecke.
Differentialarten: *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pinus cembra*- und *Picea excelsa*-Keimlinge, sowie einige Ordnungs-Charakterarten, deren Hauptvorkommen im *Piceion* liegt und die im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* wegen zu grosser Trockenheit und im *Mugeto-Ericetum cladonietosum* wegen wärme-klimatischer Ungunst fehlen. Ferner die stets spärlich auftretenden *Pyrola chloranta*, *Sorbis chamaemespilus*, *Rhododendron hirsutum*.
- Mugeto-Ericetum cladonietosum*.** Durch die Strauchflechtenschicht charakterisiert.
Differentialarten: *Cladonia silvatica*, *Cladonia rangiferina*, *Vaccinium uliginosum*, Arten mit geringen Wärmeansprüchen. Die Subassoziation zeichnet sich aus durch das Fehlen von *Polygala chamaebuxus*, die in beiden andern Subassoziationen sozusagen immer vorkommt, sowie durch die völlige Abwesenheit aller ausgesprochen thermophilen Arten (*Gymnadenia odoratissima*, *Epipactis atropurpurea*, *Crepis alpestris*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Hippocrepis comosa*, *Carlina acaulis*, *Laserpitium Gaudini* usw.).

Das *Mugeto-Ericetum caricetosum* und das *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* sind die verbreitetsten Waldgesellschaften des Parkgebietes und sollten bei der **Waldkartierung** stets auseinandergehalten werden. Das *Mugeto-Ericetum cladonietosum* tritt zwar nur lokal in einiger Ausdehnung auf; seine Unterscheidung ist aber **waldbaulich** von Bedeutung. Auch vom **bodenkundlichen** Standpunkt aus verlangen die Subassoziationen gesonderte Behandlung.

Die **grossklimatischen** Verhältnisse im Gebiete des *Mugeto-Ericetum* ergeben sich aus den **Aufzeichnungen** der meteorologischen **Beobachtungsstation** am **Wegerhaus Buffalora**. Sie liegt inmitten ausgedehnter **Erika-Bergföhrenwälder** und ist zu **Vergleichszwecken** sehr geeignet (s. S. 8).

Über das **Mikroklima** im **Innern** verschiedener Subassoziationen des *Mugeto-Ericetum* sind wir durch die Messungen am Posa-Hügel (vgl. Abschnitt IV, S. 139) unterrichtet.

Vergleichsmessungen sind auch **anderwärts** ausgeführt worden. An sonnigen Tagen erreicht die Temperatur in der **Zwergstrauchschiicht** des *Mugeto-Ericetum caricetosum* und *hylocomietosum* erheblich höhere-werte als die **Lufttemperatur**. Messungen, Mitte August am **Schafrücken** bei Arosa 2020 m (20° geneigter SSE-Hang) ausgeführt, ergaben (11.30 Uhr) zwischen *Erica carnea* unter *Pinus mugo* 32°, bei einer **Lufttemperatur im Freien** von 26° C.

Da der Schnee **im Mugeto-Ericetum** den ganzen Winter über liegen bleibt, werden die tiefen Temperaturen dem Unterwuchs **nicht** gefährlich. Dieser leidet hingegen manchmal unter **Sommertrockenheit**.

Frühzeitig, schon kurz nach der Schneeschmelze, erblühen die zwei typischen Vertreter des altafrikanischen Florenelementes der Alpen: *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*; wenig später öffnen sich die duftenden **Rosablüten** des gestreiften Seidelbastes, die Ährchen von *Carex alba*, *C. ornithopoda* und *Sesleria coerulea*. Sie bringen etwas Lehen und Farbe in die **Einförmigkeit** der **Bergföhrenlandschaft**.

Die starke Belichtung des **Waldesinnern** fördert den **Unterwuchs** aus **Zwergsträuchern** und Moosen.

Die Höhenverbreitung der Assoziation im Ofengebiet erhellt aus unserer Tabelle. Sie liegt zwischen 1620 und 2350 m. Fragmentarische Bestände reichen noch etwas höher. An der oberen **Krummholzgrenze** trifft man gelegentlich **grössere** Herden von Erika mit manchen Begleitern des *Mugeto-Ericetum*, aber ohne *Pinus mugo*. In den meisten (vielleicht in allen) Fällen sind es Reste ehemaligen **Bergföhren**-gestrüpps.

Die Verbreitung des *Mugeto-Ericetum* scheint auf die Trockengebiete des **Alpeninnern** beschränkt. In der subalpinen Stufe der feuchteren nördlichen und südlichen Kdkalpen ist *Rhododendron hirsutum* gegenüber *Erica carnea* **weit** im Vorsprung und auch M Bereich der kriechenden **Bergföhre** (Latsche) der Ostalpen erlangt Erika bei weitem nicht die Bedeutung wie im Unterengadin.

Dies geht unter anderem aus der Tabelle des *Pinetum mugii calcicolum* bei E. AICHINGER (1936, S. 200) hervor. **Nur** in einer von acht Aufnahmen erreicht *Erica carnea* die **Abundanzzahl 4**, während gleichzeitig auch *Rhododendron hirsutum* mit 3 vorhanden ist. Unter den Begleitern dominieren mesophile Arten. Die **Assoziations-Tabelle** enthält sieben **Farnarten**, während in unserem *Mugeto-Ericetum* überhaupt kein Farn vorkommt. — Auch im niederschlagereichen Raetikon herrschen ähnliche Verhältnisse **wie** in den Ostalpen.

Die Entwicklung des *Mugeto-Ericetum* kann an zahlreichen Stellen verfolgt werden. Ausgangsgesellschaften auf Bach- und Felsschutt sind die trockenen Varianten des *Petasietum paradoxum* (s. J. BRAUN-BLANQUET, 1947) und das *Tortella inclinata*-Stadium auf sandigem Wildbachschutt. Nachfolgende Aufnahme vom Fuorn (1780 m) diene als Beispiel dieser Initialgesellschaft.

Tortella inclinata-Stadium

| | |
|---|-----------------------------------|
| 2-3.2 <i>Tortella inclinata</i> | + .2 <i>Saxifraga caesia</i> |
| 2.2 <i>Tortella tortuosa</i> | + .2 <i>Dryas octopetala</i> |
| 2.2 <i>Ditrichum flexicaule</i> | + .2 <i>Polygala chamaebuxus</i> |
| 1.2 <i>Cladonia symphicarpia</i> | + <i>Pinus mugo</i> jung |
| + <i>Encalypta contorta</i> fa. <i>minima</i> | + <i>Briza media</i> |
| + <i>Hypnum Vaucheri</i> | + <i>Sesleria coerulea</i> |
| + <i>Hypnum incurvatum</i> | + <i>Carex ornithopoda</i> |
| + <i>Lophozia Floerkei</i> | + <i>Carex flacca</i> |
| + <i>Cetraria islandica</i> | + <i>Biscutella levigata</i> |
| 2.2 <i>Plantago serpentina</i> | + <i>Lotus corniculatus</i> |
| 1.1 <i>Antennaria diwca</i> | + <i>Linum catharticum</i> |
| 1.1 <i>Hieracium bupleuroides</i> | + <i>Euphrasia salisburgensis</i> |
| + .2 <i>Gypsophila repens</i> | var. <i>purpurascens</i> |
| + <i>Bellidiastrum Michelii</i> | + <i>Galium pumilum</i> |

Pinus mugo entwickelt sich rasch; es folgt ein *Dryas*-reiches Stadium und hierauf das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* (Abbildungen 5 und 4).

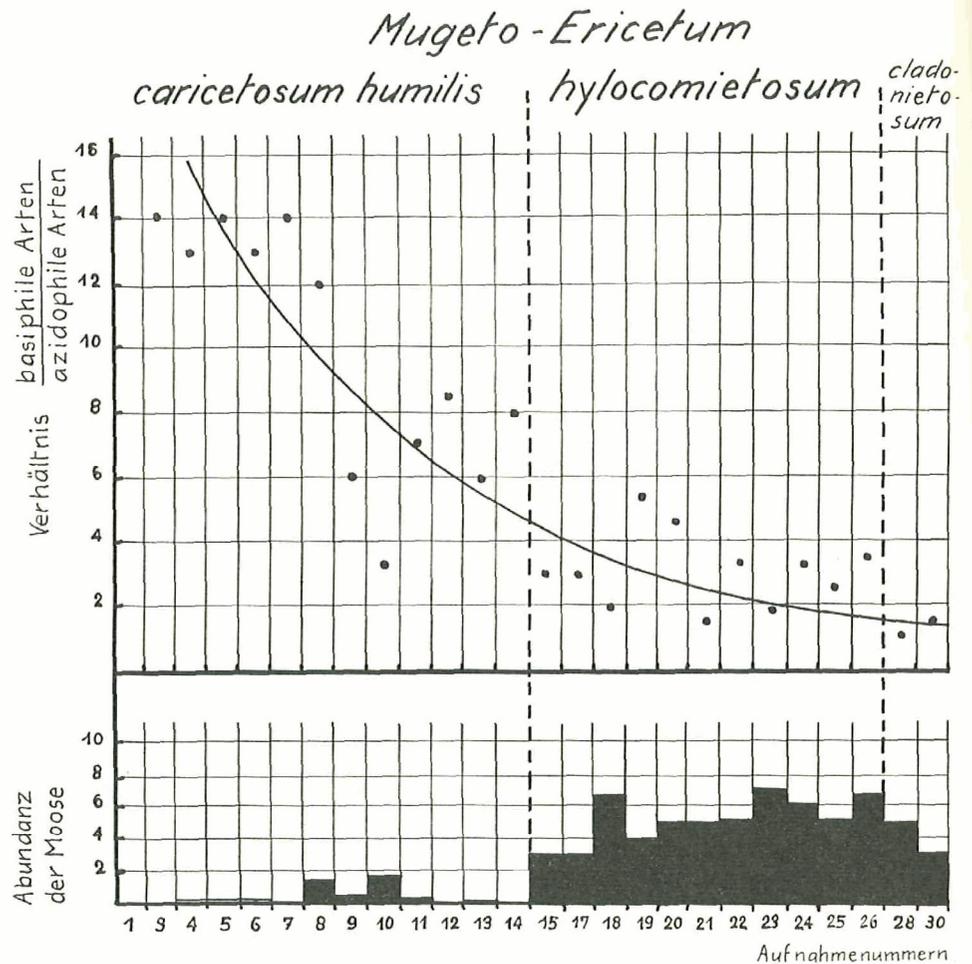
Durch zunehmenden Kronenschluss der Bergföhre erfährt das Innere des Bestandes eine deutliche Erhöhung der Humidität. *Carex humilis* geht zurück; der Erika-rasen wird üppiger, Moose (*Hylocomien*) stellen sich ein, speichern in ihren Polstern viel Feuchtigkeit und erhöhen als ausgezeichnete Humusbildner die Profile. Die neuentstehenden Humusschichten werden dadurch der neutralisierenden Wirkung der Karbonatfeinerde entzogen, sie versauern. Es entsteht die Subassoziation *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* (Abbildung 6).

Vegetationssukzession und Bodenänderung gehen von den unzähligen kleinen Versauerungszentren im Kronenschutz älterer Bäume aus und beginnen in der Regel mit der Ausbreitung von *Vaccinium myrtillus*, der sich später *Luzula Sieberi*, *Calamagrostis villosa* und einige andere azidophile Arten zugesellen.

Diese Sukzessionszentren berühren und verschmelzen sich nach und nach und bilden schliesslich eine die ursprüngliche basiphile Vegetation mosaikartig durchdringende Felderung aus Flecken verschiedener Sukzessionsstadien.

Ausgezeichnete Zeiger der Vegetationssukzession und Bodenveränderung sind die mehr oder weniger azidophilen Charakterarten der *Vaccinio-Piceetalia*, die in unserer Tabelle besonders hervorgehoben sind. In der *Carex humilis*-Subassoziation fehlen sie, wie schon erwähnt, fast ganz. Nur vereinzelt und sehr spärlich treten darin auf: *Homogyne alpina*, *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum silvaticum*, *Pyrola uniflora*, *Cladonia gracilis*, *Peltigera aphthosa*. Im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* dagegen erscheinen sie der fortschreitenden Versauerung und Bodenreife entsprechend immer zahlreicher. Werden die Vegetationsaufnahmen aus den beiden Subassoziationen nach dem Verhältnis der basiphilen zu den azidophilen Arten geordnet, so erhält man ein im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* allmählich absteigende und im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* sich ziemlich kontinuierlich fortsetzende Kurve, woraus auf eine regelmässig fortschreitende Sukzession von der streng basiphilen zur azidophilen

Gesellschaft zu schliessen ist (s. Figur 3). Diesem Sukzessionsvorgang innerhalb der Assoziation parallel verläuft die Zunahme der feuchtigkeitsspeichernden Moosdecke, welche der Versauerung Vorschub leistet (Figur 3).



Figur 3. Verhältnis der basiphilen zu den azidophilen Arten und Abundanz der Laubmoose im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*, *hylocomietosum* und *cladonietosum* (Aufnahmen auf Steilhängen von über 30° Neigung nicht berücksichtigt).

Auf tiefgründigem subalpinem Wald-Humuskarbonatboden mit mächtiger Mör-
auflage finden sich an zahlreichen Punkten Initialstadien des *Rhodoreto-Vaccinietum*
mit Bergföhren und Arven.

Wenn dem Muttergestein Silikat beigemischt ist, so kann sich aus dem Humus-
karbonatboden mit der Zeit ein Podsol entwickeln. So findet sich am Nordhang des
Piz del Giallet auf 2050 m Höhe über reinem Kalkschutt ein mässig entwickeltes Eisen-
podsol mit der Klimaxassoziation des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* (Aufnahme

16 der Tabelle XVI). Dieses Podsol hat sich ohne Zweifel aus gemischter Moräne entwickelt, obschon heute im Profil Karbonatgestein kaum nachweisbar ist.

Je reichlicher Silikatgesteine dem Kalk- oder Dolomitschutt beigemischt sind, um so rascher verläuft die Sukzession. Man darf sich diese aber nicht als flächenhafte Ablösung einer Pflanzengesellschaft durch eine andere vorstellen; vielmehr wird, wie oben dargelegt, die bestehende Gesellschaft von floristisch mehr oder weniger fortgeschrittenen Fragmenten der Folgegesellschaft durchdrungen. Sehr schön kann dies im arvenreichen Bergföhrenwald zuunterst am Fussweg vom Fuorn nach La Schera gezeigt werden, wo die Sukzession bis zum Kampf der aufwachsenden Arven mit den alteingesessenen Bergföhren fortgeschritten ist.

Diese Mischbestände wirken zu Beginn der Untersuchung verwirrend. Ihre Genese klärt sich aber, wenn verschieden alte, übereinander angeordnete Fluss- oder Bachterrassen, die aus demselben Gesteinsmaterial zusammengesetzt sind, untersucht werden. Jede Einzelterrasse zeigt eine recht homogene Vegetation; die verschieden hoch lie-

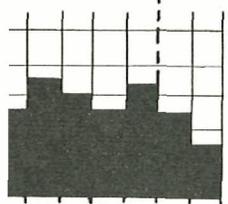
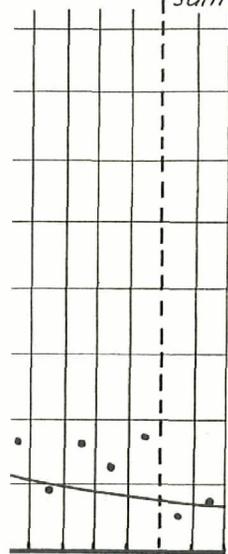
Tabelle 7. Boden- und Vegetationsentwicklung auf den Fuornbachterrassen 1800–1950 m ü. Al

| | | |
|--|--|--|
| Alte Terrassen (500–1000 Jahre alt) ¹⁾ | Mittelgründiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden mit mächtiger Mörauflage | <i>Mugeto-Ericetum hylocomietosum</i> mit <i>Vaccinium myrtillus</i> (zuerst am Fuss der Föhren), inimer mehr mit azidophilen Arten durchsetzt |
| Fünfte Terrasse (mehrere 100 Jahre alt) | Mittelgründiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden mit schwacher Mörauflage | <i>Mugeto-Ericetum hylocomietosum</i> |
| Vierte Terrasse (200–300 Jahre alt) | Wenig entwickelter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden | <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i> |
| Dritte Terrasse (50–150 Jahre alt) | Initialer Humuskarbonatboden | Grosse <i>Dryas-Spaliere</i> mit zahlreichen jungen <i>Pinus mugo</i> (bis 192 <i>Pinus mugo</i> von 5–50 cm Höhe auf 10 m ² gezählt). – Initiales <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i> |
| Zweite Terrasse (10–50 Jahre alt) | Initialer Humuskarbonatboden im Mosaik mit Karbonatschutt-Rohboden (selten; bei Hochwasser überschwemmt) | <i>Dryas octopetala-Spaliere</i> mit vereinzelt xerophilen Kalkpflanzen; <i>Tortella inclinata</i> -Gesellschaft auf Feinschutt |
| Jüngste (tiefste) Terrasse (5–10 Jahre alt: noch heute gelegentlich überschwemmt) | Karbonatschutt-Rohboden | Schwemmlinge oder mehr oder weniger gut entwickeltes <i>Peiasitetium paradoxum</i> |

¹⁾ Geschätzt.

rgang innerhalb der
hernden Moosdecke,

7
tosum clado-
nieto-
sum



Aufnahmenummern

inz der Laubmoose im
nietosum (Aufnahmen

mit mächtiger Mör-
hodoreto-Vaccinietum

ch aus dem Humus-
h am Nordhang des
entwickeltes Eisen-
bretosum (Aufnahme

genden, also verschieden alten Terrassen bieten über- und nebeneinander verschieden weit fortgeschrittene Entwicklungsstufen von Boden und Vegetation.

Ein Vergleich der **Bachterrassen** an der Ova d'il Fuorn, von der Forscherhütte bis nach **Buffalora** hinein, ergibt folgende **Übersicht**, die **weitgehend** verallgemeinert werden darf (Tabelle 7).

An einigen flachen oder schwach geneigten Stellen am Berghang kommen noch ältere Schotterböden mit weiter entwickelter Vegetation vor.

Die Rückbildung des Bestandes **kann** erfolgen durch natürliche oder künstliche Lichtung, wodurch die **Lokalhumidität** vermindert, die **Zwergstrauchschicht** durchbrachen wird; abgestorbene Teppiche werden erodiert. Das in der Sukzession voranstehende *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* stellt sich mit seiner typischen **Artenkombination** wieder ein, und mit ihm bilden sich die besprochenen flachgründigen, subalpinen Wald-Humuskarbonatböden, denen Inseln karbonatreicher Rohböden **zwischen** gelagert sind, **wieder** zurück. In den **gebildeten** Erosionsflächen beginnen bei nicht zu starker Neigung auf dem freigelegten und verfilzten A_1 - bzw. A_1/kA_1 -Horizont *Cladonia symphycarpia*, *pyxidata*, *deformis*, *pleurota* und andere sich auszubreiten.

An Steilhängen, besonders in **Südlage**, kann es sogar zur **Rückbildung** des *Pineto-Caricetum humilis* mit vorherrschend bewegten Karbonat-Rohböden kommen.

a) *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* (zwergseggenreicher Erika-Bergföhrenwald)

Die *Carex humilis*-Subassoziation des *Mugeto-Ericetum* hat im Ofengebiet hauptsächlich unter dem **Einfluss** des Menschen weiteste Verbreitung erlangt. Sie steht dem *Pineto-Caricetum humilis* nahe. Es ist eine xerische, lichtliebende **Waldgesellschaft** offenen Schlusses (vgl. Abbildung 4).

Die **Bodendecke** aus *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Carex humilis* usw. lässt da und dort den nackten Rohboden hervortreten. Sonnige Lage (S-, W-, E-Exposition) und Steilheit des Hanges (meist über 200) bedingen intensive sommerliche **Bodenaustrocknung**, **weshalb** unter den Differentialarten der Subassoziation die **trockenharten** *Carex humilis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Leontodon incanus*, *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens* besonders hervortreten.

Trockenheit, starke Belichtung und Wärme haben andererseits das Zurücktreten der meisten Ordnungs-Charakterarten, die in **beiden** andern Subassoziationen nicht selten sind, zur Folge. Aus demselben Grund sind Moose und Flechten spärlich vorhanden. Die trockenharte Bärentraube dagegen erscheint innerhalb des *Mugeto-Ericetum* fast nur in der *Carex humilis*-Subassoziation. Auch die herdenbildende *Calamagrostis varia* bevorzugt die *Carex humilis*-Subassoziation.

Die Bodendecke, die im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* nie **weniger** als 90% ausmacht, erreicht im *Mugeto-Ericetum caricetosum* gelegentlich nur 60–70%.

Die mittlere Artenzahl einer 100 m²-Fläche dieser Subassoziation beträgt rund 33, Bodenmoose und Flechten **inbegriffen**, aber ohne die **kryptogamen Baum-Epiphyten**, die indessen, der Lufttrockenheit wegen, sehr schwach vertreten sind. Die moosreiche Subassoziation ist beträchtlich artenreicher.

Calamagrostis varia-Variante

Das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* zeigt im ganzen Gebiet ziemlich **einheitliches** Gepräge. Die häufigste Abänderung unterscheidet sich vom Typus der Subassoziation durch reichliches Vorkommen von *Calamagrostis varia*. Dieses Ausläufer treibende Gras dringt in durchlichtete Bestände ein und breitet sich **darin** aus. Die Ursache der Durchlichtung **kann** auf künstlichen **Eingriff**, **Pilzbefall** und Absterben der

einander verschieden
tion.

der Forscherhütte bis
hend verallgemeinert

zhang kommen noch

liche oder künstliche
rauchschieht durch-
er Sukzession voran-
ner typischen Arten-
flachgründigen, sub-
Robböden zwischen-
eginnen bei nicht zu
1/kA₁-Horizont Cla-
auszubereiten.

kbildung des Pineto-
m kommen.

ka-Bergföhrenwald)

n Ofengebiet haupt-
langt. Sie steht dem
de Waldgesellschaft

Carex humilis usw.
ge (S-, W-, E-Expo-
sommerliche Boden-
siation die trocken-
ts, *Euphrasia salis-*

is das Zurücktreten
assoziationen nicht
echten spärlich vor-
alß des *Mugeto-Eri-*
erdenbildende *Cal-*

eniger als 90% aus-
10-70%.

assoziaton beträgt
ryptogamen Baum-
ach vertreten sind.

ebiet ziemlich ein-
om Typus der Sub-
t. Dieses Ausläufer
sich darin aus. Die
und Absterben der

Bergföhre, Schneeschäden, Steilheit des rutschigen Bodens usw. zurückzuführen sein.

Hand in Hand mit der Durchlichtung geht eine Beschädigung der Kleinsträucher (besonders von Erika und den Vaccinien), sei es, dass sie unter zu intensivem Licht oder unter Frost (*Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*) leiden. *Calamagrostis* uariu dagegen ist frosthart und gedeiht daher selbst in ausgesprochenen Frostlöchern. Wegen Frostempfindlichkeit fehlt *Vaccinium myrtillus* in dieser Variante, es ist auch sonst im *Mugeto-Ericetum caricetosum* selten. Die Stelle der abgehenden Kleinsträucher vertreten die *Calamagrostis varia*-Herden; sie bilden ein Gegenstück zu den *Calamagrostis villosa*-Herden des *Rhodoreto-Vaccinietum*. Ihre zugfesten, weitverzweigten Rhizome durchspinnen den Humushorizont des lockeren Schuttbodens und schaffen im Laufe der Jahre einen dichten Wurzelfilz.

Primär kann die *Calamagrostis varia*-Variante aus dem *Petasitetum paradoxo* entstehen (Schluss-Stadium mit viel *Calamagrostis varia*, worin *Pinus mugo* aufkommt) und bildet sodann ein Initialstadium des *Mugeto-Ericetum*. Bei zunehmender Beschattung geht *Calamagrostis* zurück; naeh Aushieb breitet sie sich dagegen aus.

Floristisch ist die *Calamagrostis*-Variante dem typischen *Mugeto-Ericetum caricetosum* ähnlich; sie ist aber wenig einheitlich, wie ja auch die Entstehung auf verschiedenen Ursachen beruhen kann.

Ab Beispiel sei die Zusammensetzung des *Calamagrostis varia*-Rasens mit abgestorbenen Bergföhren im Frostloch auf dem Posa-Hügel (1910 m) angeführt.

* Fast kreisrunde Fläche, etwas vertieft, ca. 100 m², Bedeckung 90% Vegetation 30 cm hoch.

| | |
|---|--|
| 3.3 <i>Calamagrostis varia</i> | + <i>Hippocrepis comosa</i> |
| 2.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Coronilla vaginalis</i> |
| 2.3 <i>Erica carnea</i> (abgetötete Jungtriebe) | + <i>Polygala amarella</i> |
| 1.2 <i>Polygala chamaebuxus</i> | + <i>Thesium alpinum</i> |
| 1.1 <i>Carex flacca</i> | + <i>Laserpitium</i> Gaudini |
| 1.1 <i>Melampyrum pratense</i> var. | + <i>Euphrasia salisburgensis</i> var. <i>purpurascens</i> |
| 1.2 <i>Senecio abrotanifolius</i> | + <i>Galium pumilum</i> |
| + <i>Sesleria coerulea</i> | + <i>Campanula Scheuchzeri</i> |
| + <i>Carex alba</i> | + <i>Valeriana montana</i> |
| + <i>Carex montana</i> | + <i>Homogyne alpina</i> |
| + <i>Anemone vernalis</i> | + <i>Chrysanthemum vulgare</i> ssp. <i>montanum</i> |
| + <i>Ranunculus montanus</i> | + <i>Carlina acaulis</i> |
| + <i>Daphne striata</i> | + <i>Cirsium acaule</i> |
| + <i>Daphne mezereum</i> (1 St.) | + <i>Crepis alpestris</i> |
| + <i>Lotus corniculatus</i> | + <i>Hieracium bifidum</i> |

Moose:

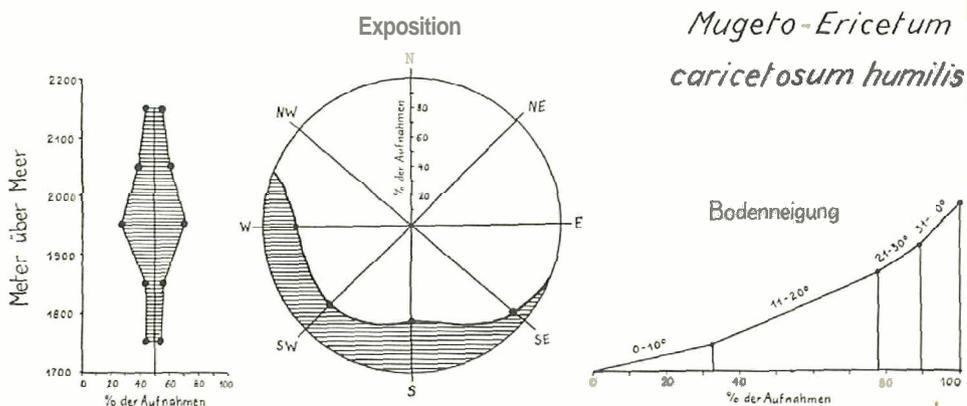
| | |
|-------------------------------|---|
| 1.1 <i>Dicranum</i> spec. | + <i>Ptilidium ciliare</i> |
| + <i>Pleurozium Schreberi</i> | + <i>Cladonia gracilis</i> sap. <i>elongata</i> |
| | + <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> |

Gelegentlich kommt im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* *Vaccinium vitis-idaea* zu reichlicher Entwicklung (3.3 in den Aufnahmen 9 und 12 der Tabelle). Diese *Vaccinium-Fazies* ist an die tieferen warmen Lagen gebunden, und selbst hier sind Frostschäden an der Preisselbeere öfter festzustellen (so am WSW-Rang in Tantermozza auf 1700 m).

Die Differentialarten der Subassoziaton *caricetosum humilis* den beiden anderen Subassoziationen gegenüber sind alles basiphile Arten, mit einziger Ausnahme der indifferenten *Arctostaphylos uva-ursi*. Sie ertragen starke Austrocknung. Dagegen fehlen die ausgesprochen wärmeliebenden xerischen Arten des *Pineto-Caricetum humilis*.

Diesem gegenüber ist das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* bei aller Verwandtschaft doch deutlich **mesophiler**.

In Figur 4 sind Meereshöhe, Exposition und Neigung der untersuchten Einzelbestände wiedergegeben. Der Schwerpunkt der Verbreitung des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* liegt **um 2000 m**; sonnige Lagen von SE bis W und Bodenneigungen von $0-20^\circ$ sind bevorzugt.



Figur 4. Verteilung der Aufnahmen des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* ist streng an stark **karbonathaltiges** Muttergestein gebunden, dagegen lässt sich eine **Beschränkung** auf bestimmte **karbonathaltige** Gesteine nicht nachweisen: Dolomite, **Raiblerkalk**, Muschelkalk, verwitterter Gips und **kalkhaltige Silikatgesteine** werden **unterschiedlos** in Beschlag **genommen**. Voraussetzung bleibt **indessen** ausreichende mineralische **Feinerde**.

Der Boden des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* ist weiter entwickelt als jener des *Pineto-Caricetum humilis*; er ist vollständig gefestigt und der **Mullhorizont** ist durchgehend, nicht mehr durch **Rohbodenstellen** unterbrochen. An Stelle des **initialen Humuskarbonatbodens** ist der **flachgründige subalpine Wald-Humuskarbonatboden** getreten.

b) *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* (moosreicher Erika-Bergföhrenwald)

Von der **zwergseggenreichen Subassoziati**on unterscheidet sich der **moosreiche Erika-Bergföhrenwald** durch **dichteren Bestandesschluss**, **dichte Hylocomiendecke**, **spärliches** Vorkommen oder Fehlen der **trockenharten Differentialarten** *Carex humilis*, *Euphrasia salisburgensis*, *Anthyllis* usw. (Tabelle V) und durch die **durchwegs fast ganz geschlossene Bodenschicht** (Abbildung 6).

Vom **flechtenreichen Bergföhrenwald** ist er verschieden durch **starkes Zurücktreten** der **Strauchflechten**, **dichten Moosüberzug** sowie durch **zahlreiche** mehr oder weniger thermophile **Begleitarten**, die dem *Mugeto-Ericetum cladonietosum* fehlen. Von soziologisch wichtigeren Arten sind neben *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea* und *V. myrtillus* hervorzuheben: *Polygala chamaebuxus*, *Gymnadenia odoratissima*, *Epi-*

actis atropurpurea, Crepis alpestris, Sorbus chamaemespilus, Daphne striata, Melampyrum silvaticum, Laserpitium Gaudini; es handelt sich zur Hauptsache um basiphile Kalkpflanzen.

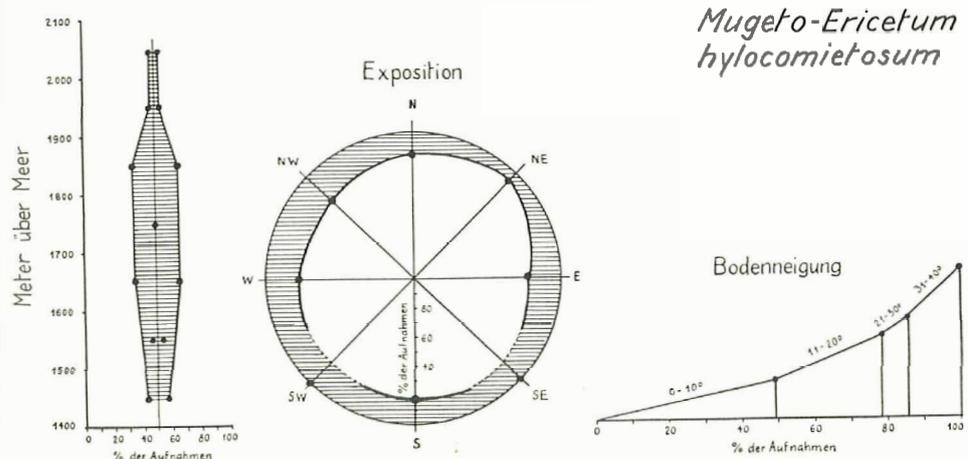
Wie folgende Gegenüberstellung zeigt, ist die mittlere Gesamtartenzahl im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* erheblich grösser als in den Subassoziationen *caricetosum* und *cladonietosum*.

| | Mittlere Artenzahl je 100 m ² |
|---------------------------------------|--|
| <i>Mugeto-Ericetum hylocomietosum</i> | 46 |
| <i>Mugeto-Ericetum caricetosum</i> | 33 |
| <i>Mugeto-Ericetum cladonietosum</i> | 30 |

Schon hieraus darf auf verhältnismässig günstige Vegetationsbedingungen geschlossen werden. Von Baumarten sind neben *Pinus mugo* vor allem *Picea excelsa* und *Pinus engadinensis*, dann auch *Pinus cembra* und *Larix* stellenweise reichlicher vorhanden; Arvenkeimlinge sind häufig (s. Tabelle 8). Zuwachs und Gedeihen der Bäume sind in der moosreichen Subassoziation erheblich besser als in beiden anderen Subassoziationen. Hieraus und aus den Feuchtigkeitsansprüchen der Differentialarten in ihrer Gesamtheit ist auf ein verhältnismässig humides Bestandesklima zu schliessen.

Standörtlich ist das *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* von den andern Subassoziationen tatsächlich deutlich verschieden. Der üppige Moosteppich, die grössere Artenzahl und das reichlichere Vorkommen der azidophilen Ordnungs-Charakterarten zeigen eine dem *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* gegenüber weiter fortgeschrittene Bodenbildung an. Diese verläuft am raschesten an schwach geneigten Schattenhängen. Stärkere, aber nicht übermässige Beschattung, kühlere und ausgeglichene Temperaturen im Luftraum, an der Bodenoberfläche und in den luftnahen Bodenschichten, ausreichender Schutz vor Spät- und Frühfrösten durch die Schneedecke, geringe Austrocknungsgefahr des Bodens sind Voraussetzungen für rasche Bodenentwicklung und das Aufkommen des moosreichen Erika-Bergföhrenwaldes.

Die Verteilung unserer Aufnahmen auf die verschiedenen Meereshöhen, Boden- neigungen und Himmelsrichtungen ist in Figur 5 dargestellt.



Figur 5. Verteilung der Aufnahmen des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Boden- neigungen.

Steile Abhänge, wo die **Bodenbewegung nicht zum Stillstand** kommt, kann das *Mugeto-Ericetum hylocomiezosum* nicht besiedeln; sie bleiben dem *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* überlassen.

Der Boden des **moosreichen Erika-Bergföhrenwaldes** stellt eine natürliche Fortentwicklung des **flachgründigen subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens** der Zwergseggen-Subassoziation dar. Die **Bodenverhältnisse** sind einheitlicher geworden. Inseln im Bestand eingestreuter **Karbonat-Rohböden** sind selten. Die **Wuchskraft** der **Zwergsträucher und ihrer Begleiter** führt zu weitgehender Überdeckung des Bodens. Durch die reichlich **aufkommenden** Moose *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Pleurozium Schreberi* wird die **Bildung** organischer Substanz **stark erhöht**. Der **Moosdetritus** häuft sich im Laufe der Zeit als **geschichteter Auflagehumus** auf die ehemaligen A_0 - und A_1 -Horizonte des *Mugeto-Ericetum caricetosum*. Dadurch entwächst dieser Horizont der neutralisierenden Wirkung der Erdalkal karbonate oder des ehemals auf A_0 aufgerutschten Skelettes. Der **Moosdetritus** bildet von Anfang an eine **saure Auflage**, die der des Podsolbodens auf **karbonatarmen** Muttergesteinen recht ähnlich kommt. **Azidophile Pflanzenarten** stellen sich immer reichlicher ein, doch ohne zu dominieren.

Die verstärkte **Humusproduktion** durch den üppigen **Moos- und Erikateppich**, durch die geschlossener **wüchsigen Bergföhren** und später durch die aufkommende Arve führt rasch zu einer starken Zunahme der Humushorizont-Mächtigkeiten. Das typische **Bodenprofil** des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* ist ein **mittelgründiger stark deckenmüriger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden**.

Das **Auftreten** der Arve im *Mugeto-Ericetum* bildet einen **Wendepunkt** in der **Entwicklung**. Die **Arvenaussaat** besorgt meistens der **Tannenhäher** (*Nucifraga caryocatactes*). Er **setzt** sich mit **ganzen Arvenzapfen** in die **Bergföhrenkrone**. **Beim Auspicken** der Samen lässt er oft Samen, Zapfenteile oder auch ganze Zapfen zu Boden fallen, wo sie im **günstigen Moosbeet** gruppenweise **keimen** und wachsen. **Gruppen-Jungwuchs** von Arven am **Fuss der Bergföhrenstämmchen** trifft man im ganzen Parkgebiet. An günstigen Stellen stehen Tausende **von Arvenkeimlingen** und jungen Arven im *Pinus mugo*-Bestand; **einzelne Bergföhren** sind von einem Kranz junger Arven umgeben. Wohl werden manche durch das Fegen der zahlreichen Hirsche **zugrunde** gerichtet, aber im **Bergföhrendickicht** haben die **Hirsche nur beschränkten Angriffsraum** und die **rauhborkigen**, in Gruppen wachsenden *Pinus mugo*-Stämmchen bilden einen **Schutz für die Arven**.

Die **aufwachsende** Arve mit ihrer dichten **Benadelung** erhöht die Humidität des Standortes und fördert **Versauerung** und **Rohhumusbildung**. Aus dem *Mugeto-Ericetum* entwickelt sich im Laufe der Zeit das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, der **Arven-Klimaxwald**.

Bei der **Selbstreinigung** dieses **Klimaxwaldes** von den **Bergföhren** spielt der **Schneedruck** in **schneereichen** Wintern eine wichtige Rolle. Die schwachstämmigen alten **Bergföhren** brechen und stürzen unter der **Schneelast** und werden vielfach entwurzelt, die kraftvolle Arve hält dem stärksten **Schneedruck** stand (Abbildung 9). Der **Nachwuchs im Klimaxwald besteht fast ausschliesslich aus Arven**.

c) *Mugeto-Ericetum cladonietosum* (flechtenreicher Erika-Bergföhrenwald)

Wer nach einem **warmen Sommerregen** die **Oferbergstrasse von Falla d'il Uors** bis zur **Passhöhe** durchwandert, **wird zu seiner Rechten** (auf der Schattenseite) an

vielen Stellen im lichten Waldbestand grössere und kleinere helle Komplexe aufleuchten sehen, die sich aus der dunklen Bergföhren-Umrahmung durch ihre weissgraue bis rahmfarbige Bodenvegetation scharf abheben. Es sind Strauchflechtenbestände, die den Erika-Unterwuchs durchwirken und überdecken. Vom umgebenden Bergföhrenwald sind sie weniger durch die Artenliste, als durch das Massenvorkommen der auffällig gefärbten Flechten verschieden.

Die Gesellschafts-Tabelle zeigt, dass alle Arten des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* mit Ausnahme des kältehartes *Vaccinium uliginosum* und der Flechten ebenso häufig in der Subassoziaton *hylocomietosum* auftreten. Die dominierenden Strauchflechten können nicht als Assoziations-Charakterarten angesprochen werden und zur Abgrenzung einer besonderen Assoziation dienen, weil sie auch in anderen Assoziationen des Gebietes, vor allem in dem ebenfalls flechtenreichen, physiognomisch ähnlichen *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum* sehr reichlich vorkommen.

Von den vorgenannten Subassoziationen aber ist das *Mugeto-Ericetum cladonietosum* physiognomisch und ökologisch verschieden.

Der üppige, 15–20 cm dicke Flechtenteppich wirkt etwas stärker versauernd als die *Hylocomiendecke*. Das pH des Flechtendetritus von *Cladonia silvatica*, *rangiferina*, *furcata* ist ziemlich sauer, zwischen 5,2 und 5,7. Die azidophilen Kalkflieher sind daher mengenmässig reichlicher vertreten als in der moosreichen Subassoziaton. Dies gilt insbesondere auch für *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium uliginosum*; *Empetrum hermaphroditum* wurde innerhalb des *Mugeto-Ericetum* ausschliesslich in der *Cladonia*-Subassoziaton notiert.

E. CAMPBELL hat beobachtet, dass der lockere, steinreiche Boden im Frühjahr lange Zeit gefroren bleibt. Dies erklärt das reichliche Vorkommen des frostharten *Vaccinium uliginosum*, das in den andern Subassoziationen des *Mugeto-Ericetum* nahezu völlig fehlt (vgl. auch J. BRAUN-BLANQUET, 1913), und das Fehlen der wärmebedürftigeren Arten *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis* usw.

Die herrschenden Cladonien, vor allem *Cladonia silvatica* und *rangiferina*, seltener *Cladonia alpestris* und *mitis*, halten die Feuchtigkeit wie ein Schwamm lange fest, so dass sich der Basisteil des Flechtenpolsters ständig feucht anfühlt. Nach Neuschneefällen setzt sich der Schnee zuerst in der Flechten-Subassoziaton fest; hier schmilzt er auch am spätesten wieder weg.

Das starke Vorherrschen der Cladonien (*Cladonia silvatica* und *Cladonia rangiferina*) in der bodennahen Vegetationsschicht des Bergföhrenwaldes deutet stets auf Ungunst des Standorts, die im Lokalklima oder aber in den Bodenverhältnissen liegen kann. Meist wirken ungünstiges Lokalklima (lange Schneedauer, Frostwirkung, Austrocknung) und ungünstige edaphische Verhältnisse (stark durchlüftete Hangkanten, flachgründige Buckel im Gelände, skelettreicher, feinerdearmer Untergrund) zusammen. Der Baumbestand ist äusserst kümmerlich, kränkelnd und schlechtwüchsig (mittlere Baumhöhe 6–8 m). Auch die Zwergsträucher, Kräuter und Moose gedeihen schlecht. Die höheren Pflanzen werden offenbar durch die üppig wuchernden Cladonien geschädigt, genauer gesagt vergiftet (vgl. Untersuchungen von W. VISCHER (1950) und anderen über giftige Flechtenstoffe, von L. GUYOT, Y. BECKER, M. MASSENOT und J. MONTEGUT (1950) über Gifte aus Pflanzenwurzeln).

Die Böden des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* sind flach- bis mittelgründige subalpine Wald-Humuskarbonatböden mit Cladonien-Möbrauflage, die den bezeichnenden Unterschied gegenüber den Böden der moosreichen Subassoziaton bildet.

Die Entbasung der Auflageschicht ist ebenso weit fortgeschritten wie im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* (s. Kurve S. 42).

Die Entstehung des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* ist an Bachanrissen und Terrassenabbrüchen zu verfolgen. Die Festigung des lockeren Kalkschuttbodens geschieht durch *Dryas octopetala*, worin sich, zuerst vereinzelt, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Erica*, nebst einigen hemikryptophytischen und chamaephytischen Rohbodenpflanzen (*Campanula cochlearifolia*, *Tofieldia calyculata*, *Sesleria coerulea*, *Hieracium bifidum*) sowie junge Bergföhren festsetzen. Erst später, wenn sich der Rohboden zum Humuskarbonatboden entwickelt hat, erscheinen auch die Cladonien.

In schneereichen Wintern werden viele der schlechtbewurzelten **Bergföhrenstämmchen** zu Boden gedrückt und halb oder ganz entwurzelt, gelegentlich auch mitten entzwei gebrochen.

Durch diese natürliche Freistellung leiden die Zwergsträucher, namentlich *Erica carnea* und *Vaccinium vitis-idaea*. Nach deren Absterben verlieren die Cladonien an etwas steileren Stellen den Halt und können erodiert werden. Der Auflagehumus wird hierauf ziemlich rasch weggespült. Bei starker Lichtstellung bilden sich regressiv rohodenreiche Initialstadien des flechtenreichen **Bergföhrenwaldes**.

Eine Weiterentwicklung des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* ist normalerweise ausgeschlossen. Die Flechten können nur bei Verbesserung der **lokalklimatischen** Verhältnisse durch Hylocomien oder Zwergsträucher verdrängt werden, und dies setzt eine **Änderung** des Mikroreliefs voraus.

d) *Mugeto-Ericetum caricetosum ferrugineae* (rostseggenreicher Erika-Bergföhrenwald)

Der Vollständigkeit halber erwähnen wir hier noch eine gelegentlich auftretende Ausbildung des Erika-Bergföhrenwaldes, die wohl den Wert einer Subassoziation erlangt, in ihrer floristischen Zusammensetzung aber ziemlich veränderlich ist: den Erika-Bergföhrenwald mit Rostsegge. Er besiedelt etwas bodenfeuchte Stellen und zeichnet sich durch reichliches Vorkommen von *Carex ferruginea* und *Carex flacca* aus, wobei bald die eine, bald die andere Art stärker vertreten sein kann. Meist nur fleckenweise auftretend, so am Nordhang von La Schera und in Cluozza, erlangt die Gesellschaft **weitere** Ausbreitung im God Marangun, auf dem wasserzügigen **Schutt-delta** der Val Brünna (1950–2000 m). Sie erscheint auch im unteren Teil von Lawinenzügen, wo der Schnee länger liegen bleibt.

Vom *Mugeto-Ericetum ltyloconzietosum* ist die **Rostseggen-Subassoziation** durch die mehr oder weniger reichliche Beimischung feuchtigkeitsliebender **basiphiler** Arten, ausser *Carex ferruginea* und *Carex flacca* auch *Saxifraga aizoides*, *Parnassia palustris*, *Bartsia alpina* und *Pedicularis verticillata*, verschieden. Bei längerer Dauer der **Befeuchtung** treten die Komponenten des *Mugeto-Ericetum* stark zurück, und es entwickelt sich eine Rasengesellschaft des *Caricion ferrugineae*. **Bodenkundlich** ist erwähnenswert, dass sich im A₁-Horizont Gley-Bildung bemerkbar macht. Eine eingehendere Besprechung dieser seltenen, schwer fassbaren Gesellschaft muss zurückgestellt werden.

* * *

Seiner Ausdehnung entsprechend kommt **dem** Erika-Bergföhrenwald **im Unterengadin** erhebliche **waldbauliche** Bedeutung zu. Die von der Bergföhre bestockte Fläche beträgt im Ofengebiet rund 2600 ha (St. BRUNIES, 1906, S. 205), und hiervon gehören mehr als $\frac{3}{4}$ dem *Mugeto-Ericetum* an. Es lohnt sich daher, der Frage nachzugehen, in welchem Masse diese Waldungen natürlich bedingt sind, wie sich die **Wuchsleistung** der Bäume in den von uns unterschiedenen Subassoziationen **und** Varianten des *Mugeto-Ericetum* verhält und **welche waldbauliche** Möglichkeiten jeder dieser Gesellschaften entsprechen.

Die Verteilung der Bäume und Baumkeimlinge auf die Subassoziationen *caricetosum*, *hylocomietosum* und *cladonietosum* zeigt folgendes Bild (Tabelle 8).

Tabelle 8: Die Bäume im *Mugeto-Ericetum*.

| Subassoziation <i>caricetosum humilis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mittlere Baumhöhe: 6-10 (15) m Mittlerer Deckungsgrad der Baumschicht: 60% | | | | | | | | | | | | | | |
| Baumschicht | Aufnahmenummer | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| <i>Pinus mugo</i> | 1.1 | 4.3 | 4.5 | 3.2 | 3.2 | 3.3 | 4.5 | 2.4 | 4.4 | 3.3 | 3.3 | 4.5 | 3.2 | 3.3 |
| <i>Pinus silvestris</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>ssp. engadinensis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 1.1 |
| <i>Pinus cembra</i> | . | . | . | . | . | . | +K | . | . | . | +K | +K | +K | . |
| <i>Larix decidua</i> | . | . | . | . | . | . | 1) | . | . | . | . | . | . | + |
| Subassoziation <i>hylocomietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Mittlere Baumhöhe: 8-10 m Mittlerer Deckungsgrad der Baumschicht: 70% | | | | | | | | | | | | | | |
| Baumschicht | Aufnahmenummer | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | |
| <i>Pinus mugo</i> | 4.3 | 4.3 | 4.5 | 3.2 | 3.1 | 4.2 | 3.3 | 1.1 | 1.1 | 2.2 | . | . | + | |
| <i>Pinus silvestris</i> | | | | | + | | | | + | | | | | |
| <i>ssp. engadinensis</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | 2.1 | 4.1 | 3.1 | 5.5 | 4.1 | |
| <i>Pinus cembra</i> | + | + | . | . | . | . | . | + | (+) | . | . | . | . | |
| <i>Picea excelsa</i> | . | . | . | . | . | + | . | +K | . | 1.1 | 1.1 | 1.1 | +K | |
| <i>Larix decidua</i> | . | . | . | . | . | . | . | 3.1 | + | + | (+) | + | + | |
| Subassoziation <i>cladonietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Mittlere Baumhöhe: 6-8 m Mittlerer Deckungsgrad der Baumschicht: 45% | | | | | | | | | | | | | | |
| Baumschicht | Aufnahmenummer | | | | | | | | | | | | | |
| | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | | | | | | | | |
| <i>Pinus mugo</i> | 4.5 | 2.2 | 3.4 | 3.1 | 3.3 | 3.2 | | | | | | | | |
| <i>Larix decidua</i> | . | . | r | . | . | . | | | | | | | | |
| 1) K = Keimling | | | | | | | | | | | | | | |

Aus dieser Übersicht ergibt sich, dass die beiden lokalklimatisch extremen Subassoziationen, nämlich das *caricetosum humilis* und das *cladonietosum*, ausser der aufrechten Bergföhre selten eine andere Baumart zulassen. Gelegentlich gelangt zwar eine Arve oder Lärche zum Keimen, sie hat aber wenig Aussicht auf Weiterentwicklung. Ältere Lärchen in der Subassoziation *cladonietosum* sind schlechtwüchsig und werden in jungen Jahren leicht wipfeldürr. Beide Subassoziationen sind die Domäne der Bergföhre; das Einbringen anderer Nutzholzarten verspricht keinen Erfolg. Die Lärche bleibt kümmerlich; auch die Arve ist erst im Schlusstadium des *caricetosum humilis* besserwüchsig.

In der Flechten-Subassoziation steht sogar die Bergföhre an der Grenze ihrer Lebensmöglichkeit. Die Bäumchen wachsen schlecht, sie sind mangelhaft bestockt; der Stammdurchmesser beträgt nur etwa 10—20 cm, die Stammhöhe, bei einem Alter von 100—200 Jahren, 6—8, sehr selten 10 m. Auch der geringe Deckungsgrad der Baumschicht (40—50%) und die schwache Bewurzelung zeugen für ungünstige Lebensverhältnisse. Häufig treten tierische und pflanzliche Schädlinge auf. Der Baumbestand leidet unter Schneedruck; kreuz und quer liegen niedergedrückte und halbentwurzelte Stämmchen am Boden. Das flechtenreiche *Mugeto-Ericetum cladonietosum* ist neben dem *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum* die unproduktivste Waldgesellschaft des östlichen Graubündens und vielleicht der Alpen überhaupt.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse im optimalen *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*. Allerdings gedeiht auch darin nur *Pinus mugo*, aber Zuwachs und Kronenform sind etwas besser, die Bäume sind höher, sie erreichen im Maximum 15 m. Der mittlere Deckungsgrad beträgt 60%. Die Verjüngung ist reichlicher. Im Schlusstadium erscheinen öfter Arvenkeimlinge, die sich auswachsen können. Dagegen dürfte Pflanzung oder Ansaat von Lärche und Fichte auch hier erfolglos sein. Nur in den tiefsten Lagern, unterhalb 1800 m, kann ein Versuch mit der Engadinerföhre gemacht werden.

In der Subassoziation von *Carex ferruginea* gedeiht die Bergföhre ebenfalls nur schlecht; von anderen Baumarten ist in tieferen Lagen gelegentlich eine schlechtwüchsige Fichte zu finden.

Die günstigsten Wuchsbedingungen bietet die Subassoziation *hylocomietosum*. Zur Bergföhre tritt hier unterhalb 1700 m auch die Engadinerföhre. Beide Föhrenarten gedeihen verhältnismässig gut; der Deckungsgrad der Baumschicht ist im Mittel 70% gegen 60% in der Zwergseggen- und 45% in der Flechten-Subassoziation. Der günstigere Wasserhaushalt des Bodens gestattet die Keimung zahlreicher Fichten-, Arven- und Lärchensamen. Hunderte davon gehen zwar wieder ein; aber vereinzelt Lärchen und Fichten kommen doch auf.

Wie die bereits veröffentlichten Daueruntersuchungen gezeigt haben (J. BRAUN-BLANQUET, 1931), gedeiht in der Schlussphase der moosreichen Subassoziation oberhalb 1700 m die Arve vorzüglich. Als klassisches Beispiel der Arveninvasion im moosreichen Erika-Bergföhrenwald sei an unsere frühere Dauerfläche im Wald beim Fuorn am Scheraweg erinnert (l. c. 1931 S. 24). Allerdings sind hier die Standortverhältnisse besonders günstig, und man darf aus diesem Beispiel nicht schliessen, dass sich das *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* allgemein ähnlich rasch zum Arvenwald entwickle.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass fast der ganze Bereich der Assoziation des *Mugeto-Ericetum* oberhalb 1800 m als reiner Bergföhrenwald zu betrachten und zu behandeln ist.

Andere Baumarten finden sich einzig in jenen Gesellschaftsvarianten, die in der natürlichen Sukzession zum Arven-Lärchenwald (in tieferen Lagen eventuell zum Subalpinen Fichtenwald) schon weit fortgeschritten sind (*Mugeto-Ericetum hylocomietosum*). Auf Grund eingehender Kenntnis der pflanzensoziologischen Verhältnisse kann der Forstmann da und dort versuchen, die natürliche Sukzession zu beschleunigen.

isch extremen Sub-
cm, ausser der auf-
tlich gelangt zwar
Weiterentwicklung.
ichsig und werden
-die Domäne der
Erfolg. Die Lärche
ericetum humilis

a der Grenze ihrer
angelhaft beastet;
he, bei einem Alter
Deckungsgrad der
ungünstige Lebens-
Der Baumbestand
nd halbturzelt
cladonietosum ist neben
e Waldgesellschaft

ericetum caricetosum
hs und Kronenform
15 m. Der mittlere,
Schlussstadium er-
eregen dürfte Pflan-
Nur in den tiefsten
re gemacht werden.
föhre ebenfalls nur
tlich eine schlecht-

hylocomietosum. Zur
Bide Föhrenarten
t ist im Mittel 70%
tion. Der günstigere
chten-, Arven- und
nzelte Lärchen und

haben (J. BRAUN-
uhassoziaton ober-
nvasion im moos-
Wald beim Fuorn
Standortsverhält-
schliessen, dass sich
venwald entwickle.
der Assoziaton des
betrachten und zu

arianten, die in der
gen eventuell zum
ericetum hyloco-
sischen Verhältnisse
ssion zu beschleuni-

gen. Dabei wird er aber vor allem darauf Bedacht nehmen, den bestehenden Wald und sein natürliches Gleichgewicht nicht zu schädigen, da zu rasche und zu massive Eingriffe leicht katastrophale Folgen haben.

Im Fuorngebiet sind forstliche Eingriffe ausgeschlossen, und die Waldentwicklung bleibt sich selbst überlassen. Sie strebt langsam, aber sicher dem Klimaxwald entgegen.

4. Mugeto-Rhodoretumhirsuti (Steinrosen-Bergföhren-Assoziaton)

Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) und Steinrose (*Rhododendron hirsutum*) sind das klassische, oft zitierte Beispiel eines vikariierenden Artenpaares: *Rhododendron ferrugineum* ist azidophil und kalkfliehend, *Rhododendron hirsutum* basiphil und kalkfordernd.

Beide Arten bildeten ursprünglich, das heisst vor dem Eingreifen des Menschen, einen wichtigen Bestandteil des Unterwuchses lichter Waldungen im oberen Drittel der subalpinen Stufe.

Während die Steinrosenbestände in den feuchten Aussenketten der Alpen, von den Karawanken bis ins Berner Oberland, auch ausserhalb einer Baum- oder Strauchvegetation gedeihen, sind sie im kontinentalen Mittel- und Ostbünden für gute Entwicklung an Baumschutz gebunden. Im Ofengebiet durchflieht *Rhododendron hirsutum* den Unterwuchs kümmerlicher Bergföhrenbestände, die in der schattigen Spölschlucht schon bei 1700 m auftauchen und an der Krummholzgrenze ausklingen. *Rhododendron hirsutum* zeigt hier oben wie *Erica carnea* oft Frostspuren und bleibt kümmerlich; auch *Sorbus chamaemespilus* gedeiht nicht mehr; nur *Arctostaphylos alpina* erreicht die obere Assoziationsgrenze in voller Vitalität, breitet sich auf Kosten der vorgenannten Arten aus und herrscht in der Subassoziaton *Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum*.

Die floristische Zusammensetzung der *Mugeto-Rhodoretum*-Bestände (Tabellen VI und VII) ist verhältnismässig einheitlich, doch müssen wie beim *Mugeto-Ericetum* nach dem unterschiedlichen Anteil der Zwergsträucher, Flechten und Moose mehrere, auch physiognomisch leicht erkennbare Subassoziatonen auseinandergehalten werden:

1. das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*, die normale Ausbildung;
2. das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum*, die flechtenreiche Ausbildung;
3. das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum reticulatae*, ohne oder mit sehr wenig *Rhododendron*;
4. das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti arctostaphyletosum alpinae*.

Die Subassoziatonen *hylocomietosum* und *cladonietosum* des *Mugeto-Rhodoretum* zeigen dieselben Besonderheiten wie die gleichnamigen Subassoziatonen des *Mugeto-Ericetum*. *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* und *arctostaphyletosum* haben im *Mugeto-Ericetum* kein Gegenstück.

Im *Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum* ist die Bergföhre nur noch selten und meist als kümmerlicher Krüppel vorhanden, und auch die Steinrose erscheint bloss vereinzelt und gedeiht schlecht. In den drei anderen Subassoziatonen, die den Lebensbereich der Bergföhre nicht überschreiten, besteht die Baumschicht fast ausschliesslich aus einem

lockeren *Pinus mugo*-Bestand; die Bäumchen sind schlechtwüchsig, erreichen selten mehr als 6–8 m Höhe und 15 cm **Stammdurchmesser**. Etwas besser schliesst die niederliegende Form der Bergföhre in den **Lawinenzügen** zusammen; doch fällt auch hier viel Licht auf die Strauchschicht. Gänzlich freistehende Bestände der **Steinrose** sind selten (NW-Hang des Piz Daint 2200–2300 m) **und** dürften auf natürliche oder künstliche Lichtung der Baumschicht zurückzuführen sein.

In der Tabelle VII sind die wichtigeren Differentialarten der drei baumbestandenen Subassoziationen des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* einander gegenübergestellt.

Diese **Differentialarten** sind feine Zeiger für die abweichenden mikroklimatischen Standortverhältnisse der drei Subassoziationen. Die moosreiche **Subassoziation**, die **wärmebedürftigste**, wird am **frühesten** schneefrei. *Sorbus chamaemespilus* gedeiht nur **in** dieser Subassoziation. Von den Moosen ist *Rhytidiadelphus triquetrus* **darin am** reichlichsten vertreten; die Flechten treten ganz zurück. Das *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* und das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae* dagegen sind beide **flechtenreich** und werden später schneefrei, am spätesten das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum*. Von den drei Gesellschaften ist das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* am wenigsten feuchtigkeitsbedürftig, das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* bedarf **langdauernder Bodenbefeuchtung**.

Die Verbreitung des *Mugeto-Rhodoretum* erstreckt sich im Nationalparkgebiet **über** einen sehr grossen Höhenbereich; die obersten Vorposten stossen bis etwa 2300 m vor. Abwärts reicht die **Gesellschaft** bis etwa 1750 m.

Fragmente, zum Teil sicher Relikte aus der Späteiszeit, **während** der das *Mugeto-Rhodoretum* **grössere** Ausdehnung besessen und viel tiefer herabgereicht haben **muss**, sind aber da und dort noch in **Tiefenlagen** erhalten, so zum Beispiel im **Landwassertobel** zwischen Monstein und **Filisur**, am **Kunkelspass** und, in überraschender Vergesellschaftung, in der **schluchtartigen** Rinne des Vorderrheins beim **Bahnhof** Versam. Dieser vom Hauptareal weit abgetrennte tiefste Fundort von *Rhododendron hirsutum* in Graubünden ist deshalb bemerkenswert, weil sich hier noch bei 650–750 m ü. M. nicht nur eine Reihe typischer *Mugeto-Rhodoretum*-Pflanzen, sondern in den **anschliessenden Kontaktgesellschaften** auch zahlreiche subalpine und alpine Reliktpflanzen erhalten haben.

Den Fuss **des Bergsturzhanges** (350 Neigung) in NW-Lage umkleidet ein **Bestand** der aufrechten Bergföhre, dessen **Zusammensetzung** mit dem 1000 m höher und in der **Luftlinie** rund 80 km östlich gelegenen *Mugeto-Rhodoretum* des Ofengebietes grosse **Ähnlichkeit** hat. Die Baumschicht des schütterten Bestandes deckt nur etwa 40%; die **Bergföhren** zeigen dasselbe schwächliche Aussehen wie **im Mugeto-Rhodoretum Ostbündens** (Höhe 8–10 m, mittlerer Durchmesser 25 cm); sie mögen 100–150 Jahre zählen und verjüngen sich an offeneren Stellen. Da der **Sturzschnitt** noch nicht zur Ruhe gekommen ist, kann sich die Vegetation nicht weiterentwickeln, und die Fortdauer der Gesellschaft ist hier gewährleistet.

Eine Aufnahme von 100 m² dieses **einzigartigen Reliktbestandes** zeigt folgende Zusammensetzung:

Baumschicht:

3.2 *Pinus mugo*, schlechtwüchsig

Strauchschicht:

Juniperus communis (1.1), *Sorbus aria*, *Amelanchier* und *Cotoneaster tomentosa* (vereinzelt)

Zwergstrauch- und Krautschicht (100% deckend):

| | | |
|-----|--------------------------------|----------------------------------|
| 3.3 | <i>Rhododendron hirsutum</i> | + <i>Epipactis rubiginosa</i> |
| 3.3 | <i>Erica carnea</i> | + <i>Vicia cracca</i> |
| 2.2 | <i>Polygala chamaebuxus</i> | + <i>Thesium rostratum</i> |
| 2.1 | <i>Calamagrostis varia</i> | + <i>Valeriana tripteris</i> |
| 1.1 | <i>Hieracium murorum</i> | + <i>Globularia cordifolia</i> |
| | + <i>Dryopteris Robertiana</i> | + <i>Campanula rotundifolia</i> |
| | + <i>Sesleria coerulea</i> | + <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| | + <i>Carex alba</i> | + <i>Bupthalmum salicifolium</i> |
| | + <i>Tofieldia calyculata</i> | 2.3 <i>Ctenidium molluscum</i> |
| | | + <i>Scapania spec.</i> |

Im angrenzenden Steinrosen-Erika-Bestand wachsen ferner: *Selaginella selaginoides*, *Gymnadenia odoratissima*, *Carex humilis*, *Euphrasia salisburgensis*, *Leontodon incanus*, *Hieracium bifidum*, *Ditrichum flexicaule*, *Tortella tortuosa*, *Solorina saccata*, die alle im *Mugeto-Rhodoretum* des Ofengebietes wiederkehren.

Unmittelbar neben dem Relikt-Bestand gedeiht die reiche Kolonie von **Alpen-** die F. NIGG (1926) aus der **Versamerschlucht** beschreibt. Sie bietet unter anderem zwischen 650 und 700 m: *Saxifraga caesia*, *Dryas octopetala* in Menge, *Gentiana Clusii*, *Pinguicula alpina*, *Valeriana saxatilis* (einziges Vorkommen zwischen Rhein und Adda).

Da der **Flimser** Bergsturz, auf dessen Schutt diese **florensgeschichtlich** bedeutsame Alpenpflanzen-Kolonie und das *Mugeto-Rhodoretum* stehen, älter ist als das **Flimser- bzw. Churerstadium** des **Rheingletschers**, aber bedeutend jünger als das **Bühlstadium** (R. STAUB, 1938), dürften diese Relikte wahrscheinlich aus der Periode kurz nach dem Rückzug des **grossen Churer-gletschers** stammen. Es ist anzunehmen, dass sie die späteren postglazialen **Klimaschwankungen** an Ort und Stelle überdauert haben.

Im Ofengebiet liegen die meisten Vorkommen des *Mugeto-Rhodoretum* innerhalb der Grenzen der **Schlussvereisung** im Sinne AMPFERERS, während welcher die **grossen** Gletscher **noch** bis in das **Haupttal des Oberengadins** vorstießen und sich hierauf endgültig **zurückzogen**. Die **Hauptausbreitung** kann daher erst nach dieser **Vereisung** eingesetzt haben. Sie mag **immerhin** auf eine Zeitspanne von einigen tausend Jahren **zurückblicken**.

Dem *Mugeto-Rhodoretum* verwandte Gesellschaften beschreibt HORVAT (Prodromus VI, 1939) aus den Gebirgen **Illyriens**. Sein *Mugeto-Hypericetum*, das in den **Kalkgebirgen** Kroatiens, Bosniens und Montenegros die **Höhenstufe** von 1500 bis 1700 m **einnimmt**, enthält von den bezeichnenden Arten unserer Assoziation *Pinus mugo*, *Erica carnea*, *Sorbus chamaemespilus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Rosa pendulina* u.a. Dagegen **bleiben** *Rhododendron hirsutum*-Bestände schon weiter westlich zurück, wenschon die Art **ganz vereinzelt** auch in Bosnien **und** **Mazedonien** vorkommt. **Bestandbildend** erscheint die **Steinrose** in **Westkroatien**. Die **daselbst** von HORVAT beschriebene *Rhododendron hirsutum-Lonicera reticulata*-Assoziation besitzt neben der dominierenden **Steinrose** **reichlich** unsere *Sorbus chamaemespilus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Rosa pendulina*, ferner *Erica carnea* und eine **Moos-schicht** aus *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Dicranum scoparium*.

In den Kalkgebirgen der Ostalpen erlangen verwandte *Rhododendron-hirsutum*-**Gesellschaften** **grosse** **Verbreitung**. Wir hatten Gelegenheit, sie in den **Karawanken** und den **Steiner Alpen** (Slowenien) **näher** zu studieren. **Dort** herrscht in der subalpinen Stufe auf weite Strecken das *Rhodothamneto-Rhodoretum* *hirsuti*, eine unserem *Mugeto-Rhodoretum* *hirsuti* ökologisch nahestehende, aber **mesophilere**, **kräuterreiche** **Knie-hole-Gesellschaft**, die **gleichfalls** auf Schattenlagen beschränkt ist **und** auch floristisch

und genetisch grosse **Übereinstimmung** mit unserer Gesellschaft zeigt. Unter der **Krummholzschieht** herrschen *Rhododendron hirsutum*, *Erica carnea*, *Rhodothamnus chamaecistus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* und die **Hylocomien**. Von wichtigeren Arten unserer Assoziation sind vorhanden: *Rhododendron intermedium*, *Arctostaphylos alpina*, *Pyrola rotundifolia*, *Rosa pendulina*, *Gymnadenia odoratissima*, *Homogyne alpina*, *Pyrola secunda* usw. Daneben erscheint aber eine **grössere** Zahl rein ostalpiner Arten wie *Rhodothamnus*, *Homogyne silvestris*, *Heliosperma alpestre*, *Laserpitium peucedanoides* usw. (s. auch E. AICHINGER, 1933).

Vom weiten **Gebirgsland** zwischen Westkärnten und der **Schweizergrenze** sind die *Rhododendron hirsutum*-Gesellschaften bis heute noch wenig bekannt, obschon bereits A. KERNER (1863, S. 308) in der Beschreibung eines **Legföhrenwaldes** der Nordtiroler **Kalkalpen** das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* floristisch kurz gezeichnet hat.

Angaben über *Rhododendron hirsutum*-reiche Gesellschaften aus den **bayrischen** und **Tiroler Alpen** finden sich zwar da und dort, sind aber meist zu **unvollständig**, als dass sie hier verwertet werden könnten.

Aus den Ketten westlich des Raetikon und der Sardona liegen keine brauchbaren Aufnahmen von *Rhododendron hirsutum*-Gesellschaften vor. K. HAGER (1916, S. 236) erwähnt zwar ein „*Rhodoretum* pastorale der Kalkzone“ aus dem Bündner Oberland, bezeichnet aber seine floristische Zusammensetzung, wie auch die Lebensbedingungen als „chaotisch“. **Ähnlich** verhält es sich mit den Gesellschaftsfragmenten, die R. WINTELER (1927, S. 136) aus dem glarnerischen **Sernftal** und K. AMBERG (1916, S. 202) vom **Pilatus** kurz beschreiben.

W. LÜDI (1921, S. 350) gibt an, dass *Rhododendron hirsutum* als Bestand im **Lauterbrunnental** (Berner Oberland) **nur** an drei Punkten einige Bedeutung erlangt, aber meist von *Rhododendron ferrugineum* durchsetzt ist. Das einzige Beispiel eines derartigen Bestandes (S. 269) zeigt deutlich, dass die Gesellschaft mit unserem **Mugeto-Rhodoretum** nichts zu tun hat.

Westlich der Berner Alpen **wird** *Rhododendron hirsutum* sehr selten und spielt **soziologisch** eine ganz untergeordnete Rolle. Der westlichste Vorposten steht am Mont **Chauffé** in Hochsavoyen. **Gewissermassen** als Ersatz für das **Mugeto-Rhodoretum hirsuti** kommt dafür in Savoyen eine moosreiche Zwergstrauchheide mit den drei **Vaccinien**, *Arctostaphylos alpina*, *Sorbus chamaemespilus*, *Homogyne alpina*, *Luzula Sieberi*, *Carex ferruginea*, *Bartsia alpina*, *Bellidiastrum Michellii*, *Hieracium murorum*, *Sesleria coerulea*, *Rosa pendulina*, *Daphne mezereum* usw. und **Zwergbäumchen** von *Picea excelsa* vor (so am NW-Grat des **Jallouvre**, auf Kalk!). An Stellen, wo der Kalk ausgelaugt ist, stellt sich **darin** vereinzelt auch *Rhododendron ferrugineum* ein.

Man kann somit sagen, dass das **Mugeto-Rhodoretum** in guter Entwicklung auf die Ostalpen und angrenzenden Gebiete der Schweiz beschränkt bleibt.

a) **Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum (moosreicher Steinrosen-Bergföhrenwald)**

Die moosreiche **Subassoziatio**n des Steinrosen-Bergföhrenwaldes ist in den **Schattenlagen** der rechtsseitigen **Unterengadiner** Bergketten auf Kalkunterlage sehr verbreitet. Sie alterniert oft mit dem **Mugeto-Ericetum**. Sehr drastisch ist dieser Wechsel und die strenge Beschränkung der Gesellschaft auf die N-, NE-, NW-Exposition auf dem Posa-Hügel (Fuorn). Die Assoziationsgrenzen sind in der Regel scharf; der **Übergang** ist ziemlich unvermittelt.

Wir haben in Tabelle VI 17 Aufnahmen des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* zusammengestellt.

Sie stammen von folgenden Orten:

1. Val Mingèr, 2000 m, Kalkschutt.
2. Süsom, 2100 m, Hauptdolomit. Sehr schwach beweidet.
3. Il Bügl oberhalb Tschier, 2040 m, Wettersteindolomit.
4. Grass Cluozza, 1850 m, Hauptdolomit.
5. Unterhalb Alp La Schera, 2080 m, Wettersteindolomit.
6. Chanaletta am Piz del Gialet, 2100 m, Kalkschutt.
7. Holzweg oberhalb Isel in Arosa, 1750 m, Dolomitschutt.
8. God Chachlot am SW-Hang des Munt de la Bescha, 2100 m, Hauptdolomit.
9. Aufstieg von Fuorn zur Alp La Schera, 2050 m, Wettersteindolomit.
10. Posa-Hügel beim Fuorn, 1890 m, Hauptdolomit.
11. Stabelchod, 2060 m, Raibler.
12. Bei Ova da Spin, 1850 m, Raibler.
13. God da Buffalora dadaint, 2090 m, Kalk- und Dolomitschutt.
14. Plan dals Bovs oberhalb Tschier, 2070 m, anstehender Hauptdolomit.
15. Val Ftur, rechte Talseite, 1970 m, Raibler.
16. Val Sesvenna, vorn, 1900 m, Kalksturzschutt mit vereinzelt Silikatblöcken.
17. Vallun Vdagnöla bei Champ löng, 1880 m, Kalkmoräne.

Ausser den in der Tabelle angeführten Arten kommen in den untersuchten Beständen noch vor:

Zweimal: *Calamagrostis varia* (1,10), *Carex flacca* (10,11), *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens* (1,17), *Knautia silvatica* (15, 16), *Salix retusa* (2, 9), *Saxifraga caesia* (1, 11) – *Dicranum Mühlenbeckii* (5, 11), *Meesia alpina* (7, 17) – *Cladonia alpestris* (5, 7), *Cladonia deformis* (5, 7), *Solorina saccata* (5, 17).

Einmal: *Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris* (2), *Betula tomentosa* (7), *Carex ericetorum* (13), *Carex firma* (1), *Carex humilis* (11), *Carex sempervirens* (7), *Chrysanthemum leucanthemum* ssp. *montanum* (5), *Festuca pumila* (2), *Gentiana Clusii* (1), *Geranium silvaticum* (16), *Globularia nudicaulis* (1), *Gymnadenia albida* (17), *Helianthemum alpestre* (2), *Lotus corniculatus* (1), *Phyteuma orbiculare* (1), *Phyteuma ovatum* (15), *Poa cenisia* (1), *Ranunculus montanus* (17), *Salix Waldsteiniana* (1), *Selaginella selaginoides* (1), *Solidago virga-aurea* (15) – *Bryum* sp. (17), *Chrysohypnum chrysophyllum* (5), *Dicranum neglectum* (3), *Distichum montanum* (5), *Ditrichum flexicaule* (1), *Fissidens decipiens* (11) – *Calypogeia pleniiceps* (11), *Cephalozia pleniiceps* (11) – *Collema* sp. (1).

Die Aufnahmen 1–15 der Tabelle zeigen die normale Ausbildung, 16 und 17 weichen etwas ab; Nr. 16, auf Boden mit Silikatbeimischung gelegen, ist etwas verarmt; Nr. 17, die reichlich *Luzula Sieberi* (2.2) und *Carex ferruginea* (2.2) enthält, stellt eine feuchtere, lokalklimatisch ungünstigere Variante dar; dafür zeugt auch die starke Beimischung von *Salix reticulata* (2.2).

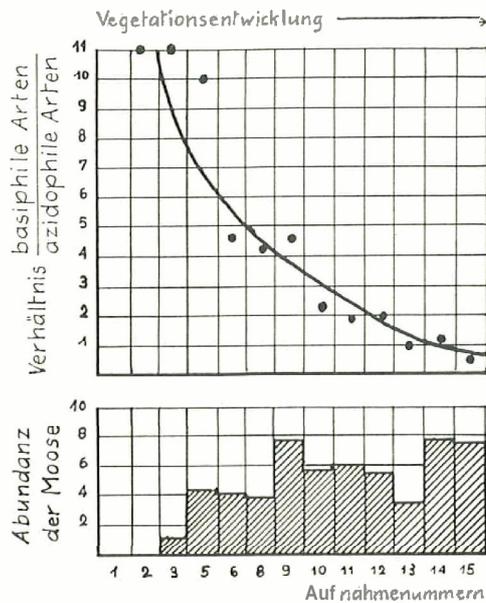
Aus der geringen Zahl der zufälligen und der im Optimum wenig schwankenden mittleren Artenzahl kann auf eine ziemlich einheitliche Gesellschaft geschlossen werden. Die aus der Tabelle ersichtlichen Unterschiede sind auf dynamisch-genetische Ursachen zurückzuführen.

Schon innerhalb der Subassoziation *hylocomietosum* ist die Sukzessionstendenz deutlich erkennbar. Der allmählichen Bodenversauerung entsprechend führt sie zum *Rhodoreto-Vaccinietum*.

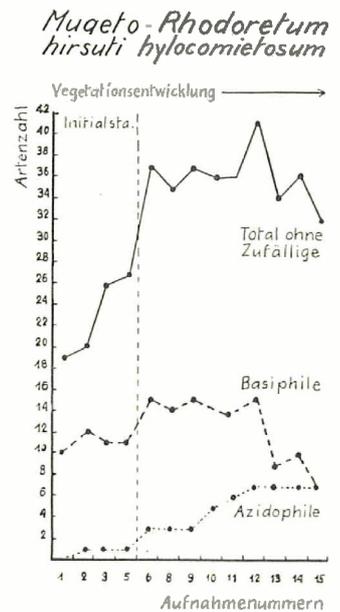
Die Anfangsstadien auf flachgründigen Böden (Aufnahmen 1–6), sind reich an basiphilen, aber arm an azidophilen Arten. Mit der Zunahme der azidophilen und damit parallel laufenden Abnahme der basiphilen Arten konsolidiert sich die Moosdecke und nimmt auch die Gesamtartenzahl zu.

Diese Entwicklung kommt kurvenmässig schön zum Ausdruck¹⁾ (s. Figur 6 und 7).

Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum



Figur 6. Verhältnis der basiphilen zu den azidophilen Arten und Abundanz der Moose im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*.



Figur 7. Gesamtartenzahl (ohne Zufällige) und Zahl der basiphilen und azidophilen Arten im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*.

Die Zahl der azidophilen Arten steigt sukzessive bis zu Aufnahme 12 und bleibt sich dann ungefähr gleich; die der basiphilen nimmt vorerst, der zunehmenden Artenzahl entsprechend, etwas zu und nimmt dann von der zwölften Aufnahme an rasch ab.

Die Abundanz der Moose und Strauchflechten steigt im Verlauf der Sukzession (Figur 6).

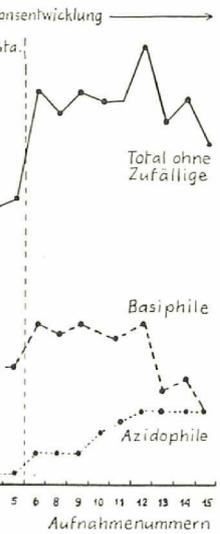
Die wichtigsten der sich während des Sukzessionsverlaufes im *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* einstellenden azidophilen Arten sind ausgesprochene Flachwurzler, so ganz besonders *Empetrum* und die *Vaccinien*. Ihr weitverzweigtes kriechendes Wurzelgeflecht durchspinnt die Humushorizonte (A_0 und A_1) und kommt mit den tieferliegenden stark basischen petrogenen Schichten des Bodens kaum in Berührung. So wachsen Kalkflechten und kalkstete Arten anscheinend regellos durcheinander, während sie in Wirklichkeit ihre Nahrung aus verschiedenen Bodenhorizonten beziehen.

Die Gesellschaft ist ausgeprägt dreischichtig, mit deutlich getrennten Schichten, (Abbildung 7).

¹⁾ Aufnahme 7 aus Arosa ist, weil aus den nördlichen Bündneralpen stammend und daher etwas abweichend, nicht inbegriffen.

k¹) (s. Figur 6 und 7).

to-Rhodoretum
i hylocomietosum



Artenzahl (ohne Zufällige)
der basiphilen und azi-
dophilen Arten im Mugeto-Rho-
doretum hirsuti hylocomietosum.

Aufnahme 12 und bleibt
zunehmenden Arten-
aufnahme an rasch ab.
Verlauf der Sukzession

2. Mugeto-Rhodoretum
eine Flachwurzler, 80
kriechendes Wurzel-
matte n. den tieferlie-
gen in Berührung. So
einander, während
beziehen.

rennten Schichten,

stammend und daher

Die meist 8–10, sehr selten bis 15 m hohe Baumschicht besteht fast ausschliesslich aus der straff aufstrebenden Bergföhre. Ausnahmsweise sind ganz vereinzelte Arven oder Lärchen beigemischt. Fichtenkeimlinge treten gelegentlich auf, gedeihen aber schlecht.

Die Kleinstrauchschicht, 25–35 cm hoch, selten höher, wird zur Hauptsache von der Steinrose gebildet, der sich Erica und die Vaccinien mehr oder weniger reichlich zugesellen. Zusammengenommen decken die Zwergsträucher rund 85% der Zwergstrauch- und Krautschicht. Darüber hinaus ragen rotbeerige *Sorbus chamaemespilus*-Büsche, öfter in der klein- und schmalblättrigen Form *angustifolia* (Wilcz. u. Br.-Bl.), sowie gelegentlich eine *Rosa pendulina*, *Salix hastata* oder *Salix appendiculata*.

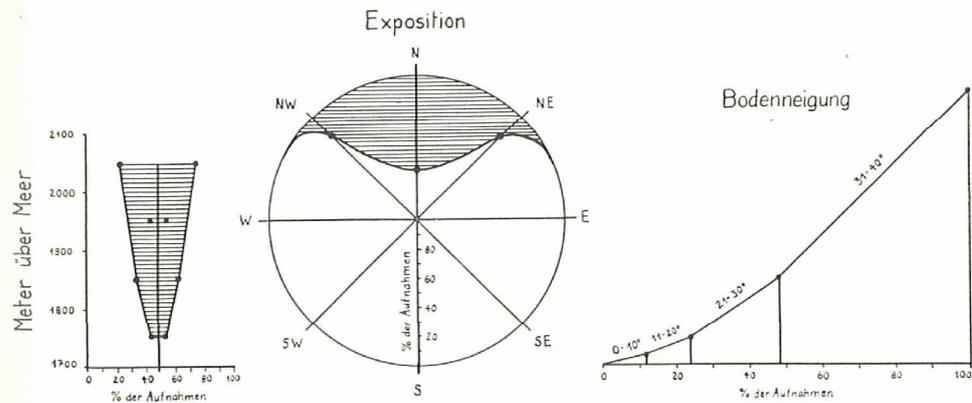
Die üppig wuchernde Mooschicht ist vorwiegend aus *Hylocomium proliferum* und *Rhytidiadelphus triquetrus* zusammengesetzt und erreicht eine Mächtigkeit von 10–15 cm; sie hält die Feuchtigkeit sehr lange fest. Die Moose beteiligen sich mit $\frac{3}{4}$, die Flechten mit $\frac{1}{4}$ an der Boden-(Moos-)Schicht.

Das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* in Schattenlagen entspricht, was die Baum- und Mooschicht anbetrifft, dem *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* sonniger Lagen, mit dem es übrigens die dominierenden Moose und Flechten gemein hat. Die massgebenden Moose sind in beiden Subassoziationen in weitgehend übereinstimmender Menge und Verteilung vorhanden (vgl. Tabellen IV und VI). Die lokalklimatischen Unterschiede werden hier von der Mooschicht nicht angezeigt.

Dem wärmeren Standort entsprechend ist dagegen die mittlere Phanerogamenzahl im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* erheblich höher als im *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* (33 Arten auf 100 m² Fläche, gegen 24). Auch fehlen diesem die Wärmezeiger, die im *Mugeto-Ericetum* zum Teil noch reichlich vertreten sind, vor allem: *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis rubiginosa*, *Lotus corniculatus*, *Calamagrostis varia*, *Hippocrepis comosa*, *Carlina acaulis*, *Chrysanthemum leucanthemum* ssp. *montanum*, *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens*, *Laserpitium Gaudini*, *Centaurea scabiosa*, *Knautia silvatica*, *Polygala amarella* und andere.

Andererseits sind die weniger wärmebedürftigen, im Gebirge höher ansteigenden Zwergsträucher im *Mugeto-Rhodoretum* stärker vertreten und spielen auch soziologisch

Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum



Figur 8. Verteilung der Aufnahmen des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

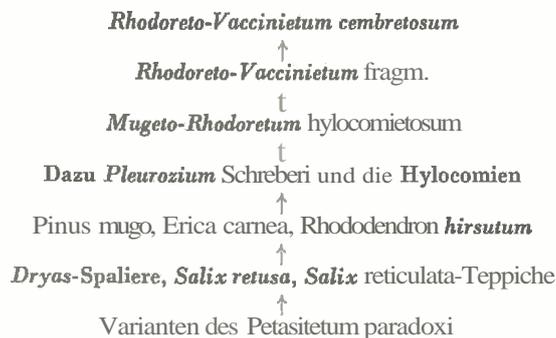
eine wichtigere Rolle als im Mugeto-Ericetum, so vor allem *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum*, *Dryas*. Auch die feuchtigkeitszeigenden *Carex ferruginea*, *Tojeldia calyculata*, *Pinguicula alpina* erscheinen reichlicher; die Heidelbeere, im Mugeto-Ericetum nur spärlich vertreten, erlangt im Mugeto-Rhodoretum mehrfach die **Abundanz** 2.

Das Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum kann als Schulbeispiel für Wie **reliefbedingte** Pflanzengesellschaft gelten. In typischer Ausbildung hält es sich streng an stark geneigte **Schattenlagen**, die reichliche bis sehr reichliche **Schneebedeckung** genießen. **Pineto-Caricetum** humilis und Mugeto-Rhodoretum **schliessen** sich daher vollständig an, sie kommen nirgends miteinander in **Berührung** (Figur 8).

Wie **alle** Gesellschaften des **Pineto-Ericion** verlangt auch das Mugeto-Rhodoretum karbonathaltigen Untergrund. Feinerdige bis skelettige Schutthänge, grobblockiges Bergsturzmateriale, Alluvionen und massig anstehender Karbonatfels kommen als Muttergestein vor. Die Böden selbst sind alle durch sehr starke **Mörauflage** gekennzeichnet.

Die Entwicklung des Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum und seines Bodens lässt sich an vielen Stellen verfolgen und zeigt **allenthalben** ähnlichen Verlauf. Vom rutschenden **Kalkschutt** oder anstehenden **Kalkfels** ausgehend kann sie folgendermassen schematisiert werden (Tabelle 9):

Tabelle 9. Entwicklung des Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum auf Kalk-Felsschutt.



Einen wichtigen Wendepunkt im Verlauf dieser Entwicklung bildet das Aufkommen von *Pinus mugo*. *Dryas* und die Gletschenveiden ertragen dessen Nadelstreue und Beschattung **nicht**; auch die in den Anfangsstadien stets vorhandenen Relikte aus dem *Petasitetum paradoxo* verschwinden bald unter der aufwachsenden **Bergföhre**. Dafür erscheinen *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pleurozium* Schreberi, *Vaccinium vitis-idaea* und *Pyrola secunda*, die Schatten und Versauerung ertragen.

Mit dieser Sukzession **parallel** geht die **Änderung** der biogenen **Bodenhorizonte** A₀ und kA₁; unter dem gutausgebildeten *Mugeto-Rhodoretum* hylocomietosum findet sich der sehr stark **deckenmörige** Wald-Humuskarbonatboden.

Damit ist die Vegetations- und **Bodenentwicklung** allerdings nicht abgeschlossen. Das Fortschreiten der **Bodenbildung** bedingt eine weitere **Versauerung** des **Bodenprofils**.

Die Weiterentwicklung des Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum wird durch das Zurücktreten der calci- und basiphilen Arten, wie *Erica carnea*, *Arctostaphylos alpina*, *Rhododendron hirsutum*, *Sorbus chamaemespilus*, *Dryas octopetala*, *Tojeldia caly-*

culata usw., angezeigt. Flachwurzelnende Kalkflieher, die dank der dicken **Humuspolster** der biogenen Horizonte schon im *Mugeto-Rhodoretum* vorhanden waren (*Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Luzula Sieberi*, *Empetrum hermaphroditum* und andere), breiten sich aus. Es erscheinen *Calamagrostis villosa*, *Lonicera coerulea*, *Luzula luzulina*. So kommt es gelegentlich zur Durchdringung des basiphilen *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* mit den Arten des azidophilen *Rhodoreto-Vaccinietum*.

Aber die Entwicklung bleibt hier nicht stehen. Mit zunehmender **Versauerung** verschwinden die **basiphilen** Arten, und als **Endglied** stellt sich an nicht zu steilen Stellen auf jeder Unterlage die **Klimaxgesellschaft**, im engeren Parkgebiet das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, ein.

Anfangs- und Übergangsstadien dieser Sukzessionsserie sind im Parkgebiet vielerorts anzutreffen, die Klimaxgesellschaft dagegen, auf ursprünglichen *Mugeto-Rhodoretum*-Böden stockend, ist heute selten und nur auf **beschränktem** Raum vorhanden. Die Arvenrelikte mit *Rhodoreto-Vaccinietum*-Unterwuchs am NE-Hang des Piz del Gialet zeugen von ehemaliger Klimax. Zweifellos hatte die **Klimaxvegetation** am Gialet hang eine weit grössere, zusammenhängende Verbreitung, denn jeder einzelne noch erkennbare **Arvenstumpf** ist von Resten des *Rhodoreto-Vaccinietum* umrahmt. Die Entwaldung hat hier mit der Klimaxvegetation **auch** das **Bodenprofil** durch Abtragung vernichtet. Hart neben dem azidophilen *Rhodoreto-Vaccinietum* glänzt der **helle** Dolomitschutt, von einem sekundären Initialstadium des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* frisch besiedelt.

Auf **karbonatigen** Muttergesteinen ändert sich das **Bodenprofil** bei der erwähnten Sukzession relativ wenig. Die **Mächtigkeit** der Humushorizonte braucht sich nicht zu erhöhen, manchmal kann sie sogar etwas abnehmen. Die **Azidität** der **Humushorizonte** A_0 und A_1 aber wird deutlich verstärkt, und die **mineralerdehaltigen** Horizonte werden in der Feinerde tiefer entkarbonatet. Eine **Podsolierung** tritt aber nicht ein.

Auf **Mischgesteinen** aber, wo sich neben Karbonaten auch Silikate finden (zum Beispiel auf gemischten Moränen oder Schutt aus Dolomit, Verrukano und Buntsandstein), bildet sich ein Podsol. Nach der vollständigen Auswaschung der Karbonate **versauern** die obere Mineralerdehorizonte. Die Silikate werden einer intensiven Hydrolyse unterworfen. Unter dem **Einfluss** der **Humusstoffe** werden die **Sesquioxide** aus dem oberen Horizont in die Tiefe verlagert und dort angereichert. Die **entsprechenden Profile** stellen meistens nur wenig entwickelte Podsole dar. Sie sind noch zu jung, als dass sich auf dem karbonathaltigen Gestein ein schönes Podsol hätte entwickeln können.

Die Klimaxvegetation, das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, kann sich hingegen schon auf diesen wenig entwickelten Podsolen einstellen, was man auf Buffalora, am Piz Chavagl und **zwischen Süssom** und Plan dal Aua **häufig** beobachten kann. Derartige Bestände sind **Seite 108 beschrieben**.

Regression von **Bodenprofil** und Vegetation tritt besonders an **Steilhängen** und in **stark** gelichteten Beständen auf. Dort **entstehen Rutschungen** und **Bodenschliffe**; **karbonathaltige Rohböden** erscheinen als Inseln in der früher **geschlossenen Boden- und Vegetationsdecke**. So ist es zu erklären, dass mitten in der stark **azidophilen** Übergangsvegetation von *Mugeto-Rhodoretum* zu *Rhodoreto-Vaccinietum* gelegentlich **ganze** Kolonien **basiphiler** Pflanzen auftreten.

Wird das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* mit kalkhaltigem Wildbach- oder Lawinenschutt **überdeckt**, so beginnt auf dem abgelagerten Material die Sukzession wieder von **vorn** mit der **Ansiedelung** von Dryas, dem ausgezeichneten **Kalkschuttpionier**.

Das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* erscheint in übereinstimmender Zusammensetzung ausserhalb des Untereigadins auch am Gipsberg von Le Gessi im Puschlav, sodann im Davoser Gebiet und um Arosa, besonders häufig im Strelazug.

Seine beste Entfaltung erreicht es im Unterengadin zwischen 1850 und 2100 m. Höher oben kommen nur noch verarmte Fragmente der Subassoziatio vor. Die absolute obere Grenze liegt bei etwa 2250–2300 m; sie ist eine ausgesprochene Kältengrenze.

Im feuchteren Schanfigg erscheint das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* wesentlich tiefer als 1850 m und steigt weniger hoch an. Ein Bestand im Welschtobel bei Arosa, gegen Altein (1700 m), hat schon typischen Charakter. Wir geben ihn hier wieder, da er das tiefste uns bekannt gewordene Vorkommen der Subassoziatio darstellt.

Die Strauchschicht deckt 30%, die Bodenschicht 100% der Fliehe; 20 m² enthielten:

Strauchschicht:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1.2 <i>Pinus mugo</i> | 1.1 <i>Betula tomentosa</i> |
| + <i>Larix decidua</i> (jung) | 1.2 <i>Salix Waldsteiniana</i> |
| | + <i>Salix appendiculata</i> |

Zwergstrauch- und Krautschicht:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 4.3 <i>Rhododendron hirsutum</i> | 1.1 <i>Luzula silvatica</i> ssp. <i>Sieberi</i> |
| 1.2 <i>Arctostaphylos alpina</i> | + <i>Selaginella selaginoides</i> |
| 1.2 <i>Vaccinium uliginosum</i> | + <i>Lycopodium annotinum</i> |
| 1.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Lycopodium selago</i> |
| + <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Sesleria coerulea</i> |
| + 2 <i>Dryas octopetala</i> | + <i>Tofieldia calyculata</i> |
| + <i>Erica carnea</i> | + <i>Soldanella alpina</i> |
| + <i>Sorbus aucuparia</i> jg. | + <i>Melampyrum silvaticum</i> |
| 2.1 <i>Pyrola rotundifolia</i> | + <i>Pinguicula alpina</i> |
| 1.1 <i>Pyrola secunda</i> | + <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| | + <i>Hieracium murorum</i> |

Moosschicht:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 3.3 <i>Hylocomium proliferum</i> | + <i>Mnium</i> sp. |
| 1.2 <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | + <i>Cladonia rangiferina</i> |
| 1.2 <i>Dicranum scoparium</i> | + <i>Cladonia furcata</i> |
| + <i>Ptilium crista-castrensis</i> | + <i>Cetraria islandica</i> |

Mit Ausnahme von *Betula tomentosa*, *Salix appendiculata*, *Sorbus aucuparia*, *Lycopodium annotinum* und *Carex ferruginea* kommen sämtliche Arten auch im *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* des Unterengadins in ähnlichem Mengenverhältnis vor; die fünf fehlenden Arten würden bei einem grösseren Aufnahmematerial wohl ebenfalls darin zu finden sein.

Stärker abweichend und auch weniger ausgedehnt sind die von uns in den feuchten Aussenketten der Sardonagruppe und des Raetikon beobachteten Bestände, die vielleicht eine besondere Subassoziatio darstellen. Unsere Aufnahmen sind indessen zur Entscheidung ungenügend.

b) *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* (flechtenreicher Steinrosen-Bergföhrenwald)

Die sechs Aufnahmen vom *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* sind in der Tabelle VII zusammengestellt.

Sie stammen von folgenden Orten:

1. Nordhang des Piz del Gialet, 2100 m, Hauptdolomit.

ereinstimmender Zu-
 erg von Le Gessi im
 häufig im Strelazug.
 en 1850 und 2100 m.
 ziation vor. Die abso-
 rochene Kältengrenze.
 locomietosum wesent-
 l im Welschtobel bei
 ir geben ihn hier wie-
 assoziation darstellt.
 che; 20 m² enthielten:

2. Val Foraz, rechte Talseite, 1970 m, Raibler.
3. Ausgang von Val Chavagl, 1860 m, Kalkschutt.
4. Jenseits Val dal Botsch, linke Talseite des Fuornbachs, 1860 m, Kalkschutt.
5. La Drossa gegen Punt Purif, 1770 m, Muschelkalk.
6. Piz del Gialet, 2090 m, Hauptdolomit.

Ausser den in der Tabelle erwähnten Arten finden sich in den Aufnahmen noch:

Zweimal: *Carex flacca* (3, 4).

Einmal: *Calamagrostis varia* (4), *Campanula cochlearifolia* (3); *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens* (3), *Globularia nudicaulis* (2), *Salix appendiculata* (2), *Salix retusa* (6), *Salix Waldsteiniana* (2), *Saxifraga caesia* (2), *Solidago virga-aurea* (4) - *Brachythecium glareosum* (5), *Chrysohypnum chrysophyllum* (2), *Dicranum Mühlenbeckii* (2), *Ditrichum flexicaule* (5), *Drepanocladus uncinatus* (2), *Meesia alpina* (2) - *Scapania aequiloba* (2) - *Cladonia cornuta* (4), *Cladonia furcata* (4), *Cladonia pleurota* (2).

Das Mugeto-Rhodoretum cladonietosum, an lokalklimatisch ungünstigen Standorten mit längerer Schneebedeckung, entspricht dem Mugeto-Ericetum cladonietosum.

Diesem fehlen aber die Charakterarten Rhododendron *hirsutum* und *Arctostaphylos alpina*, es fehlen ihm ferner ganz oder nahezu die kälteertragenden Arten des Mugeto-Rhodoretum: *Dryas octopetala*, *Biscutella levigata*, *Bartsia alpina*, *Carex ferruginea*, *Cladonia alpestris*; auch zeigen die Moose üppigere Entwicklung. Andererseits wird der etwas wärmere und weniger extreme Charakter des Mugeto-Ericetum cladonietosum durch *Daphne striata*, *Lotus corniculatus*, *Luzula Sieberi*, *Solidago virga-aurea*, *Hieracium bifidum*, *Peltigera aphthosa* gekennzeichnet, Pflanzen, die im Mugeto-Rhodoretum cladonietosum selten oder überhaupt nicht vorkommen.

Auch in der Flechtenschicht bestehen gegenüber dem Mugeto-Ericetum cladonietosum deutliche Unterschiede, die aber aus der Assoziationstabelle nicht so klar hervortreten. *Cladonia alpestris* und *Cladonia impexa*, im Mugeto-Ericetum selten oder fehlend, treten im Mugeto-Rhodoretum cladonietosum gelegentlich herdenbildend auf; statt der im Mugeto-Ericetum cladonietosum fast stets vorherrschenden empfindlicheren *Cladonia silvatica* erscheint sehr reichlich die anspruchslosere *Cladonia rangiferina*. Dieses Verteilungsverhältnis ist im Aufstieg von La Drossa nach Purif gut zu beobachten. Im Mugeto-Ericetum cladonietosum halten sich *Cladonia silvatica* und *rangiferina* etwa die Waage.

Mit der Subassoziation hylocomietosum hat das Mugeto-Rhodoretum cladonietosum Rhododendron *hirsutum*, *Arctostaphylos alpina* und die meisten übrigen Arten gemeinsam; sie unterscheidet sich von jener durch die Abwesenheit der anspruchsvolleren *Sorbus chamaemespilus*, *Melampyrum silvaticum*, *Soldanella alpina*, *Valeriana montana*, vor allem aber durch das Zurücktreten der Moose und die schon rein physiognomisch so auffällige Flechtendominanz.

Von *Pinus mugo* abgesehen, gedeihen auch die Nadelhölzer in dieser klimatisch ungünstigen Gesellschaft nur sehr spärlich und kümmerlich.

Im schwellenden Flechtenteppich - er wird 15-20 cm dick und übertrifft an Üppigkeit die Flechtendecke des Mugeto-Ericetum cladonietosum - verkümmern und ertrinken die Kleinsträucher (*Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*). Die Vaccinien, oft von *Exobasidium* befallen, gelangen nicht zur Fruchtreife. Dagegen fruchten Rhododendron *hirsutum* und *Arctostaphylos alpina* regelmässig. Die mittlere Anzahl der Gefässpflanzen je 100 m² beträgt 23, etwas weniger als in der Subassoziation hylocomietosum.

Noch ausgesprochener als in dieser macht sich in den obersten Bodenschichten die Tendenz zur Ausläuferbildung geltend, noch ausgesprochener herrscht vegetative

ia

1. Sieberi
 ides
 num

t

ticum

telii

ia

Sorbus aucuparia,
 Arten auch im Mu-
 n Mengenverhältnis
 nahmematerial wohl

uns in den feuchten
 Bestände, die viel-
 sind indessen zur

1-Bergföhrenwald)

sind in der Tabelle

Vermehrung. Die Vitalität mancher Begleitartei ist herabgesetzt, ihre Vermehrung durch Samen schlecht.

Das *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*, streng an Nordlagen gebunden, besiedelt hier die wärme-klimatisch ungünstigsten Stellen. Oft findet sie sich in Lawinenzügen oder an deren Rändern; im Ablagerungsgebiet der Lawine, wo der Schnee spät wegschmilzt, wird sie durch das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae* ersetzt.

Längs des Fuornbachs erscheint die Subassoziation *cladonietosum* oft an der obern, der Erosion unterworfenen Hangkante, die im Winter uiter mächtigen Schneewehen begraben liegt (Chavaglterrasse) und im Frühjahr spät ausapert.

Der Boden ist meist flachgründig. Da der Untergrund vielfach aus locker geschichtete größerem Schutt besteht, lassen die Böden die Kälte eindringen iind bilden auch im Sommer eigentliche Kaltluftbehälter. Zudem sind diese Böden übermässig drainiert, im Sommer können sie stark austrocknen.

Derartige Bedingungen sind für die Wurzelentwicklung ungünstig, was sich besonders im äusserst kümmerlichen Wuchs der lichtstehenden Bergföhren zeigt. Die Bergföhren sind oberflächlich und sehr schwach bewurzelt; durch Schneedruck werden sie leicht umgekippt. Etwas besser gedeiht die iiederliegende Form. Gegen pflanzliche iind tierische Parasiten sind die Bäumchen wenig widerstandsfähig.

Die lokalklimatische Ungunst des Standorts gegenüber der moosreichen Subassoziatioii wird durch die in Tabelle VII aufgezählten phanerogamen Differentialarten erhärtet.

Die normale Eitwicklung von Boden und Vegetation verläuft im *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* ähnlich wie in der Subassoziation *hylocomietosum*, doch macht sich schon in den Anfangsstadien die grössere Feuchtigkeit des Standorts geltend, indem mit den Pionier-Spaliererei von *Dryas*, *Salix reticulata* und *Salix retusa* einige Feuchtigkeitszeiger wie *Saxifraga aisoii*les, *Tofieldia calyculata*, *Carex ferruginea* auftreten. Bald stellen sich auch vereinzelt junge Bergföhren ein. Von Flechten und Moosen sind bloss *Tortella tortuosa*, *Cladonia symphicarpia*, *Cladonia pyxidata* s.l., die den hohen Kalkgehalt des Bodens aushalten, vorhanden. Die pH-Werte des Rohbodens bewegen sich zwischen 7,3 iind 8,3.

Eine radikale Änderung bewirkt der Nadelfall der juiigeii Föhren. Ihre dünnen Nadeln sind stark sauer (pH 4,2), uind auch die vermodernde Nadelstreu, die direkt dem Rohboden aufliegt, zeigt noch pH 6.6. Sobald der Boden von Zwergstrauchspalieren (auch *Arctostaphylos alpina* und später *Rhododendron hirsutum*) überzogen und stellenweise durch den Nadelfall oberflächlich etwas versauert ist, erscheinen die Strauchflechten, zuerst *Cladonia rangiferina* und *silvatica*, sowie, in geringerer Menge, die *Hylocomien*. Das Aufwachsen der Möraufgabe und die dazu parallel gehenden pH-Änderungen verlaufen wie bei der vorher beschriebenen Subassoziation.

Eine Weiterentwicklung und Umwandlung der Subassoziation zum *Rhodoreto-Vaccinietum* ist selten zu beobachten, weil die Steilheit der allermeisten *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*-Standorte der Boden- iind Vegetationsreife entgegensteht.

Gelegentlich entsteht das *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* auch aus der Subassoziation *hylocomietosum*. Der Riickgang der *Hylocomien* und deren Ersatz durch die *Cladonien* kann verschiedene Ursachen haben. In Grenzzonen, wo sich beide Gesellschaften treffen, genügt eine Beschädigung der Moosdecke durch Lichtstellung. Wie S. 164 erwähnt, ist diese Sukzession auch aus dem Profil zu erkennen: die *Cladonia-A₀*-Schicht ist deutlich von der darunterliegenden *Hylocomien-Ericaceenschicht* abgegrenzt.

Eine **Rückbildung** von Boden und Pflanzengesellschaft trifft **man** nicht selten an Steilhängen. Durch **Rutschungen**, **Lawinenschürfungen** oder Schneebruch der **Bäume** wird der Bestand gelichtet. Die Erosion durch Regen- und **Schmelzwässer** setzt ein. Sind die festigenden und aufbauenden **Zwergsträucher** beschädigt oder vernichtet, so ist es auch um die **Flechtenvegetation** geschehen, denn sie ist im **Zwergstrauchteppich** fest **verankert** und kann sich **ausserhalb** desselben nicht halten. Die **sauren Humushorizonte** (*Cladonia-A₀* und A₁) werden stellenweise abgetragen, der **unterliegende** Boden wird der Erosion **schutzlos** preisgegeben. Erst nur **fleckenweise** stellen sich zwischen den **Humuskarbonatböden Rohböden** ein; schrittweise fällt ihr aber der **gereifte Waldboden** über **grosse** Flächen zum Opfer. Nur **unter** den **tiefwurzelnden, festverankerten** Sträuchern und unter den spärlichen **Baumkronen** bleiben Reste davon übrig. An solchen **Stellen** **hält** sich auch die Strauchflechtenvegetation **am** längsten.

c) **Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae**
(**netzweidenreiche** Steinrosen-Legföhren-Gesellschaft)

Die **netzweidenreiche** Ausbildung der Steinrosen-Legföhren-Gesellschaft **gehört** zu den **auffälligsten** Vegetationserscheinungen des Nationalparks. Sie **bildet** scharf umgrenzte **Längsstreifen** an lawinenbestrichenen **Nordhängen** der subalpinen Stufe und bezeichnet **dermassen** die **Schneerutsch-** und **Lawinenbahnen**.

Die Zusammensetzung des *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* erhellt **aus** Tabelle VII.

Die Aufnahmen stammen von **folgenden** Orten:

7. Hintergrund von **Buffalora**, am **Nordfuss** des Pie del Gialet, 2010 m, **Dolomitsturzschnitt**.
8. **Lawinenzug** am **Nordfuss** des Piz del Gialet, 2000 m, **Dolomitschnitt**.
9. **Ebenda**, **Chanaletta**, **2020 m**, **Dolomitschnitt**.
10. **Val Brünna** am **Nordhang** des **Piz Chavagl**, 2000 m, **Kalkschnitt**.
11. **Val Brünna** am **Nordhang** des **Piz Chavagl**, 2010 m, **Lawinenhang**, **Kalkschnitt**.
12. **Hang** des **Piz del Gialet**, 2050 m, **Dolomitschnitt**.
13. **Nordhang** des **Piz Chavagl**, 2000 m, **Lawinenzug**, **Kalkschnitt**.
14. **Fuss** des **Chanaletta-Lawinenhanges**, 2000 m, **Kalkschnitt**.
15. **Piz del Gialet**, **2030 m**, **Hauptdolomit**.

Nur ein- oder **zweimal** finden sich in **obigen** Aufnahmen:

Zweimal: *Avena versicolor* (7, 14), *Carex rupestris* (10, 14), *Pedicularis verticillata* (10, 14), *Silene acaulis* (9, 14).

Eimal: *Androsace chamaejasme* (14), *Anthyllis vulneraria* var. *alpestris* (14), *Carex sempervirens* (14), *Elyna myosuroides* (14), *Euphrasia salisburgensis* var. *purpurascens* (10), *Galium pumilum* (14), *Gentiana Clusii* (14), *Salix appendiculata* (12), *Salix hastata* (9), *Salix retusa* (15), *Saussurea alpina* (14), *Thalictrum alpinum* (14), *Veronica aphylla* (10) – *Bryum* sp. (10), *Heterocladium squarrosulum* (12), *Meesia alpina* (10), *Polytrichum juniperinum* (14) – *Solorina saccata* (8), *Cladonia bellidifolia* (12), *Cladonia deformis* (15), *Cladonia pleurota* (15).

Die Aufnahmen 7–13 entsprechen der **gewöhnlichen** Ausbildung; Nr. 14, vom Chanaletthang, ist ein durch **allzulange Schneelagerung** an **wärmebedürftigeren** Arten **stark** verarmter **Vertreter** der Gesellschaft, dem die Charakterarten der Assoziation und des Verbandes fast völlig abgehen, der dagegen **noch** reicher an alpinen Arten ist als **die übrigen** Aufnahmen. Die **wärme-klimatischen** **Verhältnisse** sind **darin** so **ungünstig**, dass *Rhododendron*, *Erica*, *Vaccinium vitis-idaea* nicht mehr gedeihen und

sogar *Vaccinium uliginosum* nur noch die Abundanzziffer 2 erreicht, während sich die kältehart *Dryas*, *Loiseleuria procumbens* und *Salix reticulata* breitmachen.

Im *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* sind die *Vaccinio-Piceetalia*-Charakterarten zahlreich vertreten, so dass trotz der alpinen Einsprengsel die Zugehörigkeit der Gesellschaft zur Assoziation ausser Frage steht.

Die offene Baumschicht wird ausschliesslich aus der niederliegenden Form der Bergföhre gebildet; in der Zwergstrauchschicht nehmen *Vaccinium uliginosum* und *Empetrum hermaphroditum* den meisten Raum ein.

Für das Aufkommen von *Rhododendron hirsutum* reicht die kurze schneefreie Zeit kaum noch aus; sie (wie auch der Bastard *Rhododendron intermedium*) ist in unsern Aufnahmen nur spärlich vertreten.

Physiognomisch stechen vor allem *Cladonia silvatica* und die ihr verwandte *Cladonia mitis* stark hervor. Die schwellenden Flechtenpolster verleihen der Gesellschaft aus der Ferne gesehen den rahmfarbenen Ton des *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*.

Doch genügt ein Blick auf die Florenliste der zwei Subassoziationen, die Unterschiede erkennen zu lassen (vgl. Tabelle VII).

Die Hauptverbreitung der Differentialarten der Gesellschaft gegenüber dem *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* und *cladonietosum*, wie *Festuca pumila*, *Carex firma*, *C. capillaris*, *C. rupestris*, *Salix reticulata*, liegt in der alpinen Stufe. Ihr überraschendes Vorkommen mitten im Waldgebiet hängt aufs engste mit der Genese der Gesellschaft und ihrer Ökologie zusammen.

Das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae* ist an den unteren Teil grösserer Lawinenäuge gebunden, wo der Schnee sehr lange, bis gegen den Sommerbeginn, liegen bleibt. Nach den Beobachtungen verschiedener Gewährsmänner schmilzt an diesen Orten der Lawinenschnee erst im Juni. Da sie in der Regel anfangs November eingeschneit werden, stehen dem *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* nur $4\frac{1}{2}$ bis 5 Monate Vegetationsdauer zur Verfügung. Aber auch während der kurzen schneefreien Zeit erwärmt sich der Boden nur wenig.

Mehrfache Messungen in der Flechtenschicht ergaben im Sommer und Frühherbst zur Mittagszeit eine Temperatur von nur 7–10° C bei 15–200 Lufttemperatur. Am 23. August 1934, einem warmen Tag, massen wir um 11.45 Uhr in der A₀-Auflage in 2 cm Tiefe 10°, in 12 cm Tiefe 7,5°, bei einer Lufttemperatur von 17° 1,5 m über dem Boden. Die Wärmeverhältnisse liegen in dieser Gesellschaft noch ungünstiger als im *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*.

Das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* ist auch noch strenger an Nordhänge gebunden als die andern Subassoziationen des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti*. Hierüber, wie auch über Höhenlage, Neigung, Deckungsgrad der Baum-, Strauch- und Krautschicht gibt der Kopfteil der Tabelle VII Auskunft.

Verkürzung der Vegetationszeit und schattiger Standort, verbunden mit reichlicher Befeuchtung des Bodens durch den langsam abschmelzenden Lawinenschnee, schaffen ein Standortsklima, das sich dem 300–400 m höher oben herrschenden Alpenklima nähert. Dieser Klimaumkehr entspricht auch die Umkehr der Vegetationsstufen im Lawinenzug, die für das Gedeihen einer ansehnlichen Kolonie herabgetragener Alpenpflanzen entscheidend ist.

Nirgends lässt sich diese Vegetationsumkehr so schön verfolgen wie am Nordhang des Pi del Giolet. Jeden Winter fährt hier die Lawine herunter, und zwar gewöhnlich bei Tauwetter im März, wenn viel Schnee liegt. Vom Hangfuss, wo der

Schnee zuletzt verschwindet, nach oben, also **m** der gegenüber der normalen umgekehrten Reihenfolge ordnen sich an:

1. **Zuunterst** (bei 2000 m), wo der dicht gepresste Lawinenschnee zuletzt wegschmilzt, eine Rasengesellschaft mit vorherrschender *Carex firma* und Hochalpenpflanzen wie *Saussurea alpina*, *Carex rupestris* usw.
2. Daneben, aber an Stellen, die etwas früher **ausapern**, eine verarmte Fazies des *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* (Aufnahme 8) mit vereinzelt niederliegenden *Pinus mugo*-Stämmchen.
3. Etwas **höher**, wo der Lawinenschnee **lockerer** liegt und weniger stark zusammensintert, daher **auch** etwas früher wegschmilzt, das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* in typischer Ausbildung (Aufnahmen 1, 2, 3, 6). *Rhododendron hirsutum* fehlt oder bleibt sehr kümmerlich.
4. **Fünfzig Meter höher** oben am Lawinenhang erscheinen die ersten Bestände des *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*.
5. Zehn bis zwanzig Meter höher (also bei 2060–2070 m) **zuerst** vereinzelt kleine Flecken, hierauf Bestände des *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum*.

Das an alpinen Arten reiche *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* bleibt auf den **untersten** Teil des Hanges beschränkt; etwas **höher** folgt das *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* und zuoberst die **wärmebedürftigste** der drei Subassoziationen, das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum*. Aus der Anordnung der Pflanzengesellschaften kann nicht nur auf den Umfang der Lawine, sondern auch auf die örtlich verschiedene Dauer der Schneelagerung geschlossen werden.

Im Gegensatz zum Lokalklima sind die Bodenverhältnisse im *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* dem Waldwuchs nicht ungünstig, denn die Lawine düngt den Boden mit organischem und anorganischem Material, das Bodenprofil ist infolgedessen meist ziemlich tiefgründig und basenreich.

Das Wald-Humuskarbonatprofil zeigt stellenweise eine durch den Auflagehumus bedingte oberflächliche Versauerung, die durch azidophile Arten, wie *Lycopodium selago*, *Luzula Sieberi*, *Vaccinium myrtillus*, *Loiseleuria*, *Leontodon pyrenaicus*, gekennzeichnet wird.

Die Frage, ob das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* natürlicher Entstehung ist oder ob es sich erst nach den grossen Waldschlägen, die vielfach den Lawinen den Weg öffneten, eingestellt hat, lässt sich nicht eindeutig beantworten. Zweifellos haben die Schläge mit der Zunahme und der Wucht der Lawinen auch die Ausbreitung der Gesellschaft begünstigt. Und es muss auffallen, dass gerade im Lawinenzug am Nordhang des Piz Chavagl ganz vereinzelt, sehr alte, mehr oder weniger schwer lawinenbeschädigte Lärchen stehen geblieben sind, die kaum unter den heutigen Standortverhältnissen aufgewachsen & können.

Solange sich der Verlad der Lawinenbahn nicht ändert, ist eine Weiterentwicklung des *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* ausgeschlossen; es stellt hier eine Dauer-gesellschaft dar.

Eine Regression findet gelegentlich durch Aufschürfen des Kalkrohhodens bis auf den Untergrund statt. Die Wiederbesiedlung durch das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* erfolgt über ein Anfangsstadium mit *Dryas octopetala* und *Salix reticulata*. Auf Grobschutt kann sich zwischen den Dryasteppich und das flechtenreiche *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* auch ein Stadium von *Carex firma* einschleichen.

Zur eigentlichen Verzahnung des Bestandes mit dem *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* und *hylocomietosum* kommt es am Steilhang des Piz del Gialet in Chanaletta.

Über die Verbreitung des *Mugeto-Rhodoretum salicetosum* ausserhalb des weiteren Parkgebietes ist nichts bekannt; die Gesellschaft dürfte aber auch in den Nachbargebieten, im Unterengadin und Val Livigno, vorkommen. Das verarmte *Dryas-stadium* ist auch im Val Plavna bei 1900 m vorhanden.

d) ***Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum alpinae***
(alpenbärentraubenreiche Steinrosen-Bergföhren-Gesellschaft)

Das *Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum* hält sich an den Übergang von der Waldstufe zum oben anschliessenden *Carex firma*-Rasen der alpinen Urwiesenstufe. Es hat nur geringe Verbreitung und wurde spät erkannt. Im Vorherbst ist die Gesellschaft schon aus der Ferne durch ihre tiefkariinirote Färbung kenntlich.

Die sechs Aufnahmen vom *Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum* sind in Tabelle VIII zusammengestellt.

Sie stammen von folgenden Orten:

1. Nordhang des Piz Daint, 2300 m, Wettersteindolomit.
2. Alp da Munt, 2180 m, lokaler Nordhang, Hauptdolomit.
3. Süsom, 2080 m, Nordexposition, Hauptdolomit.
4. Piz del Gialet, 2150 m, trockenes Kalkgeröll am Nordhang, Hauptdolomit.
5. Alteinhang, Innerschanfigg, 1810 m, Nordhang, Hauptdolomit.
6. Oberhalb des Schwellisees, Arosa, 2010 m, Nordhang, Kalk.

Zweimal sind in obigen Aufnahmen vertreten: *Androsace chamaejasme* (5, 6), *Homogyne alpina* (3, 5), *Salix retusa* (4, 6).

Einmal: *Campanula cochleariifolia* (8), *Campanula Scheuchzeri* (5), *Carex rupestris* (1), *Carex sempervirens* (6), *Daphne striata* (1⁹), *Euphrasia salisburgensis* (5), *Gymnadenia odoratissima* (5), *Leontodon hispidus* (6), *Primula integrifolia* (6), *Primula farinosa* (6), *Saxifraga aizoon* (2), *Thalictrum alpinum* (2), *Vaccinium vitis-idaea* (2), *Valeriana montana* (6) – *Blepharostoma trichophyllum* (4), *Brachythecium glareosum* (3), *Bryum (elegans)* (4), *Chrysophyllum stellatum* ad. var. *protensum* (2), *Chrysophyllum chrysophyllum* (4), *Cirriphyllum cirrositni* (2), *Ctenidium molluscum* (6), *Dicranum scopariitni* (6), *Distichium montanum* (2), *Drepanocladus uncinatus* (6), *Fissidens cristatus* (3), *Lophozia alpestris* (10), *Mnium orthorhynchum* (2), *Pleurozium Schreberi* (6), *Rhytidadelphus triquetris* (6), – *Plagiochila asplenioides* (3), *Diplophyllum gymnostomophilum* (4), *Scapania spec.* (4) – *Cladonia furcata* (6).

Die Böden des *Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum* sind im allgemeinen flach- bis ziemlich tiefgründige Hünuskarbonatböden.

Die Grenzen dieser wenig homogenen Gesellschaft sind labil und stark von den periodischen Klimaeinflüssen abhängig. Selbst kürzere Kälteperioden müssen sich für die eigentlichen *Mugeto-Rhodoretum*-Arten ungünstig auswirken; sie leiden sowohl unter Frost als unter übermässiger Schneebedeckung und gehen zurück, während sich die *Firmitum*-Arten ausbreiten. Den klimatisch günstigeren Perioden dagegen entspricht ein Rückgang der *Firmitum*- und die Ausbreitung der *Mugeto-Rhodoretum*-Arten. Im Herbst sind Keimlinge beider Artengruppen in der Gesellschaft regelmässig anzutreffen. Die lokalklimatischen Verhältnisse der ungünstigen Jahreszeit entscheiden über ihr Aufkommen und ihre Entwicklung und damit auch über die Artenauslese.

Über die Verbreitung der Subassoziation sind wir wenig unterrichtet. Ihr Vorkommen im Plessurgebiet ist durch zwei Aufnahmen, aus dem Innerchanfigg und von Arosa, belegt (Aufnahmen 5 und 6). Die Übereinstimmung mit den Beständen im Unterengadin ist in die Augen springend.

* * *

Die Möglichkeit waldbaulicher Eingriffe ist im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* sehr beschränkt.

Die Zusammenstellung der Baumarten (Tabelle 10) ergibt, dass alle Subassoziationen der Gesellschaft dem Baumwuchs ungünstig sind. Sogar die anspruchslose Bergföhre gedeiht schlecht, stellt das Wachstum früh ein und ist dem Schneebruch stark ausgesetzt. Die Bewurzelung der Bäume ist meist flach, in dem luftreichen lockeren Untergrund sind sie sehr schwach verankert. Durch starke Schneefälle werden zahlreiche Bergföhren mitsamt dem Wurzelteller geworfen. Das Alter der im Maximum 8-10 m hohen Bäumchen kann 100 und mehr Jahre betragen. Der Zuwachs ist gering und erreicht jährlich höchstens 1 mm.

Tabelle 10: Die Bäume im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti*.

| | <i>Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Nummer der Aufnahme (Haupttabellen) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| <i>Pinus mugo</i> (Baum) | 2.3 | 1.2 | 4.5 | 3.2 | 3.2 | 4.3 | 4.3 | 1.1 | 3.2 | 4.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.1 | 2.1 | 3.2 | 2.2 |
| (Keimlinge) | + | . | . | . | + | + | + | . | + | + | + | + | + | + | 1.1 | + | + |
| <i>Pinus cembra</i> (Baum) | . | . | . | . | + | . | . | + | (+) | . | . | + | . | . | + | + | . |
| (Keimlinge) | (+°) | +° | . | . | + | . | . | + | + | + | . | + | + | + | . | + | + |
| <i>Larix decidua</i> (Baum) | . | . | . | 1.1 | . | . | . | . | + | . | . | + | + | . | . | + | . |
| (Keimlinge) | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | (+) |
| <i>Picea excelsa</i> (Krüppel) | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | (+) |

| | <i>Mugeto-Rhodoretum cladonietosum</i> | | | | | | | | <i>Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae</i> | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|----|----|----|----|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nummer der Aufnahmen (Haupttabellen) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| <i>Pinus mugo</i> (Baum) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| (Keimlinge) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Pinus cembra</i> (Baum) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| (Keimlinge) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Larix decidua</i> (Baum) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| (Keimlinge) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Picea excelsa</i> (Krüppel) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

Überall stösst man auf aufrechtstehende Baumleichen, Opfer tierischer und pflanzlicher Schädlinge. Der Bestand ist daher nie geschlossen; oft bleibt der Deckungsgrad der Baumschicht unter 50%.

Relativ am günstigsten liegen die Verhältnisse im *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum*. Neben der aufrechten Bergföhre erscheint darin gelegentlich die Arve, wenn auch in schlechter Wuchsform; selbst die Lärche wurde in 5 von 17 Aufnahmen notiert. Fichten kommen nur ganz ausnahmsweise und verkrüppelt vor.

Bergföhre und Arve können sich im *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* natürlich verjüngen. Die Bergföhre keimt an den lichtereren Stellen, besonders dort, wo der Mineralboden zutage tritt, die Arve dagegen in den schwellenden Moospolstern (seltener auch in Flechtenpolstern), wo neben der sauren Reaktion auch die Feuchtigkeitsverhältnisse die Keimung begünstigen. In 11 von den 17 Aufnahmen des *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* der Tabelle konnten Arvenkeimlinge festgestellt werden; junge, mittelstarke Arven dagegen haben wir nie beobachtet. Auffällig ist das fast völlige Fehlen der Lärchenkeimlinge, selbst dort, wo in der Nähe Lärchenwald steht.

Von höheren Sträuchern seien als zufällige Einsprengsel *Salix appendiculata* und *Betula tomentosa* erwähnt.

Viel ungünstiger sind die Verhältnisse für den Baumwuchs im *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum*. Die Bergföhre, teils niederliegend, teils aufrecht, gedeiht sehr schlecht und kann sich gerade noch halten. Dagegen sind Bergföhren-Keimlinge nicht selten. Arvenkeimlinge kommen nur ganz vereinzelt vor, noch seltener sind alte Arven und -schlechtwüchsige - Lärchen.

Dem Baumwuchs am ungünstigsten ist das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae*. Die Bergföhre erreicht kaum mehr als 2-3 m Höhe. Beschädigte Hochstämme von Arven oder Lärchen, die in der Lawenbahn ausnahmsweise den Elementen trotzen, dürften Überbleibsel und Zeugen früherer besserer Hangbestockung darstellen. Gelegentlich keimen Arven, sie haben aber keine Aussicht hochzukommen und gehen bald ein. Die Bergföhre leidet unter dem Schneeschüttepilz (*Herpotrichia nigra*).

Als Bodenschutz in Lawenbahnen auf Kalkgestein hat das *Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae* nicht seinesgleichen. Der beste Bodenverteidiger ist die Bergföhre, die unter dem Einfluss der langdauernden Schneebelastung stets Kriechform annimmt. In den Bestandeslücken decken *Arctostaphylos alpina*, *Salix reticulata* und *Dryas octopetala* den Boden mit ihrem dichtschiessenden Teppich. Diese Gesellschaft bleibt am besten sich selbst überlassen. Jede Störung des soziologischen Gleichgewichts könnte nur nachteilige Folgen zeitigen.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass sich im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* Standort und Bestandesgüte von der *Salix reticulata*- und *Arctostaphylos alpina*- zur *Cladonia*- und zur *Hylocomium*-Subassoziaton und innerhalb dieser von den stark basischen zu den versauerten Stadien deutlich verbessern.

Während namentlich in den Schlusstadien des *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* durch Einbringen der Arve gewisse gute Resultate erzielt werden können, haben forstliche Eingriffe in den übrigen Subassoziatonen kaum Erfolg. Durch Beseitigung der Flechtendecke kann zwar die Keimung der Bergföhre begünstigt werden, aber es ist fraglich, ob dieser Vorteil den Schaden, der am bodenoffenen Hang durch die Erosion durch Regen und Schmelzwasser entstehen kann, aufwiegt.

B. Vaccinio-Piceion (Verband der Vaccinien-Fichten-Gesellschaften)

Im Gegensatz zum *Pineto-Ericion* basischer bis neutraler Böden ist das *Vaccinio-Piceion* auf saure Böden beschränkt und daher im engeren Nationalparkgebiet weniger weit verbreitet.

Während das Hauptvorkommen von *Pinus mugo* in den Alpen im *Pineto-Ericion*, dasjenige von *Abies alba* im *Fagion* liegt, halten sich *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Pinus cembra* vorzugsweise an das *Vaccinio-Piceiori*.

Floristisch ist das *Vaccinio-Piceion* durch eine Reihe Verbands-Charakterarten gekennzeichnet. Diese Charakterarten gedeihen in den Assoziationen des *Vaccinio-Piceion* am besten und sind **darin** am weitesten verbreitet. Zu den **Charakterarten** sind innerhalb Graubündens und seiner Nachbargebiete folgende Arten zu rechnen:

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Lycopodium alpinum</i> | <i>Empetrum hermaphroditum</i> |
| <i>Lycopodium annotinum</i> | <i>Linnaea borealis</i> |
| <i>Picea excelsa</i> | <i>Melampyrum silvaticum</i> |
| <i>Pinus cembra</i> | <i>Veronica latifolia</i> |
| <i>Corallorrhiza trifida</i> | <i>Lonicera nigra</i> |
| <i>Luzula silvatica</i> ssp. <i>Sieberi</i> | <i>Hieracium vulgatum</i> ssp. plur. |
| <i>Aquilegia vulgaris</i> ssp. <i>atrata</i> | <i>Hylocomium loreum</i> |
| <i>Pyrola uniflora</i> | <i>Plagiothecium undulatum</i> |
| <i>Rhododendron ferrugineum</i> | <i>Dicranum majus</i> |
| | <i>Lophozia lycopodioides</i> |

Einige davon (z. B. *Veronica latifolia*, *Lonicera nigra*) erscheinen in den nördlichen Alpenketten und im Jura auch mehr oder weniger reichlich im *Fagion*; ein Blick auf ihre **Gesamtverbreitung** und regionale Häufigkeit zeigt aber, dass sie vorzugsweise den *Vaccinio-Piceion*-Gesellschaften folgen.

Die wichtigen Charakterarten des *Vaccinio-Piceion*, *Pinus cembra* und *Picea excelsa*, waren schon in der letzten Interglazialzeit im Alpengebiet vorhanden. Sie sind nach der **Würmvergletscherung** frühzeitig in die inneren **Alpentäler** und **auch** ins **Engadin** eingedrungen, und zwar sowohl von Süden her über Maloja, als talaufwärts dem Inn entlang.

Die postglazialen **Gletscherschwankungen** hatten zwar grosse vertikale **Arealverschiebungen**, aber kaum ein völliges Verschwinden von Arve und Fichte zur Folge. Beide Bäume dürften diese Schwankungen **wenigstens** im **Unterengadin** an günstigen Stellen überdauert haben. Hierauf deutet schon das **Massenaufreten** der **Arve** in den **untersten** Schichten der **Oberengadiner** Torfmoore.

Die Fichte ist nach der Arve ins **Oberengadin** eingewandert. Sie breitete sich, wie **KELLERS pollenanalytische** Untersuchungen dartun, während der sog. **Wärmezeit** (etwa der jüngeren Steinzeit entsprechend) aus. Gleichzeitig waren im Oberengadin der **wärmeliebende** Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*), vereinzelt auch die **Tanne** (*Abies alba*), die **beide** heute dort fehlen, heimisch. Die **Waldföhre** (wohl *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis*) trat auf. Die obere Waldgrenze verlief damals 200–300 m höher als heute.

Während der folgenden **Klimaverschlechterung** wurde der **Fichtenwald** im **Engadin** von der Arve und Lärche zurückgedrängt; die **Waldverteilung** glich sich der heutigen an.

Aber schon in der Bronzezeit hat der Mensch gewaltige Breschen in den Urwald geschlagen. Die **laubwechselnde** lichte Lärche wurde auf Kosten der übrigen **Nadelhölzer** stark begünstigt, und so sind, zumeist gewollt, die reinen **Lärchenwälder** der sonnigen **linksseitigen Tallehne** des **Engadins** herangewachsen. Die Fichte jedoch wurde mehr und mehr in die Tobel und auf die Schattenhänge zurückgedrängt. Dass die **Waldverschiebung** zu Ungunsten der Fichte aber nicht nur durch den Menschen, **sondern** auch **klimatisch** bedingt ist, beweist der Umstand, dass Arve und Lärche mit ihren Begleitern heute im Naturschutzgebiet ein ungemeines Ausbreitungsvermögen zeigen und sich überall eindringen, eine Ausbreitung der Fichte dagegen hier nicht nachzuweisen ist.

Die heutigen Fichtenbestände erscheinen somit im **Klimaxgebiet** des *Rhodoreto-Vaccinietum* des **Engadins** als Reste eines auch im **Oberengadin** früher zusammenhängenden Areal; sie sind hier wie im Nationalparkgebiet, ähnlich dem **Eichenschwalm** im nördlichen Bünden, als Relikt aus der postglazialen **Wärmezeit** anzusprechen.

Das *Vaccinio-Piceion* ist in Europa von **Nordskandinavien** bis zum Balkan und zu den **Pyrenäen** weit verbreitet, hält sich aber im mittleren und südlichen **Europa** **ausschliesslich** an die Gebirge. Hier wie im Norden entscheidet die Frosthärte über das Vorkommen einer Art.

Die Sträucher und Zwergsträucher, die winterlichen **Schneeschutz** geniessen, sind wenig frosthart, bei den Bäumen dagegen ist die Frosthärte im Winter **ausserordentlich** gesteigert.

W. ULMER (1937), der die Frosthärte der rostblättrigen Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) experimentell untersuchte, hat **gefunden**, dass sie im **Hochwinter** bis -29° erträgt; **gegen** das Frühjahr hin wird die Frosthärte geringer. Sie erreichte am 16. **März** noch -18° (gegen -36° bei *Juniperus nana!*). Die Frosthärte der frisch ausgetriebenen (aber schon voll ausgebildeten) Blätter dagegen betrug bloss -2 bis -3° . Interessant ist, dass **trotz** dauernd hohen **Zuckergehaltes** der **Alpenrosenblätter** (M. STEINER, 1935, S. 154, gibt den **maximalen** Zuckerpartialdruck ausgeapelter Sträucher mit 91% an) der osmotische Druck **verhältnismässig** tief liegt. Die Zunahme des **osmotischen** Drucks und des Zuckergehaltes gehen ziemlich parallel, doch wird die Frosthärte hierdurch anscheinend wenig beeinflusst. Trotz der enormen Zunahme von **Zellsaftkonzentration** und osmotischem Druck von Anfang Dezember bis zum 9. Januar (Maximum des osmotischen Drucks am 9. Januar $43,5$ Atm.) **bleibt** die Frosthärte sozusagen unverändert.

Die Ordnungs-Charakterarten *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum hermaphroditum* (nicht *nigrum!*) und *Homogyne alpina* sind nach den Untersuchungen ULMERS noch weniger **frosthart** als die Alpenrose (beobachtete Minima für *Empetrum* -27° , *Vaccinium vitis-idaea* -24° , *Homogyne* -18° C), was mit unseren Feldbeobachtungen **gut** übereinstimmt.

Der geringen Frosthärte der Unterschichten gegenüber ist die Frosthärte der Bäume, insbesondere der Arve (aber auch der Lärche) sehr ausgeprägt. Sie sind befähigt, sehr tiefe Temperaturen schadlos **auszuhalten**. Die Untersuchungen ULMERS haben auch gezeigt, dass der **Jahresgang** der Frosthärte bei der Arve von den **Aussenbedingungen** in hohem Grade unabhängig ist. Sommer- und **Winterminimum** liegen volle 35° auseinander. Im **Hochwinter** ertrug die untersuchte Arve bis -42° C, im Hochsommer bloss -7° C.

Im Fnornggebiet werden derartige **Winterminima** kaum irgendwo erreicht (**absolutes Minimum** in Bnffalora $-33,4^{\circ}$ C).

Der Baum steht hier also nicht an seiner äussersten **Kältengrenze**.

Innerhalb des iveitgefassten *Vaccinio-Piceion*-Verbandes sind 3 schwach charakterisierte Unterverbände unterschieden worden:

1. das Abieto-Piceion, durch montane Arten ausgezeichnet;
2. das Rhodoreto-Vaccinion s. str. der subalpinen Stufe, das zahlreiche mitteleuropäische Gebirgspflanzen **beherbergt**;
3. das Piceion septentrionale, das auf das nördliche Europa (und wohl auch **Nordsibirien**) beschränkt bleibt und **dem** die mitteleuropäischen Gebirgspflanzen abgehen.

Die Fichtenwälder der Alpen gehören teils zum *Rhodoreto-Vaccinion*, teils zum *Abieto-Piceion*.

Der Unterverband des *Abieto-Piceion* ist gekennzeichnet durch *Galium rotundifolium*, *Saxifraga cuneifolia*, *Eurhynchium myurum* und andere montane Arten.

Die drei *Vaccinien* (*V. uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*), durch massenhaftes Vorkommen im *Rhodoreto-Vaccinion* auffallend, sind im *Abieto-Piceion* meist selten und spärlich vertreten und fehlen oft ganz.

Vom Unterverband des *Rhodoreto-Vaccinion* unterscheidet sich das *Abieto-Piceion* ferner durch den dichteren Schluss der Baumschicht, das Fehlen einer zusammenhängenden Zwergstrauchschicht, die Seltenheit oder das Fehlen ausgesprochen subalpiner Arten, das Vorkommen von *Fagion*-Arten und als Ganzes genommen durch die erhöhte Produktion an Holzmasse.

Unterschiede zwischen den zwei Unterverbänden bestehen auch hinsichtlich des Bodenprofils, der Dauer der Schneedecke, der Wärmeansprüche usw.

Das *Abieto-Piceion* ist in den nördlichen und südlichen Aussenketten der Alpen verbreitet. Es greift aber auch in die tieferen inneralpiner Täler über Albulatal, Unterengadin, tirolisches Oberinntal, Münstertal und oberes Etschtal, Inner-Wallis und Inner-Savoyen. Ausserhalb der Alpen ist es aus deutschen Mittelgebirgen, aus der Tatra, den Ostkarpathen, Mittelpolen und Jugoslawien bekannt. Die *Abies*-Wälder Zentralfrankreichs und der Pyrenäen gehören dagegen entweder zum *Rhodoreto-Vaccinion* oder zum *Fagion*.

Die Fichte, stellenweise auch die Weisstanne, leisten im *Abieto-Piceion* quantitativ Höchstserträge.

In Graubünden und angrenzenden Gebieten ist das *Abieto-Piceion* durch zwei Waldassoziationen vertreten:

1. durch das *Piceetum montanum* in den nördlichen und tieferen inneren Alpentälern;
2. durch das *Piceetum transalpinum* in den regenreichen Tälern auf der Südseite der Alpen (Puschlav, Bergell).

Beide Assoziationen halten sich an mittlere Lagen zwischen 550 und 1300–1400 m, wo sie ausgedehnte Waldungen bilden. Ausnahmsweise und verarmt reichen sie an steilen Südhängen noch etwas höher hinauf.

Dem Unterverband des *Rhodoreto-Vaccinion* sind sämtliche azidophile Nadelwälder und Zwergstrauchgesellschaften des Nationalparkgebietes zuzurechnen. Das *Rhodoreto-Vaccinion* unterscheidet sich vom *Abieto-Piceion*-Unterverband durch reichliches Vorkommen von:

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| <i>Pinus cembra</i> | <i>Listera cordata</i> |
| <i>Rhododendron ferrugineum</i> | <i>Linnaea borealis</i> |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> | <i>Homogyne alpina</i> |
| <i>Juniperus nana</i> | <i>Peltigera aphthosa</i> |
| <i>Empetrum hermaphroditum</i> | <i>Cladonia elongata</i> |
| <i>Lonicera coerulea</i> | <i>Ptilium crista-castrensis</i> |

Dagegen fehlen dem *Rhodoreto-Vaccinion* alle *Fagion*-Arten, die noch im *Abieto-Piceion* vorhanden sind, ferner die im *Abieto-Piceion* verbreiteten:

| | |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Abies alba</i> | <i>Veronica latifolia</i> |
| <i>Melica nutans</i> | <i>Aquilegia atrata</i> |

Das Areal des *Rhodoreto-Vaccinion* ist auf die Hochgebirge und höheren Mittelgebirge beschränkt. Es reicht von den Ostkarpathen und Transsylvanischen Alpen bis

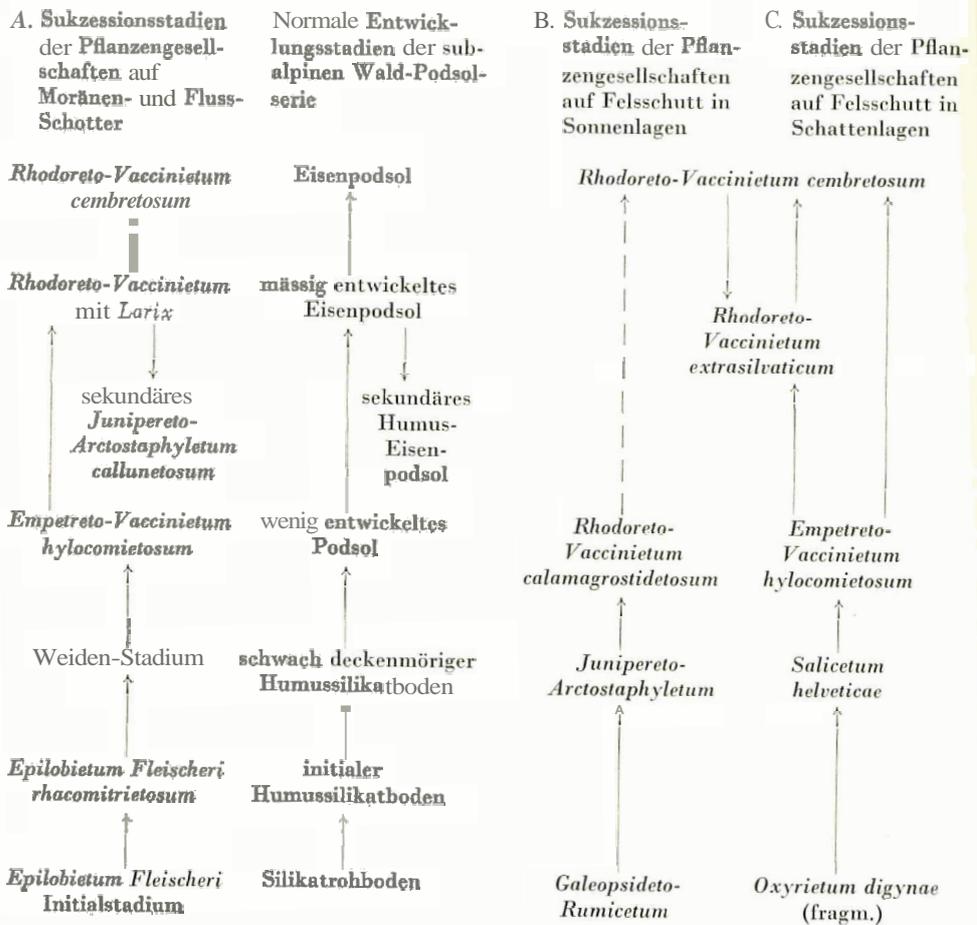
zu den Pyrenäen. Im Nationalpark und angrenzenden Gebieten ist das *Rhodoreto-Vaccinion* durch folgende 4 Assoziationen vertreten:

1. das *Piceetum subalpinum*;
2. das *Rhodoreto-Vaccinietum*;
3. das *Salicetum helveticae*;
4. das *Empetreto-Vaccinietum*.

Während die Assoziationen des *Pineto-Ericion*-Verbandes als Übergangs-Gesellschaften auf unreifen Böden auftreten, haben wir es beim *Vaccinio-Piceion* meist mit Klimaxgesellschaften ausgereifter Böden zu tun. Die Vegetationsentwicklung verläuft infolgedessen stets vom *Pineto-Ericion* (oder *Juniperion nnnae*) zum *Vaccinio-Piceion* und niemals umgekehrt.

Die von Kalkrohböden ausgehenden Entwicklungsserien sind beim *Pineto-Ericion*-Verband schematisch dargestellt worden (s. S. 18). Wir geben hier (Tabelle 11) eine Übersicht über die Vegetationsfolge auf Silikatuntergrund an der oberen Waldgrenze, die unter bestimmten Voraussetzungen in einer verhältnismässig kurzen Zeitspanne zu den Gesellschaften des *Vaccinio-Piceion* führt.

Tabelle 11. Wald- und Bodenentwicklung auf Silikatunterlage in der subalpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Rhodoreto-Vaccinion*). Schematisch.



1. *Piceetum montanum* (Montaner Fichtenwald)

Um ein abgerundetes Bild der Nadelholzgesellschaften zu geben, müssen wir hier eine Fichtenwaldassoziation kurz besprechen, die zwar im Nationalparkgebiet selbst fehlt, aber im angrenzenden tiefergelegenen Teil des Unterengadins wie auch im übrigen Graubünden pflanzensoziologisch und forstwirtschaftlich eine wichtige Rolle spielt. Es ist das *Piceetum montanum*, der Montane Fichtenwald.

Schon H. BEGER (1922) hat bei der Behandlung des Schanfigger Fichtenwaldes in der Tabelle des „*Piceetum excelsae*“ vom normalen Typus ein *Piceetum myrtillosum* als Höhenglied abgetrennt.

Unser *Piceetum montanum* als Assoziation entspricht im grossen ganzen dem normalen Typus, das *Piceetum subalpinum* dem Höhenglied *myrtillosum* des „*Piceetum excelsae*“ BEGERS.

Vom *Piceetum subalpinum*, wie es unten beschrieben wird, ist das *Piceetum montanum* nicht nur der Artenzusammensetzung, sondern auch dem Aussehen nach verschieden. An Stelle aufgelockerter Bestände kräftiger, tief herab beasteter Fichtenpyramiden oder aber „Säulenfichten“ mit Vaccinien- und Alpenrosen-Unterwuchs, herrscht im *Piceetum montanum* die schlank aufstrebende, nur in der oberen Hälfte beastete Baumform dichten Schlusses. Die schwach belichtete Bodenschicht besteht aus einer mehr oder weniger offenen Kraut- und Moosvegetation.

Moose überwiegen namentlich in Beständen jungen und mittleren Alters; die Flechtenbeimischung ist gering. In der Strauchschicht kümmern vereinzelt *Sorbus aria*-Stämmchen neben *Lonicera nigra*, *Rosa pendulina* und gelegentlichen sterilen *Lonicera xylosteum*- und *Corylus*-Sträuchern.

Rhododendron ferrugineum fehlt der Assoziation ganz. Auch die Vaccinien spielen hier im Gegensatz zum *Piceetum subalpinum*, wo sie in der Krautschicht vorherrschen, eine sehr untergeordnete Rolle.

In seiner Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens hat J. BRAUN-BLANQUET (1949) aus Graubünden drei Subassoziationen des *Piceetum montanum* kurz skizziert:

1. die Subassoziation *melicetosum*;
2. die Subassoziation *galietosum*;
3. die Subassoziation *abieto-festucetosum*.

Es hat sich inzwischen ergeben, dass die Subassoziation *abieto-festucetosum* der nebelfeuchten Schattenhänge und Schluchten Nordbündens, die eine Reihe von *Fagion*-Arten, u. a. *Festuca altissima* und *Elymus europaeus*, einschliesst und worin *Abies alba* eine wichtige Rolle spielt, besser vom *Piceetum montanum* abgetrennt und dem *Fagion*-Verband eingegliedert wird (R. KUOCH, 1954).

Die Verbreitung des *Piceetum montanum melicetosum* ist auf die inneralpinen Trockentäler Engadin, Münstertal, Albulatal, Domleschg (selten) mit einer mittleren Niederschlagsmenge von 65 bis 90 cm jährlich beschränkt, während die Subassoziation *galietosum* dem Rheingebiet eigen ist, weniger hoch ansteigt und mehr Regen erhält (bis 130 cm jährlich),

Die Entwicklung des *Piceetum montanum* vom Rohboden bis zum Hochwald kann vielerorts verfolgt werden.

ist das *Rhodoreto-*

reticatae;
vacinietum.

als Übergangs-Gesellschaft-
io-Piceion meist mit
getationsentwicklung
nanae) zum *Vaccinio-*

beim *Pineto-Ericion-*
nier (Tabelle 11)

oberen Waldgrenze,
g kurzen Zeitspanne

subalpinen Stufe der
matisch,

C. Sukzessions-
stadien der Pflan-
zengesellschaften
auf Felschutt in
Schattenlagen

ietum cembretosum

odoreto-
cinietum
silvaticum

Empetreto-
Vaccinietum
hylocomietosum

Salicetum
helveticae

Oxyrietum digynae
(fragm.)

Auf **Kalk-** und Bündnerschiefer-Hangschuttist bei entsprechendem Klima entweder das *Petasitetum paradoxo* oder das *Stipetum calamagrostidis* Ausgangsgesellschaft. In **trockenen** Sonnenlagen folgt das *Pineto-Ericion*, und auf dieses stellt sich bei nicht zu starker Hangneigung das *Piceetum montanum* ein.

Rascher verläuft die Sukzession in **Schattenlagen** und auf feuchteren, zum Beispiel Schwemm-Böden. Solange die Höhe des Grundwasserstandes das Gedeihen des *Alnetum glutinoso-incanae* gestattet, ist *Pinus silvestris* ausgeschlossen. Erst mit der **Tieferlegung** des Flussbettes stellen sich **Waldföhren** ein und wirken auf den etwas erhöht liegenden kiesigen Stellen als Sukzessionszentren. Die noch älteren, höherliegenden **Kiesterrassen** sind von moos- und flechtenreichen Anfangsstadien des *Ericeto-Pinetum* besiedelt, worin bei ungestörter Weiterentwicklung die Fichte Fuss fasst. Auf **Schlamm-boden** gelingt es der Fichte nach **Senkung** des Grundwasserstandes, direkt im *Alnetum glutinoso-incanae* aufzukommen und *Alnus incana* durch **Beschattung** und Nadelfall zu verdrängen. Diese Sukzessionsverhältnisse sind besonders **schön** an der Albula und am Inn unterhalb Ramosch zu beobachten.

Auf den **nordexponierten** Silikat-Schnthängen des Unterengadins, von Lavin an abwärts, keimt die Lärche prachtvoll schon in den **Initialstadien** der Schuttgesellschaften, namentlich in verarmten Ausbildungen des *Galeopsideto-Rumicetum*. Diese **Initialgesellschaft** wird, sobald die **Schuttbewegung einigermaßen** nachlässt, abgelöst durch ein hochstaudenreiches Stadium, **worin** *Festuca heterophylla*, *Poa nemoralis*, *Trifolium pratense*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Heracleum montanum*, *Picris hieracioides* vorherrschen. Im dritten Stadium wächst der **Lärchenjungwald** heran. Durch **Beschattung und Nadelfall verdrängt** er die **meisten Hochstauden** und bereitet dem **Fichtenwald** den Boden vor. Als viertes und letztes Stadium stellt sich die **Klimaxgesellschaft**, das *Piceetum montanum melicetosum*, ein. Alle **Entwicklungsstadien** kann man gelegentlich nebeneinander beobachten, so unter anderem sehr aufschlussreich am Steilhang von **Clissura** jenseits Ramosch: ein schönes Beispiel für die **Erneuerungskraft** des durch Felssturz vernichteten montanen Fichtenwaldes.

a) *Piceetum montanum galietosum* (labkrautreicher Montaner Fichtenwald)

Der in den nördlichen **Alpentälern** weitverbreitete *Galium rotundifolium*-Fichtenwald ist die ertragreichste Wald-Assoziation Graubündens. Sie **dring** aus den unteren Tallagen im Einzugsgebiet des Rheins bis ins Hinterprätigau, ins Schanfigg bis Langwies, ins Domleschg und im Oberland bis gegen Disentis. Dagegen fehlt sie in den zentralen Bündner Tälern; sie ist dort durch die Subassoziation *melicetosum* vertreten.

In Tabelle IX ist eine Reihe von Aufnahmen aus dem nördlichen und mittleren Graubünden (Rhein-, Landquart-, Plessurgebiet) zusammengestellt.

Diese Aufnahmen stammen von folgenden Orten:

1. Oberhalb Weihermühle Bonaduz, 750 m, Bündnerschiefer. Tannen-Fichtenmischwald.
2. Oberhalb Campi, 920 m, Bündnerschiefer-Blockhang. Hochwald von bestem Gedeihen. Strauchschicht fehlt.
3. Nordhang gegenüber Küblis, 900 m, Bündnerschiefer.
4. Thusis gegen Cazis, 750 m, Bündnerschiefer. *Picea* in bester Qualität.
5. Tavanasa, oberhalb der Rheinbrücke, 830 m, Verrukano-Blockschutt.
6. Jenseits Ruif bei Ilanz, 760 m, Verrukano. Reiner Fichtenhochwald bester Verfassung.
7. Gegen Crapteig bei Thusis, 870 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* gute bis sehr gute Qualität.

schendem Klima ent-
stidid Ausgangsgesell-
auf dieses stellt sich

ichtereren, zum Beispiel
s Gedeihen des *Alnetum*
l. Erst mit der Tiefer-
auf den etwas erhöht
teren, höherliegenden
t des *Ericeto-Pinetum*
s fasst. Auf *Schlamm-*
es, direkt im *Alnetum*
attung und Nadelfall
bn an der *Albula* und

gadins, von *Lavin* an
ien der *Schuttgesell-*
eto-Rumicetum. Diese
n nachlässt, abgelöst
vylla, *Poa nemoralis*,
m, *Picris hieracioides*
d heran. Durch *Be-*
bereitet dem *Fichten-*
e *Klimaxgesellschaft*,
dien kann man *gele-*
chlussreich am Steil-
die *Erneuerungskraft*

r Fichtenwald)

stundifolium-Fichten-
ängt aus den unteren
Schanfigg bis Lang-
egen fehlt sie in den
melicetosum vertreten.

llichen und mittleren
llt.

Fichtenmischwald.
von bestem Gedeihen.

ald bester Verfassung.
Picea gute bis sehr gute

8. Motschna bei Seewis im Prätigau, 900 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* beste Qualität.
9. Oberhalb Küblis, 1000 m, kalkreicher Moränenschutt. *Picea* beste Qualität.
10. Zwischen Küblis und Dalvazza, 870 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* gute Qualität.
11. Zwischen Bonaduz und Versam, 750 m, Bündnerschieferschutt. *Picea* gute Qualität.
12. Hang jenseits Station Küblis, 860 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* gute Qualität.
13. Hinter Crapteig bei Thusis, 840 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* gute Qualität.
14. Con bei Flims, 960 m, Kalkschutt. Fichtenhochwald bester Qualität.
15. Oberhalb der Emser Maiensäse, 1250 m, kalkreicher Bündnerschiefer. *Picea* gute Qualität.
16. Unterhalb der Langwieser Eisenbahnbrücke, Waldterrasse, 1200 m. *Picea* gute bis sehr gute Qualität.
17. Bei Langwies, 1300 m, kalkreicher Alluvialschutt. *Picea* beste Qualität.

In den obigen Aufnahmen kommen ferner vor:

Zweimal: *Acer pseudoplatanus* (12, 16), *Agrostis capillaris* (8, 9), *Bellidiastrum Michellii* (3, 15), *Cardamine impatiens* (6, 9), *Carex montana* (14, 17), *Dryopteris phegopteris* (5, 6), *Moehringia trinervia* (5, 10), *Petasites albus* (3, 6), *Polypodium vulgare* (4, 5), *Poa nemoralis* (5, 6), *Rubus* sp. (10, 11), *Salvia glutinosa* (4, 7), *Valeriana tripteris* (7, 13), *Veronica chamaedrys* (6, 10), *Vicia silvatica* (1, 11) – *Lophozia barbata* (7, 10).

Einmal: *Agropyron caninum* (6), *Berberis vulgaris* (7°), *Blechnum spicant* (12), *Bromus Benekeni* (7), *Campanula trachelium* (9°), *Carex humilis* (16), *Carex pallescens* (9), *Cephalanthera rubra* (11), *Coronilla emerus* (6), *Deschampsia flexuosa* (5), *Festuca silvatica* (3), *Knautia silvatica* (10), *Lamium galeobdolon* (14), *Larix* (2), *Luzula multiflora* (12), *Moehringia muscosa* (2), *Monotropa hypopitys* (14), *Paris quadrifolia* (15), *Phyteuma spicatum* (8), *Polygonatum officinale* (4), *Potentilla erecta* (17°), *Ranunculus lanuginosus* (7), *Rhamnus frangula* (1), *Satureia officinalis* (7°), *Saxifraga cuneifolia* (5), *Selaginella helvetica* (10), *Sieglingia decumbens* (12), *Tussilago farfara* (9) – *Cladonia furcata* (3), *Cetraria islandica* (16).

Die reiche Pilzflora konnte leider nicht berücksichtigt werden. *Cantharellus cibarius* wie auch die *Clavaria*- und *Russula*-Arten sind in diesen Wäldern häufig. Es ist zu wünschen, dass die Zugehörigkeit der Pilze zu den verschiedenen Waldgesellschaften bald auch zum Gegenstand der Untersuchung gemacht wird (vgl. hierüber namentlich die Arbeiten aus der Schule von HÖFLER, Wien, und die Übersicht von H. HUECK, 1952).

Unsere Tabelle enthält 17 gutentwickelte Einzelbestände mit etwa 25–35 Arten pro 100 m², epiphytische Moose und Flechten nicht mitgerechnet. Die Epiphytenvegetation ist übrigens viel schwächer entwickelt als im feuchtkühlen *Piceetum subalpinum*.

In der Baumschicht herrscht fast stets die Fichte, doch kommt auch eine Variante mit stark vorherrschender Weisstanne vor (Aufnahmen 1 und 2).

Unter den mächtig aufstrebenden Stämmen gibt es Prachtsgestalten; 3540 m hohe, kerzengerade Tannen- und Fichtenstämme sind nicht allzu selten; in den Churer Waldungen haben wir Fichten von 4–6 m Stammesumfang in Brusthöhe gemessen.

Der dichte Kronenschluss beeinträchtigt das Aufkommen einer Strauch- oder Kleinstrauchschiebt (Unterschied gegenüber dem *Piceetum subalpinum*). Vereinzelt vorkommende Sträuchlein gelangen kaum je zur Blüte, geschweige denn zur Fruchtbildung.

Ein weiterer Unterschied gegenüber dem *Piceetum subalpinum* zeigt sich im spärlicheren Vorkommen der subalpinen Verbands- und Ordnungs-Charakterarten, vor allem in der weit vorherrschenden *Eurhynchium striatum*-*Picea*-Variante, der die Mehrzahl unserer Aufnahmen angehört. Diese reicht, bis zirka 1000 m; höher oben (bis 1300 m) ist sie durch eine *Lonicera nigra*-*Mnium*-Variante vertreten (Aufnahmen

11, 12, 13), der *Eurhynchium* und die meisten Laubwald-Arten fehlen, wogegen die Piceion-Arten besser vertreten sind.

Carex alba, herdenbildend und durch lange Ausläufer sich ausbreitend, tritt gelegentlich faziesbildend auf. Im Jura kommt diese Segge auch in einer Fagion-Gesellschaft (*Cariceto-Fagetum*) reichlich vor (M. MOOR 1952), nach ihrem Gesamtvorkommen in Europa muss sie indessen als *Vaccinio-Piceetalia*-Charakterart gewertet werden. Ihr stärkstes Massenvorkommen liegt wohl im *Pineto-Ericion*. Auch die in gewissen Fagion-Gesellschaften des Juras nach MOOR (1952) reichlich auftretenden *Pyrola secunda*, *Rubus saxatilis*, *Rosa pendulina*, *Lonicera nigra*, *Vaccinium myrtillus* gehören, nach ihrer Hauptverbreitung und nach ihrem Massenaufreten in Europa zu schliessen, nicht zu den Fagetalia-, sondern zu den *Vaccinio-Piceetalia*-Arten.

In der gutentwickelten Moosschicht machen sich *Eurhynchium striatum*, *Hylocomium proliferum* und *Rhytidiadelphus triquetrus* breit; die in den Fagion-Wäldern gemeine *Catharinea undulata* ist im *Piceetum montanum galietosum* durch die seltene *Catharinea* Hausknechtii, eine Charakterart der Gesellschaft, vertreten.

Das Lebensformenspektrum der Kraut- und Moosschicht, nach dem Deckungswert berechnet, hat im *Piceetum montanum galietosum* folgende Zusammensetzung:

| | |
|-------------------|-----|
| Bryo-Chamaephyten | 52% |
| Hemikryptophyten | 20% |
| Geophyten | 16% |
| Therophyten | 10% |
| Chamaephyten | 2% |

Die Bodendecke besteht zur Hauptsache aus Moosen: *Eurhynchium striatum* und *Hylocomium proliferum* machen zusammen etwa 70% aus.

In der Krautschicht herrschen Hemikryptophyten und Geophyten (*Oxalis* 21%, *Carex alba* 5%), der Therophyt *Melampyrum silvaticum* ist mit 16% verhältnismässig stark vertreten.

Den Ansprüchen an die Bodenreaktion nach ist die vorherrschende Artenverbindung azidophil-neutrophil; einige basiphile Begleiter halten sich vor allem an skelettreiche Böden oder an Stellen, wo das Bodenprofil Kalkblöcke einschliesst.

Im nördlichsten Bünden, in der Herrschaft und im Prätigau, nebelreichen Gebieten mit mehr als 100 cm Jahresniederschlag, wo an warmen Hängen Laubholzgesellschaften, vor allem das *Fagetum praealpinum* auftreten, kommt es auch zur Ausbildung von Mischungen mit Fagion-Gesellschaften. Sie werden in der Regel durch forstliche Eingriffe begünstigt. Hierauf vor allem ist die Zunahme der Buche in den Churer Wäldungen zurückzuführen, wo in den letzten 80 Jahren viele Buchen gepflanzt worden sind.

Die *Galium rotundifolium*-Subassoziation des *Piceetum montanum* ist im nördlichen Graubünden zwischen 550 und 1200 (1300) m weit verbreitet.

Im benachbarten Sernftal, gegen die Erbsalp (Kanton Glarus, 1200 m), haben wir mit der Glarner Naturforschenden Gesellschaft einen hundertjährigen natürlichen Fichtenhochwald aufgenommen, der wohl ebenfalls zum *Piceetum montanum galietosum* zu stellen ist.

Die 20 bis 25 m hohe, gutwüchsige Fichte bildet hier ca. 90% der Baumschicht. Der Unterwuchs einer 100 m²-Fläche deckt etwa 60% des Bodens und besteht aus:

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 2.2 <i>Oxalis acetosella</i> | + <i>Geranium Robertianum</i> |
| 2.1 <i>Hieracium murorum</i> | + <i>Viola silvestris</i> |
| 1.2 <i>Galium rotundifolium</i> | + <i>Viola biflora</i> |
| 1.2 <i>Luzula luzulina</i> | + <i>Daphne mezereum</i> ^o |

- | | |
|---|--|
| 1.1 <i>Cicerbita muralis</i> | + <i>Chaerophyllum hirsutum</i> ^o |
| 1.3 <i>Mnium spinosum</i> | + <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| + <i>Polypodium vulgare</i> | + <i>Ajuga reptans</i> |
| + <i>Poa nemoralis</i> | + <i>Galeopsis tetrahit</i> |
| + <i>Deschampsia flexuosa</i> | + <i>Lamium galeobdolon</i> |
| + <i>Carex silvatica</i> | + <i>Veronica latifolia</i> |
| + <i>Luzula silvatica</i> ssp. <i>Sieberi</i> | + <i>Veronica officinalis</i> |
| + <i>Epipactis atropurpurea</i> | + <i>Veronica chamaedrys</i> |
| + <i>Corallorrhiza trifida</i> | + <i>Valeriana montana</i> |
| + <i>Paris quadrifolia</i> | + <i>Campanula rotzmdifolia</i> |
| + <i>Moehringia trinervia</i> | + <i>Phyteuma spicatum</i> |
| + <i>Ranunculus breynianus</i> | + <i>Adenostyles glabra</i> |
| + <i>Sorbits aucuparia</i> ^o | + <i>Prenanthes purpurea</i> |
| + <i>Fragaria vesca</i> | + <i>Senecio nemorensis</i> |
| | + <i>Hieracium vulgatum</i> |

Der zugehörige Boden ist eine flach- bis mittelgründige podsolige Braunerde auf Taveyannaz-Sandstein mit Kalkbrocken. Der Kalkgehalt des Untergrunds wird schon durch das Vorhandensein der kalksteten *Epipactis atropurpurea*, *Valeriana montana* und *Adenostyles glabra* angezeigt.

Aus den Savoyer Alpen gibt M. GUINOCHET (1940) Aufnahmen eines unserem *Piceetum montanum galietosum* floristisch nahestehenden Bestandes ohne *Fagion*-Arten. *Picea-Abies*-Wälder im Trockengebiet der Maurienne oberhalb St. Michel nähern sich der Subassoziation *melicetosum*.

Wie weit die Subassoziation ostwärts vorstösst, bleibt noch festzustellen. Aufnahmen aus Kärnten von E. AICHINGER (1933) zeigen nahe Beziehungen, unterscheiden sich aber von der Subassoziation *galietosum* durch einige östliche Einsprengsel wie *Helleborus niger*, *Aremonia agrimonioides* und andere.

Obwohl wir es mit einer wirtschaftlich hervorragend wichtigen Waldgesellschaft zu tun haben, ist ihr Haushalt experimentell noch kaum untersucht; dagegen vermittelt namentlich die schweizerische forstliche Literatur wertvolle Unterlagen zur Kenntnis der Ansprüche und Lebensverhältnisse, wie auch des Ertrags der Fichte (vgl. vor allem die unter Leitung von H. BURGER herausgegebenen Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen).

Die maximale Wuchsleistung des Baumes liegt nach den schweizerischen Ertrags- tafeln in den Voralpen bei 60–80 Jahren. Die Stammzahl schwankt je nach Bonität zwischen 515 (I. Bonität) und 1040 (5. Bonität) je Hektar. Sie ist bedeutend höher als beim wärme-klimatisch ungünstiger gelegenen *Piceetum subalpinum*.

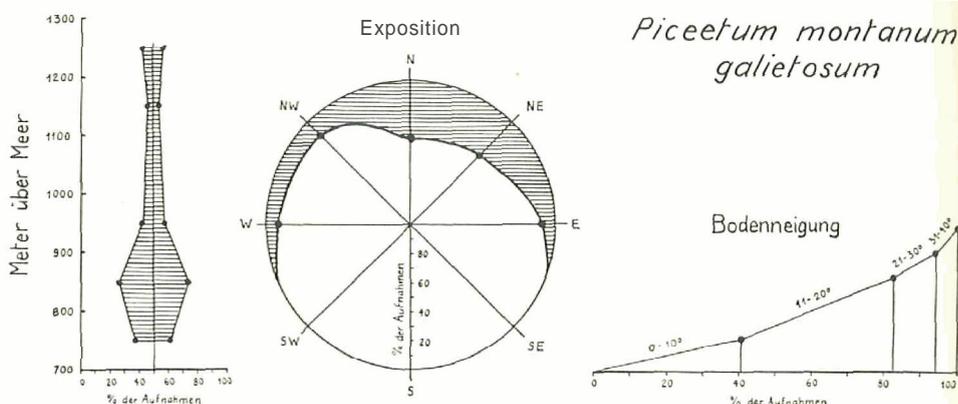
Die mittlere Jahres temperatur der meteorologischen Beobachtungsstationen im Gebiet des *Piceetum montanum galietosum* schwankt zwischen 5,5 und 8,5° C, im Bereich des *Piceetum subalpinum* dagegen nur zwischen 2,5 und 5,5°. Weniger verschieden sind die jährlichen Niederschlagsmengen, doch fällt im Gebiet des *Piceetum montanum galietosum* mit etwa 90–120 (130) cm im Durchschnitt weniger Regen als im Bereich des *Piceetum subalpinum*, das im Hinterrheingebiet bis in den Bereich von 200 cm Niederschlag vorstösst. Da die meisten Niederschläge in der Hauptvegetationszeit von Juni bis Ende September niedergehen, kommen sie dem Wald in hohem Masse zugute.

Von den grossklimatischen Werten weichen die Humiditätsverhältnisse im Innern des Fichtenwaldes erheblich ab; starke Beschattung, Moos- und Kleinstrauch- decke, welche die Feuchtigkeit lange festhalten, schaffen eine feuchtigkeitsgesättigte

Atmosphäre, die die Verdunstung herabsetzt. Das Mikroklima ist ausgeglichener; die Humidität gegenüber der Freilage bedeutend erhöht.

Die Subassoziation bevorzugt ausgesprochen Sr.hattlagen oder (Aufnahmen 6, 12, 13) sehr schwach geneigte Stellen: in Südlage ist sie floristisch verarmt. An Steilhängen kommt auch eine sehr artenarme, stellenweise nahezu gefässpflanzen- und moosfreie Variante vor. Bei stärkerer Durchlichtung des Bestandes oder auch etwa an Wind- und Schneebruchflecken gewinnt in der Krautschicht öfter *Melampyrum silvaticum* die Oberhand, und es kann zur Ausbildung einer *Melampyrum*-Variante kommen.

Die Verteilung der Einzelbestände der Subassoziation auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen ist in Figur 9 graphisch dargestellt.



Figur 9. Verteilung der Aufnahmen des *Piceetum montanum galietosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Von den verschiedenen Blütagesteinen im bündnerischen Verbreitungsbereich des *Piceetum montanum galietosum* sind kalkarme Silikatgesteine selten: $\frac{9}{10}$ unserer Aufnahmen sind über kalkreicher Unterlage gemacht worden.

Nur die Bestände 4 und 3, aus dem Verrukanogebiet des Bündner Oberlandes, bei Ruis und Tavanasa, stocken auf kalkarmem Silikat: nur diese beiden Bestände enthalten *Poa nemoralis* und *Dryopteris phegopteris*. Die beiden extremen Kalkflieher *Deschampsia flexuosa* und *Saxifraga cuneifolia* sind auf Aufnahme 5 beschränkt, welche Aufnahme sich dadurch dem südalpinen *Piceetum transalpinum* nähert. Sie deutet auf das Vorhandensein einer azidophilen Subassoziation des *Piceetum montanum* diesseits der Alpen.

Das Bodenprofil ist im optimalen *Piceetum montanum* normalerweise schwach podsoliert, aber ohne dass es zur Ausbildung eines ausgesprochenen Bleicherdehorizontes kommt, wie er im *Piceetum subalpinum* gewöhnlich vorhanden ist. Das normale Bodenprofil im *Piceetum montanum galietosum* ist vielmehr die podsolierte Braunerde.

b) *Piceetum montanum melicetosum* (perlgrasreicher Montaner Fichtenwald)

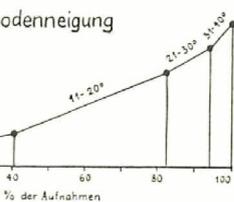
Mit der Annäherung an den bündnerischen Hochboden nehmen Niederschläge und Luftfeuchtigkeit ab, die Temperaturextreme aber zu. Wenn im Spätherbst die Nebeldecke von Norden her in die Alpentäler hereinflutet, so stösst sie selten über Chur

st ausgeglichener; die

en oder (Aufnahmen
sch verarmt. An Steil-
gefäßpflanzen- und
andes oder auch etwa
at öfter *Melampyrum*
Melampyrum-Variante

verschiedenen Höhen-
graphisch dargestellt.

icum montanum
galietosum



auf die verschiedenen

in Verbreitungsbereich
e selten; $\frac{9}{10}$ unserer

Bündner Oberlandes,
iese beiden Bestände
extremen Kalkflieher
5 beschränkt, welche
ähert. Sie deutet auf
icum montanum dies-

ormalerweise schwach
Bleicherdehorizontes
Das normale Boden-
ge Braunerde.

er Fichtenwald)

en Niederschläge und
Spätherbst die Nebel-
sie selten über Chur

hinaus vor und überschreitet nie den Felsriegel am Ausgang des Domleschg. Das zentral-gelegene Belfort und Oberhalbstein liegen schon ganz ausserhalb der klimatischen Einflußsphäre der humiden Voralpen.

Zwar bildet der Montane Fichtenwald auch in Innerbünden die wichtigste Waldgesellschaft tieferer Lagen, er erscheint aber in besonderer Ausprägung und ist als Subassoziation *melicetosum* dem *Piceetum montanum galietosum* gegenüberzustellen.

Dem *Piceetum montanum melicetosum* fehlen einige Charakterarten wie *Galium rotundifolium* und *Catharinea Hausknechtii*. Eine wichtige Differentialart ist auch das Laubmoos *Eurhynchium striatum*, das im *Piceetum montanum melicetosum* sehr selten auftritt.

Dafür bietet das *Piceetum montanum* der inneralpinen Täler in Menge *Melica nutans*¹⁾ (daher *Piceetum montanum melicetosum*), ferner *Goodyera repens*, *Knautia silvatica*, *Anemone hepatica* und andere.

Die Aufnahmen des *Piceetum montanum melicetosum* sind in Tabelle X zusammengestellt.

Sie sind im Domleschg, im Albulatal (Belfort), im Unterengadin und Inntal bei Landeck und im Münstertal gemacht worden:

1. Nordhang zwischen Tiefenkaasel und Surava, 1050 m, Bündnerschiefer- und Kalkschutt. *Picea* gute Qualität.
2. Tiefenkaasel, oberhalb des Dorfs am Nordhang, 1060 m, Kalkschutt. *Picea*, *Abies* und auch *Pinus silvestris* sehr schön.
3. Tiefenkaasel, westlich des Dorfes gegen Plattas, 970 m, kalkreicher Sturzschutt. *Picea* schön.
4. Ob Vinadi (Weinberg), 1280 m, Bündnerschiefer.
5. Oberhalb Feldis, 1500 m, karbonatreiche Moräne.
6. Jenseits Selamisot, 1060 m, Bündnerschieferschutt.
7. Jenseits Selamisot, am rechten Innufer, 1050 m, Bündnerschieferschutt.
8. Jenseits Plattamala, 1170 m, Silikatschutt und Moränenmaterial.
9. Chesnas da daint bei Ramosch, 1100 m, Silikatschutt.
10. Ovellahof unterhalb Martina, 1150 m, Bündnerschieferschutt.
11. Selamisot am linken Innufer, 1100 m, Bündnerschiefer.
12. Val Sinestra bei Zuort sot Chalderas, 1700 m, kalkreicher Schotter.
13. Jenseits Lavin, 1480 m, Silikat-Blockschutt.
14. Fora de la Völp bei Sent, 1170 m, kalkfreier Schutt.
15. Aschera, 1410 m, Silikat- und Kalkschutt.
16. Bei Val Tramlai, Ramosch, 1130 m, Silikat-Blockschutt.
17. Guad jenseits Mustair, 1480 m, Gneis.
18. Clissura bei Ramosch, 1180 m, Silikatschutt.
19. Ausgang von Val Vau, 1490 m, Gneis.
20. Eingang des Avignatals, rechtsseitig, 1460 m, Silikat.
21. Jenseits Mustair, bei der Einsiedelei, Silikatschutt.
22. Santa Maria, oberhalb des Schiesstandes, Silikat.
23. und 24. Nordhang oberhalb Landeck, 940 und 930 m (mit G. KIELHAUSER).

Ausser den in Tabelle X aufgeführten Arten kommen in den Aufnahmen noch vor:

Dreimal: *Corylus avellana* (1, 7, 14), *Platanthera bifolia* (6, 8, 10), *Polypodium vulgare* (21, 23, 24), *Rubus idaeus* (16, 10, 21), *Veronica chamaedrys* (2, 9, 18), *Vicia silvatica* (10, 13, 16), *Sesleria coerulea* (1, 2, 19) – *Polytrichum attenuatum* (16, 20, 22).

Zweimal: *Athyrium filix-femina* (16, 14), *Bellidiastrum Michellii* (4, 14), *Calamagrostis varia* (4, 6), *Campanula trachelium* (8, 9), *Cardamine impatiens* (14, 22), *Carduus defloratus* (1, 10), *Carex humilis* (5, 6), *Carex montana* (1, 2), *Daphne mezereum* (3, 14), *Geranium silvaticum* (14,

¹⁾ *Melica* bleibt aber oft steril und kann leicht übersehen werden.

22), *Laswpitium Gaudini* (1, 3), *Lathyrus pratensis* (14, 16), *Lathyrus vernus* (3, 15), *Lonicera alpigena* (13, 14), *Milium effusum* (14, 15), *Moehringia trinervia* (17, 21), *Poa nemoralis* (14, 22), *Polygonatum verticillatum* (3, 23), *Quercus-Keimlinge* (23, 24), *Valeriana tripteris* (19, 22), *Viola collina* (7, 10) – *Drepanocladus uncinatus* (19, 22), *Eurhynchium striatum* (3, 5), *Lophozia Floerkei* (17, 19), *Mnium orthorrhynchum* (17, 19), *Pohlia cruda* (19, 22), *Timmia austriaca* (19, 22).

Einmal: *Aconitum lycocionum* (14), *Aegopodium podagraria* (5), *Asplenium trichomanes* (23), *Brachypodium pinnatum* (6), *Carex montana* (5), *Chaerophyllum hirsutum* ssp. *Villarsii* (14), *Chrysanthemum leucanthemum* (19), *Cotoneaster tomentosus* (6), *Epilobium montanum* (6), *Epipactis latifolia* (2°), *Euphorbia cyparissias* (7), *Galeopsis tetrahit* (9), *Galium pumilum* (8), *Galium silvaticum* (8), *Geranium Robertianum* (21), *Lilium martagon* (14), *Mercurialis perennis* (3), *Neottia nidus-avis* (10), *Petasites albus* (13), *Phyteuma ovatum* (4), *Potentilla erecta* (2), *Prunus padus* (14), *Pteridium aquilinum* (21), *Pyrola chlorantha* (19), *Rhamnus cathartica* (8), *Sambucus ebulus* (18), *Ulmus scabra* (24), *Valeriana montana* (14), *Vicia sepium* (14), *Viola rupestris* (9) – *Bartramia norvegica* (22), *Bryum capillare* (17), *Dicranum longifolium* (19), *Eurhynchium strigosum* (19), *Fissidens decipiens* (5), *Pohlia nutans* (20), *Polytrichum alpinum* ad var. *silvaticum* (22), *Polytrichum juniperinum* (9), *Pterigynandrum filiforme* var. *decipiens* (22), *Rhodobryum roseum* (19), *Schwopodium purum* (2), *Stereodon cupressiforme* (5) – *Lophozia barbata* (16), *Metzgeria furcata* (23).

Das Lebensformenspektrum der Kraut- und Mooschicht, nach dem Deckungswert der Arten berechnet, ergibt folgendes Bild:

| | |
|-------------------|-----|
| Bryo-Chamaephyten | 60% |
| Hemikryptophyten | 14% |
| Therophyten | 13% |
| Geophyten | 12% |
| Chamaephyten | 1% |

Die Deckungsverhältnisse der Arten im Piceetum *montanum melicetosum* sind jenen in der Subassoziation *galietosum* ähnlich; auch hier herrschen die Bryo-Chamaephyten vor und sind die Chamaephyten sehr schwach vertreten.

Innerhalb der Subassoziation *melicetosum* unterscheiden wir vorderhand zwei Varianten:

1. *Carex alba*-Variante (Aufnahmen Nr. 1–9). Enthält meist reichlich *Carex alba* und unterscheidet sich auch durch das häufigere Vorkommen von *Anemone hepatica*, *Solidago virga-aurea* und durch das viel spärlichere Vorhandensein der Verbandscharakterarten des *Vaccinio-Piceion*. *Abies alba* ist nur in dieser Variante vertreten. Sie kommt im Unterengadin, Belfort und Domleschg auf Karbonatunterlage vor.

2. *Lycopodium-Peltigera*-Variante. Entspricht einer etwas feuchteren Ausbildung und ist durch *Lycopodium annotinum*, *Peltigera aphthosa*, *Peltigera canina* und zahlreichere *Vaccinio-Piceion*-Charakterarten ausgezeichnet. Diese Variante wurde bisher nur im Unterengadin von Lavin bis zur Landesgrenze und im Münstertal festgestellt; sie neigt gegen das Piceetum subalpinum hin.

In der Subassoziation *melicetosum* sind die Charakterarten des Piceetum *montanum* spärlich vertreten. Zwei der auffälligsten, *Epipogium aphyllum* und *Galium triflorum*, erscheinen nur in je 1 oder 2 Aufnahmen. Während aber *Epipogium* gelegentlich auch in der Subassoziation *galietosum* auftritt, bleibt *Galium triflorum* ausschließlich auf das Piceetum *montanum melicetosum* beschränkt. Das seltene nordische Glazialrelikt steht im Fichtenwald jenseits Ramosch und zwischen Nairs und Fontana stellenweise reichlich. In den Fichtenwäldern Fennoskandiens ist die Art verbreitet.

ernus (3, 15), *Lonicera*
Poa nemoralis (14, 22),
 tripteris (19, 22), *Viola*
 (3, 5), *Lophoria Floerkei*
mia austriaca (19, 22).

Asplenium trichomanes
hirsutum ssp. *Villarsii*
Illecebrum montanum (6),
Galium pumilum (8),
), *Mercurialis perennis*
), *Potentilla erecta* (2),
Rhamnus cathartica (8),
 sepium (14), *Viola ru-*
rgifolium (19), *Eurhyn-*
chium alpinum ad var. *sil-*
-decipiens (22), *Rhodo-*
Lophozia barbata (16),

nach dem Deckungs-

um *melicetosum* sind
 en die **Bryo-Chamae-**

vir vorderhand zwei

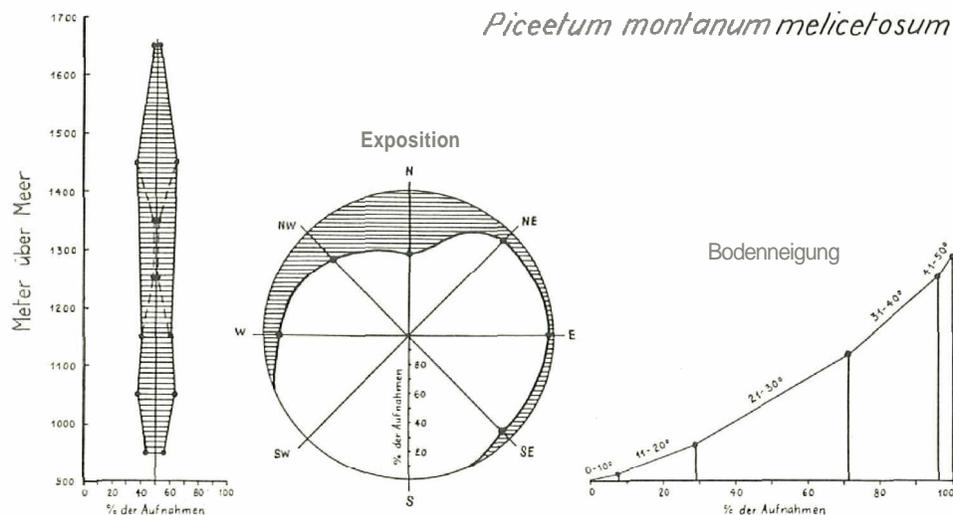
neist reichlich *Carex*
 1 von *Anemone hepa-*
 ensein der **Verbands-**
 r Variante **vertreten**,
 atunterlage vor.

twas feuchteren *Aus-*
 isa, *Peltigera canina*
 Diese Variante wurde
 I im **Münstertal** fest-

; *Piceetum montanum*
 und *Galium triflorum*,
 um gelegentlich auch
 n ausschliesslich auf
 rdische Glazialrelikt
 Fontana stellenweise
 reitet.

Den Ansprüchen an den Standort entsprechend alterniert das *Piceetum montanum melicetosum* im **Unterengadin** und im **Albulatal** oft mit dem **Pineto-Ericetum**, wobei das **Pineto-Ericetum** die trockeneren Sporne und Buckel, das *Piceetum montanum* aber die flacheren **Hangeinbuchtungen** besiedelt. In reiner Südexposition ist das *Piceetum montanum melicetosum* durch das **Pineto-Ericetum** und **Ononido-Pinetum** ersetzt, und auch in SE- und SW-Lage erscheint es selten, **ausgenommen** auf den tiefergründigen Böden flacher Hangstufen, wo es mit dem **Pineto-Ericetum** erfolgreich in Wettbewerb tritt.

Die Verteilung der Einzelbestände der **Subassoziatio**n auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und **Bodenneigungen** ist in Figur 10 graphisch dargestellt.



Figur 10. Verteilung der Aufnahmen des *Piceetum montanum melicetosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Während die Subassoziatio *galietosum* in Graubünden etwa 900–1200 mm und anderwärts auch noch höhere Jahresniederschläge empfängt, ist die **Subassoziatio melicetosum** in Graubünden auf Gebiete mit weniger als 900 mm Jahresregen beschränkt.

Die mittlere Jahrestemperatur im Klimaxgebiet des *Piceetum montanum melicetosum* schwankt zwischen 3,5 und 6,5° C.

Der Zusammensetzung der Vegetationsdecke nach zu urteilen ist das Mikroklima im **Innern** der Subassoziatio *melicetosum* erheblich trockener und weist auch grössere **Wärmeschwankungen** auf als in der Subassoziatio *galietosum*, was unter anderem aus dem Vorkommen von *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus saxatilis*, *Anemone hepatica* zusammen mit *Pleurozium Schreberi* und dem Fehlen von *Eurhynchium* und den **Fagion-Arten** im *Piceetum montanum melicetosum* geschlossen werden kann.

Das Bodenprofil des *Piceetum montanum melicetosum* zeigt einen wenige Zentimeter dicken, **festverwebten**, faserigen Rohhumus-Horizont (**A₀**) aus **Moosresten** und Fichtennadeln, auf den ein 5–10 cm dicker, lockerer, schwarzgrauer, krümeliger und gut durchwurzelter **A₁**-Horizont folgt. Im **Übergang** von **A₀** zum **A₁** herrschen halb-

verrottete Pflanzenteile vor, hauptsächlich **Baumadeln**; der **A_{0,1}-Horizont** ist stark **verpilzt**.

Die tieferen **petrogenen** Horizonte sind je nach der geologischen Unterlage verschieden. – Über kalkreichem **Bündnerschieferschutt** folgt ein **kA₁-Horizont**, mehr oder weniger kalkreich, gut gekrümelt, dunkelgrau, mit **zahlreichen** kleinen und mittelgrossen Steinen; hierauf der lockere **Felsschutt**. – Auf **Silikatblockschutt** folgt ein **A₁-Horizont** aus einer **2540 cm** (und mehr) mächtigen, ziemlich kompakten, kalkfreien, **gutdurchwurzelten skelettreichen Feinerdeschicht**.

Die Böden auf Moränen- und **Flussterrassenschotter** zeigen deutliche **Podsolierungstendenz**. Ganz besonders schön ist dies an einem frisch aufgeschlossenen **Strassenanschnitt** in Plattamala unterhalb Ramosch (1100 m) sichtbar.

Auf den 10–15 cm dicken schwarzgrauen **Humushorizont** folgt ein 20 cm mächtiger gelbgrauer **kiesreicher Bleicherdehorizont** und hierauf ein **B-Horizont**: 20 cm intensiv **rotbraune, kalkfreie Feinerde** mit eingebackenen **Grobkies**. Die Unterlage bildet eine alte **Kiesbank** des Inns.

Weil die biogenen Horizonte der **Bodenprofile** über kalkreichem **Bündnerschiefer** wie über Silikat und gemischtem **Terrassenschotter** sehr ähnlich sind, ist auch die **Vegetationsdecke** ähnlich zusammengesetzt. Die **Klimaxgesellschaft** ist somit von der Gesteinsunterlage weitgehend **unabhängig**.

Unsere Tabelle entbehrt **kalksteter** Arten **vollständig**; wenn sich solche **vorfinden**, so deuten sie entweder auf **zutagetretende Kalkschieferblöcke** oder auf **flachgründige** Stellen. Unter den **zufälligen** Arten sind es zum **Beispiel** die **spärlich** eingesprengte Kalkpflanzen: *Sesleria coerulea*, *Carex montana* (in den Aufnahmen 1 und 2), *Calamagrostis varia*, *Carex humilis*, *Cotoneaster tomentosa* (in Aufnahme 8), *Epipactis tubiginosa* (ein Individuum in Aufnahme 12), *Lathyrus vernus* (in Aufnahme 3), *Viola biflora* (in Aufnahme 7), *Petasites albus* (in Aufnahme 9).

Das *Piceetum melicetosum* auf Gneis und **Verrukano** des **Münstertals** ist durchwegs verarmt. Die **Bodendecke** der alten, dicht **geschlossenen** Bestände **besteht** fast **ausschliesslich** aus wenigen Moosen (*Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und oft sehr reichlich *Mnium spinosum*).

Die weitere **Verbreitung** des *Piceetum montanum melicetosum* in der **Alpenkette** ist noch wenig bekannt. **Ausserhalb Bündens** haben wir es im **tirolischen Ober-Inntal** und im **Obervinschgau** nachgewiesen. In **Innerbünden** hat die Subassoziation ihr **Optimum** zwischen **1000** und **1400 m**, geht **aber** noch etwas höher und **verschwistert** sich dann mit der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation des *Piceetum subalpinum*. In den **Südalpentälern** ist sie durch das *Piceetum transalpinum* vertreten. Ein nahe **übereinstimmender** Bestand findet sich auch in den französischen **Westalpen** der **Maurienne** oberhalb **St. Michel** bei **1400 m** in **Westlage**.

* * *

Zuwachs und **Qualität** der Fichte sind im *Piceetum montanum galietosum* am **besten**. Die **Subassoziation melicetosum** steht in **beiden** **Beziehungen** etwas zurück. Der Fichte **sind** oft die **Lärche**, selten Tanne und **Waldföhre**, beigemischt.

Im geschlossenen Bestand fehlt die **Fichtenverjüngung** nahezu; sie ist zur **Hauptsache** auf alte **Baumstrünke** oder **Baumleichen** (falls solche **vorhanden**) **beschränkt**. **Sobald** indessen **gelichtet** wird, **kann** sich die Fichte **hürstendicht** einstellen. Im *Piceetum montanum melicetosum* **keimt** an solchen Stellen, besonders wenn der Boden **verwundet** wird, auch die Lärche, deren Anteil an der **Baumschicht** gelegentlich **25%** erreicht (Tabelle X, Aufnahme 16).

Vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus ist das Einbringen der Lärche erwünscht; sie muss aber dauernd vor der konkurrenzkräftigeren Fichte begünstigt werden. In den Trockenzentren (Unterengadin, Münstertal) sind durch Herausnahme der Fichte reine Lärchenwälder entstanden, deren Rasenunterwuchs beweidet wird.¹⁾

2. *Piceetum transalpinum* (Südalpiner Fichtenwald)

Der Südalpine Fichtenwald, das *Piceetum transalpinum*, ist in Graubünden auf die ennetbirgischen Täler beschränkt. J. BRAUN-BLANQUET hat diese Gesellschaft im Bergell und im Puschlav näher untersucht.

Die Aufnahmen sind in Tabelle XI zusammengestellt.

Sie stammen von folgenden Stellen:

1. Oberhalb Meschino am Puschlaversee, 1085 m, Silikat-Felsschutt. Moose 50%, Phanerogamen 30% deckend.
2. Ebenda, bei 1115 m. Moose 90%, Krautschicht 10–20% deckend.
3. Ebenda, bei 1200 m. Moose 70%, Krautschicht 25% deckend.
4. Am Eingang ins Val Bondasca, 800 m, NW, 25–30°, Granit-Blockschutt. Bodenschicht 10–20% deckend, Rest Nadelstreue.
5. Pozzolascio unterhalb La Rösa, 1450 m, Silikatunterlage. Moose 40%, Krautschicht 40% deckend.
6. Pisnana oberhalb Vicosoprano, 1200 m, Silikat.
7. Cadera oberhalb Poschiavo, 1370 m, Silikat-Blockhang. Moose 70%, Krautschicht 50% deckend.
8. Ebenda, 1370 m, Silikat-Blockhang. Moose 90%, Krautschicht 20% deckend.
9. Ebenda, 1380 m, Nadelstreue 20%, Moose 60%, Krautschicht 40% deckend.
10. Oberhalb Meschino, 1220 m, Silikat-Felsschutt. Moose 90%, Krautschicht 15% deckend.
11. Zwischen Promontogno und Stampa, 980 m, grobblockiger Silikat-Schutthang. $\frac{2}{3}$ der Bodendecke Moose.

Ausser den in der Tabelle enthaltenen Arten kommen in obigen Aufnahmen noch vor:

Dreimal: *Veronica officinalis* (6, 7, 8) – *Leucobryum glaucum* (4, 5, 10).

Zweimal: *Carex digitata* (1, 7), *Cicerbita muralis* (6, 11), *Cirsium erisithales* (7, 8), *Clematis alpina* (1, 5), *Corylus avellana* (1°, 7°), *Lathyrus montanus* (7, 8), *Viola Riviniana* (1, 4) – *Brachythecium velutinum* (5, 10), *Polytrichum attenuatum* (2, 4), *Stereodon cupressiforme* (4, 7), *Thuidium delicatulum* (4, 7) – *Plagiochila asplenioides* (2, 5).

Einmal: *Athyrium filix-femina* (4), *Carex ornithopoda* (2), *Chaerophyllum hirsutum* (1), *Epipactis latifolia* (4), *Erica carnea* (11), *Hieracium maculatum* (1), *Lamium galeobdolon* (4), *Larix decidua* (6), *Lonicera xylosteum* (1), *Melica nutans* (4), *Molinia coerulea* (11), *Phyteuma betonicifolium* (6), *Rhododendron ferrugineum* (11), *Trifolium medium* (1), *Viola biflora* (6).

Floristisch steht das *Piceetum transalpinum* dem *Piceetum montanum* Nord- und Mittelbündens, das es in den südalpinen Tälern vertritt, am nächsten. Es ist ausgezeichnet durch reichliches Vorkommen von *Saxifraga cuneifolia*, einem kalkfliehenden,

¹⁾ Natürliche reine Lärchenwälder bekleiden die flachgründigen Sonnenhänge im Münstertal von Laatsch bis Fuldera und im Unterengadin um Guarda und Boschia. Ihr Unterwuchs ist äusserst variabel und zeigt stellenweise Beziehungen zum angrenzenden Trockenrasen des *Stipeto-Poion xerophilae*, anderwärts zum *Piceetum montanum* oder zu Hochstaudengesellschaften. Von einem «*Laricetum*» als Assoziation kann nicht gesprochen werden.

tieften Schatten ertragenden Steinbrech vorwiegend **südlicher Verbreitung**. *Luzula niuea*, gelegentlich auch im *Piceetum montanum* vorhanden, **erscheint** ständig und in Menge, **besonders** reichlich an lichten Stelien. Die **Moosschicht** ist gut **ausgebildet** und deckt oft bis 90%. Von Moosen sind *Isoetecium myurum* (wohl meist var. *robustum* Br. eur.) und *Mnium spinosum* besonders **bezeichnend**. *Hieracium murorum* erscheint meist in der ssp. *transalpinum*. Als territoriale Charakterarten, die nordwärts der Alpen auch in **andern** Gesellschaften der Ordnung *Piceetalia* auftreten, sind *Pyrola secunda*, *Veronica latifolia*, *Lonicera nigra* zu nennen.

Differentialarten gegenüber dem nord- und mittelbündnerischen *Piceetum montanum* sind *Polypodium vulgare*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, alles **Kalkflieher** und von **geringem** Zeigerwert. Im Gegensatz zum *Piceetum montanum* ist *Vaccinium myrtillus* im *Piceetum transalpinum* konstant und meist reichlich vertreten, was wohl mit der **höheren** Feuchtigkeit und den **grösseren** Niederschlägen der **Süd-**alpentäler zusammenhängt.

Von **Bodenflechten** ist in der Assoziation namentlich *Peltigera canina* reichlich vorhanden; die **Strauchschicht** fehlt nahezu **völlig**.

Die **Aufnahmen** 1-6 der Tabelle XI **entsprechen** der optimalen Ausbildung der Assoziation, der *Isoetecium myurum*-Variante; Aufnahmen 7-9 der **höhergelegenen** *Vaccinium vitis-idaea*-Variante, sie sind an **Charakterarten** verarmt. **Aufnahmen** 10-11 stellen eine *Abies alba*-Variante dar, wie sie in ausgesprochenen **Nebellöchern** zur **Ausbildung** gelangt. Bezeichnend für diese Variante ist das **Vorherrschen** von *Hylocomium proliferum* und das **Fehlen** von *Pleurozium Schreberi* in der **Moosschicht**.

Der **Regenreichtum** der **südalpinen** Täler ist bekannt; gegenüber **Nord-** und besonders **Innerbünden** sind die **Niederschläge** wesentlich **höher**, doch werden sie **etwas** kompensiert durch **längere** **Sonnenscheindauer** und bei gleicher **Höhenlage** **grössere** **Wärme**.

Der **Gürtel** des *Piceetum transalpinum* im **Bergell** und **Puschlav** erhält etwa 120 bis 160 cm **Jahresniederschlag**, **beträchtlich** mehr als das *Piceetum montanum melicetosum* und auch mehr als das *Piceetum montanum galietosum* **Nordbündens**. Die **mittlere** **Jahrestemperatur** bewegt sich zwischen **zirka** 5° und 8,5°, ist so-mit der des *Piceetum montanum galietosum* **ähnlich**.

Über die **Bodenverhältnisse** im *Piceetum transalpinum* sind **wir** noch wenig unterrichtet. Mehrere **Profilanschnitte** im optimalen **Vorkommensbereich** der Assoziation zeigen ein subalpines **Waldeisenpodsol** (**insubrische** Variante). Die **Profilmächtigkeit** schwankt **zwischen** 10-20 cm und 1 m. Der **Auswaschungshorizont** ist in der Regel, besonders in **tieferen** **Lagen**, **schwach**, der **B-Horizont** dagegen stets **deutlich** **ausgeprägt**. Alle untersuchten Bestände und **Profile** liegen im Bereich der **Silikatgesteine** und **Moränen**.

Gegen die obere **Verbreitungsgrenze** der Assoziation hin ist die Verlagerung der **Sesquioxide** **sehr** deutlich ausgeprägt. **Ein** solches Profil aus dem *Piceetum transalpinum*-Wald bei Cadera 1390 m (**Puschlav**) wurde **näher** untersucht (s. S. 171); es **stellt** eine **insubrische** Variante des subalpinen **Wald-Eisenpodsols** dar.

Das *Piceetum transalpinum* ist auf **die** **südalpinen** Täler **beschränkt**. Es ist aber **anzunehmen**, dass es **auch** **ausserhalb** Graubündens vorkommt. Nach unseren **Beobachtungen** erscheint es im **feuchteren** **Bergell** schon bei **kaum** 800 m in **Nordlage**,

im Puschlav erst bei 1000 m. In Sonnenlagen reicht es bis 1450–1500 m empor; höher oben wird es vom *Piceetum subalpinum* abgelöst.

An Qualität und an Zuwachs der Bäume steht das *Piceetum transalpinum* dem *Piceetum montanum* nach. In günstigen Lagen finden sich immerhin auch sehr schöne Stämme von 25–30 m Höhe und 40–60 cm Durchmesser. Auch die oft beigemischte, selten herrschende Weisstanne gibt gute Erträge. Die natürliche Verjüngung besteht im geschlossenen Bestand fast ausschliesslich aus *Abies*. An lichten Stellen dagegen verjüngt sich *Picea* reichlicher als *Abies*.

In der Umgebung bewohnter Orte, wo die Streue genützt und auch etwas geweidet wird, leiden Bodendecke und Verjüngung. Derartige Bestände sind floristisch meist stark verarmt. Wir haben sie nicht in die Tabelle aufgenommen.

Wie *Calamagrostis villosa* im lichten *Piceetum subalpinum*, so vermag sich die gleichfalls azidophile *Calamagrostis arundinacea* auf Lichtungen und im stark durchlichteten *Piceetum transalpinum* des unteren Bergells auszubreiten. Solche *Calamagrostis arundinacea*-Herden sind der natürlichen Verjüngung hinderlich.

3. *Piceetum subalpinum* (Subalpiner Fichtenwald)

Der Subalpine Fichtenwald, die herrschende Waldassoziation höherer Lagen Mittel- und Nordbündens, ist in den kühlfeuchten nördlichen Ketten der Alpen weit verbreitet. Er dringt zwar auch in die zentralalpinen Trockentäler vor, hält sich hier aber streng an Striche mit lokal erhöhter Luftfeuchtigkeit, an Nebelzugstrassen und Nebellöcher, und tritt im Landschaftsbild gegenüber dem Arven-Lärchen-Föhren-Wald stark zurück. Besonders auffällig ist diese Abhängigkeit vom Lokalklima im Oberengadin. Von Süden her stossen die Fichtenbestände über den Malojapass vor, dem Bergellernebel folgend, und klingen, nesterweise in den Arven-Lärchengürtel eingesprengt, oberhalb Schlarigna aus.

Auch im Ofengebiet wird die Verbreitung des Subalpinen Fichtenwaldes durch die Nebelverteilung stark beeinflusst. Nirgends greift er auf Südhänge über. Er bevorzugt Schluchten und Schattenhänge in mittlerer Höhenlage, die mit lokalen Nebelvorkommen zusammenfallen. Auf diesen Nebelgürtel, zwischen 1750 und 1950 m beschränkt, ist im Fuorngebiet das einzige fragmentarische *Piceetum subalpinum*, das im Nationalpark *Listera cordata* beherbergt. Wie oft haben wir im Herbst, während das Fuorntal im Sonnenglanz dalag, die Nebelschlange dem Scherhang entlang ins Val Chavagl hereinschleichen sehen! Ähnlich liegen die Verhältnisse in der Spöschlucht, am Terrassenabsturz von Falcun und im obersten Val Mustair, wo der subalpine Fichtenwald den schattigen Talabschluss von *Muliners* auskleidet und am Nordhang, dem Nebelgürtel folgend, gegen *Fuldera* hinstreicht.

J. BRAUN-BLANQUET hat (1949) im *Piceetum subalpinum* Graubündens fünf Subassoziationen unterschieden:

1. *Piceetum subalpinum myrtilletosum*
2. *Piceetum subalpinum vaccinetosum*
3. *Piceetum subalpinum pinetosum*
4. *Piceetum subalpinum sphagnetosum*
5. *Piceetum subalpinum blechnetosum*

Diese Subassoziationen sind, soweit es sich nicht um blosse Verarmungen handelt, mehr durch quantitative als qualitative Unterschiede, durch etwas häufigeres oder spärlicheres Vorkommen gewisser Arten, gekennzeichnet.

Die zwei wichtigsten Subassoziationen des Gebietes, das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* und das *Piceetum subalpinum vaccinetosum vitis-idaeae*, haben in Bündlen ungefähr die gleiche horizontale und vertikale Verbreitung.

Das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* hält sich an Nordlagen in verkürzter Vegetationszeit in etwas erhöhter Luftfeuchtigkeit (Höhenverbreitung zwischen 1600 [selten 1500] bis gegen 1900 m).

Das *Piceetum subalpinum vaccinetosum* zieht trockenere Lagen vor, geht auch auf Südhänge über und reicht verarmt bis 1900 m am Südhang oberhalb Guarda bis 2000 m an der Spitzigen Lun bei Mals.

Beide Subassoziationen kommen im Unterengadin und im Münstertal vor.

An Standorte mit stauender Bodennässe gebunden ist die dritte Subassoziation, das *Piceetum subalpinum sphagnetosum*, das im Engadin fehlt.

Die Subassoziation *pinetosum* ist ein Fichten-Föhren- oder fast reiner Föhrenwald mit *Pinus engadinensis*, der im Talgrund zwischen Lavin und Sinuoschel auf trockenen, flachgründigen Böden vorkommt.

Das *Piceetum subalpinum blechnetosum* endlich ist auf das obere Bündner Oberland beschränkt und fehlt im Engadin.

Wie das *Rhodoreto-Vaccinietum*, so ist auch das *Piceetum subalpinum* artenarm. Im Mittel wachsen auf 100 m² Fläche:

| in der Subassoziation | Gefässpflanzen | Moos- und Flechtenarten |
|-----------------------|----------------|-------------------------|
| <i>myrtilletosum</i> | 25 | 8 |
| <i>vaccinetosum</i> | 23 | 8 |
| <i>sphagnetosum</i> | 19 | 8 |
| <i>blechnetosum</i> | 12 | 7 |

Die Arten der abhängigen Kryptogamenassoziationen sind in diesen Zahlen inbegriffen.

Die höhere Artenzahl in den Subassoziationen *myrtilletosum* und *vaccinetosum* gegenüber den beiden anderen Subassoziationen dürfte auf die günstigeren Bodenverhältnisse zurückzuführen sein.

Im *Piceetum subalpinum* sind drei Vegetationsschichten deutlich unterscheidbar (s. Tabelle XII).

Die meist 20—30 m hohe, lockere Baumschicht besteht fast ausschliesslich aus der bis zur Hälfte oder Dreiviertel herab beasteten Fichte. Selten eingestreut ist die Lärche, noch seltener die Arve; Föhren können sich ausser in der Subassoziation *pinetosum* nicht halten und kommen höchstens als Zeiger früherer Schläge reliktsch oder abgestorben vor.

In der nahezu fehlenden Strauchschicht sind einzelne kümmernde Pflanzen von Sorbits *aucuparia*, *Rosa pendulina*; öfter, doch immer spärlich vorhanden ist *Lonicera nigra*.

Der deutlich ausgeprägten Zwergstrauchschicht, zur Hauptsache aus den drei Vaccinien bestehend, sind Kräuter in wechselnder Menge beigemischt. Dagegen

erscheint die Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) hier, im Gegensatz zum Alpenrosen-Arvenwald, nur sehr spärlich und vegetiert kümmerlich.

In der **Bodenschicht** nehmen Moose den **grössten** Raum ein, wogegen die Flechten stark zurücktreten.

Von den **Charakterarten** der Assoziation haben die meisten für das *Piceetum subalpinum* in seiner ganzen **Ausdehnung**, also jedenfalls für die Bündner Alpen und benachbarten Gebiete, **Gültigkeit**. **Sonst finden** sie sich in den **Zentralalpen** fast nur noch, aber viel spärlicher und vereinzelt, im *Rhodoreto-Vaccinietum* oder im *Piceetum montanum*.

In das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* greifen gelegentlich **über** und figurieren dort als **Verbands-Charakterarten**: *Ptilium crista-castrensis*, *Luzula luzulina*, *Lonicera nigra*, *Lycopodium annotinum*.

Vier übergreifende Charakterarten **erhärten** die floristische Verwandtschaft mit dem *Piceetum montanum*, nämlich *Luzula luzulina*, *Lycopodium annotinum*, *Lonicera nigra*, *Pyrola uniflora*. Das **Optimum** ihres **Gedeihens** liegt aber unstrittig im *Piceetum subalpinum*.

Interessant sind Vorkommen und Verbreitung von *Listera cordata*, die im Engadin **ausschliesslich** an das *Piceetum subalpinum* **gebunden** ist. Im oberen **Oberengadin** hat sie E. **CAMPPELL** nur in den **Fichtenhorsten** am **Nordhang** oberhalb **Schlarigna** gefunden. Talabwärts fehlt sie bis **zur Schwelle** des **Unterengadins**, wo ihr Auftreten mit dem **ersten Bestand** des *Piceetum subalpinum* unterhalb **Sinnoschel** zusammenfällt (**GSELL**)¹⁾. Sie erscheint wieder im **Fichtenwald** oberhalb **Zernez** und weiterhin **fast in allen gutentwickelten** *Piceetum subalpinum*-**Beständen** der schattigen rechten **Talseite zwischen Susch** und Tarasp. Im engeren **Ofengebiet** haben wir sie jahrelang vergeblich gesucht, bis sie **wiederum** E. **CAMPPELL** an **beschränkter** Stelle im lockeren Fichtenbestand **am Munt la Schera** nachweisen konnte. Im **Münstertal** haben wir sie nur im *Piceetum subalpinum myrtilletosum* im **Vallun della Fögli**a hinter Tschiers gefunden.

Linnaea borealis wurde in der *Piceetum subalpinum*-Tabelle unter die **Verbands-Charakterarten** eingereiht. Im **Oberengadin**, wo ihre rosa Glöckchen den **moosreichen Arven-Lärchenwald** zieren, ist sie als Charakterart des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* gewertet worden (H. **PALLMANN** und P. **HAFFTER**, 1933). Sie greift aber im **Kontaktgebiet** vom *Rhodoreto-Vaccinietum* auch vielfach ins *Piceetum subalpinum* über und gedeiht **darin üppig**. Dagegen wird sie, **sobald** man sich vom **inneralpinen Arven-Lärchenzentrum** entfernt, rasch **selten** und verschwindet bald ganz. Schon im **Schanfigg** zählt *Linnaea* zu den **grössten Seltenheiten**, dem **Prätigau** fehlt sie. Diese auffällige Bindung an das **Arven-Lärchenwaldareal** stempelt *Linnaea* in Graubünden und in den Alpen überhaupt **zur Charakterart** des *Rhodoreto-Vaccinietum*.

Das **Lebensformenspektrum** des **Subalpinen Fichtenwaldes** ist mannigfaltiger als das des *Rhodoreto-Vaccinietum*: **ausser** zwei **annualen** Therophyten (*Melampyrum*) sind auch **mehrere Knollengeophyten** (Orchideen), **Rhizomgeophyten** (*Prenanthes*), **aktiv niederliegende Chamaephyten** (*Linnaea*, *Fragaria vesca*, *Veronica officinalis*) und **Rosetten-Hemikryptophyten** vorhanden. Die Hauptmasse des **Vegetationsteppichs** bilden allerdings auch hier **unterirdisch kriechende Nanophanerophyten** und **Chamaephyten** (**Vaccinien**).

¹⁾ Als **bisher einzige** Ausnahme ist ein **von C. AUER** entdecktes **Vorkommen** am **Nordhang** des vorderen **Val Bever** im *Rhodoreto-Vaccinietum* zu erwähnen.

Der Deckungswert der einzelnen Lebensformklassen in der Zwergstrauch- und Mooschicht des *Piceetum subalpinum myrtilletosum*, der wichtigsten Subassoziation, ergibt folgendes Bild:

| | |
|---|------|
| Bryo-Chamaephyten | 50 % |
| Chamaephyten | 15 % |
| Nanophanerophyt (<i>Vaccinium myrtillus</i>) | 15 % |
| Geophyten | 9 % |
| Hemikryptophyten | 8 % |
| Therophyten | 3 % |

Schon H. BEGER (1922) bemerkt, dass der Deckungsgrad der Fichte mit zunehmender Meereshöhe abnimmt.

Während der Deckungsgrad der Baumschicht im gutentwickelten *Piceetum montanum* 85-95% beträgt, sinkt er im *Piceetum subalpinum* auf 70-80% im Mittel; öfter erreicht er nicht mehr als 60-70%, ohne dass die Bodenschicht eine Änderung erfährt. Holzmasse und Jahreszuwachs sind im *Piceetum subalpinum* erheblich kleiner als im *Piceetum montanum*.

Der Stand der Bäume dürfte auf häufigere Frostschäden und langdauernden Schneedruck, der auch zur Ausbildung schlanker Baumformen (Säulenfichten) Veranlassung gibt, zurückzuführen sein. Auch Windwurf und schliesslich die Waldweide begünstigen die Durchlichtung.

Der unberührte Fichten-Urwald im God de la Giüstizia (2000 m) zwischen Zernez und Susch ist indessen dicht geschlossen.

Als Klimaxgesellschaft stellt sich das *Piceetum subalpinum* auf jeder Bodenunterlage ein, sobald die Karbonate aus den oberen Bodenhorizonten ausgewaschen sind.

Seine Hauptverbreitung in Graubünden liegt ausserhalb des Inn- und Etschgebietes. Je weiter wir uns vom inneralpinen Trockenzentrum entfernen, desto mehr gewinnt es an Bedeutung. Im mittleren und nördlichen Graubünden bildet es den Klimaxwald der subalpinen Stufe, der in jeder Exposition und auf jeglichem Untergrund das klimatische Schlussglied der Vegetationsentwicklung und auch die höchst-erreichbare Vegetationsmasse darstellt. Ein vorzügliches Beispiel für einen aus einer einzigen Baumart bestehenden, sich dauernd an Ort und Stelle erneuernden Klimaxwald! Im kühlfeuchten Klima der Nordalpentäler reicht er weit herab. Die tiefsten Vorkommnisse des *Piceetum subalpinum* in der Subassoziation *myrtilletosum* stellten wir im regenreichen Montafun (Vorarlberg) oberhalb St. Gallenkirch bei 800-900 m und, sehr schön auf Eisenpodsol daselbst, bei 1050 m fest. Im nördlichen Bünden dürften die tiefsten Vorposten bei etwa 1300 m liegen.

Auf der Alpensüdseite zieht sich das *Piceetum subalpinum* auf die obersten Talhintergründe zurück: oberstes Etsch- und Eisacktal, oberstes Puschlav und Bergell bei Casaccia, oberstes Misox und Tessental; aber schon von 1450 m an abwärts im Puschlav, von 1200 m an im feuchteren Bergell wird es abgelöst durch das wärmebedürftigere *Piceetum transalpinum*.

Von Südkärnten und dem angrenzenden Slovenien, wo wir es in den Karawanken kennen lernten, erstreckt sich der Bereich des *Piceetum subalpinum* bis in die Westschweiz (W. LUDI, 1921, D. DUTOIT, 1924, J. BRAUN-BLANQUET mss.). M. GUINOCHET (1940) hat die Assoziation auch in Hochsavoyen (Bassin du Giffre) festgestellt, und es ist anzunehmen, dass ihr Areal noch weit westwärts reicht. Das Durancetal und die

Gegend von Gap liegen aber anscheinend schon ausserhalb ihres Bereichs, von **fragmentarischen** Vorkommen abgesehen. Die südlichsten **gutentwickelten** Bestände dürften in der Südostecke des Departements du **Drôme** zu finden sein, wo in der Gegend von **Luz-la-Croix-Haute** mit der Fichte vereint alle wichtigen Charakterarten noch vorkommen.

Die ausseralpinen, dem *Piceetum subalpinum* nahestehenden Fichtengesellschaften sind im **Prodromus VI** der Pflanzengesellschaften (1939) kurz charakterisiert.

Wirtschaftlich wichtig für unser Land sind insbesondere die Subassoziationen *myrtilletosum* und *vaccinietosum*. Das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* in einer dem Naturzustand nahekommenden Zusammensetzung zeigt sehr gute Wuchsleistung, besonders in der im Einzugsgebiet des Rheins und der Landquart nicht seltenen *Luzula Sieberi-Melampyrum*-Variante (Tabelle XII, Aufnahmen 16, 17, 19). Allerdings hat die Fichte hier nie den prachtvollen Wuchs und die gewaltigen Dimensionen, die sie gelegentlich im *Piceetum montanum* der tiefergelegenen Bergwälder des Prätigaus oder der Umgebung von Chur erreicht.

Auch die *Sphagnum angustifolium*-Subassoziation bietet der Fichte **verhältnismässig günstige Wuchsbedingungen**, solange die **Bodennässe nicht überhand nimmt**.

Im *Piceetum subalpinum vaccinietosum* ist der Zuwachs geringer, vor allem in der **Larix-Variante**, wegen der meist starken Neigung und Flachgründigkeit des Bodens. Diese Larix-Variante ist wohl in den meisten Fällen Brand- oder Kahlschlagzeiger.

Eingesprengt erscheint die Lärche da und dort, besonders in der *Vaccinium vitis-idaea* Subassoziation. Sie erreicht **aber** meist nur mittlere, selten gute Leistungen; auch lässt die Verjüngung zu **wünschen übrig**. Um der Lärche aufzuhelfen und um den **Samenanflug zu begünstigen**, ist der **Forstmann** versucht, sie licht zu stellen. Diese an sich richtige Massnahme **kann** aber eine arge **Verunkrautung** zur Folge **haben**, indem sich die Heidelbeere, in der Subassoziation *myrtilletosum*, oder der noch viel schlimmere **Rhizomgeophyt Calamagrostis villosa**, in der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation, ausbreiten und üppig wuchern (s. S. 97). Der dichte Wurzelfilz von *Calamagrostis* **schliesst** den Boden für die Verjüngung vollständig ab. Erst wenn der *Calamagrostis*-filz weggekratzt wird, tritt, wie Versuche von Forsting. VITAL (Susch) gezeigt haben, **gute Lärchenverjüngung** ein.

Dem Gedeihen der erwachsenen Bäume schadet die *Calamagrostis*-Decke nicht.

a) *Piceetum subalpinum myrtilletosum* (heidelbeerreicher Subalpiner **Fichtenwald**)

Das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* hat sein Optimum an mässig geneigten N-, NE- und NW-Hängen mit mittlerer Schneedauer von 5–6 **Monaten**, kommt aber im mittleren Bünden auch in ebener Lage vor.

Die Aufnahmen sind in der Tabelle **XII** zusammengestellt.

Sie **stammen** von folgenden Orten:

a) *Linnaea borealis*-Variante.

1. Oberhalb Tschier (Münstertal), 1820 m, Verrukauo-Blockschutt; gut ausgeprägtes **Eisenpodsol**. Fichte sehr schön entwickelt.
2. Ausgang von Val Nuna jenseits Guarda, 1650 m, Gneis; Eisenpodsol.
3. **Charboneras** zwischen Laviu und Val Zeznina, 1670 m, Gneis; **Podsol**. Fichte schön, Lärche mittel bis schön.

4. **Jonda** sot oberhalb **Tschierv**, 1870 m, Verrukano-Blockschutt; schönes Eisenpodsol. Etwa **150-jähriger** gleichalteriger Bestand (Kahlschlag); Fichte gute, Lärche mittlere Qualität, **Bergföhre** wegen **Lichtmangel** abgestorben.
5. Ausgang des Tobels **Muliners** oberhalb **Tschierv**, 1835 m, Verrukano-Blockschutt; schönes Eisenpodsol. Fichte sehr **schön** entwickelt.
6. **Gaud Giarsun**, jenseits Giarsun, 1500 m, Gneis. Fichte schön.
7. **Carolina** zwischen **Zernez** und **Sinuos-chel**, 1600 m; Silikatmoräne; Podsol. **100–150-jähriger** schöner Wald.
8. Oberhalb **Canicül im Avers**, 1550 m, Silikat-Blockschutt. Fichte sehr schön.
9. Jenseits **Lavin**, 1560 m, Silikatschutt; Podsol. Fichte von bester Wuchsform, weder **Lärche** noch **Föhre** vorhanden.
10. Pra da Fanz jenseits **Lavin**, 1500 m, steiler Silikat-Felshang. Fichte **gutwüchsig**.
11. Lavin, **oberhalb** Plan sur En, 1430 m, Steilhang; Silikat-Blockschutt. Sehr **ungleichalteriger**, fast reiner Fichtenwald.
12. Zwischen Tarasp-Fontana und **Aschera** (Las Gondas dadoura), 1350 m, Diabasblöcke. Schattiger Jungwald.
13. Oberhalb Marseilhof im **Matschertal**, Tirol, 1620 m, **Silikat**.
14. Roffna (Oberhalbstein), 1440 m, Silikat-Blockschutt.
15. **Spölschlucht** unterhalb Falcun, Nationalpark, 1620 m, Gehänge-Schwemmschutt (**Kalk** und Silikat), Auflage-Rohhumus. Fichte sehr schön, **Lärche** mittel.

b) *Luzula Sieberi-Melampyrum silvaticum*-Variante.

16. **Hinterwald** in Arosa, 1720 m, NE-Hang, lokal Südexposition, kalkreicher Schutt; 20 cm **Auflage-Rohhumus**, **darunter** schwach podsolig. Ziemlich stark gelichteter alter Bestand; Fichte sehr schön.
17. Mattenivald jenseits Davos-Platz, 1620 m, Silikatschutt; Podsol. Fichten von bester Qualität.
18. Kajölertobel oberhalb Davos-Platz, 1680 m, Moränenboden am Steilhang; **schwach podsoliert**. Rotborkige **Walzenfichten** mittlerer bis guter Qualität.
19. **Lenzerheide**, 1490 m, kalkreicher Moränen- und **Sturzschutt**; podsolig. Fichte von **best**er Qualität.

Ausser den in der Tabelle aufgeführten Arten enthalten obige Aufnahmen noch folgende vereinzelt und spärlich auftretende Arten:

Dreimal: *Peltigera polydactyla* (1, 2, 10).

Zweimal: *Antennaria dioeca* (1, 13), *Athyrium filix-femina* (8, 19), *Bellidiastrum Michellii* (1, 8); *Carex ornithopoda* (13, 14), *Carex digitata* (1, 19), *Epilobium montanum* (8, 14), *Orchis maculata* (8, 17), *Petasites albus* (2, 8), *Poa nemoralis* (8, 14), *Potentilla aurea* (5, 17) – *Mnium punctatum* (17, 19), *Rhodobryum roseum* (4, 16) – *Cladonia deformis* (7, 18).

Einmal: *Actaea spicata* (15), *Adenostyles alliariae* (16), *Agrostis alba* (17), *Alnus viridis* (6), *Anemone hepatica* (12), *Arnica montana* (13), *Blechnum spicant* (21), *Carex brunnescens* (22), *Cicerbita alpina* (16), *Cystopteris montana* (8), *Geranium silvaticum* (1), *Lonicera alpigena* (15), *Melica nutans* (8), *Moehringia muscosa* (14), *Poa alpina* (19), *Polypodium vulgare* (14), *Ribes alpinum* (15), *Soldanella* (16) – *Brachythecium spec.* (5), *Dicranum longifolium* (4), *Drepanocladus uncinatus* (5), *Pohlia cruda* (6), *Polytrichum alpinum* (6) – *Cladonia fimbriata* (7), *Cladonia rangiferina* (7), *Cladonia silvatica* (20), *Peltigera horizontalis* (5).

Alle Aufnahmen sind in den Monaten Juli, August oder September gemacht worden.

Aus dem engeren Parkgebiet konnte nur eine einzige Aufnahme (Nr. 15) der Tabelle einverleibt werden, dagegen stammen zahlreiche Aufnahmen aus dem weiteren Parkgebiet (**Münstertal**, rechtsseitiges **Unterengadin**). Die Aufnahmen aus dem **nördlichen** und mittleren Graubünden, eine solche aus dem Avers und eine aus dem oberen **Etschtal** (italienisches Tirol) gestatten Vergleiche mit der Ausbildung der **Gesellschaft** in den Nachbargebieten und helfen, die unterschiedlichen **Subassoziationen** und Fazies auch **räumlich** besser zu charakterisieren.

nes Eisenpodsol. Etwa
che mittlere Qualität,

Blockschutt; schönes

podsol. 100–150-jähriger

schön.
chsform, weder Lärche

gutwüchsig.
Sehr ungleichalteriger,

350 m, Diabasblöcke.

emmschutt (Kalk und

reicher Schutt; 20 cm
hteter alter Bestand;

en von bester Qualität.
ilhang; schwach pod-

lig. Fichte von bester

nahmen noch folgende

Bellidiastrum Michellii
stanum (8, 14), *Orchis*
aurea (5, 17) – *Mnium*
(8).

(17), *Alnus viridis* (6),
taxus brunnescens (22),
onicera alpigena (15),
m vulgare (14), *Ribes*
um (4), *Drepanocladus*
mbriata (7), *Cladonia*

September gemacht

ne (Nr. 15) der Ta-
aus dem weiteren
nen aus dem nörd-
ine aus dem oberen
ng der Gesellschaft
ationen und Fazies

In der natürlichen oder doch vom Menschen wenig beeinflussten Ausprägung ist das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* schon am Vorhandensein einer, wenn auch vielfach lockeren und aus lichtklimatischen Ursachen etwas ungleich verteilten **Heidelbeerschicht** und zahlreichen Assoziations-Charakterarten zu erkennen. Rhodoreto-*Vaccinietum*-Arten sind **darin** stärker vertreten als in den andern Subassoziationen; einige Arten, so vor allem *Melampyrum silvaticum*, *Linnaea borealis* und *Oxalis acetosella*, zeichnen sich durch besonders reichliches Vorkommen aus.

Eine Variante, worin *Luzula siluatica* ssp. *Sieberi* häufig ist, kommt an schwach geneigten, lange schneebedeckten Steilen im **Schanfigg** und im Landwassertal bei Davos vor; sie scheint dem trockeneren Engadin zu fehlen oder, besser gesagt, **durch** eine entsprechende Variante des Rhodoreto-*Vaccinietum* ersetzt zu sein.

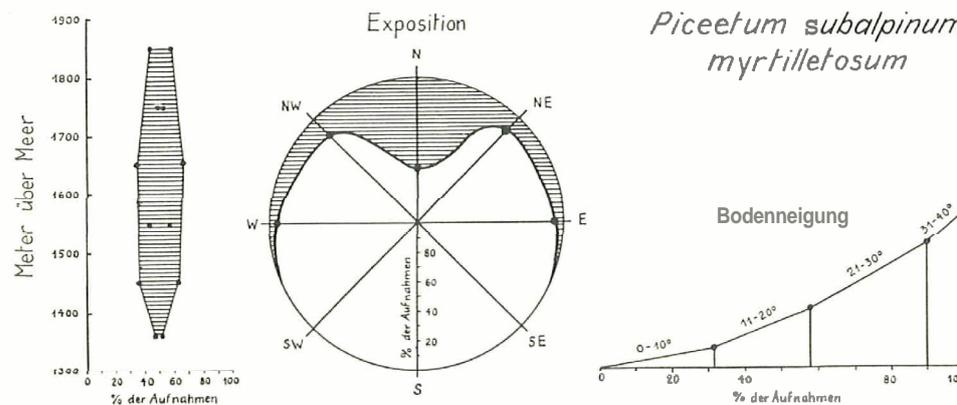
Wir haben *Hieracium murorum* coll. zu den Ordnungs-Charakterarten gestellt. Es muss weiteren Studien vorbehalten bleiben, die **Treueverhältnisse** der einzelnen Subspezies festzulegen. Dasselbe gilt für die Verbands-Charakterart *Melampyrum silvaticum* coll., von der wohl **nur** bestimmte Rassen als charakteristisch aufzufassen sind.

Der Subalpine *Myrtillus*-Fichtenwald ist unsere farnreichste Waldgesellschaft; *Lycopodium annotinum* und *Dryopteris Linnaeana* fehlen fast in keiner Aufnahme, auch *Dryopteris austriaca* ist häufig. Die Moospolster aus *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Ptilium crista-castrensis* erlangen grösste Üppigkeit.

Das reichlichere Vorkommen und bessere Gedeihen der Gefässkryptogamen gegenüber dem Rhodoreto-*Vaccinietum* erklärt sich durch die erhöhte Beschattung und grössere Feuchtigkeit im *Piceetum subalpinum*.

Artenarm und sehr einförmig sind die ausgedehnten Bestände auf **grobem Silikat-blockschutt** oberhalb Ora som Tschier. In der zusammenhängenden Moosschicht mit *Vaccinium myrtillus* rankt *Linnaea borealis*; alle übrigen Gefässpflanzen sind nur **spärlich** eingestreut.

Die Verteilung der Einzelbestände des *Piceetum subalpinum myrtilletosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen ist in Figur 11 graphisch dargestellt.



Figur 11. Verteilung der Aufnahmen des *Piceetum subalpinum myrtilletosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Daraus erhellt, dass der *Myrtillus*-Fichtenwald fast **ausschliesslich** in **Nordexposition** vorkommt.

Es ist aber nicht **ausser acht** zu lassen, dass in der **subalpinen** Stufe die **günstigen Himmelslagen** meist von den **Wohnstätten, Kulturen, Wiesen** und **Weiden** eingenommen sind. Die **optimale** Entwicklung der **Subassoziatio**n fällt **aber zweifellos** mit den **Schattenlagen** zusammen.

Die **Baden** des *Piceetum subalpinum myrtilletosum* sind **meist podsolige** Braunerden oder **Eisenpodsole**; die **Gesellschaft** kann sich indessen auch auf stark **deckenmürigen Humuskarbonatböden** einstellen.

b) *Piceetum subalpinum vaccinietosum vitis-idaeae*
(**preisselbeerreicher** Subalpiner Fichtenwald)

Die preisselbeerreiche Subassoziatio des Subalpinen Fichtenwaldes stellt **höhere** Wärmeansprüche als die heidelbeerreiche und hält sich vorzugsweise an stärker geneigte **Hänge** in Höhenlagen zwischen 1500 und 1900 m. Sie erscheint auch in **West- und**, verarmt, selbst in Süd-Exposition. Je trockener und steiler der Hang, desto artenärmer, insbesondere ärmer an Charakterarten, ist die Gesellschaft. Ein ausgedehnter, aber sehr artenarmer **Fichtenwald** in Südexposition **umkleidet** noch bei 2000 m die Spitzige **Lun** im **Obervinschgau**.

Wir haben in der Tabelle XIII 17 Aufnahmen vom *Piceetum subalpinum vaccinietosum* aus Mittel- und Ostbünden zusammengestellt.

Von den Aufnahmen aus dem eigentlichen Nationalparkgebiet konnte nur eine einzige in die Tabelle aufgenommen werden (Nr. 7), alle anderen waren zu **unvollständig**, die Bestände zu klein oder zu inhomogen.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Stellen:

1. Prasüras gegen Fora da Baldirun, 1500 m, Silikatschutt.
2. **Ebenda**.
3. Jenseits **Lavin**, 1550 m, Gneis.
4. Jenseits Crastatscha bei Susch, 1480 m, Silikatschutt.
5. **Sandögna** bei Susch, 1490 m.
6. Prasüras, Susch, 1520 m, Gneis-Schutt.
7. **Praspöl**, 1750 m, Moräne.
8. **Oberhalb** Ramosch, 1820 m, Biindnerschiefer.
9. **Samnaun**, 1870 m, Nordhang, Bündnerschiefer.
10. Zwischen Sandögna und Zernez, 1500 m.
11. Prasüras bei Susch, 1540 m, **Nordhang**, grobblockiger Silikatschutt.
12. Oberhalb **Feldis**, 1700 m, Bündnerschiefer und Moräne.
13. Furkawald in Arosa, 1700 m, **kalkreiche** Moräne.
14. Zernez gegen Val **Raschitsch**, 1550 m, Silikat- und **Kalkschutt**.
15. Oberhalb Guarda, 1900 m.
16. Oberhalb **Boschia-Guarda**, 1800 m, Silikat.
17. Oberhalb **Boschia-Guarda**, 1900 m, Silikat.

In obigen Aufnahmen sind ferner vorhanden:

Zweimal: *Anemone sulfurea* (15, 17), *Campanula rapunculoides* (15, 17), *Erica earnea* (8, 14), *Juniperus nana* (6, 14), *Sesleria coerulea* (7, 9), *Valeriana montana* (9, 14), *Viola Riviniana* (12, 16) – *Polytrichum juniperinum* (4, 6).

Einmal: *Adenostyles alliariae* (13), *Ajuga pyramidalis* (17), *Anemone hepatica* (8), *Calluna vulgaris* (6), *Campanula rotundifolia* (16), *Campanula Scheuchzeri* (15), *Carex digitata* (14), *Carex*

montana (12), *Cirsium erisihales* (8), *Cotoneaster irteggerrinta* (7), *Daphne mezereum* (7), *Euphorbia cyparissias* (6), *Festuca rubra* (15), *Galium pumilum* ssp. *anisophyllum* (13), *Laserpitium Gaudini* (12), *Lathyrus vernus* (14), *Leucanthemum vulgare* (16), *Lilium martagon* (14), *Lonicera xylosteum* (4), *Lotus corniculatus* (15), *Luzula niuea* (12), *Melica nutans* (5), *Orchis maculata* (3), *Paris quadrifolia* (3), *Phytoloma betonicifolium* (16), *Poa nemoralis* (9), *Potentilla aurea* (16), *Potentilla erecta* (12), *Ranunculus breyninus* (13), *Soldanella alpina* (13), *Vicia silvatica* (9), *Viola silvestris* (3) - *Brachythecium* sp. (13), *Bryum capillare* var. *flaccidum* (9), *Ctenidium molluscum* (9), *Dicranum montanum* (3) - *Plagiochila asplenoides* (9).

Die Mitberücksichtigung der abhängigen Kryptogamengesellschaften (Epiphyten-, Verwesungs-, Felsblockgesellschaften), die einer späteren Studie vorbehalten bleiben, würde die Zahl der angeführten Lebermoose, Moose und Flechten wesentlich erhöhen.

Vom *Piceetum subalpinum myrtilletosum* unterscheidet sich die Subassoziation *vaccinietosum* insbesondere durch das starke Vorwiegen von *Vaccinium vitis-idaea*, der Preiselbeere (45% Deckung), und durch das Zurücktreten von *Vaccinium myrtillus*, der Heidelbeere (3% Deckung), ferner durch die Häufigkeit von *Melampyrum silvaticum* (19% der Kraut- und Zwergstrauchschicht), sowie durch eine Reihe gelegentlich beigemischter wärmebedürftigerer Differentialarten (Pflanzl. *engadinensis*, Clematis alpina, Rosa *pendulina*, Veronica *latifolia*, Hieracium *vulgatum* usw.).

Im stark schattenden Jungwald übernehmen Moose die Führung, und die Vaccinien treten zurück. In der Baumschicht ist die Lärche nicht selten.

Von den Entwicklungsstadien abgesehen lassen sich innerhalb der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation zwei Hauptvarianten unterscheiden: die typische, *Hylocomium-Peltigera aphthosa*-Variante (Aufnahmen 1—10) und die an Charakterarten arme *Larix*-Variante (Aufnahmen 14—17).

Die zwei Varianten unterscheiden sich folgendermassen:

In der etwas feuchteren *Hylocomium*-Peltigern-Variante sind **Verbands-** und meist auch Assoziations-Charakterarten ziemlich reichlich vorhanden. *Larix* ist schwach vertreten oder fehlt. Innerhalb der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation steht diese Variante der *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation am nächsten.

Die charakterarme *Larix*-Variante, an stark geneigte Hänge oder gut drainierte bis trockene Böden gebunden, ist von der typischen Variante fast nur durch negative Merkmale verschieden. Die Vaccinien werden spärlicher; Charakterarten sind selten oder fehlen. Die Gesamtartenzahl bleibt unter dem Mittel (26 statt 31 Arten auf 100 m²). Einige licht- und trockenheitliebende Arten (*Carex ornithopoda*, *Laserpitium Halleri*, *Campanula barbata*) sind dagegen etwas besser vertreten.

Mit den oben erwähnten Varianten sind die Abänderungsmöglichkeiten keineswegs erschöpft, doch lassen sich manche dieser Abweichungen **zwanglos** durch starke **menschliche Beeinflussung**, besondere Standortverhältnisse, oder aber aus der geographischen Lage erklären. Einige der auffälligsten, forstlich bemerkenswerten Ausbildungen seien hier angeführt.

Auf God Trid im Val Varusch, hart an der Grenze des Nationalparks gelegen und vom Klimaxwald des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* rings umschlossen, ist eine Fichtenwaldparzelle in der Gabelung zwischen Val Casanna und Val Trupchum bei S-chanf (1830—1860 m, Nordlage, 20° geneigt). Der herrschenden Fichte sind vereinzelte Arven und Lärchen beigemischt. Der Bestand ist deshalb von Interesse, weil er auf kalkreichen Allgäuschiefern des Lias stockt.

Die Aufnahme einer mehrere 100 m² grossen Fläche ergab folgende Zusammensetzung der Kraut- und Moosschicht:

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Knautia silvatica</i> |
| 1.2 <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Galium pumilum</i> |

, *Erica carraea* (8, 14),
Viola Riviniana (12),

hepatica (8), *Calluna*
x digitata (14), *Carex*

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1.2 <i>Linnaea borealis</i> | + <i>Geranium silvaticum</i> |
| 1.2 <i>Oxalis acetosella</i> | + <i>Carex montana</i> |
| + <i>Luzula luzulina</i> | 3.3 <i>Hylocomium proliferum</i> |
| + <i>Pyrola uniflora</i> | 3.3 <i>Rhyidiadelphus triquetrus</i> |
| + <i>Pyrola secunda</i> | 1.2 <i>Pleurozium Schreberi</i> |
| + <i>Homogyne alpina</i> | 1.1 <i>Lophozia lycopodioides</i> |
| + <i>Melampyrum silvaticum</i> | 1.1 <i>Lophozia obtusa</i> |
| + <i>Hieracium murorum ssp.</i> | + <i>Lophozia barbata</i> |
| + <i>Rhododendron ferrugineum</i> | + <i>Bryum capillare</i> |
| + <i>Calamagrostis villosa</i> ^o | + <i>Heterocladium squarrosulum</i> |
| + <i>Sorbus aucuparia</i> ^o | + <i>Brachythecium velutinum</i> |
| + <i>Clematis alpina</i> | + <i>Isopterygium pulchellum</i> |
| + <i>Ranunculus breyninus</i> | 1.2 <i>Peltigera aphthiosa</i> |
| + <i>Juniperus nana</i> ^o | + <i>Cetraria islandica</i> |
| + <i>Valeriana montana</i> | + <i>Cladonia silvatica</i> |
| + <i>Carex ornithopoda</i> | + <i>Cladonia pyzidata</i> |
| + <i>Veronica officinalis</i> | + <i>Pannaria nebulosa</i> |

und zwei bis drei zufällige Einsprengsel, worunter *Lathyrus vernus*, der hier am höchsten und am weitesten gegen das Oberengadin vorgestossen ist.

Trotz des kalkreichen Untergrundes sind nur drei ausgesprochene Kalkpflanzen vorhanden (*Carex montana*, *Lathyrus vernus*, *Valeriana montana*), die an flachergründigen Stellen wachsen. Es handelt sich hier um eine unter dem Einfluss von Höhenlage und Untergrund etwas abweichende, dem *Piceetum subalpinum vaccinietosum* nahestehende Ausbildung.

Räumlich viel ausgedehnter und wirtschaftlich wichtiger ist eine dem *Rhodoretovaccinietum calamagrostidetosum* (S. 112) höherer Lagen entsprechende Gesellschaft, die im Unterengadin namentlich in den fehlerhaft bewirtschafteten Fichtenwäldern der rechten Talseite auftritt. Im Parkgebiet selbst haben wir sie nicht beobachtet. Dagegen ist sie nicht selten bei Susch und Lavin zwischen 1400 und 1600 m, wo wir in Begleitung von Forsting. VITAL eine 100 m²-Fläche untersuchten. Sie liegt auf der alten Innterrasse von Valplana auf Silikatschutt und trägt einen prachtvollen, aber zu stark durchlichteten Fichten-Lärchen-Bestand. Der Deckungsgrad der Baumschicht erreicht 80%; der Bestand ist licht genug, die Ausbreitung des schlimmen Waldunkrautes *Calamagrostis villosa* zu gestatten.

Die Zusammensetzung dieser Calamagrostis-Variante des *Piceetum subalpinum vaccinietosum* ist folgende:

Baumschicht:

- 5.5 *Picea excelsa* (20–50 cm Durchmesser)
1.1 *Larix decidua*

Krautschicht:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 3.4 <i>Calamagrostis villosa</i> | + <i>Rosa pendulina</i> |
| 2.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Sorbus aucuparia</i> |
| 2.3 <i>Melampyrum silvaticum</i> | + <i>Geranium silvaticum</i> |
| 2.1 <i>Luzula nemorosa</i> | + <i>Lathyrus montanus</i> |
| 1.2 <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Rubus saxatilis</i> |
| 1.1 <i>Picea excelsa</i> | + <i>Oxalis acetosella</i> |
| 1.1 <i>Lonicera nigra</i> | + <i>Pyrola secunda</i> |
| + <i>Milium effusum</i> | + <i>Veronica latifolia</i> |
| + <i>Luzula pilosa</i> | + <i>Galium boreale</i> |
| + <i>Majanthemum bifolium</i> | + <i>Knautia silvatica</i> |
| + <i>Lilium martagon</i> ^o | + <i>Hieracium murorum</i> |

+ *Hieracium vulgatum*

Moose:

3.3 *Hylocomium proliferum*3.3 *Rhytidiadelphus triquetrus*1.2 *Pleurozium Schreberi*

Das Bodenprofil zeigt folgenden Aufbau:

A₀: 5–8 cm, verfilzter Rohhumus.A₁: 2–3 cm, gutzersetzte, braunschwarze Feinerde, stark durchwurzelt.A₂: 10 cm, lockere, sandige, skelettreiche Feinerde, grau mit gelblicher Tönung.

B: 20 cm, dunkelrostgelber, skelettreicher Eisenanreicherungs-horizont.

C: Schwemmschutt des Inn; zur Hauptsache Silikat-Geschiebe.

Die Podsolierung ist hier weniger deutlich als im *Piceetum subalpinum myrtilliosum*.Mit zunehmender Durchlichtung breitet sich *Calamagrostis villosa* aus und bildet auf Lichtungen fast reine Herden, die die Verjüngung stark behindern.Häufig, besonders an steilen Trockenhängen, sind in Ostbünden verarmte Ausbildungen der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation, teils natürlich, durch Steilheit des Geländes, teils durch Streunutzung oder Weidgang bedingt.In den meisten Fällen können sie der einen oder andern Variante der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation zugeordnet werden.Als Beispiel für einen stark verarmten Subalpinen Fichtenwald aus sehr steiler SW-Lage am Albertitobel bei Davos-Platz (zirka 1720 m) sei hier die floristische Zusammensetzung eines mehrere 100 m² messenden Reinbestandes angeführt.

Hier stehen beisammen:

Vaccinium vitis-idaea (sehr reichlich)*Vaccinium myrtillus* (spärlich)*Luzula luzuloides* (reichlich)*Melampyrum silvaticum* (reichlich)*Hieracium murorum* (reichlich)*Homogyne alpina* (reichlich)*Calamagrostis villosa* (ziemlich reichlich)*Luzula Sieberi* (spärlich)*Luzula luzulina* (spärlich)*Lycopodium annotinum* (spärlich)*Pyrola uniflora* (spärlich)*Majanthemum bifolium* (spärlich)*Fragaria vesca* (spärlich)*Oxalis acetosella* (spärlich)*Sorbus aucuparia* (spärlich)*Veronica officinalis* (spärlich)*Solidago virga-aurea* (spärlich)*Picea*-Keimlinge (spärlich)Der Deckungsgrad der wenigen Moose und Flechten: *Hylocomium proliferum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum juniperinum*, *Peltigera aphthosa*, ist gering.In dieser verarmten Ausbildung der *Vaccinium vitis-idaea*-Subassoziation ist das Gedeihen der Fichte mittel bis schlecht.Die Entwicklung der Subassoziation *vaccinietosum* vom Rohboden bis zum Wald ist am Hang des Munt della Baseglia bei Zernez gut zu verfolgen.In die initiale *Rumex scutatus-Galeopsis intermedia*-Assoziation auf Amphibolitschutt dringen Pioniere des *Berberis-Rosenbusches* ein; ausser *Berberis vulgaris* namentlich *Rubus idaeus* (stellenweise sehr reichlich), Rosenarten, *Sambucus racemosa*, *Lonicera xylosteum* usw.

Zwischen den bodenfestigenden Büschen kommt die Lärche auf, und unter ihrem Schirm schliesst sich der Rasen innert kurzer Frist vollständig, sofern die Schuttfuhr von oben nicht zu intensiv ist.

Je offener der Lärchenbestand, desto mehr nähert sich sein Unterwuchs dem (*Stipeto-Poion xerophilae*-)Trockenrasen. In diesem Trockenrasen gedeiht die Fichte schlecht. Bei stärkerer Beschattung, in E-, W- und besonders in N-Exposition, wo Kräuter und Grasarten den Lärchenunterwuchs bilden, kann sie eher Fuss fassen,

sich **allmählich** ausbreiten und damit die **Vorbedingung** für das *Piceetum subalpinum vaccinetosum vitis-idaeae* schaffen.

Als Pionier initialer Böden auf schwach geneigten Silikat-Felsen in sonnig-trockener Lage des Engadins ist die *Sempervivum arachnoideum-Scleranthus biennis*-Assoziation, die meist auf eine Flechten- und Moos-Initialgesellschaft folgt, verbreitet. Besonders schön entwickelt ist diese Assoziation am Südwesthang oberhalb Chasté Muottas bei Zernez. In der Folge erscheinen die Gräser des *Koelerieta-Poetum xerophilae*. Die Weiterentwicklung zum *Piceetum subalpinum vaccinetosum* verläuft ähnlich wie auf **Felsschutt**, aber **viel** langsamer.

Auf kalkreichem Schutt (z. B. in der Clemgia-Schlucht tief herabreichend) erscheint als Initialgesellschaft ein *Petasitetum paradoxo*, das über ein Weidenbusch-Stadium oder über den Alpenerlen- oder *Pinus mugo*-Bestand zum *Piceetum subalpinum* **hinführt**.

In den fortgeschrittenen Stadien **all** dieser **Schuttgesellschaften** fehlt nie die Lärche, ja sie bildet oft **Reinbestände**, **bevor** noch die Fichte in den Wettbewerb eintritt. Unter **der** Lärche **setzt sich** der **Fichtenjungwuchs fest** und breitet sich in der **Folge** auf Kosten **der** **lichtbedürftigen Junglärchen** aus.

In den **Endstadien** der **Entwicklung** erlangt stets die Fichte die Oberhand und herrscht schliesslich **meist** allein.

Im *Piceetum subalpinum myrtilletosum, sphagnetosum* und *blechnetosum* bildet der **reine** Fichten-Hochwald ohne **Lärchenbeimischung** das **Endstadium**; in der **Subassoziatio** *vaccinetosum* dagegen vermag sich die Lärche spärlich eingestreut zu halten und sogar **mitherrschend** zu werden. Die reinen **Lärchenwälder** des **Engadins** aber verdanken ihr Dasein **zumeist** dem Menschen.

Regressivstadien des *Piceetum subalpinum vaccinetosum* nach Schlag, Windbruch, Brand, **Lawinenschädigung** sind namentlich **am** rechtsseitigen **Talhang** des **Unteringadins** und im **Münstertal** **nicht** selten. Sie sind der **Lärchenverjüngung**, aber auch der Ausbreitung **von** *Calamagrostis villosa* **günstig**.

e) *Piceetum subalpinum sphagnetosum* (torfmoosreicher Subalpiner Fichtenwald)

Das *Piceetum subalpinum sphagnetosum*, an schattige, flache Standorte und schlecht drainierte Böden gebunden, ist gekennzeichnet durch mehr oder weniger reichliches Vorkommen von *Sphagnum acutifolium*, dem häufigsten Torfmoos subalpiner Waldungen. Seine Standortsansprüche: stagnierende Nasse in Vertiefungen oder an schwach geneigten Hängen, finden sich im Nationalpark selten **verwirklicht**, und wenn, so sind sie mit Torfmoorfragmenten und **Bergföhren** bestanden. Günstiger sind das feuchtere, niederschlagsreichere Prätigau und das Davoser Gebiet, woher unsere drei Aufnahmen stammen. Neben *Sphagnum* dürften auch die Moose *Hylocomium loreum*, *Dicranum majus* (beide dem Parkgebiet fehlend) und *Polytrichum formosum* als **Differentialarten** anzusprechen sein.

Drei Aufnahmen vom *Piceetum subalpinum sphagnetosum* sind in Tabelle XII aufgeführt.

Die Aufnahmen **stammen** von folgenden Orten:

20. Eingang des **Dischmätals** bei **Davos-Platz**, 1570 m, Moränenschutt; Podsol. Fichte gute Qualität.

Piceetum subalpinum

it-Felsen in sonnig-
-*Scleranthus biennis*-
naft folgt, verbreitet.
ing oberhalb *Chasté*
clerieto-Poetum xero-
etosum verläuft ähn-

tief herabreichend)
er ein *Weidenbusch-*
Piceetum subalpinum

naften fehlt nie die
len Wettbewerb ein-
l breitet sich in der

e die Oberhand und

blechnetosum bildet
adium; in der Sub-
ingestrent zu halten
Engadins aber ver-

nach Schlag, Wind-
tsseitigen Talhang
Lärchenverjüngung,

ner Fichtenwald)

he Standorte und
mehr oder weniger
Porfmoos subalpiner
ertiefungen oder an
wirklicht, und wenn,
Günstiger sind das
, woher unsere drei
Hylocomium loreum,
p. formosum als Dif-

d in Tabelle XII

Podsol. Fichte gute

21. Tiefenwald bei Aschüel, St. Antönien, 1600 m, kalkreicher Moränenschutt; podsoliger Boden. Fichte schön, ca. 200jährig.
22. Davos-Platz gegen *Dischmä*, 1590 m, kalkarmer Moränenschutt; sehr schönes Eisenpodsol.

Die floristische Individualität der Subassoziation *sphagnetosum* ist nur schwach ausgeprägt durch das fleckenweise Auftreten von *Sphagnum acutifoliuin* als *Feuchtigkeitszeiger*. Ein Fortschreiten der *Vermooring* ist unter den herrschenden *Klimaverhältnissen* nicht zu befürchten, doch leidet der Wald unter der Bodennässe.

In dieser Subassoziation kann es auch zur Ausbildung von Humus-Eisen-Podsolen kommen, die sonst nur bei den subalpinen Zwergstrauchgesellschaften vorkommen (siehe S. 183). Die Aufnahme 20 der Tabelle XII (*Piceetum subalpinum sphagnetosum*) vom Eingang des *Dischmätales* in Nordexposition stockt auf einem derartigen *Humus-Eisenpodsolprofil* von folgendem Aufbau:

- A.: 10–12 cm, hellbrauner, *lagig* verfilzter *Auflage-Rohhumus*.
A₁: 4–5 cm, schwarzgrauer, sehr feinerdiger, schmieriger *Mör*.
A₂: 3–4 cm, hellgraue sandige Feinerde.
B.: 3 cm, schokoladebrauner, schmieriger, feuchter Humus-Anreicherungshorizont.
B.: 8–10 cm, rostbrauner, lockerer etwas sandiger Eisen-Anreicherungshorizont.
C: Glimmerschieferschutt.

d) *Piceetum subalpinum pinetosum* prov.
(engadinerföhrenreicher Subalpiner Fichtenwald)

Unter dem Namen *Piceetum subalpinum pinetosunt* fassen wir die trockenen *Pinus engadinensis*-Wälder auf *Silikatböden* des mittleren Engadins zwischen Sinuoschel und Lavin zusammen. Sie sind meist sehr *artenarm* und ihre Bodenschicht verrät die ungünstigen *Standortsbedingungen*: sehr steile, trockene Hänge oder *Flachgründigkeit*¹⁾.

Jenseits Susch bekleiden diese Bestände vom Gletscher gehobelte *erdarme Silikat-rundhöcker*, zwischen Susch und Zernez die bis 450 steilen *Moräneböden* am linken Berghang.

Wir verfügen nur über *wenige* Aufnahmen von dieser seltenen Gesellschaft; siehe Tabelle XIV.

Sie stammen von folgenden Orten:

- 1.–4. Buckel von Craistas, 1500–1520 m, flacher Felsrücken.
5. Susch, 1500 m, trockene Vorsprünge, mit Silikatschutt überlagert, flachgründiger Boden.
6. Crastatscha zwischen Zernez und Susch, 1480 m, sehr trockener steiler *Moränenhang*.
7. Ausgang vom Val Gliems bei Lavin, 1750 m, Trockenhaug.

In obiger Tabelle nicht *erwähnt*, weil nur ein- oder zweimal vertreten, sind:

Anemone vernalis (2, 4), *Campanula rapunculoides* (1, 5), *Carlina acaulis* (6, 7), *Galium boreale* (1, 5), *Galium pumilum* (6), *Lotus corniculatus* (6, 7), *Melica nutans* (6), *Pimpinella saxifraga* (6), *Saponaria ocymoides* (6, 7), *Silene nutans* (6, 7), *Solidago virga-aurea* (7), *Trifolium montanum* (6), *Veronica officinalis* (6, 7), *Rhyüdzrnr rugosum* (2, 4).

¹⁾ Die flachgründige Rundhöckerlandschaft in Prasüra und anderwärts jenseits Susch ist von einem *dichtgeschlossenen*, üppig wuchernden Strauchfleclitenteppich bedeckt, worin kümmerliche *Pinus engadinensis*-Krüppel vegetieren, während Kräuter nahezu fehlen und die *Halbsträucher* nur durch *Vaccinium vitis-idaea* vertreten sind. Diese Flechtengesellschaft ist von ED. FREY untersucht worden.

Diese, nur oberflächlich studierte, durch *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis* gekennzeichnete Gesellschaft umfasst zwei ausgeprägte Varianten, vielleicht Subassoziationen, wovon die moosarme Variante trockene Steilhänge mit wenig entwickeltem Boden, die moosreiche Variante ebene bis schwachgeneigte Stellen mit weiter entwickeltem Boden besiedelt. Die Unterlage ist kalkarmes Silikatgestein.

Pinus silvestris ssp. *engadinensis* ist an derartigen Standorten der Fichte überlegen und herrscht meist vor. Sie gedeiht ausgezeichnet und erreicht beste Qualität. Die schlank aufstrebenden, wenigastigen Stämme erreichen 12—15 m Höhe und 25—35 cm Durchmesser. Das Gedeihen der Fichte ist durch die Trockenheit behindert.

e) Piceetum subalpinum **blechnetosum** (rippenfarnreicher Subalpiner Fichtenwald)

Auf durchlässigem Silikatschutt im niederschlagsreichen Bündner Oberland erscheint eine farn- und moosreiche Subassoziation des *Piceetum subalpinum*.

Wir geben hier 5 Aufnahmen aus der Umgebung von Sedrun: Tabelle WIV. Sie stammen alle ungefähr aus gleicher Höhe jenseits des Dorfes auf der rechten Talseite.

In den 5 Aufnahmen der Tabelle XIV kommen je einmal vor:

Dryopteris austriaca dilatata (3), *Dryopteris phegopteris* (3), *Melampyrum pratense* ssp. *alpestre* (5), *Oxalis acetosella* (3), *Phyteuma betonicifolium* (5), *Solidago virga-auræa* (5) — *Plagiochila asplenioides* (3) — *Plagiothecium denticulatum* (5).

Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge des Gebietes beträgt 1200—1300 mm, ist also nahezu doppelt so gross wie im Unterengadin. Dies erklärt das reichliche Vorkommen von *Blechnum spicant* und *Plagiothecium undulatum*, die beide im Nationalparkgebiet fehlen,

Andererseits bedingt der lockere Untergrund eine starke Auswaschung und führt rasch zur Bildung eines Podsolprofils.

4. Rhodoreto-Vaccinietum (Alpenrosen-Heidelbeer-Assoziation)

In einer Vegetationsskizze aus den Hohen Tauern erstmals kurz umschrieben (G. und J. BRAUN-BLANQUET 1931), hat die Assoziation 1933 durch H. PALLMANN und P. HAFFTER eine auch ökologisch eingehende Behandlung erfahren.

PALLMANN und HAFFTER unterscheiden für das Oberengadin drei Subassoziationen:

1. *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, die Arven-Alpenrosen-Gesellschaft (gewöhnlich Alpenrosen-Arvenwald geheissen),
2. *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*, die Reitgras-Alpenrosen-Gesellschaft,
3. *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum*, die waldfreie Alpenrosen-Gesellschaft.

Diesen dreien gesellt sich im Unterengadin eine vierte Subassoziation zu:

4. *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*, die Bergföhren-Alpenrosen-Gesellschaft.

Im Gebiet nicht vertreten ist die seltene Subassoziation:

5. *Rhodoreto-Vaccinietum caricetosum fuscae*, die Braunseggen-Alpenrosen-Gesellschaft.

Bergföhren-Alpenrosen- und Arven-Alpenrosengesellschaft sind die bei weitem richtigsten Subassoziationen; die **Reitgras-Alpenrosen-Gesellschaft** und die **waldfreie Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft** erlangen räumlich geringere Ausdehnung.

Ein zusammenhängender **Alpenrosengürtel** oberhalb der **Waldstufe**, wie er beispielsweise in den **nordbündnerischen** Schieferketten ganze Hänge umkleidet, fehlt den **inneralpinen** Trockentälern. Das Alpenrosen- und Heidelbeergestrüch bildet hier den **Unterwuchs** aufgelockerter Baumbestände, gelegentlich wirkt es auch als **Silikatblockberaser**. Oberhalb der klimatischen Baumgrenze, die zwischen 2250 und 2400 m verläuft, ist das **Rhodoreto-Vaccinietum** nicht mehr konkurrenzfähig¹⁾.

Im Unterengadin hält sich die Gesellschaft besonders an N-, NW- und NE-Lagen. Ihr nahezu vollständiges **Fehlen in** reiner **Südlage**, wo sie nur in Fragmenten beobachtet wurde, ist teils auf menschlichen Einfluss, teils **auf** die Wärmeverhältnisse, aber auch auf schwache Entwicklung der Böden zurückzuführen.

Gerade an den steilen **Südlehnen** des Ofengebietes mit ihrem durchlässigen **Dolomituntergrund** schreitet die **Bodenbildung** **äusserst** langsam fort und erleidet immer wieder Rückschläge durch **Rutschungen**, Lawinen, Steinschlag, **Überschüttung**. Andererseits sind die in **Südlage** sehr scharf ausgeprägten Extremwerte der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Insolation dem **Rhodoreto-Vaccinietum** wenig zuträglich. Dieses verlangt, wie die Hauptkonstituenten Alpenrose und Heidelbeere, reichlichen und zeitigen **Schneeschutz** und wird immer wieder durch **Frosteinwirkung** zurückgestutzt, sobald es **sich** während einiger milder Winter über den Schneeschutz **hinausgewagt** hat (vgl. **namentlich** auch J. BRAUN, 1913).

Dies ist der **Hauptgrund**, warum das **Rhodoreto-Vaccinietum** in den **subkontinentalen** Zentralalpengebieten mit relativ geringen Niederschlägen (800—1200 mm) an **früh** schneefreien, durch **Spätfrost** gefährdeten Südhängen höherer Lagen vom **Junipereto-Arcostaphyletum** ersetzt wird.

Das **Rhodoreto-Vaccinietum** erlangt weiteste Verbreitung in der subalpinen Stufe der Zentralalpen, doch ist die genaue **Umgrenzung** seines Areals heute noch nicht möglich. Während in den nördlichen **Aussenketten** die **Subassoziation extrasilvaticum** bei weitem vorherrscht, ja stellenweise allein vorkommt, hält sich die Subassoziation **cembretosum** an die inneren Ketten von Steiermark bis Savoyen.

Aufnahmen, die nahezu vollständig mit den unsrigen übereinstimmen, geben G und J. BRAUN-BLANQUET (1931) aus den **Heiligenbluter-** und den Mallnitzer **Tauern** in Kärnten.

In den Westalpen, zum Beispiel am Lautaret, erscheint das **Rhodoreto-Vaccinietum** ohne **Pinus cembra**, aber **in** ähnlicher Ausbildung unter **Larix** (vgl. LIPPMAA, 1933, S. 87), fehlt aber schon in den Alpen des Devoluy vollständig und ist von uns auch im **Queyras** und M Tal der Ubaye nicht beobachtet worden.

Ausserhalb der Alpen ist das **Rhodoreto-Vaccinietum** nur noch aus dem südlichen Jura als Glazialrelikt bekannt. Gut entwickelte Bestände **finden** sich hier allerdings selten, aber auch hier sind die Beziehungen zu den **Pinus mugo**-Beständen unverkennbar und die Zugehörigkeit zur Assoziation steht ausser Frage. Noch nicht völlig abgeklärt ist, ob wir es mit dem **Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum** oder **mugetosum** zu tun haben, oder ob vielleicht eine besondere, schwach charakterisierte Subassoziation vorliegt. Eine mit A. LUQUET am **Recullet** (französischer Jura) bei 1500 m über kom-

¹⁾ In der **Stäzerhornkette** reicht der Gürtel des **Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum** von der Waldgrenze bei 1900 m bis zu 2200 m, **im Rätikon** von ca. 1850 m bis gegen 2200 m.

paktem Kalk gemachte Aufnahme (NE-Exposition; 4 m²) ergab folgende Zusammen-
setzung:

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 3.3 <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Valeriana montana</i> |
| 3.3 <i>Vaccinium uliginosum</i> | + <i>Knautia silvatica</i> |
| 2.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Lonicera nigra</i> |
| 2.2 <i>Rhododendron ferrugineum</i> | |
| 2.3 <i>Juniperus nana</i> | |
| 1.1 <i>Luzula Sieberi</i> | Kryptogamen: |
| + <i>Paris quadrifolia</i> | 3.4 <i>Hylocomium proliferum</i> |
| + <i>Polygonatum verticillatum</i> | 3.2 <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> |
| + <i>Geranium silvaticum</i> | 1.2 <i>Pleurozium Schreberi</i> |
| + <i>Rosa pendulina</i> | 1.2 <i>Dicranum scaparium</i> |
| + <i>Rubus saxatilis</i> | + <i>Plagiochila asplenoides</i> |
| + <i>Epilobium angustifolium</i> | + <i>Peltigera aphthosa</i> |

Ausserhalb der 4 m² wachsen:

Pinus mugo

Picea excelsa (Krüppel)

Homogyne alpina

Kräuter und Sträucher wurzeln in der 40 cm mächtigen sauren Auflagehumus-
schicht (pH 4,2).

Die natürliche, vom Menschen ungestörte Vegetationsentwicklung geht hier wie
in Ostbünden von *Dryas-Spalieren* am Kalkfels aus, worin sich neben ausgesprochenen
Kalkpflanzen auch schon die Alpenrose vereinzelt einstellt. Den Abschluss bildet der
Alpenrosenbusch mit *Pinus mugo* auf 30—50 cm dicker Mörauflage.

Nahe verwandt mit dem *Rhodoreto-Vaccinietum* Zentraleuropas sind das *Rhodo-
reto-Saxifragetum* und das *Rhodoreto-Abietetum* der Pyrenäen (vgl. J. BRAUN-BLAN-
QUET, 1948).

In den Ostkarpaten kommt eine Parallel-Assoziation, das *Rhodoretum Kotschyi*
vor, das sich unserem *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* nähert und worin *Rhodo-
dendron ferrugineum* durch das karpatische *Rhododendron Kotschyi* ersetzt ist [siehe
PAWLOWSKI und WALAS im Prodröm^s VI, S. 44].

Waldbaulich gesehen ist das *Rhodoreto-Vaccinietum* als Assoziation uneinheit-
lich. Erst die Unterscheidung der Subassoziationen und deren Varianten bietet die
Möglichkeit, den waldbaulichen Problemen erfolgreich näher zu treten.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, die klimatisch bedingte Schlussgesell-
schaft im oberen Teil der subalpinen Stufe des Engadins, bietet besonders in seinen
lärchenreichen Varianten die höchstmögliche Wuchsleistung.

Es gab eine Zeit, wo man grosse Hoffnungen auf fremde Hölzer setzte; namentlich
Picea pungens wurde im Klimagebiet des Alpenrosen-Arvenwaldes im grossen an-
gepflanzt und schien vorerst auch gut zu gedeihen. Im Verlauf der Weiterentwicklung
blieb der Baum aber immer mehr zurück; der Abgang war gross, und was heute noch
von den Pflanzungen, beispielsweise in der Umgebung von Pontresina und St. Moritz
vorhanden ist, zeigt nur ausnahmsweise noch mittelmässiges Gedeihen.

Wirtschaftlich wünschenswert erscheint im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*
eine Mischung von Arve und Lärche. Reine Lärchenwälder sind parasitären Schäden
stärker ausgesetzt als gemischte; auch besteht die Gefahr der Bodenverfilzung durch
das wollige Reitgras (*Calamagrostis villosa*; *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*).
In der natürlichen Verjüngung herrscht die Arve stark vor und übernimmt mehr und
mehr die Führung.

Über die forstlich so wichtigen Verjüngungsverhältnisse im *Rhodoreto-Vaccinietum
cembretosum* gibt Tabelle 12 Aufschluss.

Tabelle 12. Baumverjüngung im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*.

| Gesellschaft (je 100 m ²) | Baumschicht | | Anzahl Jungpflanzen | | | | |
|--|-------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Höhe m | Dek- kungs- grad % | <i>Pinus cembra</i> | | <i>Pinus mugo</i> | <i>Larix deci- dua</i> | <i>Sorbus aucu- paria</i> |
| | | | 2-20 cm hoch | 20-100 cm hoch | | | |
| <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> (<i>Pinus mugo</i>-Variante) | | | | | | | |
| 1. Nordhang des Munt la Schera, 1860 m | 15 | 40 | 6 | 2 | 4 | — | — |
| 2. Nordhang des Munt la Schera, 1880 m | 15 | 50 | 4 | — | 1 | — | — |
| 3. Nordhang des Munt la Schera | 15 | 40 | 3 | 1 | 2 | — | — |
| 4. Val Chavagl, 1900 m | 15-18 | 60 | 5 | 1 | 2 | — | — |
| <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> (typisch) | | | | | | | |
| 5. Ob Fuorn, 1860 m | 20 | 50 | — | 3 | 1° | 1* | 5 |
| 6. Ob Fuorn | 25 | 30 | 1 | 11 | 1 | 2* | 4 |
| 7. Ob Fuorn, 1900 m | 20 | 50 | 2 | — | — | — | — |
| 8. Gegen Val Chavagl, 1930 m | 25 | 40 | 2 | 5 | — | — | — |
| 9. God d'il Fuorn | 20 | 60 | — | 6 | 2 | — | 5 |
| 10. Alp Misaum (Val Roseg) | 25 | 40 | 20 | 3 | — | 1 (tot) | — |
| <i>Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum</i> | | | | | | | |
| 11. Val Chavagl, 1930 m | 25 | 50 | — | — | — | — | — |
| 12. Val Chavagl, 1920 m | 25 | 50 | — | 1 | 1 | — | — |
| 13. Falcun, 1600 m | 25 | 60 | — | — | — | — | — |

* auf totem Holz end Strünken

Der meist sehr mächtige Auflagehumus begünstigt die Arvenverjüngung, so besonders in der *Hylocomium proliferum*- und der *Vaccinium myrtillus*-Variante (Aufnahmen 20-27). Dagegen haben wir in keiner unserer Aufnahmen Lärchenkeimlinge, die Mineralboden bevorzugen, feststellen können. Auch die Fichte erscheint sehr selten.

Ein Vergleich mit der Verjüngung im *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* zeigt die keimungshemmende Wirkung des *Calamagrostis*-Wurzelfilzes.

Aber auch das vollentwickelte *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* ist der Keimung der Arve weniger günstig als die weitentwickelten Glieder des *Pineto-Ericion*, das *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* und das *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* (siehe 8. 70 und 52).

Wo der Weidgang unterbunden ist, verjüngt sich die Arve im *Rhodoreto-Vaccinietum* bis an seine obere Grenze, ~~Wir~~ haben im Val Mingèr noch bei 2300 m zwischen toten Arven sehr schöne Arvenverjüngung festgestellt.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* der Lawinenzüge und höheren Lagen ist als Schutzwald aufzufassen und zu behandeln. Nur an mässig geneigten Abhängen,

wie im hinteren Val Mingèr, dürfte eine Überführung in hochstämmigen Wald durch Ansaat (anderwärts auch etwa durch Anpflanzung) der Arve möglich sein.

a) **Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum** (Arven-Alpenrosen-Gesellschaft)

Der Arven-Alpenrosenwald in seiner Gebirgsumrahmung bietet eines der packendsten, unvergesslichen Landschaftsbilder der Alpen. Hinreissend im Frühjahr nach der Schneeschmelze, wenn die Alpenrose ihre harzduftenden Knospen sprengt und die Hänge rötet; überwältigend in der Spätherbsteinsamkeit, wenn die Berge violette Schatten werfen und ihre Umrisse sich scharf am Firmament abzeichnen. Dann lodert es aus dem Halbdunkel des Arvenwaldes und die Glut des Heidelbeerlaubes mischt sich mit den gelben, braunen und rotvioletten Tinten der Zwergsträucher zur unvergleichlichen Farbensymphonie.

Den oberen Waldrand besäumen abenteuerlich geformte Arven- und Lärchen-Veteranen, jeder Baum ein Sieger im Kampf gegen Wetter, Mensch und Tier. Stamm und Aeste sind halb entrindet, von Wind, Regen und Schneekristallen gescheuert und gebleicht. Die aufstrebenden Kronen, vielfach vom Blitz zerfurcht oder auch halb enthaupet, zeugen von unverwüstlicher Lebenskraft.

Aber gerade die kraftvollsten Stämme sind unten öfters angekohlt oder ausgebrannt. Vor manchem Jahrzehnt, als noch der Bär den Engadiner Schafferden fast alljährlich seinen Besuch abstattete, unterhielten die Bergamasker Schäfer gern ihre Wacht- und Abwehrfeuer unter dem Schirm alter Arven und Lärchen.

Reste jahrhundertealter Alpenrosen-Arvenwälder sind am Munt la Schera, in Buffalora, Plan del Aua, Mingèr, Plazèr, Tamangur im Val S-charl erhalten geblieben, wo sie bis 2400 m vorstossen. Von Mingèr und La Schera abgesehen, liegen sie aber ausserhalb der Nationalparkgrenzen und sind sehr licht und durchwegs stark durchweidet. Die meisten Aufnahmen unserer Assoziations-Tabelle stammen aus dem engeren Parkgebiet, wo nicht nur der Weidebetrieb sondern überhaupt jeder menschliche Eingriff seit 1914 ausgeschaltet ist.

Unsere Aufnahmen sind in Tabelle XVI zusammengestellt.

Sie sind an folgenden Stellen gemacht worden:

Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum.

1. Crappa mala im Val Cluozza, 1870 m, Hauptdolomit. Wuchsform aller Altersklassen der Arve sehr gut, der Lärche gut, der Fichte schlechter. Verjüngung zu $\frac{8}{10}$ Arven, je $\frac{1}{10}$ Lärchen und Birken. Prachtvoller Bestand auf vor etwa 200 Jahren kahlgeschlagener Fläche.
2. Val Müschauns, 1960 m, unterhalb des Fusswegs, kalkreiche Allgäuschiefer.
3. God Buffalora da daint, 2030 m, kalkreicher Moränenschutt. Alter gelichteter Arven-Lärchenwald.
4. Sur Sassa bei Zernez, 1930 m, Gneis. Unberührter, schwer zugänglicher Urwald.
5. God Jürada bei S-charl, 1850 m, steile Gneisblockhalde. Wuchsform der Arve sehr gut.
6. God Jürada bei S-charl, 1900 m, auf prachtvollem Podsolprofil auf Gneis. Bäume sehr licht stehend, Verjüngung Arve und Lärche.
7. Güstizia sura zwischen Zernez und Susch, 1880 m, Gneis. Lichter Urwald.
8. Ausgang von Val Tavrü, 1920 m, Silikatschutt.
9. Fop da Buffalora, 2050 m, Silikat-Grobblockschutt.
10. Val Tavrü, bei 1900 m, kalkarmer Schotter.
11. Alp Nova, Morteratsch, 1880 m, Granit-Blockschutt.
12. Munt La Schera, 2250 m. Schöne Arvenverjüngung, Lärchenkeimlinge selten.

13. La Schers, **Nordhang**, 1880 m, Verrukanoschutt. **Qualität** der Arve gut, Fichte mittel; keine Verjüngung.
14. La Schera **Nordhang**, 1900 m, Verrukano. Kohlenschicht im Boden zeugt von Waldbrand. **Qualität** der Arve gut, der Fichte mittel; Verjüngung: Arve.
15. La Schera **Nordhang**, 1900 m, Verrukano. **Sehr lichter Bergföhrenbestand**, wohl auf **Aushieb** der Arven folgend.
16. und 17. Murtera da Chantun bei Buffalora, 2050 m, **Wettersteindolomit mit** Moränenmaterial (teilweise **Verrukano**). **Gute Arven-Verjüngung** im lichten **Bergföhren-Bestand**, der die Stelle des vernichteten **Arven-Lärchenwaldes** einnimmt.
18. **Buffalora** gegen **Giufplan**, 2100 m, **Verrukano**.
19. **Oberhalb Alp** Buffalora, 2130 m, **Verrukano**.

Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum.

20. **Hinteres** Val Mingèr, 2180 m, Kalkschutt.
21. **Nordfuss** des Piz Foraz, 2270 m, **Dolomitschutt mit Möraufgabe**.
22. **Munt della Bes-cha**, 2290 m, Dolomit mit **Möraufgabe**.
23. **Süsom** am **Ofenpass**, 2170 m, **Hauptdolomit mit dicker Yöraufgabe**. Arve spärlich, gutwüchsig.
24. **Nordhang** des **Mot del Hom** im Val Sesvenna, 2280 m, **Gneis-Blockhalde**.
25. **Hintergrund** von Val Mingèr, 2200 m, Raiblerschutt. Bergföhre halbliegend, aber **gute Vitalität**.
26. **Ebenda**, 2240 m, **Kalkschutt**.
27. **God Jürada** bei S-charl, 1860 m, **im Lawinenzug**.
28. **God la Drossa** gegen Fuorn, 1930 m, **Podsol mit alter Brandschicht**. Reiner ausgedehnter Bergföhrenwald.
29. **Vorsprung** am **Weg** nach Cluoza, 2100 m. **Arven-Keimlinge**.

Ausser den in der Tabelle **enthaltenen Arten** finden sich in **unsern** Aufnahmen **noch**:

Dreimal: *Clematis alpina* (1, 2, 8), *Fragaria vesca* (2, 8, 10), *Ligusticum mutellina* (18, 24, 25), *Poa nemoralis* var. *rariflora* (1, 2, 8), *Ribes petraeum* (2, 7, 10), *Rubus idaeus* (2, 7, 10), *Viola biflora* (2, 10, 18) – *Brachythecium albicans* (1, 4, 7), *Dicranum congestum* (3, 5, 25).

Zweimal: *Alnus viridis* (10, 14), *Betula pubescens* (1, 13), *Dryopteris austriaca* ssp. *spinulosa* (9, 10), *Dryopteris Linnæana* (1, 7), *Dryopteris lonchitis* (1, 2), *Galium pumilum* (8, 10), *Milium effusum* (8, 10), *Nardus stricta* (16, 17), *Veronica chamaedrys* (8, 10) – *Drepanocladus uncinatus* (8, 10), *Eurhynchium strigosum* (8, 10) – *Calypogeia Neesiana* (8, 14), *Plagiochila denticulata* (5, 15) – *Peltigera canina* (8, 10).

Einmal: *Aconitum napellus* (1), *Adenostyles alliariae* (1), *Adoxa moschatellina* (7), *Campanula Scheuchzeri* (12), *Carex ornithopoda* (29), *Cicerbita alpina* (1), *Dryopteris austriaca* ssp. *dilatata* (2), *Festuca rubra* (2), *Lonicera alpigena* (2), *Luzula lutea* (23), *Luzula pilosa* (7), *Luzula spadicea* (23), *Myosotis silvatica* (10), *Paris quadrifolia* (10), *Phyteuma ovatum* (14), *Poa alpina* (29), *Poa Chaixii* (2), *Polygonum viviparum* (18), *Ranunculus breynianus* (18), *Soldanella alpina* (18), *Trollius europaeus* (1) – *Dicranum longifolium* (5), *Dicranum Mühlenbeckii* var. *brevifolium* (23), *Mnium affine* (8), *Mnium punctatum* (2), *Mnium serratum* (8), *Plagiothecium Ruthei* (8), *Pohlia allongata* (8), *Ptychodium plicatum* (8), *Sphagnum acutifolium* (25) – *Blepharostoma trichophyllum* (5), *Cephalozia pleniceps* (12), *Lophozia incisa* (3), *Lophozia quinqueidentata* (5), *Lophozia spec.* (12) – *Cladonia alpestris* (18), *Cladonia digitata* (19), *Cladonia cenotea* (26), *Peltigera polydactyla* (26).

Lophozia incisa und *Calypogeia Neesiana* (det. MEYLAN), wachsen mit Vorliebe auf totem Holz; *Blepharostoma trichophyllum*, *Cephalozia pleniceps*, *Lophozia ventricosa* in Vertiefungen, die Schnee- und Regenwasser länger feucht halten.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* ist die am weitesten verbreitete Subassoziation und kann als Typus der Assoziation betrachtet werden.

Auf den Deckungswert der Arten berechnet, ergibt das **Lebensformenspektrum** der beiden Subassoziationen *cembretosum* und *mugetosum* zusammengekommen folgendes Bild:

nmigen Wald durch
lich sein.

-Gesellschaft)

t eines der packend-
Frühjahr nach der
n sprengt und die
die Berge violette
leichen. Dann lodert
elbeerlaubes mischt
träucher zur unver-

ven- und Lärchen-
h und Tier. Stamm
llen gescheuert und
ht oder auch halb

gekohlt oder ausge-
r Schafherden fast
r Schäfer gern ihre
ien.

unt la Schera, in
erhalten geblieben,
ien, liegen sie aber
twegs stark durch-
nen aus dem enge-
: jeder menschliche

ler Altersklassen der
u $\frac{8}{10}$ Arven, je $\frac{1}{10}$
lgeschlager Fläche.
iefer.

r gelichteter Arven-

r Urwald.

der Arve sehr gut.
eis. Bäume sehr licht

vald.

selten.

| | |
|-------------------|-------|
| Phanerophyten | 17,6% |
| Nanophanerophyten | 39,9% |
| Chamaephyten | 29,8% |
| Hemikryptophyten | 9,8% |
| Geophyten | 2,7% |
| Therophyten | 0,2% |

Sträucher und Halbsträucher bilden den Hauptbestandteil der beiden Subassoziationen.

Der prozentuale Anteil (**Deckungsprozent**) der verschiedenen Lebensformen in der Strauch- und Krautschicht ergibt:

| | |
|-------------------|-----|
| Nanophanerophyten | 65% |
| Chamaephyten | 15% |
| Hemikryptophyten | 15% |
| Geophyten | 5% |

In der **Unterschicht** von Moosen und Flechten, die zu nahezu 100% den Boden deckt, herrschen die Bryo-Chamaephyten *Hylocomium proliferum* (mit 51%) und *Pleurozium Schreberi* (mit 20%); die Flechten sind verhältnismässig spärlich eingestreut.

Die Baumschicht ist im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* sehr locker. Der **Deckungsgrad** schwankt zwischen 20 und 60%, man spricht daher in den meisten Fällen besser von einem Alpenrosen-Heidelbeergesträuch mit eingestreuten Bäumen als von einem Wald.

Im gut entwickelten *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* spielt die Lärche eine untergeordnete Rolle; noch seltener erscheint die Fichte; dagegen erlangt die Bergföhre in der aufrechten Form oberhalb 2000 m gelegentlich die Mitherrschaft. Es scheint aber, dass es sich bei dieser *Pinus mugo* arborea-Variante (Aufnahmen 15-19) meist um ehemalige Waldbrandflächen handelt.

Eine zusammenhängende höhere Strauchschicht fehlt; *Sorbis aucuparia*, *Ribes petraeum*, *Lonicera coerulea*, *Rosa pendulina* kommen oft vereinzelt eingesprengt vor.

Die Zwergstrauchschicht schliesst dicht und lässt nur wenig Licht durchdringen (600-2000 Lux unter *Rhododendron*, 2000-3000 L w unter *Vaccinium myrtillus*). Sie besteht zur Hauptsache aus üppigem Kleingesträuch von *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus* und wird 40-60 cm hoch (Abbildung 9). Selten fehlen darin *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Homogyne alpina* und *Vaccinium vitis-idaea*; die übrigen Gräser und Kräuter sind spärlicher beigemischt.

In der kräftig wuchernden Moosschicht herrschen die Hylocomien. Den Moosteppich durchspinnen zarte Kriechtriebe der nordischen *Linnaea borealis*. Sie hat in den Alpen ihr optimales Gedeihen im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, als dessen Charakterart sie aufzufassen ist, wenschon sie auch in den angrenzenden Fichtenbeständen vorkommt.

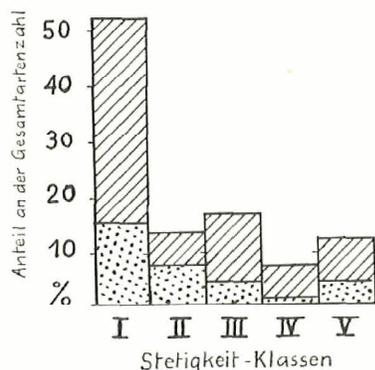
Als weitere Charakterarten erscheinen *Pinus cembra*, *Rhododendron ferrugineum*, *Lonicera coerulea*, *Luzula silvatica* ssp. *Sieberi*. Im Oberengadin ist die Zahl der Charakterarten des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, falls lokal gefasst, erheblich grösser (vgl. H. PALLMANN und P. HAFFTER, 1933), weil dort das *Piceetum subalpinum* fehlt und daher die etwa noch vorkommenden *Piceetum*-Charakterarten sich streng an das *Rhodoreto-Vaccinietum* halten und so den Rang lokaler Charakterarten erlangen (z. B. *Ptilium crista-castrensis*, *Lycopodium annotinum*, *Luzula luzulina*, *Lonicera nigra*).

Mit Ausnahme der stellenweise fehlenden, wo sie vorkommt aber äusserst reichlich auftretenden *Linnaea* erreichen die Assoziations-Charakterarten hohe Stetigkeitsgrade.

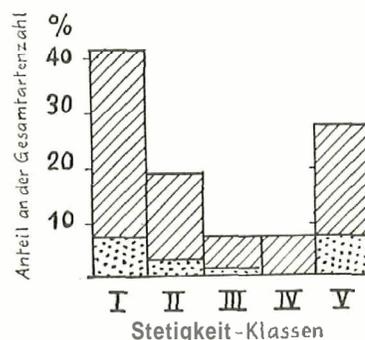
Minimal-Arealkurve, Frequenzverteilung und biologisches Spektrum des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, wie sie von H. PALLMANN und P. HAFFTER für das Oberengadiu gegeben worden sind, haben auch in unserem Gebiet weitreichend Geltung.

Die Verteilung der Arten auf die verschiedenen Stetigkeitsklassen geht aus Figur 12 hervor.

Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum



Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum



Blütenpflanzen
Moose und Flechten

Blütenpflanzen
Moose und Flechten

Figur 12. Verteilung der Arten auf die verschiedenen Stetigkeitsklassen im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* und *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*.

Wie im Oberengadin, so zählt auch im Nationalparkgebiet der Einzelbestand des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* im Mittel auf einer Fläche von 100 m² 32 Arten: 20 Gefässpflanzen und 12 Moose und Flechten. Die im Mittel höher gelegene Subassoziation *mugetosum* ist artenärmer und besitzt im Mittel auf 100 m² bloss 29 Arten (epiphytisch und auf Steinen wachsende Kryptogamen nicht berücksichtigt).

Unsere Tabelle XVI des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* (19 Aufnahmen) enthält die hauptsächlichsten Varianten der Subassoziation, die an zwar geringfügigen, aber recht konstanten floristischen Unterschieden zu erkennen sind.

a) Variante mit *Vaccinium vitis-idaea* und *Rhytidiadelphus triquetris* (Aufnahmen 1-3), ohne *Linnaea borealis*, ist ein verhältnismässig trockener Typus. *Rhododendron* und *Vaccinium myrtillus* erscheinen reichlich, die feuchtigkeitsbedürftigen Kryptogamen dagegen (wie *Ptilium crista-castrensis*, *Peltigera aphthosa*) fehlen oder sind spärlich. Im Moostepich spielt *Hylocomium proliferum* eine untergeordnete Rolle, dafür ist entweder *Rhytidiadelphus triquetris* oder *Pleurozium Schreb.*

beri gut vertreten. Die Baumschicht ist sehr locker, *Picea* fehlt. Diese Variante wurde nur über kalkhaltigem **Untergrund** angetroffen, und zwar an drei weit auseinanderliegenden Punkten.

b) Variante mit *Linnaea borealis* und *Peltigera aphthosa* (Aufnahmen 4–8) verlangt weniger Licht und mehr Feuchtigkeit. Zeiger hierfür sind ausser *Linnaea* auch *Ptilium crista-castrensis*, *Peltigera aphthosa*, *Oxalis acetosella* und dann namentlich die fast ganz aus *Hylocomium proliferum* gebildete Mooschicht, worin *Rhytidiadelphus triquetrus* stets nur sehr spärlich vorkommt. In dieser Variante tritt neben der Arve auch die Lärche und sogar die Fichte öfter, wenn auch nur vereinzelt auf. Die *Linnaea*-Variante bildet **grössere Waldkomplexe**; der **Umfang der homogenen Aufnahmeflächen** übertrifft jenen der Variante a) um das **Vielfache**. Gedeihen und Verjüngung der Arve und Lärche in den Varianten a) und b) sind gut.

An besonnten Hängen kann es zum Verschwinden der Alpenrose und Vorherrschenden von *Vaccinium vitis-idaea* kommen. **Lichtstellung** solcher Bestände begünstigt das Eindringen der minderwertigen aufrechten **Bergföhre**.

c) Variante mit viel *Larix decidua* (Aufnahmen 9–12) ist etwas trockener als die Varianten a) und b). *Pinus cembra* ist gut vertreten. *Picea* und *Pinus mugo arborea* kommen gelegentlich vor. Am **Berninapass** erscheint die seltene *Trientalis europaea* in dieser Variante.

Die Aufnahme 12 entspricht der natürlichen Ausbildung der Subassoziation an ihrer obersten Grenze.

d) Variante mit viel *Picea excelsa* und *Vaccinium myrtillus* (Aufnahmen 13 und 14) steht voriger Variante nahe. Sie ist arm an *Rhododendron* und *Empetrum*, **schattig** und relativ trocken, wenn auch **wohl etwas feuchtigkeitsbedürftiger** als c).

In der dichten **Heidelbeerdecke** ist die Verjüngung spärlich, doch gedeiht auch in dieser Variante die Lärche gut.

e) *Pinus mugo arborea*-Variante (Aufnahmen 15–19). Im Parkgebiet ist sie oberhalb 1900 m, namentlich am **Ofenpass**, verbreitet. Arve und Lärche treten **darin** zurück oder **können** auch ganz fehlen; sie sind durch die aufrechte Bergföhre mit bis 15 m hohen, aber schwachen Stämmchen ersetzt. Es handelt sich hier allem Anschein nach um eine durch Kahlschlag oder Brand aus irgend einer der natürlichen Varianten hervorgegangene sekundäre Gesellschaft, wofür auch der im Bodenprofil fast ständig wiederkehrende, zuerst in seiner **grossen Ausdehnung** von E. CAMPBELL nachgewiesene Brandhorizont spricht. Diese Variante dürfte sich allmählich wieder in eine Variante mit viel *Pinus cembra* umwandeln. Dafür spricht einerseits die Gleichaltrigkeit von *Pinus mugo*, andererseits der Umstand, dass die Verjüngung gegenwärtig vorwiegend aus jungen Arven besteht.

Die floristische Zusammensetzung unterscheidet sich von den bisher behandelten Varianten durch schwächere Entwicklung der Assoziations- und Verbands-Charakterarten, Vorherrschenden von *Vaccinium myrtillus* im **Unterwuchs**, reichlicheres Vorkommen der Strauchflechten, von *Empetrum hermaphroditum* und *Vaccinium uliginosum* in den oberhalb 2050 m liegenden Aufnahmen (Einfluss der Schneedauer). Hierdurch nähert sich diese Variante dem **Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum**, der **legföhrenreichen** Subassoziation. Diese **Mittelstellung** geht aus unserer Tabelle klar hervor.

Das eingehende **ökologische** Studium der verschiedenen Varianten muss der **Zukunft überlassen** bleiben.

Die Böden des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, die sich aus silikatischem Muttergestein entwickelt haben, stellen in der Regel Eisenpodsole dar. Die Profile mit Kalk-Muttergestein entsprechen ungefähr denen des Mugeto-Rhodoretum hirsuti *hylocomietosum* oder des Mugeto-Ericetum *hylocomietosum*, aus denen sich das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* als Klimax entwickeln kann. Zwar sind **Steinrosen** und **Erika** als Streulieferanten durch **Alpenrosen** und **Vaccinien** ersetzt; nach wie vor aber stammt ein grosser Teil der **Humusbildner** von den Moosen, die im wesentlichen dieselben geblieben sind.

Diese **Entwicklung** ist an zahlreichen Stellen, vor allem im Gebiet des Ofenpasses, über Dolomit mit dicker **Möraufgabe-Humusschicht** zu beobachten. Sind **Moränenreste silikatischer** Gesteine vorhanden, so verläuft sie rascher.

Analysen und eingehende Beschreibung von *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*-Profilen finden sich unten (S. 174 und Tabelle 26 und 28).

b) *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* (Bergföhren-Alpenrosen-Gesellschaft)

Die niederliegende Form der **Bergföhre** oder **Legföhre** folgt im Gebiet **ausschliesslich** den **Lawinezügen** und dem oberen Rand des **Waldes**, den sie in einem oft unterbrochenen, schmalen Gürtel besäumt. Von der viel häufigeren aufrechten Bergföhre unterscheidet sie sich **nicht** spezifisch; ihre **Wuchsform** ist im **Engadin** phänotypisch, nicht erblich bedingt. In der Tat finden sich alle **Übergänge** von der aufrechten zur kriechenden Kuschelform. **Unsere Legföhre nimmt** aber aufrechten Wuchs an, sobald die **ungünstigen** Einwirkungen (vor allem **Wind-** oder **Lawineneinfluss**, langdauernde **Schneelagerung**) wegfallen. Gegen oben geht die aufrechte unvermerkt in die **Kriechform** über; je höher gelegen und je **windexponierter**, um so enger schmiegt sich der Baum dem Boden an. Der **Zwergwuchs** steht hier in direktem Zusammenhang mit der Ungunst des Standorts.

Von der genotypisch fixierten ostalpin-karpatischen **Knieholzform** unterscheidet sich unsere liegende Bergföhre schon rein **äusserlich** durch längere, aber weniger dichte **Benadelung** und durch weniger gedrungenen Wuchs, **sodann** auch durch grössere Zapfen. Sie dürfte als Subspezies zu bewerten sein. Die verschiedenen Zapfenformen **sind** von geringem systematischem Wert.

Die Aufnahmen vom *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* sind in Tabelle XVI zusammengestellt (siehe auch S. 105).

Das *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* hält sich an den oberen Teil der subalpinen Stufe. Fast alle unsere Aufnahmen liegen zwischen 2100 und 2300 m; die **beiden** Aufnahmen 25 und 26 betreffen eine **lawinengelegte** Rinne (25) und eine alte **Brandfläche** mit aufwachsenden geradstämmigen **Bergföhren** (26).

Der schon habituell vom **Alpenrosen-Arvenwald** stark abweichenden Erscheinung der Bergföhren-Alpenrosen-Gesellschaft entspricht auch ein deutlicher **struktureller** Unterschied; der **Deckungsgrad** der **Gehölzschicht**, die 1,5 bis 2 Meter nicht überschreitet, ist höher als beim *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*. Er schwankt zwischen 65 und 95%. Kräuter und **Moose**, in innigem Verein, decken den Boden stets vollständig (100%). Während der Anteil der **Kleinsträucher**, Kräuter und Moose etwa jenem des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* entspricht, sind die Strauchflechten **insgesamt** erheblich reicher vertreten und **können z. T.** als **Differentialarten** gelten; so *Cladonia silvatica*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia pleurota*. Auch *Peltigera aphthosa*

ist nur in der *Linnaea*-Variante des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* ebenso reichlich vorhanden wie in der Subassoziation *mugetosum*. Von den Zwergsträuchern zeigen *Vaccinium uliginosum* und *Empetrum hermaphroditum* entschiedene Vorliebe für unsere Gesellschaft; heide kommen aber auch in der als Zwischenglied zwischen dem typischen *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* und dem *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* anzusprechenden *Pinus mugo* urborecr-Variante des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* oft vor.

Die floristische Zusammensetzung des *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* ist viel gleichartiger als jene der übrigen Subassoziationen des *Rhodoreto-Vaccinietum*. Nicht weniger als 13 Arten sind in allen unseren Aufnahmen vorhanden gegen bloss 6 im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* und 9 in seiner *Pinus mugo* urbaren-Variante. Die mittlere Zahl der Gefässpflanzen liegt mit 20 etwas unter jener im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* (23); es fehlen die wärme-klimatisch empfindlicheren Arten. Die Verteilung der Arten auf die Stetigkeitsklassen ist aus Figur 12 S. 107 ersichtlich.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* ist der höheren Lage und der klimatisch ungünstigeren Verhältnisse wegen auch ärmer an empfindlicheren Arten wie *Luzula luzulina*, *Loiicern nigra*, *Aquilegia atrata*, *Luzula luzuloides*, *Peucedanum ostruthium*, die in den übrigen Subassoziationen, wenigstens vereinzelt, noch vorkommen. Das vollständige Fehlen der Lärche, die in den anderen Subassoziationen nicht selten und gelegentlich reichlich auftritt, dürfte auf Abdichtung des Bodens durch die stets dicht geschlossene Bodenschicht und die dicke, stark saure Aiiiflagehumus-Schicht zurückzuführen sein, die das Einwurzeln der Lärchenkeimlinge ungünstig beeinflusst.

Die Aufnahmen des *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* verteilen sich auf drei Varianten:

a) Eine trockene Variante mit *Cladonia islandica* und *Pleurozium Schreberi* (Aufnahmen 20–23). Sie enthält etwa zu gleichen Teilen *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus*. Unseren Aufnahmen fehlen *Luzula Sieberi*, *Linnaea borealis* und auch die Arvenkeimlinge. Es ist mit 17 Arten im Mittel die artenärmste Variante der Assoziation. Diese Variante wurde bisher nur auf Rohhumus über Kalkstein getroffen.

h) Variante mit stark vorherrschendem *Hylocomium proliferum* und wenig *Rhytidiadelphus triquetrus* (Aufnahmen 24–27) zeigt gegenüber a) eine Abnahme von *Rhododendron* und eine Zunahme von *Vaccinium myrtillus*. Die mesophileren Arten wie *Lonicera coerulea*, *Luzula Sieberi* und *Knautia silvatica* sind reichlicher vorhanden als in Variante a).

Ökologisch aufschlussreich ist auch die Verteilung der Kryptogamen. Die in der trockenen Variante a) häufigen *Pleurozium Schreberi* und *Cetraria islandica* treten zurück, dagegen sind *Hylocomium proliferum*, *Peltigera aphthosa* und *Cladonia silvatica*, Arten mit grösseren Feuchtigkeitsansprüchen, erheblich häufiger. Diese Variante bevorzugt NE- und N-Exposition, sie stockt sowohl auf Silikat- als auf Kalkunterlage. Die Wasserversorgung ist günstiger als die der *Rhododendron-Pleurozium*-Variante.

c) Variante mit stark vorherrschendem *Vaccinium myrtillus* und spärlicher Alpenrose (Aufnahmen 28 und 29), ebenfalls in N- und NE-Lage auf Silikat- und Karbonatböden, entspricht in bezug auf die Feuchtigkeitsverhältnisse etwa der *Hylocomium proliferum*-Variante, ist aber wegen des starken Vorherrschens der Heidelbeere flechtenärmer als die beiden anderen Varianten. Sie hat nur beschränkte Verbreitung und steht der *Pinus mugo*-Variante des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* nahe.

retosum ebenso **reich-**
vergsträuchern zeigen
ie Vorliebe für unsere
ischen dem typischen
um *mugetosum* **anzu-**
inietum *cembretosum*

n *mugetosum* ist viel
o-*Vaccinietum*. **Nicht**
len gegen **boss 6** im
go arborea-Variante.
jener im *Rhodoreto-*
ipfndlicheren Arten.
12 S. 107 ersichtlich.
und der klimatisch
a Arten wie *Luzula*
cedanum ostruthium,
ch vorkommen. Das
nen nicht selten und
ens **durch** die stets
iflagehumus-Schicht
ngünstig beeinflusst.

teilen sich auf drei

d *Pleurozium Schre-*
dendron ferrugineum
eri, Linnaea borealis
rtenärmste Variante
über Kaikstein **ange-**

m *proliferum* und
er a) eine Abnahme
t. Die **mesophileren**
sind reichlicher **vor-**

ogamen. Die in der
ria islandica treten
d *Cladonia silvatica*,
Diese Variante **be-**
auf **Kalkunterlage**.
leurozium-Variante.

m *myrtillus* und
E-Lage auf **Silikat-**
hältnisse etwa der
Vorherrschens der
at nur beschränkte
Vaccinietum cembre-

Das *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* kann genetisch verschiedenen Ursprungs sein. Meist ist es eine Dauergesellschaft, im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende an klimatisch ungünstigen hochgelegenen Standorten durch allmähliche Anhäufung von **Rohhumus** entstanden.

Es kann aber **auch** regressiv aus dem *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* durch natürliche (Brand, Lawinen, **Klimawechsel**) oder künstliche Vernichtung (Schlag, Brand) der locker stehenden Hochstämme hervorgehen. Die letzten **alpenrosenumgürteten Arvenpioniere** im Hintergrund von Val Mingèr, auf Süsom und anderwärts sind zweifellos Reste früher viel ausgedehnter **Arvenwäldungen**.

Die Sukzession auf Kalkunterlage verläuft meist über ein Dryas-Stadium zum *Mugeto-Ericetum*, hierauf zum *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*, und endet beim *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* als Klimax. Diese Entwicklung verläuft um so rascher, je weniger der Standort der Erosion, der Zufuhr von Schuttmaterial und der Berieselung ausgesetzt ist. Nach dem völligen Abbau der Gesellschaft und ihres **Boden-**
profils durch die Erosion setzt die **Entwicklung** auf **Kalk** erneut mit einem *Dryas-*
Stadium ein.

Durch ihre Nadelstreu spielt die **Bergföhre** eine äusserst wichtige aufbauende Rolle. Zur **Versauerung** des Bodens und der **Rohhumusbildung** tragen ferner die **Moose**, Flechten und **Zwergsträucher** viel bei. Im Laufe der Zeit bildet sich eine bis **meter-**
mächtige stark saure Mörauflage, welche die Existenz der **azidophilen Klimaxgesell-**
schaft selbst über kompaktem **Kalkfels** ermöglicht. Die **basiphilen** Arten sind **darin**
ganz oder nahezu ausgemerzt.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum* erscheint als **Vegetationsklimax**, schon bevor der **kA₁-Horizont** gänzlich entkalkt ist, sobald die Mörauflage eine gewisse Dicke erreicht hat. Hierfür zeugt folgendes Profil aus einem *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* im Val Mingèr:

| | Karbonatgehalt der Feinerde |
|---|------------------------------------|
| 15 cm A ₀ (Rohhumus) | 0 % |
| 2-3 cm kA ₁ (schwarzer Mill) | { 1,8 % |
| | { 9 % |
| kC (Kalkschotter, scharf abgegrenzt) | 91 % |

Der intensiven Erosion wegen **trifft** man im Kalkgebiet selten grössere Bestände des *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*. Auf den Absätzen der Steilhänge **kleben** öfter **Degradationsstadien** mit mehr oder weniger fortgeschrittener **Profilerosion** (*Cluozza*, Süsom).

Zu einem gewissen Abschluss gelangt die **Entwicklung** über Kalkunterlage auf flachen Hochjochen oder in beckenartigen Talausweitungen wie im hinteren Val Mingèr. Die Möglichkeit der Weiterentwicklung zum *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* wird angezeigt durch die selten fehlenden **Arvenkeimlinge** in der *Hylocomium-*
und *Myrtillus-Variante* und durch vereinzelt junge und ausgewachsene Arven (siehe Tabelle XVI).

Man **kann** sich fragen, warum die **Klimaxgesellschaft** auf Kalkunterlage nicht weitere Verbreitung erlangt hat. Hauptursache ist neben der gewaltigen Erosion die starke Entwaldung gerade an der oberen Waldgrenze, die im Fuorngebiet schon im **Mittelalter** zur Zeit des Betriebs der Erzgruben eingesetzt hat und auch später fortgesetzt worden ist.

Waldzeugen sind noch allenthalben vorhanden, vor allem in der Gegend des Pass **d'il Fuorn**, der noch in historischer Zeit **Arvenwald** getragen haben muss. Am ganzen Hang des Piz del Gialet gegen Süsom wie auch am Munt **della Bes-cha** stehen heute

noch bis auf 2290 m vereinzelte alte Arven und zahlreiche verrottete Arvenstümpfe mit Resten dicker Auflage-Humusschichten und der Klimaxvegetation. Z. B. findet sich eine uralte Arve bei 2210 m auf kompaktem Dolomittfels am Ofenpass mitten im räumlich beschränkten, aber typischen *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* folgender Zusammensetzung:

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 4.3 <i>Rhododendron ferrugineum</i> | 2 Ex. <i>Pinus cembra</i> (jung) |
| 3.3 <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Pinus mugo</i> (am Rand) |
| + <i>Vaccinium uliginosum</i> | 1.2 <i>Dicranum scoparium</i> |
| 1.2 <i>Empetrum hermaphroditum</i> | 1.2 <i>Dicranum Mühlenbeckii</i> |
| 1.2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | 1.2 <i>Cladonia gracilis</i> |
| 1.1 <i>Calamagrostis villosa</i> | + <i>Polytrichum juniperinum</i> |
| + <i>Euphrasia minima</i> | + <i>Cladonia pyxidata</i> |
| + <i>Melampyrum silvaticum</i> | + <i>Cladonia deformis</i> |
| + <i>Homogyne alpina</i> | + <i>Cladonia pleurota</i> |
| + <i>Leontodon helveticus</i> | |

Die gleichartige, homogene Aufnahmeffläche beträgt nur etwa 10 m²; an ihrem Rand ist der Auflagehumus abgetragen, verschwemmt, und der nackte Dolomituntergrund tritt zutage. Kleinere Inseln mit ähnlicher Vegetation und Arvenstümpfe gestatten, die ehemalige grosse Ausbreitung des Klimaxwaldes im Ofengebiet abzugrenzen.

Das Bodenprofil auf reiner Kalkunterlage ist mangels silikatischen Materials nie podsoliert. Es besteht aus einem mächtigen, stark sauren Auflagehumus A₀-A₁ wie auf Silikatunterlage; darunter folgt ein wenig mächtiger Mullhorizont. Die Wurzeln verlaufen oberflächlich; nur die Bergföhre, indifferent in bezug auf Kalkgehalt und pH, treibt ihre Wurzeln bis in den C-Horizont vor.

Die Profile auf Kalk stellen alle sehr stark deckenmörige subalpine Wald-Humuskarbonatböden dar, die sich von denen des *Mugeto-Ericetum hylacomietosum* oder *Mugeto-Rhodoretum hylacomietosum* nicht wesentlich unterscheiden. Analysen von solchen Profilen finden sich unten (S. 161 und Tabelle 28).

c) *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* (Reitgras-Alpenrosen-Gesellschaft)

Die Subassoziationen *calamagrostidetosum* und *extrasilvaticum* des *Rhodoreto-Vaccinietum* sind von H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933) ausführlich behandelt worden. Im Ofengebiet hat nur die Reitgras-Subassoziation weitere Verbreitung: das *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* hingegen kommt höchstens etwa als Blockberaser vor und wird hier nicht weiter besprochen.

Das *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* ist an warme, trockene Lagen gebunden. Die lichte Baumschicht kann gemischt sein oder aber vorherrschend oder auch ganz aus Lärchen bestehen (Abbildung 8). Kahlschlag oder Lichtung des Bestandes in Trockenlagen begünstigt die Ausbreitung des Reitgrases, das mit seinem dichten Wurzelfilz die Verjüngung erschwert. Die Verjüngung ist um so spärlicher, je dichter das dominierende Gras zusammenschliesst.

Die Subassoziation *calamagrostidetosum* haben wir im hinteren S-charltal, in der Gegend von Zernez (Sur Sassa, gegen Cluozza, Falcun) und im Fuorngebiet ausschliesslich über Silikatunterlage oder Moräne beobachtet. Die floristische Zusammensetzung wechselt je nach der Baumschicht ziemlich stark; das Licht ist entscheidend. Die

rotte Arvenstümpfe
vegetation. Z. B. findet
in Ofenpass mitten im
mugetosum folgender

(jung)
am Rand)
varium
hlenbeckii
lis
niiperinum
data
mis
ota

wa 10 m²; an ihrem
nackte Dolomitunter-
nd Arvenstümpfe ge-
im Ofengebiet abzu-

tischen Materials nie
agehumus A₀-A₁ wie
horizont. Die Wurzeln
f Kalkgehalt und pH,

alpine Wald-Humus-
hylocomietosum oder
iden. Analysen von

rosen-Gesellschaft)

cum des *Rhodoreto-*
usführlich behandelt
ere Verbreitung: das
ens etwa als Block-

me, trockene Lagen
vorherrschend oder
er Lichtung des *Be-*
sens, das mit seinem
st um so spärlicher,

en S-charltal, in der
umgebung ausschliess-
e Zusammensetzung
t entscheidend. Die

wenig schattende Lärche begünstigt die Ausbreitung des Reitgrases, das besonders im Jungwald zur Herrschaft gelangt.

Ausgedehnte *Calamagrostis villosa*-Bestände im offenen Arven-Lärchenwald überziehen den Gneisbuckel von Sur Sassa oberhalb Clüs. Ihre Zusammensetzung ist recht einheitlich, zeigt aber gegenüber den anderen Subassoziationen wesentliche floristische Unterschiede.

Als Beispiel sei hier die Zusammensetzung einer 1000 m²-Fläche von Sur Sassa (Exposition W, Neigung 15°, 2000 m ü. M.) angeführt.

Baumschicht: offener Arven-Lärchen-Bestand.

Krautschicht:

| | |
|--|----------------------------------|
| 5.5 <i>Calamagrostis villosa</i> | + <i>Potentilla aurea</i> |
| 1.1 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Cotoneaster integerrima</i> |
| 1.1 <i>Melampyrum silvaticum</i> | + <i>Sorbus aucuparia</i> |
| 1.1 <i>Poa Chaiixii</i> | + <i>Sorbus chamaemespilus</i> |
| 1.1 <i>Luzula luzuloides</i> var. <i>rubella</i> | + <i>Trifolium medium</i> |
| 1.2 <i>Dianthus superbus</i> | + <i>Trifolium pratense</i> |
| 1.1 <i>Lotus corniculatus</i> | + <i>Gentiana verna</i> |
| 1.1 <i>Chaerophyllum Villarsii</i> | + <i>Veronica chamaedrys</i> |
| 1.1 <i>Campanula barbata</i> | + <i>Veronica officinalis</i> |
| + <i>Anthoxanthum odoratum</i> | + <i>Valeriana montana</i> |
| + <i>Phleum alpinum</i> | + <i>Phyteuma betonicifolium</i> |
| + <i>Luzula multiflora</i> | + <i>Campanula Scheuchzeri</i> |
| + <i>Luzula pilosa</i> | + <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| + <i>Silene nutans</i> | + <i>Achillea millefolium</i> |
| + <i>Ranunculus montanus</i> | + <i>Carlina acaulis</i> |

Die abgestorbenen, vom Schnee zu Boden gedrückten, verfilzten Reitgrasblätter und der A₀-Horizont, aus toten Laubblättern, Stengeln und Wurzelfilz bestehend, schliessen den Boden ab und erschweren Keimung und Aufkommen von Keimlingen. Daher die grosse Artenarmut des Bestandes bei sehr starkem Vorherrschen des unterirdisch kriechenden und sich ausbreitenden Reitgrases.

Floristisch ein wesentlich anderes Aussehen hat die Gesellschaft im ausgedehnten schattigen Lärchenjungwald am Ausgang von Val Cluozza bei 1850 m in Ostlage. Es handelt sich um ein Jugendstadium: der gleichalterige Lärchenjungwuchs deutet auf natürliche Ansamung nach Kahlschlag. Es ist auffällig, wie schlecht hier die jungen Lärchen dem Schneedruck widerstehen; viele Bäumchen sind geknickt, während die M Unterwuchs herrschende Fichte nicht im geringsten unter dem Schneedruck gelitten hat. Die gegenüber der oben erwähnten Aufnahme stärkere Beschattung der Bodendecke bedingt das Vorherrschen von *Rhytidiadelphus triquetrus*. Fünf getrennte 1/2 m²-Flächen der *Calamagrostis*-Subassoziation zeigen die floristische Zusammensetzung dieses *Calamagrostis*-Rasens:

| 1/2 m ² -Flächen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| <i>Calamagrostis villosa</i> | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| <i>Geranium silvaticum</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Melampyrum silvaticum</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Homogyne alpina</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Hieracium silvaticum</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | 1 | 2 | . | 1 | 1 |
| <i>Erica carnea</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Luzula pilosa</i> | . | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Carex montana</i> | . | 1 | 1 | 1 | 1 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|---|---|---|
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | . | . | 1 | 1 | 1 |
| <i>Hylocomium proliferum</i> | 1 | 1 | . | 1 | . |
| <i>Aquilegia atrata</i> | 1 | . | 1 | 1 | 1 |
| <i>Lotus corniculatus</i> | 1 | . | 1 | 1 | . |
| <i>Lilium martagon</i> | 1° | 1° | . | . | . |
| <i>Ranunculus montanus</i> | 1 | . | 1 | 1 | . |
| <i>Thesium alpinum</i> | . | 1 | 1 | . | . |
| <i>Sorbus chamaemespilus</i> | 1 | . | . | 1 | . |
| <i>Laserpitium Gaudini</i> | . | . | . | 1 | 1 |
| <i>Valeriana montana</i> | 1 | . | . | 1 | . |
| <i>Knautia silvatica</i> | 1 | 1 | . | . | . |
| <i>Campanula barbata</i> | . | . | 1 | . | 1 |
| <i>Solidago virga-aurea</i> | . | 1 | 1 | . | . |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | . | 1 | . | . | . |
| <i>Ranunculus breynianus</i> | . | . | . | 1 | . |
| <i>Cotoneaster integerrima</i> | . | 1 | . | . | . |
| <i>Gentiana verna</i> | . | . | . | . | 1 |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> | 1 | 1 | . | . | . |
| <i>Veronica officinalis</i> | . | . | 1 | . | . |
| <i>Galium pumilum</i> | . | . | . | . | 1 |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> | . | . | . | . | 1 |
| <i>Carlina acaulis</i> | . | . | . | . | 1 |

Ausserhalb diesen sorgfältig ausgewählten kleinen Probeflächen fanden sich ferner in 100 m² der Gesellschaft:

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| <i>Luzula Sieberi</i> | <i>Pimpinella magna</i> |
| <i>Luzula luzuloides</i> | <i>Heracleum montanum</i> |
| <i>Juniperus nana</i> | <i>Gentiana lutea</i> |
| <i>Pinus cembra</i> (jung) | <i>Rhinanthus subalpinus</i> |
| <i>Rosa pendulina</i> | <i>Phyteuma ovatum</i> |
| <i>Potentilla aurea</i> | <i>Phyteuma orbiculare</i> |

Stellenweise überwiegt *Calamagrostis*, stellenweise *Rhytidadelphus triquetrus*. Mit dem Aufkommen der Fichte und zunehmender Beschattung reichern sich die *Rhodoreto-Vaccinietum*-Arten an, und *Calamagrostis* geht zurück. Es hat den Anschein, als ob an diesem Nordosthang die jungen Lärchen im Verlauf der Sukzession weitgehend durch Fichten ersetzt würden. Das Resultat ist wahrscheinlich ein Mischbestand von *Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum*, wie er auch anderwärts etwa zu beobachten ist.

Ähnliche, aber etwas ältere *Larix*-Bestände mit *Calamagrostis*-Unterwuchs stehen auf dem Verrukanoband der Alp La Drossa am Fuorn (bei 1750 m). Die Entwicklung geht hier aber nicht bis zum Fichtenmischbestand, denn die Fichte ist der SE-Lage wegen ausgeschlossen. Auch die Arve gedeiht schlecht, so dass sich das lärchenreiche *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* lokal als Schlussgesellschaft zwischen das *Piceetum subalpinum* tieferer und das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* höherer Lagen einschleibt.

Aber auch oberhalb 2000 m, beispielsweise am NNW-Hang des Munt la Schera, erscheint ein artenarmes *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* unter den obersten Lärchen. Hier oben wird früher oder später die Arve vordringen und dürfte den Kampf zwischen *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* und *cembretosum* zu Gunsten des *cembretosum* entscheiden.

Da diese Bestände unter alten Lärchen nahe der Baumgrenze grössere Ausdehnung erlangen können, sei hier die Aufnahme einer 100 m²-Fläche vom Schera-Hang (2100 m, Verrukano) beigefügt:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 5.5 <i>Calamagrostis villosa</i> | 1.1 <i>Gentiana punctata</i> |
| 2.3 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Phleum alpinum</i> |
| 1.3 <i>Rhododendron ferrugineum</i> | + <i>Anthoxanthum odoratum</i> |
| 1.1 <i>Luzula Sieberi</i> | + <i>Larix</i> (Keimlinge) |
| 1.1 <i>Homogyne alpina</i> | + <i>Peucedanum ostruthium</i> |
| 1.1 <i>Hieracium silvaticum</i> | + <i>Pyrola minor</i> |
| 1.1 <i>Veratrum album</i> | + <i>Leontodon helveticus</i> |
| 1.1 <i>Potentilla aiirea</i> | + <i>Solidago virga-aurea</i> |
| | + <i>Hieracium atratum</i> |

Mit Ausnahme von *Hieracium atratum* sind alle diese Arten auch im *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* des Oberengadins vorhanden.

Die Bodenprofile des *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* stellen nur ausnahmsweise wohl ausgebildete Podsole dar; meist sind es sekundäre podsolige Braunerden. **Analysendaten** und weitere Angaben solcher Böden finden sich S. 178 und in Tabelle 30.

d) *Rhodoreto-Vaccinietum caricetosum fuscae* (Braunseggen-Alpenrosen-Gesellschaft)

Eine noch unbeschriebene, anscheinend seltene Subassoziation ist das *Rhodoreto-Vaccinietum caricetosum fuscae*. Sie wurde auf altem Moorboden am Malojapass bei 1805 m festgestellt. Dass hier nicht eine Hochmoorgesellschaft mit Kiefern, sondern ein fortgeschrittenes **Entwicklungsstadium** des *Rhodoreto-Vaccinietum* vorliegt, erhellt aus **untenstehender** Aufnahme.

Der offene **Bergföhrenbestand** hat etwa 5 m Höhe und einen Kronenschluss von 60%; die **Kleinstrauchschicht** deckt den alten, schwach höckerigen Moorboden vollständig (100%). Eine 100 m²-Fläche enthielt:

- | | |
|--|--|
| 4.3 <i>Pinus mugo</i> | 1.2 <i>Molinia coerulea</i> |
| 3.3 <i>Vaccinium myrtillus</i> | 1.1 <i>Potentilla erecta</i> |
| 2.3 <i>Rhododendron ferrugineum</i> | + <i>Carex rostrata</i> |
| 2.2 <i>Vaccinium uliginosum</i> | + <i>Eriophorum vaginatum</i> * |
| 1.2 <i>Empeirum hermaphroditum</i> | + <i>Melanpyrum pratense</i> |
| 1.1 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | + <i>Homogyne alpina</i> |
| + <i>Calluna vulgaris</i> | + <i>Pleurozium Schreberi</i> |
| + <i>Juniperus nana</i> | + <i>Brachythecium spec.</i> |
| + <i>Andromeda polifolia</i> ^{o*} | + <i>Aulacomnium palustre</i> * |
| 1.1 <i>Carex fusca</i> | + <i>Polytrichum juniperinum</i> |
| | + <i>Sphagnum acutifolium</i> var. <i>rubrum</i> * |
| | + <i>Sphagnum medium</i> * |
| | + <i>Sphagnum centrale</i> * |

Diese unzweifelhaft zum *Rhodoreto-Vaccinietum* zu stellende Gesellschaft unterscheidet sich von den beschriebenen Subassoziationen, insbesondere vom *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*, durch das spärliche Vorhandensein mehrerer typischer Hochmoorpflanzen (mit * bezeichnet). Es sind Überbleibsel der in der Entwicklung vorangegangenen *Sphagnion*-Assoziation, die zumeist nur noch kümmerlich gedeihen und sich mit Mühe im Wettbewerb mit den *Rhodoreto-Vaccinietum*-Arten behaupten.

Die Gesellschaft bezeichnet das letzte **Entwicklungsstadium** (Dauerstadium) der Vegetation auf alten Hochmoorböden der subalpinen Stufe. Im Nationalparkgebiet findet sie sich nur fragmentarisch auf der vernässten Terrasse am unteren Rand des God del Fuorn.

Rhodoreto-Vaccinietum abietetosum prov. (Weisstannen-Alpenrosen-Gesellschaft)

Schon H. CHRIST (1879) hat auf das eigenartige Zusammenleben von Rhododendron ferrugineum mit *Ruscus* und *Cistus salvifolius* kaum 100 m über dem Spiegel des Langensees hingewiesen. Das tiefe Herabsteigen der Alpenrose wird durch das ozeanisch getönte Klima der Südalpentäler ermöglicht. Auch in den bündnerischen Tälern, im Einzugsgebiet des Po, reicht die Alpenrose tief herab. Im Bergell bildet sie schon bei 850 m Bestände. Mit *Vaccinium myrtillus* und den wichtigsten Moosen des **Rhodoreto-Vaccinietum** herrscht hier der Strauch an einigen Stellen **inselartig** mitten im *Abies*-Picea-Areal.

Diese Gesellschaft, die sich insbesondere durch *Abies alba* als **Differentialart** von den anderen oben beschriebenen Subassoziationen unterscheidet, dürfte auch anderwärts in unsern Südtälern vorkommen und wahrscheinlich eine besondere Subassoziation darstellen, weshalb wir sie hier anhangsweise erwähnen.

Wir geben zwei Aufnahmen von Forsting P. MEYER (Langenthal) wieder.

Bestand A wurde am steilen Nordhang (50–70° Neigung) des Sass Cugian am Ausgang des Val Bondasca bei 950 m, Bestand B im Gemeindewald von Stampa bei 1280 m (Nordhang, 45° Neigung) aufgenommen.

Baumschicht:

| | 20–70jährig, 20 m hoch, 40% deckend | 20–200jährig, 10 m hoch, 30% deckend |
|--|---|--|
| <i>Abies alba</i> | 3.1 | 1.1 |
| <i>Picea excelsa</i> | 1.1 | |
| <i>Larix decidua</i> | | 2.1 |
| <i>Pinus mugo arborea</i> | | 2.2 |
| <i>Betula pendula</i> × <i>pubescens</i> | | 1.1 |

Kraut- und Strauchschicht:

| | 100% deckend | 90% deckend |
|--|--------------|-------------|
| <i>Rhododendron ferrugineum</i> | 4.5 | 4.4 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | 3.3 | 3.4 |
| <i>Ali alba</i> | 1.1 | 1.1 |
| <i>Picea excelsa</i> | 1.1 | |
| <i>Larix decidua</i> | 1.1 | |
| <i>Pinus mugo</i> | | 2.2 |
| <i>Betula pendula</i> × <i>pubescens</i> | 1.1 | |
| <i>Quercus petraea</i> | 1.1 | |
| <i>Sorbus aria</i> | 1.1 | |
| <i>Castanea vesca</i> | + | |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | | + |

Moosschicht:

| | 100% deckend | 100% deckend |
|-----------------------------------|--------------|--------------|
| <i>Hylocomium proliferum</i> | 3.5 | 4.5 |
| <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | 2.4 | 3.4 |
| <i>Pleurozium Schreberi</i> | 3.5 | 2.4 |
| <i>Ptilium crista-castrensis</i> | 2.4 | 1.4 |
| <i>Sphagnum spec.</i> | 2.3 | 1.4 |
| <i>Dicranum scoparium</i> | | 1.3 |

Wir haben hier wohl das tiefste Vorkommen des **Rhodoreto-Vaccinietum** in Grau*-bünden und vielleicht in den Alpen vor uns.

5. *Salicetum helveticae* (Schweizerweide-Assoziation)

Das *Salicetum helveticae*, die seltene, noch unbeschriebene Strauchgesellschaft der Kampfzone des Waldes, ist dem *Rhodoreto-Vaccinietum* zuzurechnen.

Es fehlt innerhalb der Grenzen des Nationalparks, bildet aber ausgedehnte Bestände im angrenzenden Val Zeznina und im Val Sesvenna.

In der Tabelle XVII sind 6 Aufnahmen vereinigt, die einen guten Begriff der Assoziation geben.

Sie sind an folgenden Stellen aufgenommen worden:

1. Nordseite des Albulapasses, 2180 m, grobblockige Silikatmoräne.
2. Hintergrund von Val Zeznina, 2150 m, Silikat-Blockhang.
3. Albulapass, 2230 m, Granit, grobblockige Moräne.
4. Sesvenna, Marangun, 2300 m, steiler, schattiger Muscovitgranit-Blockhang.
5. Val Zeznina, 2070 m, grober Lawinenblockschutt (Durchmesser der Blöcke 10–40 cm), Amphibolit und Gneis.
6. Val da Fain, gegenüber dem Pischahang, 2200 m, Silikat-Blockschutt.

Nur in einer Aufnahme fanden sich: *Achillea nana* (3), *Achillea moschata* (5), *Alchemilla glaberrima* (4), *Alnus viridis* (5), *Avena versicolor* (5), *Cardamine resedifolia* (5), *Dianthus superbus* (6), *Dryas octopetala* (3), *Festuca rubra* (4), *Festuca violacea* (4), *Pedicularis recutita* (6), *Poa nemoralis* (5), *Polygonum viviparum* (1), *Ranunculus montanus* (2), *Salix appendiculata* + 3 (4), *Salix arbuscula* 33 (6), *Salix herbacea* (1), *Salix Waldsteiniana* (4), *Saussurea alpina* (6), *Stellaria nemorum* (4), *Veronica alpina* (4) – *Bryum spec.* (3), *Climacium dendroides* (6), *Dicranoweisia crispula* (3), *Dicranum neglectum* (3), *Lescurea mutabilis* var. *saxicola* (3), *Rhacomitrium w-nescens* (3), *Stereodon cupressiforme* (1), *Syntrichia ruralis* (3) – *Cladonia furcata* (1), *Peltigera rufescens* (3).

In der Regel herrscht *Salix helvetica* im Strauchbestand; *Salix glauca* ist meist spärlich beigemischt, kann aber unter Umständen in einer besonderen Variante vorherrschen.

Zwergstrauch-, Kraut- und Mooschicht zeigen starke Anklänge an das *Rhodoreto-Vaccinietum*. *Rhododendron ferrugineum* selbst ist stets und stellenweise sogar ziemlich reichlich vorhanden. Trotz der physiognomischen Ähnlichkeit des laubwechselnden *Salicetum helveticae* mit dem Alpenlängestrauch (*Alnetum viridis*) zeigt die floristische Zusammensetzung ein deutliches Überwiegen der *Rhodoreto-Vaccinietum*-Arten.

Man kann sich fragen, warum die Alpenrose an den typischen *Salicetum helveticae*-Standorten von der helvetischen Weide verdrängt wird. Die Hauptursache scheint in den mikroklimatischen Verhältnissen zu liegen. Das *Salicetum helveticae* erträgt länger dauernde Schneebedeckung als das *Rhodoreto-Vaccinietum* und gedeiht noch an Stellen, wo dieses durch die zu kurze Vegetationszeit ausgeschaltet ist. Die Gesellschaft hält sich ausschliesslich an Nordlagen, Hangeinbuchtungen oder flache Vertiefungen im Windschutz, während das angrenzende *Rhodoreto-Vaccinietum* die lokalklimatisch etwas günstigeren Stellen in Besitz nimmt. Es kommen auch Durchdringungen und Mischungen beider Assoziationen vor (Figur 13).

Das *Salicetum helveticae* ist azidophil-neutrophil und auf Silikatgesteine, Granit-, Gneis-, Amphibolitblockschutt und grobblockigen Moränenschutt beschränkt. Zwischen den Steinblöcken hat sich eine dünne Feinerde- und Humusschicht angereichert, die schwächere Versauerung zeigt als der *Rhodoreto-Vaccinietum*-Rohhumus. Daher können sich einige anspruchsvollere neutrophil-basiphile Arten wie *Viola biflora*, *Trifolium badium*, *Salix reticulata*, *S. retusa*, *Trollius europaeus* gelegentlich (auf Amphibolitblockschutt) im *Salicetum helveticae* noch halten.

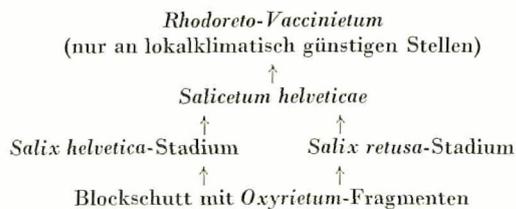


Figur 13. Anordnung des *Salicetum helveticae* und des *Rhodoreto-Vaccinietum* auf steilem NW-Hang im Val Zegnina, 2150 m.

Der Boden wird ständig durchfeuchtet (Bergschweiss) oder bleibt der langen Schneedauer wegen lange feucht, er ist aber gut durchlüftet.

In den zentralen Urgebirgsketten ist das *Salicetum helveticae* ein vorzüglicher Überdecker und Einspinner der Blockmeere im Bereich der Wald- und Baumgrenze. Als strauchige Pioniervegetation vermag es sich auch an lawinenbestrichenen Steilhängen zu behaupten. Dagegen überlässt es die windbestrichenen Rücken dem *Loiseleurieto-Cetrarietum*.

Die Vegetationsentwicklung auf Silikat-Blockschutt verläuft folgendermassen:



Das *Salicetum helveticae* ist eine natürliche Dauergesellschaft der zentralalpinen Urgebirgsketten, vom Tirol und bis in die Dauphiné; es unterliegt kaum der Beweidung.

6. *Empetreto-Vaccinietum* (Krähenbeer-Vaccinienheide)

Das *Empetreto-Vaccinietum*, 1926 von J. BRAUN-BLANQUET und H. JENNY summarisch beschrieben, ist durch H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933) soziologisch und ökologisch eingehend behandelt worden. Die Ausführungen der beiden Autoren stützen sich auf ein umfangreiches Aufnahmematerial und zahlreiche Messungen im Oberengadin. Unsere Beobachtungen im angrenzenden Unterengadin, Münstertal und auch in Mittelbünden stimmen mit diesen Untersuchungen, in floristisch-soziologischer wie in bodenkundlicher Hinsicht, weitgehend überein.

Wir begnügen uns daher damit, unsere Aufnahmen in Tabelle XVIII zusammenzustellen und kurz zu besprechen. Im übrigen sei auf die Arbeit von PALLNANN und HAFFTER verwiesen.

Wir besitzen Aufnahmen von folgenden Orten:

1. Tiatscha-Moräne, 2100 m, Gneisfels.
2. Buffalora, jenseits des Wegerhauses, 1975 m, Silikat- und Karbonatschutt. Lichtung im *Pinus mugo*-Wald.
3. Marangun-Sesvenna, 2300 m, Granitfels und Schutt, lange schneebedeckt.
4. Buffalora, jenseits des Wegerhauses, 1980 m, Verrukano, Schnee lange lagernd.
5. Giufplan, 2200 m, Silikatschutt, lange schneebedeckt. Kampfzone mit vereinzelt alten Arven.
6. Alte Frontalmoräne des Tiatschagletschers, 2100 m, Gneisschutt.
7. Julierpass, oberhalbsteinerseits, 2220 m, Granit.
8. Buffalora, jenseits des Wegerhauses, 1930 m, Verrukano, Schnee lange lagernd.
9. Nordhang des Piz Dora, Blünstertal, 2200 m, Vermkanoschutt.
10. Jenseits Pürt im Avers, 1960 m, Bündnerschieferhang.
11. Westhang des Munt Falein, S-charl, 2420 m, Granitgneis.
12. Val Zezina bei Lavin, 2200 m, Granitgneis.
13. Nordhang der Crastamora am Albulapass, 2400 m, Granit.
14. Marschölalp ob Hinterrhein, 2100 m, Gneis.
15. Piz Daint, 2270 m, Vermkanoschutt, lange schneebedeckt.
16. Julierpass, oberhalbsteinerseits, 2220 m, Granit.
17. Nordseite des Albulapasses, 2160 m, grobblockiger Granitschutt.
18. Alp d'il Plaun am Dreibündenstein, 2250 m, Bündnerschiefer.
19. Schumbraida am Piz Chavalatsch, 2300 m, Gneisschutt.
20. Marschölalp, 2080 m, Gneis.
21. Alp Mulix, 2220 m, Silikatmoräne.
22. Val Tschitta, 2250 m, Silikatmoräne.
23. Giufplan, 2210 m, windausgesetzter Rücken an der oberen Waldgrenze, Silikatschutt.
24. Marschölalp, 2150 m, Gneis.
25. Halbinsel im Lago bianco, 2250 m, kristalliner Rundhöcker.
26. Westhang des Piz Daint, 2260 m, Verrukanoschutt.
27. Nordhang der Crastamora, 2390 m, Granit.
28. Alp Scharmoim am Parpaner Rothorn, 2000 m, Silikatschutt.

Als mehr oder weniger zufällige Einsprengsel kommen in unseren Aufnahmen noch folgende, in die Tabelle nicht aufgenommene Arten vor:

Dreimal: *Arnica montana* (10, 22, 28), *Aronicum Clusii* (12, 13, 17), *Campanula barbata* (15, 18, 28), *Campanula Scheuchzeri* (18, 19, 28), *Carex ericetorum* (15, 26, 28), *Coeloglossum viride* (7, 12, 26), *Festuca rubra* (4, 10, 28), *Selaginella selaginoides* (7, 16, 28), *Sesleria disticha* (3, 11, 12), *Veronica bellidioides* (11, 18, 28) – *Bryum* spec. (1, 15, 26), *Heterocladium squarrosum* (15, 19, 28), *Polytrichum alpinum* (4, 12, 20), – *Calypogeia Neesiana* (4, 5, 8) – *Cladonia deformis* (5, 24, 25), *Cornicularia aculeaia* (12, 24, 25).

Zweimal: *Astrantia minor* (14, 24), *Bartsia alpina* (3, 12), *Coeloglossum albidum* (10, 15), *Larix decidua* (10°, 19°), *Pinus mugo* (2, 4), *Ranunculus montanus* (15°, 19), *Soldanella alpina* (16, 19), – *Drepanocladus uncinatus* (7, 16), *Leucobryum glazccum* (14, 24) – *Cephalozia* spec. (14, 24), *Cephalozia bicuspidata* (4, 8), – *Cladonia macrophyllodes* (21, 25), *Cetraria nivalis* (12, 28).

Einmal: *Anemone vernalis* (26), *Antennaria dioeca* (28), *Calamagrostis tenella* (21), *Carex fusca* (20), *Carex ornithopoda* (28), *Daphne striata* (10), *Hieracium auricula* (28), *Hieracium bifidum* (10), *Lycopodium clavatum* (24), *Pedicularis incarnata* (21), *Pedicularis tuberosa* (26°), *Plantago alpina* (18), *Poa alpina* (28), *Primula viscosa* (1), *Salix helvetica* (6), *Salix reticulata* (26), *Salix retusa* (12), *Sesleria coerulea* (26), *Trifolium alpinum* (10) – *Brachythecium glaciale* (19), *Dicranum albicans* (25), *Dicranum fuscescens* (25), *Dicranum Starkei* (25), *Grimmia cornnutata* (25), *Pohlia* cf. *polymorpha* (19), *Polytrichum piliferum* (1), *Ptilidium ciliare* var. *ericetorum* (28), *Rhacontitrium canescens* (23), *Rhytidium rugosum* (27) – *Lophozia* spec. (12), *Lophozia* cf.

Hatcheri (13), - *Alectoria ochroleuca* (27), *Baeomyces roseus* (5), *Cetraria crispa* (26), *Cetraria cucullata* (12), *Cladonia alpestris* (27), *Cladonia amaurochraea* (27), *Cladonia degenerans* (8), *Cladonia furcata* (24), *Peltigera rufescens* (1), *Psoroma hypnorum* (9), *Solorina crocea* (1), *Thamnotia vermicularis* (17).

Das Lebensformenspektrum, nach dem Deckungswert der Arten berechnet, zeigt folgendes Bild:

| | |
|------------------|-------|
| Chamaephyten | 88,4% |
| Hemikryptophyten | 11 % |
| Geophyten | 0,4% |
| Phanerophyten | 0,1% |
| Therophyten | 0,1% |

Das *Empetretum-Vaccinietum* ist eine ausgesprochene Chamaephytenassoziation. Die Zwergsträucher bleiben niedrig und erreichen selten mehr als 20 cm Höhe. Hemdkryptophyten sind reichlicher beigemischt als in den andern *Rhodoretum-Vaccinietum*-Gesellschaften.

Wie aus der Assoziationstabelle von H. PALLMANN und P. HÄFFTER, so treten auch aus unserer Tabelle die beiden Subassoziationen *hylocomietosum* und *cetrarietosum* deutlich hervor, doch dominiert in der Flechtendecke nicht *Centraria islandica* wie im Oberengadin, sondern meist *Cladonia silvatica*.

Im *Empetretum-Vaccinietum cetrarietosum* erscheint auch die *Vaccinium uliginosum*-Variante, wogegen im *Empetretum-Vaccinietum hylocomietosum* des Avers eine Variante mit vorherrschender *Calluna vulgaris* auftritt (Aufnahme 10).

Die abweichenden Standortverhältnisse der beiden Subassoziationen werden durch die Differentialarten gekennzeichnet.

Das *Empetretum-Vaccinietum hylocomietosum* zeigt etwas humidere Verhältnisse an, ist etwas geschützter und daher auch länger schneebedeckt als die Subassoziation *cetrarietosum*. Sie bietet vorzügliche Keimungsbedingungen für die Arve. Die wenigen typischen Waldbegleiter der Assoziation sind fast ganz auf sie beschränkt (*Pinus mugo*, *Melampyrum silvaticum*, *Calamagrostis villosa*, *Ptilium crista-castrensis*); windharte Arten wie *Loiseleuria*, *Chrysanthemum alpinum* usw. sind nicht oder doch sehr schwach vertreten.

Das *Empetretum-Vaccinietum cetrarietosum* ist wind- und kälte härter und erträgt stärkere Austrocknung der oberen Bodenschichten. Moose fehlen oder sind nur spärlich vorhanden; sie sind durch Strauchflechten ersetzt. Auch *Rhododendron ferrugineum* erscheint selten und nur kümmerlich. Dagegen gedeihen alpine Rasenpflanzen wie *Festuca Halleri*, *Carex curvula*, *Chrysanthemum alpinum* in zunehmender Menge. *Loiseleuria* ist fast immer reichlich vorhanden.

Während die Subassoziation *cetrarietosum* sich an den Kampfgürtel des Waldes hält, reicht die Subassoziation *hylocomietosum* tief in die Waldstufe herab.

Das tiefste Vorkommen der Assoziation in Graubünden liegt bei 1620 m oberhalb St. Antönien, am Kreuz, im regenreichen Rätikan.

Der Bestand einer Fläche von 4 m² ist hier folgendermassen zusammengesetzt:

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 3.3 <i>Vaccinium uliginosum</i> | + <i>Luzula multiflora</i> |
| 3.3 <i>Loiseleuria procumbens</i> | + <i>Potentilla erecta</i> |
| 2.2 <i>Calluna vulgaris</i> | + <i>Gentiana Kochiana</i> |
| 2.2 <i>Vaccinium myrtillus</i> | + <i>Arnica montana</i> |

Cetraria crispa (26), *Cetraria*
Cladonia degenerans (8),
Cladonia crocea (1), *Tham-*

der Arten berechnet,

1.1 *Vaccinium vitis-idaea*
1.2 *Lycopodium alpinum*
1.2 *Lycopodium clavatum*
1.2 *Nardus stricta*
1.1 *Luzula silvatica* ssp.
Sieberi

+ *Solidago virga-aurea*
1.2 *Pleurozium Schreberi*
+ *Polytrichum juniperinum*
1.1 *Cetraria islandica*
1.1 *Cladonia silvatica*
1.1 *Cladonia rangiferina*

Es handelt sich um eine wenig typische Ausbildung der *Calluna*-Variante. Der Wurzelraum ist ein 10 cm mächtiger, lockerer, braunschwarzer Humus. Die Assoziation kommt auch in Mischung mit dem *Loiseleurieto-Cetrarietum* und dem *Rhodoreto-Vaccinieturn* vor.

Wie H. PALLNANN und P. HAFFTER für das *Oberengadin*, so stellten auch wir neben *Lycopodium alpinum* die *Cladonia uncialis* als charakteristisch für das *Empetreto-Vaccinieturn* fest, wenn schon sie auch im *Loiseleurieto-Cetrarietum* und im Übergang zum *Curvuleturn* vorkommt. *Lycopodium alpinum* erscheint stellenweise, besonders in der Subassoziation *cetrarietosum*, in grosser Menge.

Die Verteilung der untersuchten Einzelbeatände auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen ist aus **Figur 14** ersichtlich.

Daraus erhellt sehr deutlich die Beschränkung der Assoziation auf S-, W- und E-Lagen.

HAFFTER, so treten
um und *cetrarietosum*
Cetraria islandica wie im

Vaccinium uliginosum-
Avers eine Variante

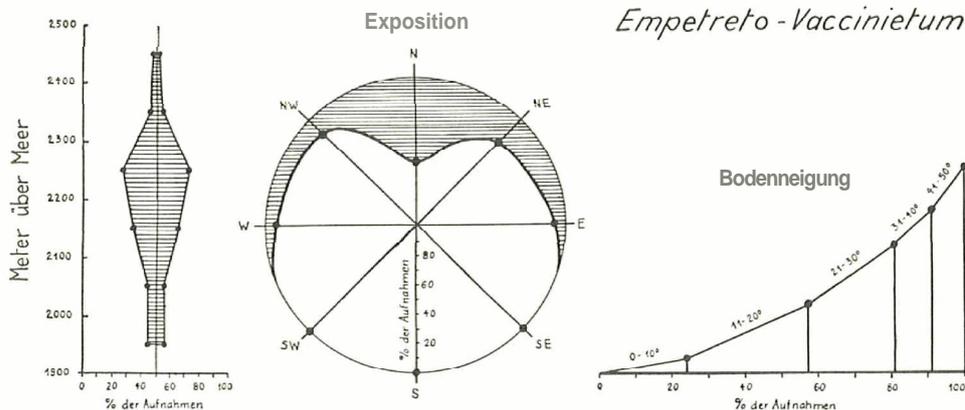
Assoziationen werden

was humidere Ver-
bedeckt als die Sub-
lagen für die Arve.
z auf sie beschränkt
Cladonia crista-castren-
sw. sind nicht oder

nd kälte härter und
fehlen oder sind nur
Rhododendron ferru-
pine Rasenpflanzen
zunehmender Menge.

fgürtel des Waldes
herab.
ei 1620 m oberhalb

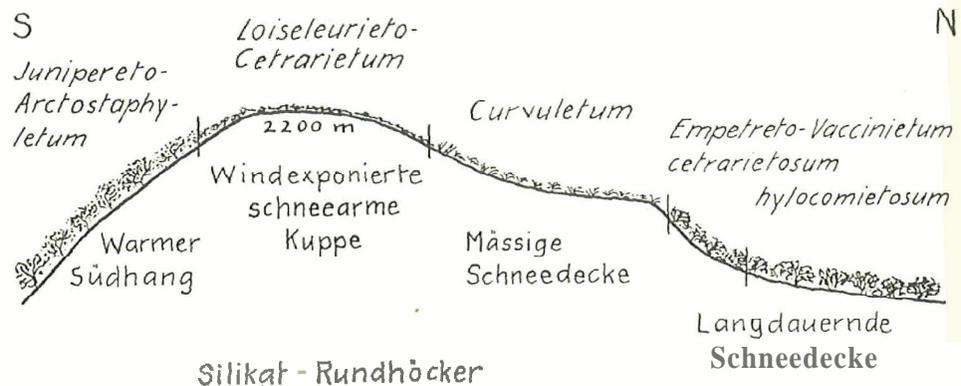
engesetzt:



Figur 14. Verteilung der Aufnahmen des *Empetreto-Vaccinieturn* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

Die Anordnung des *Empetreto-Vaccinieturn* im Gelände ist aus dem Querschnitt durch einen *Silikatrundhöcker* bei 2200 m ersichtlich (**Figur 15**). *Loiseleurieto-Cetrarietum* und *Empetreto-Vaccinieturn* grenzen aber oft auch unmittelbar aneinander, wobei das *Empetreto-Vaccinieturn* stets die länger schneebedeckten Vertiefungen einnimmt.

Die gut ausgebildeten Eisenpodole mit stark ausgebleichtem A_2 -Horizont unter dem *Empetreto-Vaccinieturn* in der Kampfzone des Waldes am Westhang des Piz d'Aint zeugen für ehemalige Bewaldung durch das *Rhodoreto-Vaccinieturn cembretosum*.



Figur 15. Anordnung der Zwergstrauchgesellschaften auf Silikat-Rundhöcker bei 2200 m Höhe.

Die Entstehung des *Empetreto-Vaccinietum* kann verschiedene Ursachen haben. Im Unterengadin und Münstertal wie in Innerbünden überhaupt fällt das Vorkommen des *Empetreto-Vaccinietum* mit dem abgeholzten Klimaxwald des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* zusammen. Es stockt daher vielfach auf alten *Rhodoreto-Vaccinietum*-Profilen, hält sich aber streng an die humideren N-, NE- und NW-Lagen und bildet durch den dichten Schluss der Zwergstrauchdecke an nicht zu steilen Hängen einen guten Bodenschutz, Seltener, so z. B. auf Silikat-Rundhöckern und rezenten Silikat-Moränen im Windschutz, erscheint es als Glied einer progressiven Sukzession, die vom *Oxyrietum digynae* über ein *Loiseleuria*-Stadium zum *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* führt. Schöne Beispiele hierfür bieten die Moränenböden des Tiatschagletschers bei 2100 m. In dem zum *Rhodoreto-Vaccinietum* fortschreitenden *Empetreto-Vaccinietum* bilden vereinzelte alte Wetterarven oder -lärchen einen wirkungsvollen Landschaftsabschluss (Giufplan, Hang von Buffalora gegen Piz Chavagl, Schumbraida).

Die allgemeine Verbreitung des *Empetreto-Vaccinietum* umfasst die Alpen, vom Lautaret bis Steiermark und Kärnten und darüber hinaus, die Tatra, die Karpaten und die Pyrenäen, wo die Assoziation, in ähnlicher Zusammensetzung, wenn auch etwas verarmt, auftritt (siehe J. BRAUN-BLANQUET, 1948). Im östlichen Teil der Pyrenäenkette hält sie sich, wie in den Bündner Alpen, an die Kampfzone des Waldes (*Pinus mugo*-Wald) zwischen 2100 und 2460 m. *Leontodon helveticus* wird hier durch den vikariierenden *Leontodon pyrenaicus* ersetzt; die westliche *Androsace Laggeri* ist spärlich eingestreut. Der südlicheren und trockeneren Lage entsprechend ist die Moos- und Flechtenbeimischung weniger reichlich als in den Alpen. Überall dringen vereinzelte *Caricetalia curvulae*-Arten in die Zwergstrauchteppiche ein.

Die wirtschaftliche Bedeutung des *Empetreto-Vaccinietum* liegt einerseits im Bodenschutz, andererseits in den günstigen Vorbedingungen für die Baumkeimung und das Aufkommen der Koniferen. Aus unserer Tabelle ist ersichtlich, und weitere Beobachtungen stimmen damit überein, dass die Arve im *Empetreto-Vaccinietum hylocomietosum* gut keimt. Innert eines Menschenalters hat sich der Arvenwald gegenüber Cresta (Avers) im Bereich des *Empetreto-Vaccinietum* erheblich ausgedehnt. Weidebann hätte unmittelbar sein weiteres Vordringen am Nordhang zur Folge.

Auch die **Bergföhre** erscheint nicht selten als Jungbaum, selten aber die Lärche, für deren Keimung der Boden wohl schon zu rohumusreich und vielleicht auch zu kalt ist.

An und über der heutigen, künstlich herahgedrückten Waldgrenze haben Aufforstungen im **Empetreto-Vaccinietum** Aussicht auf Erfolg; besonders *Pinus cembra* und *Pinus ntugo*, aber auch *Picea excelsa* und *Larix* kommen dafür in Frage.

Wegen des besseren Schnee- und Windschutzes ist die Subassoziation **hylocomietosum** für derartige Aufforstungen, die ja **immer** ein gewisses Risiko in sich **schliessen**, geeigneter. Stets aber liegen Wasserversorgung und Kälteschutz einer Jungpflanzung im **Empetreto-Vaccinietum** erheblich günstiger als etwa im *Loiseleurieto-Cetrarietum* oder im *Junipereto-Arctostaphyletum typicum*.

Empetricm **hermaphroditum** wirkt auch als Silikatblockberaser (Abbildung 10), **kann** aber hierin weder mit *Juniperus nana* noch mit *Arctostaphylos uva-ursi* in Wettbewerb treten.

C. Juniperion nanae (Verband der Zwergwacholder-Gesellschaften)

Durch **reliefbedingte** lokalklimatische Unterschiede sind die **Zwergstrauchgesell-**schaften stark gesondert. Dabei bestehen noch grosse Unterschiede zwischen den regenreichen und den trockenen Teilen der mitteleuropäischen Hochgebirge.

Sind die Sonnenhänge in den Trockengebieten auf weite Strecken vom **Wacholder-Bärentraubenmantel** überzogen und die Alpenrosen-Heidelbeerbestände auf die Schattenhänge zurückgedrängt, so herrscht in den regenreicheren Ketten (also namentlich in den Nordalpen) das **Rhodoreto-Vaccinion** selbst an Südhängen; das **Juniperion nanae** aber fehlt hier ganz.

Im Engadin **wird** die Sonderung der Gesellschaften schon im **Mikrorelief** deutlich. Selbst **wenig** ausgeprägte Bodenwellen tragen **sonnseits** den **Wacholder-Bärentraubenbusch**, auf der Schattenseite aber Alpenrosen und **Vaccinien**. Nur an alpwirtschaftlich stark genutzten Stellen gleichen sich diese Unterschiede aus, da die Sträucher durch Abbrennen und Ausreuten vielfach dem Weiderasen Platz gemacht haben.

Das **zwergwacholderreiche** Juniperion ist den **Vaccinio-Piceetalia** zuzurechnen. Die herrschenden Zwergsträucher, *Juniperus nana*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, ferner das vereinzelte Vorkommen von *Pinus cembra*, *Pinus mugo*, *Pinus silvestris* ssp. *engadinensis* zeugen dafür; dazu kommen noch eine Reihe Ordnungs-Charakterarten.

Die Berechnung des mittleren Deckungswertes der **Vaccinio-Piceetalia**-Arten (siehe Tabellen XIX und XX) führt zum **selben Schluss**.

Auf je 20 Aufnahmen berechnet ergibt ihr **Deckungswert** im **Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosuna** fast denselben Wert (rund 11 000 Einheiten) wie im **Empetreto-Vaccinietum**, das unzweifelhaft zu den **Vaccinio-Piceetalia** gehört.

Aus Graubünden ist bisher nur eine Assoziation des Verbandes beschrieben.

Dass in den Alpen noch **weitere** hierher gehörige Gesellschaften vorkommen, ist ausser Zweifel, doch lässt sich zur Stunde nicht viel darüber sagen.

J. BRAUN-BLANQUET (1926, S. 96) erwähnt aus dem Tale von Ailefroide im Pelvowmassiv ausgedehnte **Juniperus nana-Bestände**, denen *Cotoneaster integerrima*, *Lonicera coerulea*, *Rosa pendulina* und *R. spinosissima* beigemischt sind. Im inneralpinen Trockengebiet kommen auch **Mischbestände** von *Juniperus nana* und *Juniperus sabina* vor.

In den Ostpyrenäen herrscht die schon im *Prodromus* der Pflanzengesellschaften (VI, S. 99) kurz erwähnte *Genista purgans-Arctostaphylos* uva-ursi-Assoziation auf **grosse** Strecken. Sie umfasst wie das Junipereto-Arctostaphyletum des **Engadins** eine Subassoziation tieferer Lagen (1600–1900 m) mit mehr oder weniger vorherrschender *Calluna* (Subassoziation *callunetosum*) und eine solche der oberen subalpinen Lagen (2000–2400 m; Subassoziation *typicum*), ohne oder mit sehr wenig *Calluna*, dafür aber mit zahlreichen subalpin-alpinen Arten.

Als Charakterarten dürfen auch in den **Pyrenäen** *Arctostaphylos*, *Juniperus nana*, *Cotoneaster integerrima* gelten, **wozu** noch *Genista purgans* kommt. Von den Charakterarten der *Vaccinio-Piceetalia* sind im pyrenäischen *Arctostaphylo*-*Genistetum purgentis* zu erwähnen:

| | |
|----------------------------|--|
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | <i>Rosa pendulina</i> |
| <i>Pinus mugo</i> | <i>Juniperus communis</i> var. <i>intermedia</i> |
| <i>Lonicera coerulea</i> | <i>Melampyrum prntense</i> ssp. |

Auch die *Juniperus nana*-*Genista purgans*-Bestände mit *Vaccinium myrtillus* der Sierra Guadarrama (**GONZALES-ALBO**, 1938) und der portugiesischen Serra da Estrela (**J. BRAUN-BLANQUET** und Mitarbeiter, 1953) dürften, wenn nicht zum *Juniperion*, so doch zu den *Vaccinio-Piceetalia* zu stellen sein.

Junipereto-Arctostaphyletum (Wacholder-Bärentraubengesträuch)

Das Junipereto-Arctostaphyletum ist eine artenreiche, aber floristisch wenig homogene Gesellschaft. **Wie** unsere langen **Assoziationslisten** (Tabellen XIX und XX) zeigen, nimmt es gegenüber den andern Assoziationen der *Vaccinio-Piceetalia* floristisch eine eigenartige Stellung ein. Die Zahl der Ordnungs-Charakterarten ist beschränkt, jene der Differentialarten gegenüber dem *Rhodoreto-Vaccinion* (das sind Arten, die innerhalb der Ordnung fast nur im *Junipereto-Arctostaphyletum* vorkommen) ist **beträchtlich**.

Diese Differentialarten sind **grösstenteils** den azidophilen Trockenrasen vom *Festucion variae* (*Caricetalia curvulae*) zuzurechnen.

Der starken Belichtung wegen können sich im *Junipereto-Arctostaphyletum* nur wenige eigentliche Waldpflanzen halten.

Die Höhenverbreitung der Assoziation reicht aus dem **Talgrund** des **Oberengadins** (1650 m) bis zur Baumgrenze (2300–2400 m) im **Engadin**, **Münstertal** und **Oberetschland** (an der spitzigen Lun ob **Glurns** bis 2300 m).

Ausserhalb des **Untersuchungsgebietes** ist die Verbreitung des *Junipereto-Arctostaphyletum* nur lückenhaft bekannt. Es erscheint **häufig** in den Zentralalpen vom **Wallis** bis ins **Tirol** und kommt auch in den **Südalpen** vor. Ausgedehnte **Wacholder- und Vaccinienbestände** mit *Calluna* nebst einer dem *Junipereto-Arctostaphyletum* verwandten **Begleitflora** haben wir in den Bergamasker Alpen (**Cima di Agoredò** im Val **Biandino** bei 1800 m) beobachtet. In den feuchten Nordalpen fehlen gutausgebildete Bestände der Assoziation oder sind doch sehr selten.

In Graubünden kommen zwei Subassoziationen des Junipereto-Arctostaphyletum vor:

1. Das Junipereto-Arctostaphyletum *juniperetosum* mit vorherrschendem **Zwergwacholder- und Bärentraubenbewuchs**. *Poa Chaixii*, *Pulmonaria angustifolia*, *Sempervivum Wulfeni*, *Cotoneaster integerrima* sind fast nur in dieser Subassoziation vorhanden.

2. Das *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* mit herrschender *Calluna* und mehr Rasenpflanzen (*Nardus* usw.).

Die Entstehung des *Junipereto-Arctostaphyletum* lässt sich auf Alpweiden vielerorts verfolgen. Wo immer es mit dem Alpenrasen zusammentrifft, ist es ein gefährlicher Weidefresser, der sich unaufhaltsam ausdehnt. Namentlich im Trockenrasen des *Festucion variae*, im *Nardion* und in verwandten Gesellschaften (nicht aber im *Curvuletum*) ist es sehr ausbreitungsfähig und überwächst und erdrückt nach und nach die Grasnarbe, wenn nicht, um der Weideverschlechterung Einhalt zu tun, gereutet oder, was ausserhalb des Nationalparkgebietes vielfach der Fall ist, gebrannt wird. Wie durch die Hirten der Ostpyrenäen die dortige Parallelassoziation, das *Genisteto-Juniperetum*, das ausgedehnte Flächen verunkrautet, so wird auch im Puschlav und Engadin das *Junipereto-Arctostaphyletum* periodisch abgebrannt. Unterlässt man diese Säuberung, so nehmen die Zwergsträucher rasch überhand.

Die beiden Subassoziationen verhalten sich hierin ähnlich, doch ist *Juniperus* der grössere Weidefresser. Die *Calluna*-Subassoziation kommt nur auf besseren, tiefergründigen Böden vor.

Calluna, *Arctostaphylos* und *Juniperus* setzen sich als Pioniere auch mitten im Trockenrasen fest und gewinnen an Boden. Wir verfolgen die Ausbreitung des *Junipereto-Arctostaphyletum* im *Nardusrasen* der Alp La Schera seit 1917. Die Zahl der *Juniperus*-Sträuchlein einer Untersuchungsfläche hatte sich innert 30 Jahren, während welcher Zeit die Alp nicht mehr bestossen worden war, vervielfacht (Zunahme von 4 auf 31 Sträucher).

Das gut entwickelte *Junipereto-Arctostaphyletum*, ein Waldzeiger, reicht im Engadin nur wenig über die heutige menschlich bedingte oder beeinflusste Waldgrenze hinaus, und in seinem Schutz steigen auch die Bäume hoch empor. Im vorderen Val Gliems steht eine Gruppe von zapfentragenden, 10–12 m hohen Fichten noch bei 2225 m; Fichten mit abgedorrtem Wipfel stossen hier ip der Assoziation bis 2250 m, Arvengruppen zungenartig bis 2270 m vor.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus ist das *Junipereto-Arctostaphyletum* als Weidefresser einerseits sehr unerwünscht; andererseits hat es als Festiger von Blockschutthalden und erster Überdecker nackter Felstrücken in trockenen, heissen Lagen nicht seinesgleichen. Es erträgt auch ohne Schaden starke Lawinenwirkung und ist daher als erster Pionier auf Lawinenschuttkegeln von Wichtigkeit. Dagegen meidet es bodenfeuchte Stellen und Schattenlagen. Durch sorgfältigen Aushub grösserer Bodenziegel lässt sich die Assoziation unter Umständen auch an Stellen verpflanzen, wo Bäume – selbst *Pinus mugo* – keine Aussicht mehr auf Fortkommen haben. Unser Freund CAMPPELL hat auf diese Weise eine dringliche Hangfestigung am Padellafuss mit Erfolg durchgeführt. Die Strauchziegel wurden mit Latten und starken Drahtseilen festgemacht und so anfangs vor Abgleiten oder Abschwebmen geschützt. Frisch aufgeworfene Stein- und Erdwälle in Südexposition lassen sich auf diese Weise besser begrünen als durch Pflanzungen oder Ansaaten.

Neben der Schutzwirkung liegt die Bedeutung des *Junipereto-Arctostaphyletum* wesentlich in der Begünstigung der Samenkeimung von Arve, Lärche, Engadinerföhre und selbst Fichte. Sehr auffällig ist die schöne Lärchenverjüngung im *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* am Hang eines Moränenwalles bei Punt Muragl.

Das *Junipereto-Arctostaphyletum* ist der beste Wegbereiter der natürlichen Wiederbewaldung trockener, steiniger oder felsiger Hänge der subalpinen Stufe und verdient daher überall dort jeden Schutz, wo es nicht zur Erhaltung der Weide bekämpft werden

muss. Seine Lebenskraft ist fast unverwüsthch; nur an sehr windausgesetzten, winterlich schneefreien oder sehr schneearmen Stellen leidet es unter Frost- und Windwirkung.

Mehr noch als das *Rhodoreto-Vaccinietum* bietet das *Juniperus nana*-Gestrüpp Schutz und Nahrung für die Alpenhühner.

Oberhalb des Waldes bildet *Juniperus nana* ein geschätztes Brennmaterial. Die gewundenen, bis armdicken Stämmchen erreichen ein Alter von 200 und mehr Jahren. Der kräftige Hauptast eines alten, aber gut erhaltenen *Juniperus*-Spaliers vom Piz Michèl (2150 m) zählte 217 + x Jahresringe.

a) Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum
(zwerghwacherreiches Bärentraubengesträuch)

Die normale Ausbildung des *Junipereto-Arctostaphyletum* ist auf die zentralalpiner Täler beschränkt. Die Mehrzahl unserer Aufnahmen der Tabelle XIX stammen aus dem Oberengadin, einige wenige aus dem Unterengadin, Münstertal und Albulagebiet; im engeren Nationalparkgebiet ist die Subassoziation sehr schwach vertreten.

Die Aufnahmen sind an folgenden Stellen gemacht worden:

1. Am Morteratschgletscher, 2000 m, Granitblockschutt.
2. Val Roseg, vor dem Restaurant, 2030 m, Silikatschutt.
3. Val Roseg, 2000 m, Silikatblockschutt.
4. Chünettas oberhalb Morteratsch, 2040 m, Granitrundhöcker.
5. Val Bever, 1860 m, Silikatschutt, Lawinenzug.
6. Julierpass, 2000 m, Granit.
7. Joata zwischen S-charital und Tschier, 2260 m, Phyllitgneis.
8. Ob Pontresina gegen Val Muragl, 2300 m, Silikat.
9. Julierpass, 2000 m, Granit.
10. Val Muragl, 2370 m, Silikatschutt.
11. Val Languard, 2320 m, Silikat.
12. Albanahang, 2200 m, Moränenschutt (mit P. HAFFTER).
13. Val Tuors bei Bergün, 2150 m, Silikat (mit Dr. BERSER).
14. Maloja, 1850 m, Silikatfels und Schutt.
15. Zwischen Languardwasserfall und Montebello, 1900 m, Granitgrobschutt, Lawinenhang.
16. Fuss des Piz Albris, 1890 m, grobblockiger Silikatschutt, Lawinenhang.
17. Beim Stazensee, 1810 m, Silikatrundhöcker.
18. Bei Villa Suvretta oberhalb Campfer, 1920 m, Granitblockschutt (mit P. HAFFTER).
19. Val Tuoi am Piz Cotschen, 2200 m, Silikatblockschutt (mit Dr. TREPP).
20. Val Tuoi, 2100 m, Silikatblockschutt (mit Dr. TREPP).

In diesen Aufnahmen sind ferner enthalten:

Dreimal: *Aconitum napellus* (5, 7, 12), *Dianthus superbus* (3, 12, 20), *Euphorbia cyparissias* (5, 15, 16), *Euphrasia minima* (4, 11, 15), *Festuca violacea* (3, 8, 11), *Fragaria vesca* (5, 16, 18), *Hieracium cf. bifidum* (4, 5, 14), *Hieracium pilosella* (1, 4, 15), *Juncus trifidus* (8, 10, 12), *Laserpitium Gaudini* (15, 16, 18), *Leontodon helveticus* (7, 10, 19), *Lilium martagon* (12, 16, 18), *Nigritella nigra* (12, 14, 20), *Plantago serpentina* (6, 9, 12), *Potentilla Crantzii* (5, 11, 16), *Potentilla erecta* (9, 14, 17), *Ranunculus montanus* (3, 9, 12), *Sempervivum montanum* (1, 10, 16), *Silene nutans* (5, 7, 20), *Silene cucubalus* (1, 4, 20), *Valeriana tripteris* (5, 15, 16) - *Cladonia silvatica* (2, 8, 19).

Zweimal: *Achillea moschata* (2, 11), *Alchemilla flabellata* (5, 12), *Aster alpinus* (12, 16), *Astrantia minor* (3, 16), *Carduus defloratus* (1, 15), *Carex montana* (17, 18), *Centaurea nervosa* (12, 18), *Cerastium strictum* (3, 4), *Crepis grandiflora* (7, 9), *Euphrasia alpina* (2, 3), *Euphrasia drosocalyx* (2, 17), *Festuca ovina ssp. duriuscula* (15, 16), *Galium boreale* (5, 18), *Hieracium Hop-*

ndausgesetzten, winter-
rost- und Windwirkung.
niperus nana-Gestrüpp

tes Brennmaterial. Die
200 und mehr Jahren.
nerus-Spaliers vom Piz

im
ch)

auf die zentralalpinen
le XIX stammen aus
rtal und Albulagebiet;
ach vertreten.

hutt, Lawinenhang.
ng.

it P. HAFFTER).
P).

, *Euphorbia cyparissias*
garia vesca (5, 16, 18),
(8, 10, 12), *Laser-*
gon (12, 16, 18), *Nigri-*
(5, 11, 16), *Potentilla*
um (1, 10, 16), *Silene*
(5) - *Cladonia silvatica*

Ister alpinus (12, 16),
(18), *Centaurea nervosa*
vina (2, 3), *Euphrasia*
(18), *Hieracium Hop-*

peanum (12, 20), *Hippocrepis comosa* (15, 16), *Laserpitium latifolium* (15, 16), *Luzula lutea* (8, 11),
Orchis mascula (13, 14), *Polygonatum verticillatum* (5, 18), *Ranunculus Hornschuchii* (5, 17),
Sempervivum tectorum (1, 12), *Sorbus aucuparia* (3, 15), *Thalictrum minus* (5, 16), *Trollius euro-*
paeus (5, 20), *Veronica officinalis* (5, 17), *Vicia cracca* (5, 18) - *Pleurozium Schreberi* (12, 16),
Polytrichum juniperinum (4, 13), *Polytrichum piliferum* (4, 7) - *Peltigera canina* (7, 13).

Einmal: *Agrostis alba* (5), *Agrostis alpina* (12), *Alchemilla colorata* (12), *Alchemilla pu-*
bescens (11), *Androsace obtusifolia* (10), *Anthyllis vulneraria* (6), *Avena pratensis* (15), *Bartsia*
alpina (20), *Biscutella levigata* (12), *Botrychium lunaria* (11), *Carex digitata* (15), *Carex verna* (4),
Centaurea scabiosa (18), *Cirsium acaule* (12), *Clematis alpina* (3), *Coeloglossum albidum* (14),
Dryopteris Linnaeana (3), *Erica carnea* (13), *Erigeron alpinus* (12), *Euphrasia hirtella* (5), *Festuca*
Halleri (10), *Festuca varia* (14), *Gentiana punctata* (19), *Gymnadenia conopsea* (20), *Hieracium*
aurantiacum (20), *Hieracium furcatum* (12), *Hieracium picroides* (13), *Knautia silvatica* (18),
Luzula sudetica (4), *Melica nutans* (18), *Myosotis alpestris* (8), *Phaca alpina* (12), *Platanthera*
bifolia (9), *Poa alpina* (8), *Poa violacea* (12), *Polypodium vulgare* (3), *Potentilla parviflora* (18),
Sanguisorba officinalis (18), *Sempervivum arachnoideum* (1), *Senecio carnioticus* (10), *Sesleria*
coerulea (12), *Soldanella alpina* (12), *Thalictrum aquilegifolium* (20), *Thesium pratense* (18),
Trifolium medium (20), *Trifolium pallescens* (19), *Veronica chamaedrys* (5), *Veronica fruticans* (1),
Viola biflora (18), *Viola calcarata* (12), *Viola rupestris* (16) - *Bryum spec.* (4), *Brachythecium*
spec. (4), *Brachythecium velutinum* (7), *Desmatodon latifolius var. brevicaulis* (7), *Dicranum*
Mühlenbeckii (7), *Dicranum scoparium* (7), *Eurhynchium strigosum var. diversifolium* (7), *Hylo-*
comium proliferum (16), *Rhytidium rugosum* (3), *Syntrichia ruralis ad var. calcicola* (7), *Thui-*
dium abietinum (7) - *Lophozia sp.* (4) - *Cetraria cucullata* (19), *Cetraria nivalis* (19), *Cladonia*
rangiferina (2).

Das *Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum* ist namentlich im Oberengadin sehr gut entwickelt und nimmt grosse Flächen ein.

Es ist dort von P. HAFFTER untersucht worden, doch sind diese Untersuchungen leider nicht zum Abschluss gelangt. Herr HAFFTER hat uns seinerzeit eine Zusammenstellung der Stetigkeitsprozente der Arten aus 41 Aufnahmen von 100 m² überlassen. Die Charakter- und hochsteten Arten seien hier mit den zugehörigen Stetigkeitszahlen wiedergegeben (Tabelle 13).

Tabelle 13. Stetigkeitszahlen der Arten des *Junipereto-Arctostaphyletum* des Oberengadins (41 Aufnahmen von P. HAFFTER).

| Assoziations-Charakterarten | | % | |
|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|----|
| <i>Juniperus communis ssp. nana</i> | 100 | <i>Viola Thomasiana</i> | 51 |
| <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | 90 | <i>Hieracium Bocconeii</i> und ver- | |
| <i>Calluna vulgaris</i> | 70 | wandte Arten | 17 |
| <i>Cotoneaster integerrima</i> | 66 | <i>Sempervivum Wulfeni</i> | 15 |
| <i>Senecio abrotanifolius</i> | 61 | | |
| Begleit-Arten | | | |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | 98 | <i>Solidago virga-aurea var.</i> | |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> | 97 | <i>alpestris</i> | 73 |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 95 | <i>Anemone vernalis</i> | 73 |
| <i>Daphne striata</i> | 90 | <i>Gentiana Kochiana</i> | 73 |
| <i>Campanula Scheuchseri</i> | 87 | <i>Arnica montana</i> | 73 |
| <i>Avena versicolor</i> | 85 | <i>Festuca rubra</i> | 70 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | 85 | <i>Phyteuma betonicifolium</i> | 70 |
| <i>Gallium pumilum</i> | 83 | <i>Vaccinium uliginosum</i> | 70 |
| <i>Carex sempervirens</i> | 83 | <i>Veronica bellidioides</i> | 68 |
| <i>Lotus corniculatus</i> | 76 | <i>Helianthemum nummularium</i> | |
| <i>Antennaria dioeca</i> | 75 | <i>ssp. grandiflorum</i> | 66 |

| | | | |
|---|----|--------------------------------|----|
| | % | | % |
| <i>Cetraria islandica</i> | 63 | <i>Myosotis alpestris</i> | 37 |
| <i>Trifolium alpinum</i> | 61 | <i>Pedicularis tuberosa</i> | 35 |
| <i>Hypochoeris uniflora</i> | 61 | <i>Aster alpinus</i> | 32 |
| <i>Pulmonaria angustifolia</i> | 58 | <i>Hieracium intybaceum</i> | 32 |
| <i>Silene rupestris</i> | 58 | <i>Gentiana ramosa</i> | 32 |
| <i>Anemone alpina</i> ssp. <i>sulphurea</i> | 56 | <i>Polygala chamaebuxus</i> | 29 |
| <i>Luzula campestris</i> ssp. <i>multi-</i> | | <i>Potentilla Crontrii</i> | 29 |
| <i>flora</i> | 53 | <i>Juncus trifidus</i> | 29 |
| <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> | 53 | <i>Geranium silvaticum</i> | 29 |
| <i>Sieversia montana</i> | 49 | <i>Aconitum napellus</i> | 27 |
| <i>Homogyne alpina</i> | 49 | <i>Phyteuma hemisphaericum</i> | 27 |
| <i>Campanula barbata</i> | 46 | <i>Hylocomium Schreberi</i> | 24 |
| <i>Leontodon helveticus</i> | 46 | <i>Poa Chaixii</i> | 24 |
| <i>Carlina acaulis</i> | 46 | <i>Hieracium murorum</i> ssp. | 24 |
| <i>Laserpitium Halleri</i> | 46 | <i>Luzula lutea</i> | 24 |
| <i>Calamagrostis villosa</i> | 44 | <i>Nigritella nigra</i> | 24 |
| <i>Potentilla aurea</i> | 44 | <i>Silene nutans</i> | 24 |
| <i>Nardus stricta</i> | 44 | <i>Biscutella levigata</i> | 24 |
| <i>Plantago serpentina</i> | 42 | <i>Thymus serpyllum</i> | 24 |
| <i>Pinus cembra</i> | 40 | <i>Hieracium pilosella</i> | 24 |
| <i>Lilium martagon</i> | 39 | <i>Potentilla erecta</i> | 23 |
| <i>Potentilla grandiflora</i> | 39 | <i>Achillea millefolium</i> | 22 |
| <i>Veronica fruticans</i> | 39 | <i>Sempervivum montanum</i> | 22 |
| <i>Senecio doronicum</i> | 39 | <i>Androsace obtusifolia</i> | 22 |
| <i>Sempervivum tectorum</i> | 37 | <i>Achillea moschata</i> | 22 |
| <i>Viola calcarata</i> | 37 | | |

Das Lebensformenspektrum der Subassoziation zeigt ein starkes Vorherrschen der Nanophanerophyten (**Zwergsträucher**), die nahezu die Hälfte der Gesamtdeckung ausmachen. Stark **vertreten** sind ferner die **Chamaephyten** und die **Hemikryptophyten**. Die prozentuale **Verteilung** der Lebensformen, **auf ihren Deckungsanteil berechnet**, ist folgende:

| | |
|-------------------|------|
| Nanophanerophyten | 47 % |
| Chamaephyten | 28 % |
| Hemikryptophyten | 22 % |
| Geophyten | 2,5% |
| Therophyten | 0,5% |

Man vergleiche diese Deckungsprozentzahlen mit jenen der Subassoziation *callunetosum* (S. 130)! **Obschon** die spezifische **Zusammensetzung** der **beiden Subassoziationen** nicht unerheblich abweicht, stimmen die prozentualen **Deckungszahlen** **sehr** nahe überein.

Figur 16 zeigt die Verteilung der untersuchten Einzelbestände der Subassoziationen *juniperetosum* **auf verschiedene Meereshöhen, Himmelsrichtungen und Boden-** **neigungen**. Sie ergibt, dass das Optimum der Gesellschaft in Süd- und Ostlage **zwischen** 2000 und 2300 m **gelegen ist**.

Die natürlichen **Standorte** des *Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum* **sind** steile, **sonnige** und **trockene** Felspartien und Lawinenzüge, **wo kein geschlossener Wald** **aufkommt** und wo der Schnee **frühzeitig wegschmilzt**. **Sekundär** **breitet es sich** **auf vernachlässigten** Weideflächen (La Schera) **und in sehr lichtgestellten** Arven-Lärchenbeständen aus.

Wir besitzen aus verschiedenen Teilen Graubündens 15 Aufnahmen dieser Subassoziation: Tabelle XX.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Orten:

1. Calmot, oberhalb Tschamutt, 2000 m, Silikat.
2. Oberalppass, Südhang, 2130 m, Silikat.
3. Oberhalb Sedrun, 1920 m, Silikat. Stark durchweidet.
4. Oberhalb Sedrun, 1940 m, Silikat.
5. Val Gliems, 2220 m, Gneisschutt, Moräne.
6. Oberhalb Sedrun, 1940 m, Silikat.
7. Hügel zwischen Bahnhof Pontresina und Punt Muragl, 1780 m, NE-Hang, Granitblockschutt.
8. Flatzebene bei Pontresina, 1760 m. Heimweide, alternierend mit *Nardetum*, das die Vertiefungen zwischen dem *Calluna-Juniperus*-Gestrüpp ausfüllt.
9. Alte Inn-Alluvion unterhalb S-chanf, 1680 m. Ursprünglich Lärchenbestände, seit Jahrhunderten entwaldet und als Heimweide genutzt. Vegetation mosaikartig; stellenweise *Calluna* zusammenschliessend, dazwischen *Nardetum*-Anflüge mit viel *Carex montana*. *Juniperus nana* vielfach abgebrannt zur Gewinnung von Weide.
10. Jenseits Station Punt Muragl gegen Staz, 1750 m, Silikatmoräne. Heimweide.
11. Paradies oberhalb Pontresina, 2250 m, Südhang, Silikat-Unterlage. Schwach beweidet.
12. Beim Languardwasserfall, SW, 2180 m. Schwach beweidet.
13. Muht Baselgia oberhalb Zernez, 2300 m, kristallin. Schwach beweidet; *Arctostaphylos* an den exponierten Steilen z. T. erfroren.
14. Piz Arina, ob der Alp von Ramosch, 2180 m, Bündnerschiefer.
15. Vom im Val Gliems, 2100 m, steiler Südhang. Mässig beweidet; an flacheren Stellen von *Nardetum* abgelöst.

Ausser den in der Tabelle aufgeführten Arten kommen in den Aufnahmen noch vor:

Zweimal: *Agrostis alpina* (5, 13), *Agrostis capillaris* (3, 7), *Ajuga pyramidalis* (5, 10), *Bupleurum stellatum* (11, 12), *Carex ornithopoda* (14, 15), *Carex verna* (8, 10), *Euphrasia minima* (8, 13), *Festuca Halleri* (5, 13), *Festuca violacea* (11, 13), *Geranium silvaticum* (4, 6), *Hieracium furcatum* (13, 14), *Leontodon helveticus* (11, 13), *Pinus silvestris* (8, 13), *Poa Chaixii* (1, 12), *Salix appendiculata* (8, 14), *Sempervivum montanum* (11, 13), *Senecio carniolicus* (5, 13), *Senecio doronicum* (11, 13), *Trifolium pratense* (6, 15), *Veronica officinalis* (3, 6), *Veronica fruticans* (3, 13), *Viola canina* (7, 10) - *Cetraria crispa* (7, 8).

Einmal: *Alchemilla colorata* (6), *Androsace obtusifolia* (11), *Astrantia minor* (12), *Avena pratensis* (8), *Botrychium lunaria* (11), *Carex digitata* (12), *Carex pilulifera* (10), *Chaerophyllum Villarsii* (3), *Coeloglossum albidum* (12), *Coeloglossum viride* (15), *Elyna myosuroides* (8), *Euphrasia alpina* (12), *Euphrasia drosocalyx* (7), *Euphrasia Kernerii* (2°), *Gentiana nivalis* (7), *Gentiana purpurea* (1), *Gymnadenia conopsea* (9), *Hieracium prenanthoides* (3), *Hieracium prenanthoides* × *murorum* (3), *Knautia silvatica* (4), *Koeleria pyramidata* (9), *Koeleria hirsuta* (2), *Lilium martagon* (12), *Majanthemum bifolium* (1), *Melampyrum silvaticum* (4), *Myosotis alpestris* (11), *Phleum alpinum* (3), *Pimpinella saxifraga* (9), *Plantago montana* (4), *Poa violacea* (10), *Primula viscosa* (2), *Pulmonaria angustifolia* (12), *Salix retusa* (9), *Saxifraga aizoon* (13), *Saxifraga exarata* (11), *Valeriana tripteris* (11) - *Brachythecium spec.* (3), *Heterocladium squarrosulum* (3) - *Cornicularia aculeata* (7), *Cladonia furcata* (3), *Cladonia pyxidata* (3), *Peltigera rufescens* (7).

Das Lebensformenspektrum, auf den Deckungsanteil berechnet, ergibt folgendes Bild:

| | Subassoziation <i>callunetosum</i> | Subassoziation <i>juniperetosum</i> |
|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Nanophanerophyten | 48 % | 47 % |
| Chamaephyten | 28 % | 28 % |
| Hemikryptophyten | 23 % | 22 % |
| Geophyten | 0,5% | 2,5% |
| Therophyten | 0,5% | 0,5% |

Aufnahmen dieser Sub-

-Hang, Granitblockschutt,
t *Nardetum*, das die Ver-

rechenbestände, seit Jahr-
mosaikartig; stellenweise
mit viel *Carex montana*.

Heimweide.
e. Schwach beweidet.

let; *Arctostaphylos* an den

an flacheren Stellen von

ufnahmen noch vor:

uga pyramidalis (5, 10),
8, 10), *Euphrasia minima*
aticum (4, 6), *Hieracium*
3), *Poa Chaixii* (1, 12),
arniolicus (5, 13), *Senecio*
Veronica fruticans (3, 13),

antia minor (12), *Avena*
fera (10), *Chaerophyllum*
yosuroides (8), *Euphrasia*
nivalis (7), *Gentiana*
ieracium prenanthoides ×
uta (2), *Lilium martagon*
s alpestris (11), *Phleum*
ea (10), *Primula viscosa*
Saxifraga exarata (11),
sulum (3) - *Cornicularia*
ens (7).

berechnet, ergibt fol-

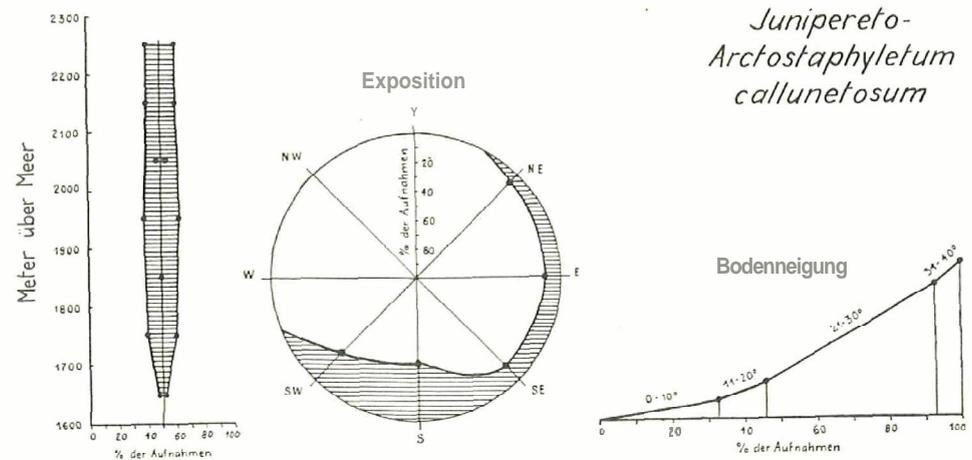
ziation *juniperetosum*

- 47 %
- 28 %
- 22 %
- 2,5%
- 0,5%

Zum Vergleich ist das **Lebensformenspektrum** der Subassoziation *juniperetosum* **gegenübergestellt**. Trotz abweichender Artenzusammensetzung zeigt es eine **auffallende Übereinstimmung** mit dem Spektrum der Subassoziation *callunetosum*.

In **beiden** Subassoziationen decken die **Nanophanerophyten** rund die eine, **Chamaephyten** und **Hemikryptophyten** die andere Hälfte. Im *Loiseleurieto-Cetrarietum* dagegen erreichen die Chamaephyten und die Flechten je annähernd 50%, der geringe Rest fällt auf die **Hemikryptophyten**.

Optimale Standortverhältnisse findet das *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* in Süd-Südwestexposition zwischen 1750 und 2250 m (s. **Figur 17**). Es liegt tiefer als jenes der Subassoziation *juniperetosum*; auch ist die **Bodenneigung** geringer; es ist **weniger** trockenhart als das *Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum* und greift auch in die etwas feuchteren **Alpgebiete** über.



Figur 17. Verteilung der Aufnahmen des *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Boden- neigungen.

Die Subassoziation *callunetosum* unterliegt ziemlich starker **Beweidung**; sie alterniert öfter mit einem artenarmen *Nardetum subalpinum*, das die Vertiefungen ausfüllt, während der **Calluna-Bestand** die etwas erhöhten Stellen einnimmt. Der mehr oder weniger reichlich beigemischte Wacholder wird von Zeit zu Zeit zur **Weideverbesserung** abgebrannt. Vereinzelt sind im Bestand alte Lärchen stehen geblieben.

Die Gesellschaft bildet einen wichtigen Bestandteil der **Heimweiden** des **Oberengadins**, so namentlich bei Pontresina, S-chanf, **Sinuoschel**, im lichten Lärchenwald oder an dessen Stelle. Mässige **Beweidung** erträgt sie gut, bei starker Beweidung dagegen gehen die **Zwergsträucher zugunsten** des Rasens zurück; es besteht die Gefahr der **Weide-Verunkrautung** durch Ausbreitung von *Nardus stricta*.

Die **Böden** der Subassoziation *callunetosum* sind feinerdereich, oft ziemlich tiefgründig und stark versauert (**pH 4-5**).

Die Podsolierung ist meist fortgeschritten; es sind Eisen- und **Humuspodsolprofile**, primär unter *Rhodoreto-Vaccinietum*-Vegetation entstanden.

Günstige Profilaufschlüsse im *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* sind im Gebiet zwischen Punt Muragl und Pontresina freigelegt. Sie zeigen humose Eisenpodsole; in den Beständen, die sich nach der Zerstörung des Waldes entwickelt haben, finden sich häufig sekundäre Humuspodsole. Analysen solcher Profile sind unten verzeichnet (Tabelle 31 und 32).

D. Loiseleurieto-Vaccinion

(Verband der Alpenazaleen-Vaccinien-Gesellschaften)

Der Vollständigkeit halber müssen wir hier noch einen Zwergstrauch-Verband der *Vaccinio-Piceetalia* erwähnen, der schon von J. BRAUN-BLANQUET und H. JENNY (1926) kurz beschrieben und später von H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933) eingehend untersucht worden ist. Es handelt sich um das *Loiseleurieto-Vaccinion* der Kampfzone, das alpine Analogon zur nordischen Flechtentundra.

Seiner Lage an der oberen Grenze der Bäume und Sträucher entsprechend, steht es gewissermassen auf der Schwelle zwischen den alpinen Rasenassoziationen und den subalpinen Zwergstrauchheiden. Den hierher gehörigen Gesellschaften sind daher vielfach, besonders dort, wo der Zwergstrauchteppich Wind- und Schneeschliffücken aufweist, alpine Rasenpflanzen beigemischt, und man kann sich fragen, ob das *Loiseleurieto-Vaccinion* wirklich zur Gehölzvegetation der *Vaccinio-Piceetalia* zu stellen oder ob es nicht besser den Rasengesellschaften der *Caricetalia curvulae* anzuschliessen ist.

Um diese Frage zu entscheiden, haben wir alle uns zugänglichen Aufnahmen von Gesellschaften des Verbandes tabellarisch zusammengestellt. Aus den Schweizer Alpen standen uns 59 Aufnahmen zur Verfügung, die sich auf die hier allein vorkommende Assoziation, das *Loiseleurieto-Cetrarietum*, beziehen. 33 stammen aus dem Oberengadin von H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933), 8 von ED. FREY (1922) aus dem Grimselgebiet, 3 aus St. Gallen von W. SCHNYDER (1930) und 15 aus Graubünden von J. BRAUN-BLANQUET. Zusammengenommen ergeben diese 59 Aufnahmen folgendes Bild der Artenstetigkeit (Tabelle 14):

Tabelle 14. Stetigkeitszahlen der Charakterarten und wichtigsten Begleiter des *Loiseleurieto-Vaccinion* der Schweiz (59 Aufnahmen).

| Assoziations- und Verbands-Charakterarten: | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|----|
| <i>Loiseleuria procumbens</i> | 59 | <i>Cetraria crispa</i> | 45 |
| <i>Cetraria cucullata</i> | 55 | <i>Alectoria ochroleuca</i> | 39 |
| <i>Cetraria nivalis</i> | 47 | <i>Alectoria nigricans</i> | 17 |
| Ordnungs-Charakterartender <i>Vaccinio-Piceetalia</i> : | | | |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> | 57 | <i>Lycopodium selago</i> | 11 |
| <i>Hieracium alpinum</i> | 46 | <i>Pinus cembra</i> (Keimlinge) | 7 |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | 40 | <i>Rhododendron ferrugineum</i> | 6 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | 21 | <i>Melampyrum silvaticum</i> | 5 |
| <i>Empetrum hermaphroditum</i> | 18 | <i>Arctostaphylos alpina</i> | 5 |
| <i>Homogyne alpina</i> | 17 | <i>Peltigera aphthosa</i> | 4 |
| <i>Cladonia uncialis</i> | 15 | <i>Calluna vulgaris</i> | 2 |
| <i>Cladonia gracilis</i> ssp. <i>elongata</i> | 15 | <i>Pyrola minor</i> | 1 |
| | <i>Lonicera coerulea</i> | | 1 |

callunetosum sind im
eigen humose Eisen-
des entwickelt haben,
rofile sind unten ver-

schaften)

strauch-Verband der
UET und H. JENNY
HAPFTER (1933) ein-
eurieto-*Vaccinion* der

r entsprechend, steht
ssoziationen und den
ften sind daher viel-
l Schneeschliffücken
fragen, ob das *Loise-*
Piceetalia zu stellen
curvulae **anzuschlies-**

hen Aufnahmen von
den Schweizer Alpen
allein vorkommende
nen aus dem Ober-
FREY (1922) aus dem
aus Graubünden von
aufnahmen folgendes

leiter des *Loiseleurieto-*

| | |
|----------|----|
| | 45 |
| a | 39 |
| i | 17 |
| | |
| b | 11 |
| imlinge) | 7 |
| ugineum | 6 |
| iticum | 5 |
| ina | 5 |
| | 4 |
| | 2 |
| | 1 |

Ordnungs-Charakterartender *Caricetalia curvulae*:

| | | | |
|--------------------------------|----|--------------------------------|---|
| <i>Phyteuma hemisphaericum</i> | 40 | <i>Veronica bellidioides</i> | 8 |
| <i>Carex curvula</i> | 37 | <i>Euphrasia minima</i> | 7 |
| <i>Antennaria carpatica</i> | 29 | <i>Hieracium glanduliferum</i> | 4 |
| <i>Sesleria disticha</i> | 24 | <i>Minuartia sedoides</i> | 4 |
| <i>Festuca Halleri</i> | 15 | <i>Senecio carniolicus</i> | 3 |
| <i>Luzula lutea</i> | 14 | <i>Sempervivum montanum</i> | 2 |
| <i>Phyteuma pedemontanum</i> | 1 | | |

Wichtigere Begleiter:

| | | | |
|-------------------------------|----|------------------------------------|----|
| <i>Cetraria islandica</i> | 54 | <i>Polytrichum juniperinum</i> | 32 |
| <i>Cladonia silvatica</i> | 54 | <i>Leontodon helveticus</i> | 31 |
| <i>Cladonia rangiferina</i> | 44 | <i>Chrysanthemum alpinum</i> | 28 |
| <i>Thamnolia vermicularis</i> | 43 | <i>Polygonum viviparum</i> | 21 |
| <i>Avena versicolor</i> | 39 | <i>Primula viscosa (latifolia)</i> | 16 |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> | 32 | <i>Salix herbacea</i> | 13 |
| <i>Saxifraga bryoides</i> | 10 | | |

Die Summe der Stetigkeitszahlen von Assoziations-, Verbands- und Ordnungs-Charakterarten der *Vaccinio-Piceetalia* ergibt in den 59 Aufnahmen aus den Schweizer Alpen zusammengenommen 523 (Ordnungs-Charakterarten allein 271) gegen 159 der Charakterarten der *Caricetalia curvulae*. Wird statt der Stetigkeit der mittlere Deckungswert der Arten berücksichtigt, so ergibt sich noch ein viel stärkerer Unterschied zugunsten der *Vaccinio-Piceetalia*-Arten: über 12 000 Deckungseinheiten für die *Vaccinio-Piceetalia*-Arten gegen nicht viel mehr als 100 Einheiten für die *Caricetalia curvulae*-Arten. Werden die Assoziations-Charakterarten des *Loiseleurieto-Cetrarietum* nicht berücksichtigt, so verbleiben immer noch rund **zehnmal mehr** Einheiten für die *Vaccinio-Piceetalia*-Arten. Die Mitberücksichtigung der ausserschweizerischen Gesellschaften des Verbandes verändert dieses Bild kaum.

Die floristische Verwandtschaft des *Loiseleurieto-Vaccinion* mit den *Vaccinio-Piceetalia* ist somit auf jeden Fall viel grösser als mit den *Caricetalia curvulae* oder irgend einer andern Rasengesellschaft.

In den Gebirgen Mittel- und Südeuropas haben die charakteristischen Windflechten **unzweifelhaft** ihr Optimum im *Loiseleurieto-Vaccinion*, wenschon sie auch in windoffenen *Elyna*- und *Carex curvula*-Beständen vorkommen. **Weniger** klar ist ihre Zugehörigkeit zum entsprechenden Verband in **Fennoskandien**.

R. NORDHAGEN'S **Pionierarbeit** (1936) hat in den norwegischen Hochgebirgen zur Aufstellung zweier **windflechtenreicher** Verbände, des *Juncion trifidi* und des *Loiseleurieto-Diapension*, geführt. Das *Loiseleurieto-Diapension*, von seinem Autor vorerst geradezu mit dem *Loiseleurieto-Vaccinion* der Alpen **identifiziert**, ist damit sicher nahe verwandt und gehört in dieselbe **Verbandsgruppe**, hat aber zahlreiche spezifisch nordische Arten (siehe auch *Prodromus* der Pflanzengesellschaften VI, S. 86-95).

Die vier **windflechtenreichen** Soziationen a und b, IIIb und V des *Juncion trifidi*-Rasens von R. NORDHAGEN (1936) Kessen sich vielleicht doch dem *Loiseleurieto-Diapension* zuordnen, obschon *Loiseleuria* selbst den betreffenden Aufnahmen fehlt. R. NORDHAGEN bemerkt ausdrücklich, dass sich das *Juncion trifidi* in vielen Gebieten regressiv aus dem *Loiseleurieto-Diapension* entwickelt hat. Auch sind in drei von den vier in Betracht **fallenden** Soziationen *Vaccinium uliginosum* und *Vaccinium vitis-idaea*, oder doch *Vaccinium uliginosum* vorhanden. Alle typischen Windflechten des *Loiseleurieto-Vaccinion* haben in diesen vier Beständen ihre grösste Häufigkeit und bestes Gedeihen innerhalb des *Juncion trifidi*, dagegen entbehren gerade diese vier Bestände **aller** als Charakter- und Differentialarten der Ordnung *Salicetalia* herbaceae

(gegenüber dem Juncion *trifidi*) bezeichneten Arten, mit einziger Ausnahme von *Trisetum spicatum*, einer Grasart, die jedoch in den Alpen oft an windoffenen Stellen vorkommt.

NORDHAGEN scheint dem Dominieren von *Festuca ovina* grosse Bedeutung beigelegt zu haben, weshalb die Aufteilung seiner *Festuca ovina*-Soziationen in zwei deutlich geschiedene und sicher auch ökologisch abweichende Gesellschaften, zumindest Subassoziationen, eine windflechtenreiche und eine an *Salicetalia*-Arten reiche, nicht genügend hervortreten. Gerade die sechs *Festuca ovina*-Soziationen zeugen vom wenig geschlossenen Charakter des Juncion *trifidi*. - Es wäre auch möglich, dass wir es hier mit einer windflechtenreichen Variante des betreffenden Verbandes zu tun haben, ähnlich dem *Curvuletum cetrarietosum* der Alpen. In diesem Falle fragt es sich, ob und welche Windflechten auch in Fennoskandien ihr Optimum im Loiseleurieto-*Vaccinion* haben, oder ob hier alle mehr oder weniger gesellschaftsvag sind. Die endgültige Entscheidung über die Zuteilung der windflechtenreichen Soziationen des Juncion *trifidi* muss selbstverständlich den skandinavischen Forschern überlassen bleiben.

Das Loiseleurieto-*Vaccinion* ist an windausgesetzte Standorte gebunden. In den Alpen, und anscheinend gilt dies auch für den nordischen Parallelverband, ist der Wind der Faktor, dessen Einfluss den aller andern Faktoren weit überwiegt.

Dies erhellt aus der floristischen Zusammensetzung der Gesellschaft.

Aber auch bodenkundlich steht das Loiseleurieto-*Vaccinion* den alpinen Zwergstrauchgesellschaften näher als der Rasenvegetation der Ordnung *Caricetalia curvulae*.

Loiseleurieto-Cetrarietum (Windflechten-Alpenazaleenheide)

Das Loiseleurieto-Cetrarietum ist eine der auffälligsten und am leichtesten kenntlichen Vegetationseinheiten der Zentralalpen. Schon aus der Ferne heben sich ihre gelbweiss und braun gesprenkelten Teppiche vom Tiefgrün des *Empetretum*-*Vaccinietum* und Alpenrasen ab. Sie kennzeichnen die früh schneefreien, auch im Hochwinter oft freigeblasenen Windecke.

Da das azidophile Loiseleurieto-Cetrarietum auf den vorherrschend kalkreichen Böden des Ofengebietes nicht oft und nirgends auf grösseren Flächen vorkommt, stehen uns nur zwei Aufnahmen aus dem Parkgebiet zur Verfügung. Wir haben daher unsere Tabelle XXI durch einige Aufnahmen aus Mittel- und Ostbünden ergänzt.

Die Aufnahmen stammen von folgenden Punkten:

1. Albula, 2160 m, Silikatblockschutt.
2. Nordosthang des Piz Dora, Münstertal, 2320 m, flachgründiger Boden auf Verrukano-Sturzschutt.
3. Alp Astras, Val S-charl, 2200 m, windexponierter Rücken, Silikat- und Kalkschutt.
4. Berninahäuser, 2050 m, windausgesetzter Moränenwall, schönes Humuspodsol auf Silikat-schutt.
5. Bei der Brücke von Bernina alta, 2050 m, windausgesetzte Jungmorane aus Silikat- und sehr wenig Kalkschutt, Humuspodsol.
6. Hintergrund von Val S-charl gegen Plan Matun, 2250 m, Moränenschutt mit Kalk- und Silikatmaterial, Humuspodsol.
7. Marangun-Sesvenna, 2300 m, windbestrichene Gratkuppe, Humussilikatboden.
8. Val da Fain am Bernina, 2350 m, windoffener Moränenrücken, Silikat- und Kalk-Material.
9. Albulapass, Crastamoraseite, 2400 m.
10. Albulapass, Crastamoraseite, 2370 m.

11. Gneismoräne beim Älplisee, Arosa, 2200 m, Humussilikatboden.
12. Val Languard bei Pontresina, 2380 m, Rücken, Siatschutt.
13. Piz Chavalatsch, 2290 m, Felsecke, Phyllitgneis.
14. Älpliseeriegel bei Arosa, 2100 m, schneefreier Windrücken, Silikat- und Kalkschutt, Humussilikatboden.
15. Umbrail, 2500 m, Silikat-Rundhöcker.

Ausser den in der Tabelle erwähnten Arten kommen in unsern Aufnahmen vereinzelt nach folgende Arten vor: *Achillea moschata* (13), *Agrostis rupestris* (15), *Galium pumilum* (3), *Juncus Jacqini* (3), *Juniperus nana* (1), *Leontodon helveticus* (6), *Lloydia serotina* (8), *Luzula luzuloides* var. *albida* (3^o), *Luzula spadicosa* (14), *Minuartia verna* (6), *Primula integrifolia* (11), *Saxifraga bryoides* (2), *Selaginella selaginoides* (3), *Sempervivum montanum* (2), *Silene acaulis* (8), *Solidago virga-aurea* (1), *Veronica bellidoides* (5) - *Dicranum neglectum* (1) - *Peltigera rufescens* (2), *Peltigera venosa* (13), *Stereodon alpinum* (7).

Bildet das *Empetretum-Vaccinietum* eine üppige, tiefgrüne Zwergstrauchmatte von 15-20 cm Höhe, so ist von den hart dem Boden angepressten *Loiseleuria*-Teppichen wenig zu sehen; sie verschwinden oft völlig im Miniaturgestrüpp der Flechten, die ihnen auch an ständig schneefreien Windecken Schutz vor dem Abrasieren durch die hart am Erdboden hinschleifenden Schneekristalle gewähren, sie aber anderseits auch in ihrem Gedeihen beeinträchtigen. Zwischen Flechtendecke und Zwergstrauch besteht eine Art Symbiose, indem die Flechten den Zwergstrauch schützen, dieser aber die Verankerung der Flechten ermöglicht, denn ohne ihn wäre ein Aufkommen der Flechtendecke an Windecken undenkbar. Das Absterben der Alpenazalee hat daher unfehlbar die Vernichtung des ganzen Bestandes zur Folge.

Loiseleuria bildet ein ausgezeichnetes Beispiel für eine soziologisch hochwertige, aufbauende, bedingende und auch erhaltende Art. Sie kann nur in sehr beschränkter Masse durch *Vaccinium uliginosum* vertreten werden. Der Deckungsgrad von *Loiseleuria* erreicht meist 80%, oft aber auch 100%, bei gleichzeitiger Deckung von 70-100% durch die Flechten, die den Spalierstrauch dicht überdecken, so dass ein äusserst inniges Zusammenleben auf engstem Raum verwirklicht ist.

Der Deckungswert von *Loiseleuria* beträgt nach unserer Tabelle 7533, der Zwergsträucher insgesamt 7790, jener der Flechten zusammengenommen 8887 Einheiten. Die Flechtendeckung ist also etwas höher als jene der Zwergsträucher.

Inbezug auf Windhärte und Schneeschutzansprüche lassen sich die Flechten folgendermassen anordnen:

| | |
|------------------------|---|
| Äusserst windhart: | { <i>Alectoria nigricans</i> <i>Alectoria ochroleuca</i> |
| Windhart: | { <i>Cetraria cucullata</i> <i>Cetraria crispa</i> <i>Cetraria nivalis</i> <i>Thamnolia vermicularis</i> |
| Wenig windhart: | { <i>Cladonia silvatica</i> <i>Cladonia rangiferina</i> <i>Cladonia pyxidata</i> |
| Schneeschutzbedürftig: | { <i>Stereocaulon alpinum</i> <i>Peltigera venosa</i> <i>Peltigera aphthosa</i> |

Von Moosen hält einzig *Polytrichum juniperinum*, im *Loiseleuria*- und Flechten-Teppich versteckt, den Unbilden des Standorts stand; andere Moosarten treten nur ganz zufällig, selten und verkümmert auf.

Gräser und Kräuter sind nur spärlich beigemischt und gedeihen äusserst kümmerlich, mit Ausnahme etwa von *Avena versicolor* und *Phyteuma hemisphaencum*. Die Begleiter rekrutieren sich **teils** aus den Kontaktassoziationen *Empetreto-Vaccinietum* und *Junipereto-Arctostaphyletum*, teils aus dem *Caricion curvulae*. Bei **abnehmender** Vitalität der **Zwergsträucher** werden die eingesprengten Rasenpflanzen häufiger und gedeihen besser, und es kommt **dann** zu Mischungen und **Durchdringungen** von *Loiseleurieto-Cetrarietum* und *Festueetum Halleri* oder *Curvuletum*.

Dass die Ordnungs-Charakterarten mit Ausnahme von *Vaccinium uliginosum* und *Vaccinium vitis-idaea* viel schwächer vertreten sind als im *Empetreto-Vaccinietum*, ist bei der ausgeprägten **ökologischen** Eigenart der Gesellschaft **nicht** verwunderlich.

Da bisher in den mitteleuropäischen Gebirgen ausser dem *Loiseleurieto-Cetrarietum* keine **Zwergstrauch-Flechtenassoziation**, die der unsrigen zur Seite gestellt werden könnte, bekannt geworden ist, bleibt dieses für **Mitteleuropa monotypisch** und ist direkt der Ordnung *Vaccinio-Piceetalia* unterzuordnen. Sollte später eine Zweiteilung wünschbar werden, derart etwa, dass die *Alectoria*-Subassoziation von der *Cladonia*-reichen als Assoziation abgetrennt würde, so hätte **man** die **Verbands-Charakterarten** unter den Kryptogamen zu suchen.

Wie H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933) gezeigt haben, zerfällt das *Loiseleurieto-Cetrarietum* des **Oberengadins** in zwei floristisch und **ökologisch** abweichende Subassoziationen, deren floristische Unterschiede in der **Flechtenschicht** liegen. Die **beiden** Subassoziationen sind auch anderwärts in Graubünden, beispielsweise im **Umbrailgebiet** und in den Plessuralpenvorhanden; im Nationalparkgebiet selbst dagegen haben wir bisher nur die eine, durch reichliches Vorkommen von *Cladonia silvatica* und *Cetraria islandica* gekennzeichnete Subassoziation *cladinetosum* nachgewiesen, während die Subassoziation *alectorietosum* mit *Alectoria ockroleuca* und *Alectoria nigricans* hier bisher nicht gefunden wurde. Sie **kommt** aber im Gneisgebiet der benachbarten **Münstertaler Alpen** vor und ist in der Grenzkette **zwischen** Val Müstair und **Trafoiertal** sehr verbreitet.

Unsere Tabelle lässt in der Subassoziation *alectorietosum* eine *Cetraria islandica*-reiche Variante ohne *Alectoria* (Aufnahmen 4 und 5) und eine solche mit viel *Vaccinium uliginosum* und wenig *Loiseleuria* (Aufnahme 11) erkennen. Die *Alectoria*-reiche Variante (Aufnahmen 9, 10, 13, 14, 15) ist extrem **windhart**.

Reichliches Vorkommen von *Cladonia silvatica* deutet auf wenigstens zeitweiligen Schnee- und Windschutz. *Cladonia rangiferina* ist in der Assoziation selten gut und nur mit geschwächter Lebenskraft vertreten, sie fehlt übrigens fast allen unseren Aufnahmen.

Die Verteilung der **Einzelbestände** unserer Tabelle des *Loiseleurieto-Cetrarietum* auf die verschiedenen **Meereshöhen**, **Himmelslagen** und **Bodenneigungen** ist aus Figur 18 ersichtlich.

Der optimale Bereich liegt **zwischen** 2100 und 2300 m in N- bis NE-Lage auf mässig geneigtem Boden.

Standörtlich unterscheiden sich die **beiden** Subassoziationen des *Loiseleurieto-Cetrarietum* vor allem dadurch, dass sie **Wind-** und **Kälteeinfluss** verschieden gut ertragen. Die **Subassoziation cladinetosum** verlangt winterlichen Schneeschutz, die **Subassoziation alectoriotosum** dagegen ist im Winter oft schneefrei; **Wind** und **Frosteinwirkung** sind dementsprechend **grösser**. Dies zieht natürlich auch Unterschiede im **Wärme- und Wasserhaushalt** und in der **Bodenreife** nach sich. **Mikroklima** und Wasser-

und gedeihen äusserlich
Uma hemisphaericum,
Empetretum-Vaccinietum.
 Bei abnehmenden
 Alpenpflanzen häufiger
 Durchdringungen von
 n.

on *Vaccinium uliginosum*
 als im *Empetretum*-
 Gesellschaft nicht

1 *Loiseleurietum-Cetrarietum*
 zur Seite gestellt
 Europa monotypisch
 . Sollte später eine
 -Subassoziation von
 man die Verbands-

erfällt das *Loiseleurietum*
 ogisch abweichende
 nschicht liegen. Die
 t, beispielsweise im
 gebiet selbst dagegen
 n *Cladonia silvatica*
 sum nachgewiesen,
 oleuca und *Alectoria*
 Gneisgebiet der be-
 vischen Val Müstair

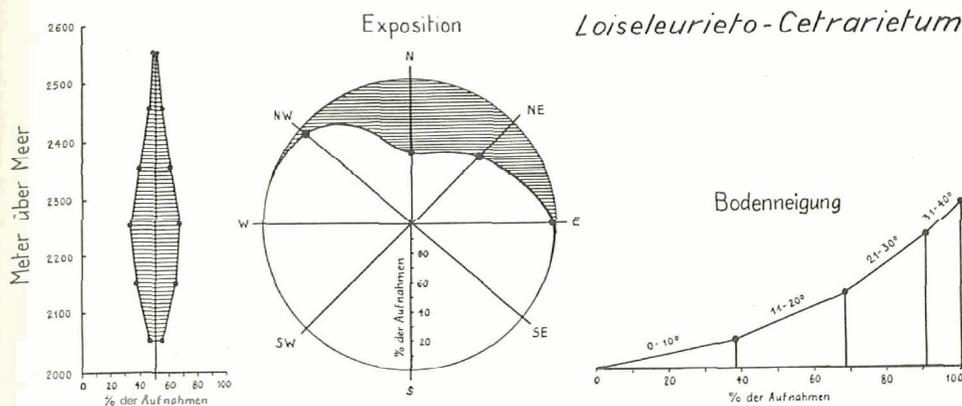
3 *Cetraria islandica*
 mit viel *Vaccinium*,
Alectoria-reiche Va-

wenigstens zeitweili-
 ation selten gut und
 t allen unseren Auf-

Loiseleurietum-Cetrarietum
 neigungen ist aus

- bis NE-Lage auf

1 des *Loiseleurietum*-
 verschieden gut er-
 neeschutz, die Sub-
 Wind und Frostein-
 h Unterschiede im
 klima und Wasser-

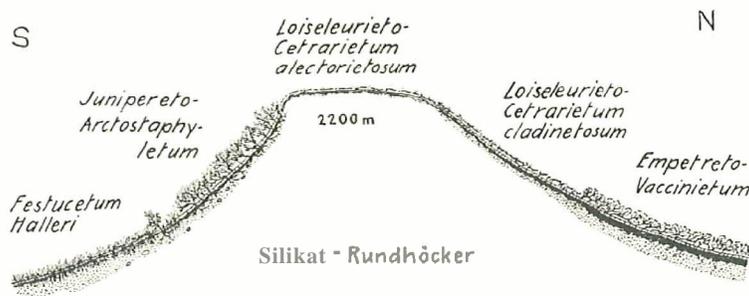


Figur 18. Verteilung der Aufnahmen des *Loiseleurietum-Cetrarietum* auf die verschiedenen Höhenlagen, Himmelsrichtungen und Bodenneigungen.

haushalt sind im *Loiseleurietum-Cetrarietum cladinetosuni* günstiger als in der Subassoziation *alectorietosum*, der Boden ist tiefergründig; es kommt nicht selten zur Ausbildung eines Humuspodsols selbst auf karbonathaltiger Unterlage.

Die beträchtlichen Unterschiede in den Feuchtigkeitsverhältnissen der beiden Subassoziationen im Vergleich mit anderen Assoziationen des Verbandes gehen aus den von H. PALLMANN und P. HAPFTER (1933, S. 460 ff.) angestellten Verdunstungsmessungen klar hervor.

Sie erhellen auch aus Figur 19, in der die Abhängigkeit der verschiedenen Zwergstrauchgesellschaften vom Relief dargestellt ist.



Figur 19. Anordnung der Zwergstrauchgesellschaften auf Silikat-Rundhöcker in 2200 m Höhe.

Das *Loiseleurietum-Cetrarietum* kann sich sowohl primär progressiv, als auch regressiv nach Entwaldung einstellen.

Im ersten, häufigeren Fall, beim primären *Loiseleurietum-Cetrarietum*, haben wir es mit einer lokalklimatisch bedingten Dauergesellschaft zu tun. In der Tat ist an den

von uns seit langem beobachteten Beständen keine Veränderung sichtbar und ohne Reliefänderung auch kaum denkbar.

Wird durch heftige **Windwirkung** der Strauchteppich stellenweise aufgerissen und das **Bodenprofil** abgetragen, so erfolgt die Regeneration unter Mithilfe windharter Polsterpflanzen (*Minuartia recurva*, *Minuartia sedoides*), Gräser und Seggen (*Agrostis alpina*, *Carex curvula*, *Sesleria disticha*), gelegentlich auch *Arctostaphylos alpina* und *Polytrichum juniperinum*.

Es ist anzunehmen, dass sich die ursprüngliche primäre Besiedelung ähnlich abgespielt hat. *Loiseleuria* selbst erscheint als Pionier öfter auf Rundhöckern, in Felspalten und zwischen **Silikatblöcken**, sie **überwachsend** und eindeckend.

Die Verbreitung des Loiseleurieto-Cetrarietum in den Alpen reicht aus **aer** Steiermark und Kärnten bis Savoyen und vielleicht noch weiter westlich, doch wird sie weder von LIPPMAA (Lautaret), noch von M. GUINOCHET (Seealpen) erwähnt. Auch haben wir sie weder in der Gegend von Briançon, noch im Queyras und in der Umgebung von Larche beobachtet. Hingegen erscheint sie wieder in den Ost- und Zentralpyrenäen, wo bei 42°30' die **Südgrenze** der Assoziation und des Verbandes erreicht wird. Das **pyrenäische** Loiseleurieto-Cetrarietum ist als eine etwas verarmte Snbassoziatio (Subassoziatio *silenetosum ciliatae*) mit einigen pyrenäischen Differentialarten (*Silene ciliata*, *Leontodon pyrenaicus*, *Jasione humilis* usw.) **aufzufassen**; im übrigen gleicht es sehr dem alpinen Loiseleurieto-Cetrarietum, auch was die Ökologie anbetrifft. In den **Pyrenäen** sind die Charakterarten noch **enger** an die Assoziation gebunden als in den **Alpen** (siehe J. BRAUN-BLANQUET, 1946).

Das *Loiseleurieto-Cetrarietum* bringt direkt keinen wirtschaftlichen Nutzen. Während in Norwegen wenigstens früher beträchtliche Flechtenmengen als Viehfutter verwendet wurden und die Flechtentundren des *Loiseleurieto-Diapension* grosse Rentierherden ernähren, unterliegen die räumlich viel beschränkteren Azaleenheiden der Alpen und Pyrenäen keinerlei menschlicher oder tierischer Beeinflussung, es sei denn, dass die jungen Triebe von *Loiseleuria* zur Winternahrung der Alpenhasen und Schneehühner beitragen. Das Weidevieh geht achtlos daran vorüber, der Mensch nutzt die Bestände nicht.

Die Bedeutung des *Loiseleurieto-Cetrarietum* für Alp- und Forstwirtschaft liegt neben dem Bodenschutz im Wert als Zeiger von Mikroklima und Boden.

Baumkrüppel oder auch nur Baumkeimlinge werden im *Loiseleurieto-Cetrarietum* nicht angetroffen. Baumsaaten oder Jungpflanzungen wären in allen Varianten der Assoziation von vorneherein dem Untergang geweiht. Die Assoziation zeigt klar die Stellen, wo nicht, oder doch nicht unmittelbar aufgeforstet werden kann. Sollten irgendwelche Gründe zu Aufforstungsversuchen zwingen, so müsste unbedingt vorerst für Windschutz und damit auch für Schneebedeckung der windexponierten Stellen gesorgt werden.

Versuche zur Weideverbesserung durch Aufreissen der Spalierstrauch-Flechtendecke, Kalken und Ansaat von geeigneten Grasmischungen, wie sie etwa im *Rhodoreto-Vaccinietum* durchgeführt werden, sind im *Loiseleurieto-Cetrarietum* nicht angezeigt. Der Arbeits- und Kostenaufwand stünde in keinem Verhältnis zu dem zu erwartenden äusserst bescheidenen Ergebnis. Auch besteht ständig die Gefahr der Bodenerosion durch den Wind, sobald der ausgezeichnete Bodenschutz durch die Zwergstrauch-Flechtendecke aufgehoben wird. Es empfiehlt sich somit, die Assoziation im Naturzustand sich selbst zu überlassen.

IV. Mikroklimatische Untersuchungen

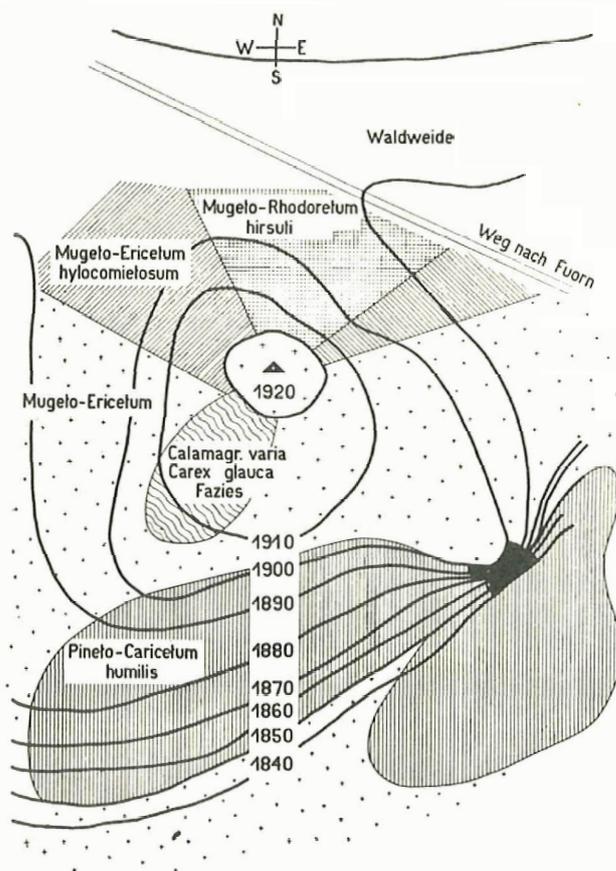
In einem Gebirgsland mit tiefgefurchtem Relief wie im Unterengadin, sind neben dem Grossklima die reliefbedingten mikroklimatischen Standortverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung für die Ausformung der Pflanzengesellschaften und für den Gang der Bodenentwicklung.

Wir haben versucht, durch Vergleichsmessungen mikroklimatische Unterschiede zwischen verschiedenen Waldgesellschaften festzustellen. Dürfen die Ergebnisse auch nicht ohne weiteres verallgemeinert werden, so geben sie doch ein gutes Bild der lokal-klimatischen und bodenklimatischen Verhältnisse der untersuchten Gesellschaften.

A. Messungen am Posa-Hügel

Zu Vergleichsmessungen vor allem geeignet ist der kleine Hügel westlich Il Fuorn, die Kuppe bei Plan della Posa, im folgenden kurz als Posa-Hügel bezeichnet.

Der Posa-Hügel ist ein stumpfer, dem Fuss des Piz del Fuorn vorgelagerter Kegel. Er weist einen Basisdurchmesser von knapp 200 m auf. Geologisch besteht er einheitlich aus Wettersteindolomit. Die verschiedenen Waldgesellschaften sind auf annähernd gleicher Meereshöhe rund um den Kegel verteilt, wie dies aus dem nachstehenden Situationsplan hervorgeht (Figur 20).



Figur 20.
Verteilung der Pflanzengesellschaften auf dem Posa-Hügel (PALLMANN und FREI 1943).

Die Messungen beziehen sich auf folgende Gesellschaften:

A. *Pineto-Ericion*

- Pineto-Caricetum humilis*
- Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*
- Mugeto-Ericetum hylocomietosum*
- Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*

B. *Rhodoreto-Vaccinion*

- Rhodoreto-Vaccinietum*, Initialstadium
- Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*

Der Bestand des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* stockt nicht auf dem Posa-Hügel, sondern auf dem Nordhang des Munt la Schera, auf Verrukano-Unterlage. Dies muss beim Vergleich der Messergebnisse berücksichtigt werden.

Über einige standörtliche Gegebenheiten der untersuchten Gesellschaften orientiert Tabelle 15, 1. Teil; die Böden werden weiter unten noch eingehend besprochen (S. 153 ff.).

I. Wärmeverhältnisse

Von H. PALLMANN und E. FREI wurden am Posa-Hügel während längerer Zeit die Extremtemperaturen und die „wirksamen Mitteltemperaturen“ gemessen. Die Grundlage dieser Methode besteht darin, dass die Geschwindigkeit der Rohrzuckerinversion, d. h. der Spaltung der Saccharose in Glukose und Fruktose, bei konstantem pH proportional der Temperatur ist (vgl. H. PALLMANN und E. FREI, 1943). Die auf Grund der Rohrzuckerinversion errechnete Temperatur wird als „wirksame Mitteltemperatur“ (=eT) bezeichnet.

Über das Generalklima der Gegend und die Wetterverhältnisse während der Beobachtungsperioden geben die Messungen der meteorologischen Beobachtungsstation Buffalora Auskunft (Tabeller 1 und 15).

Die angegebenen Beobachtungsperioden sind unseren Versuchsperioden angeglichen. Die Daten richteten sich nach der möglichen Aufenthaltszeit im Park. Die Zahlen wurden in dankenswerter Weise von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt zur Verfügung gestellt.

Messergebnisse von H. PALLMANN und E. FREI sind in Tab. 1 wiedergegeben.

Bezüglich der wirksamen Mitteltemperaturen lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

Zu allen Jahreszeiten sind die eT-Werte gleicher Beobachtungsperioden sowohl im Luftraum als an der Bodenoberfläche und im Oberboden in den Initialgesellschaften der subalpinen Nadelwälder höher als in den reiferen Entwicklungsstadien. Die vergleichbaren eT-Werte sinken in nachstehender Reihenfolge:

1. *Pineto-Caricetum humilis* mit initialem, subalpinem Wald-Humuskarbonatboden.
2. *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* mit flachgründigem, subalpinem Wald-Humuskarbonatboden.
3. *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* mit mittelgründigem, deckenmörigem, subalpinem Wald-Humuskarbonatboden.
4. *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* mit stark deckenmörigem, subalpinem Wald-Humuskarbonatboden.

Tabelle 15. Vegetation, Boden und Lokalklima auf dem Posa-Hügel.

| Pflanzengesellschaft | <i>Pindo-Caricetum humilis</i> | <i>Mugo-Eriocetum curictosum humilis</i> | <i>Mugo-Eriocetum hylcomitosum</i> | <i>Mugo-Rhodoretum hirsuti hylcomitosum</i> | <i>Rhodoretum Vaccinietum (initial)</i> | <i>Rhodoretum Vaccinietum cembricosum</i> |
|--|---|--|---|---|---|--|
| Kronenschluss | 30 | 40-50 | △ 50 | △ 30 | > 50 | > 50 |
| Deckungsgrad der Y und Z | < 20 | ≥ 50 | △ 90 | △ 95 | 100 | 1890 |
| Höhe | 1910 | 1910 | 1900 | 1900 | 1890 | 1850 |
| Hängeigung | 25-30 | 15-30 | 15-30 | 25-35 | 5-25 | 25-33 |
| Exposition | S | W, S und E | NW und NE | N | NNW | N |
| Boden | initialer subalpiner Wald-Humus-karbonatboden | flachgründiger subalpiner Wald-Humus-karbonatboden | deckmüriger subalpiner Wald-Humus-karbonatboden | stark deckmüriger subalpiner Wald-Humus-karbonatboden | müriger subalpiner Wald-Humus-karbonatboden | A ₂ -Variante des subalpinen Wald-Eisenpodsoles |
| Mächtigkeit der Humushorizonte | 5 | 10 | 17 | 23 | 15 | 15 |
| Humus kg/m ² Bodenoberfläche | 4,7 | 16,7 | 23,9 | 49,7 | 3,7-4,5 | 3,7-4,5 |
| pH im Humushorizont | 7,5 | 6,8 | 5-6 | 4,1-4,8 | | |
| Wirksame Mitteltemperatur e(T _s) | | | | | | |
| Winter | 2,2 | 0,8 | 0,6 | -1,6 | -2,3 | -2,3 |
| Frühling | 10,5 | 9,3 | -0,3 | -1,1 | -1,3 | -1,3 |
| Sommer | 16,7 | 23,8 | 16,5 | 21,6 | 14,3 | 14,3 |
| Herbst | 15,6 | 29,2 | 23,4 | 12,7 | 14,5 | 14,5 |
| | 26,8 | 12,2 | 9,7 | 9,3 | 8,7 | 8,7 |
| | 17,7 | 14,7 | 17,7 | 10 | 9 | 9 |
| e(T _s -Differenz zwischen O und B) | | | | | | |
| Winter | 7,8 | 7,7 | -1,1 | -0,3 | -0,3 | -0,3 |
| Frühling | 10,4 | 14,7 | 10 | 11,9 | 5,9 | 5,9 |
| Sommer | 13,9 | 17 | 13,7 | 3,4 | 5,8 | 5,8 |
| Herbst | 9,1 | 12,5 | 7,7 | | | |
| Maximaltemperatur | | | | | | |
| Frühling | 25 | 25 | 51 | 24 | 23 | 23 |
| Sommer | 29 | 49 | 45 | 53 | 42 | 42 |
| Herbst | 27 | 49 | 12 | 28 | 28 | 28 |
| Winter | 27 | 41 | 20 | 15 | 4 | 4 |
| | | 8 | -0,5 | 2 | -0,5 | -0,5 |
| Minimaltemperatur | | | | | | |
| Frühling | -4 | -2 | -1 | -2 | -4 | -4 |
| Sommer | 0 | 1 | 0,5 | 1 | -2 | -2 |
| Herbst | -6 | -6 | -6 | -8 | -5 | -5 |
| Winter | -17 | -17 | -25 | -23 | -28 | -28 |
| | 17 | 17 | -7 | -15 | -10 | -10 |
| Maximale Temperaturschwankung während der Vegetationsperiode 20.5-1.90 | 35 | 55 | 36 | 31 | 30 | 30 |
| | 61 | 29 | 57 | 58 | 51 | 51 |
| | 29 | 15 | 13 | 16 | 8 | 8 |

1) Auf dem N-Hang des Munt la Schera, nicht streng vergleichbar. 2) L = Luft 150 cm über dem Boden, O = Bodenoberfläche, B = Boden in 10 cm Tiefe.

5. *Rhodoreto-Vaccinietum* (initial) mit sehr stark deckenmörigem, subalpinem Wald-Humuskarbonatboden.
6. *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* mit A₂-Variante des subalpinen Wald-Eisen-podsols.

Tabelle 16. Allgemeinklima und Wetterverhältnisse während der klimatischen Untersuchungen am Posa-Hügel (nach den Messungen der meteorologischen Beobachtungsstation Buffalora, 1977 m ü. M.).

| Mittlere Jahresniederschläge (1917-1937) = 958 mm Mittlere Jahrestemperatur (1917-1937) = -0,1°C Mittlere Luftfeuchtigkeit (1937) = 79% | | | |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Beobachtungsperiode 1940/41 | Mittlere Temperatur °C | Niederschlags-summe mm | Mittlere Luftfeuchtigkeit % |
| Winter: 17. 11.-20. 5. | -6,4 | 335,4 | 73,7 |
| Frühling: 20. 5.-20. 6. | 4,9 | 105,9 | 75,2 |
| Sommer: 20. 6.-31. 7. | 11,1 | 148,3 | 67,6 |
| Herbst: 31. 7.-10. 10. | 6,5 | 120,5 | 70,7 |
| Jahresmittel: 1940/41 | -1,1 | 742,7 | 78,1 |

Die reiferen Waldstadien haben dichteren Vegetationsschluss, dieser vermindert die Wärmeinstrahlung. Zu den reiferen Waldstadien gehören auch weiter entwickelte Böden mit mächtigeren und stärker versauerten Humusaufgaben. Alle diese Faktoren steigern die lokale Humidität.

Nordlagen sind unter gleichem **Generalklima** kühler als **Südlagen**.

Im Winter sinken die **eT-Werte** in 10 cm Bodentiefe in den Humushorizonten der deckenmörigen, subalpinen Wald-Humuskarbonatböden unter den Gefrierpunkt. Die Wärmeleitung der **Humushorizonte** und der lockeren Mineralerdehorizonte **kA₂** und **kAC** ist offenbar zu gering, um die vor dem Einschneien stark unterkühlten **Bodenschichten** nachträglich unter der Schneedecke auf 0°C zu erwärmen. In den mehr nach Süden exponierten Initialstadien des **Föhrenwaldes** liegen die **eT-Werte** der **humusärmeren** Oberhorizonte auch während des Winters über 0°C.

Die Temperaturunterschiede **zwischen** der Bodenoberfläche und 10 cm Bodentiefe sind in den weniger entwickelten Waldböden am **grössten**. Die deckenmörigen Böden der reiferen und mehr nach Norden exponierten Waldstadien haben kleinere **Temperaturdifferenzen**. Die Temperaturunterschiede sind im Sommer am grössten und im Winter am kleinsten. Im Winter ist der Boden in 10 cm Tiefe bei den deckenmörigen Waldböden wärmer als die **Bodenoberfläche**.

Über die Extremtemperaturen kann folgendes ausgesagt werden:

150 cm über dem Boden sind sie in **allen** untersuchten Waldgesellschaften - ob Süd- oder Nord-Exposition - ziemlich ausgeglichen. Nur das nordwärts gelegene, im unteren **Hangwinkel** des **Posa-Hügels** entwickelte **initiale Rhodoreto-Vaccinietum** weist etwas tiefere Minimaltemperaturen auf.

An der Bodenoberfläche zeigen die Minimaltemperaturen über die ganze **Vegetationszeit** in allen Waldgesellschaften eine auffallende **Gleichmässigkeit**. Im Frühling

und im Sommer sind auch die **Maximaltemperaturen** ziemlich unabhängig vom **Waldbestand**. Einzig im **Herbst** sind sie in den **beiden** reifsten Gesellschaften niedriger als bei den **unreifen**.

In 10 cm Bodentiefe zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit der **Maximaltemperaturen** von der jeweiligen Waldgesellschaft. Die längere und höhere Einstrahlung am Südhang vermag den Boden bis in 10 cm Tiefe deutlich zu erwärmen, die **Maximaltemperatur** steigt dort an. Am **Nordhang** ist die Einstrahlung gering, das in 10 cm Tiefe liegende Thermometer reagiert nicht **darauf**.

Die **Minimaltemperaturen** sind in 10 cm Bodentiefe in allen Böden, unabhängig von der Exposition, von **gleicher Grössenordnung**.

Die maximalen Temperaturschwankungen während der Vegetationszeit betragen im Luftraum 150 cm über dem Boden **30–35° C**. Diese Schwankung ist aber von der Waldgesellschaft auffallend wenig abhängig. An der Bodenoberfläche sind maximale **Temperaturschwankungen** von **50–60° C** zu beobachten. Auch hier ist die Abhängigkeit von der Gesellschaft unbedeutend.

In 10 cm Bodentiefe dagegen ist die Temperaturschwankung stark vom Boden, bzw. von der **Waldgesellschaft** abhängig. Die grösste Schwankung von **29° C** ist im südwärts gelegenen initialen Humuskarbonatboden des *Pineto-Caricetum humilis* festzustellen, die geringste **Schwankung** von nur **8° C** findet sich im sehr stark **deckenmürigen** Boden des *Rhodoreto-Vaccinietum-Initialstadiums*.

2. Einstrahlung und Verdunstung

Die Lichtmessungen wurden am 9. August 1936, einem beinahe wolkenlosen Tag mit einem lichtelektrischen Luxmeter um 10, 12, 15 und 18 Uhr **durchgeführt**. Als Mass der **Lichtmenge** dienten die **Skalenteile** des Galvanometers. Die Licht-Zeitflächen zwischen 10 und 18 Uhr wurden **planimetriert**. Der so erhaltene Lichtwert des *Pineto-Caricetum humilis* wurde als **Vergleichsbasis = 100** gesetzt.

Die Verdunstungsmessungen wurden **mit** Piche-Evaporimetern durchgeführt. In jedem Bestand wurden 4 Piche-Gläser während 8 Tagen (5.–12. August 1936) beobachtet. Die Summe der verdunsteten **Wasservolumina** der 4 **zusammengehörigen Piche-Gläser** wurde in **Rechnung** gestellt. Der **Verdunstungswert** des *Pineto-Caricetum humilis* wurde als **Vergleichsbasis = 100** gesetzt.

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Licht- und **Verdunstungsmessungen** wiedergegeben.

Tabelle 17. **Relative Verdunstung und Lichteinstrahlung** in den **verschiedenen Pflanzengesellschaften** am Posa-Hügel.

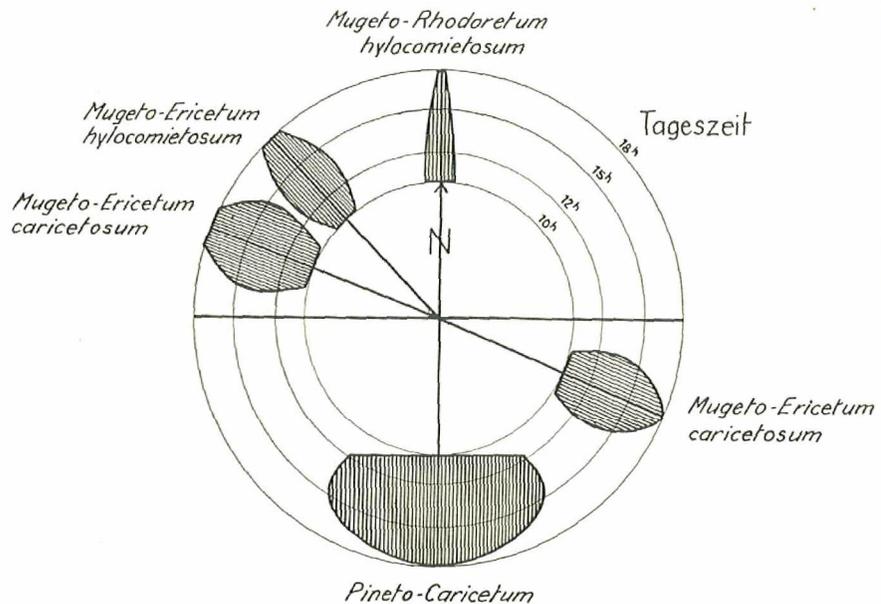
| Pflanzengesellschaft | Exposition | Relative Verdunstung | Relative Lichteinstrahlung |
|---|------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Pineto-Caricetum humilis</i> | S | 100 ¹⁾ | 100 ¹⁾ |
| <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis I</i> | WNW | } 68 | 41 |
| <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis II</i> | ESE | | 35 |
| <i>Mugeto-Ericetum hylocomietosum</i> | NW | 55 | 31 |
| <i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum</i> | N | 33 | 12 |

¹⁾ Bezugsbasis

Lichteinstrahlung und Verdunstung nehmen wie die wirksamen **Mitteltemperaturen** in folgender Reihenfolge ab:

1. *Pineto-Caricetum humilis*
2. *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*
3. *Mugeto-Ericetum hylocomietosum*
4. *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*

Die Abhängigkeit der Lichteinstrahlung von der Exposition ist offensichtlich (vgl. Figur 21). Gleichsinnig wie die Exposition wirkt auch der verschiedene Bestandeschluss auf die Lichteinstrahlung. Die Verdunstung wird ausserdem auch von den Winden beeinflusst, doch ist sie weitgehend proportional mit der Lichteinstrahlung.



Figur 21. Relative Lichteinstrahlung in den verschiedenen Pflanzengesellschaften auf dem Posa-Hügel.

3. Schneeverhältnisse

Während des Winters 1940/41 wurden in der Umgebung vom **Fuorn** auch die Schneeverhältnisse beobachtet.

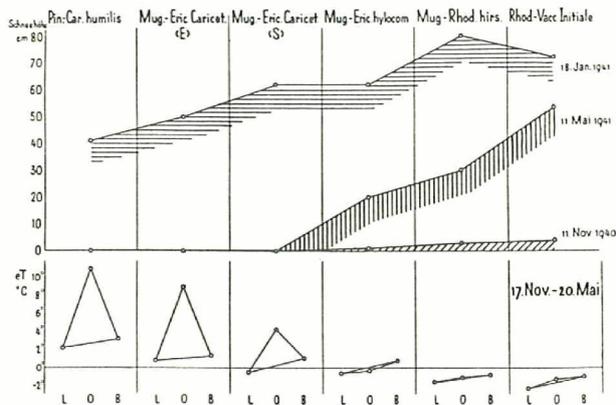
Der Schneefall setzte erst in der zweiten Hälfte November ein. Vorher herrschte eine starke und anhaltende Frostperiode. Der Boden war daher stark unterkühlt und bis in 10 cm Tiefe gefroren. Die Schneedecke erreichte eine Mächtigkeit von 70–100 cm.

Im Januar ergaben sich bei den Kontrollmessungen folgende Feststellungen:

Die Böden mit mächtiger **Humusauflage** blieben unter der Schneedecke gefroren und zeigten in 10 cm Bodentiefe während des ganzen Winters **eT-Werte** bis -1°C .

Böden mit dichterem Packung und weniger mächtigen Humusaufgaben zeigten unter der Schneedecke nur eine sehr dünne Eisschicht. Unter dem *Pineto-Caricetum humilis* war der mineralische Rohboden nicht gefroren.

Über die Mächtigkeit der Schneedecke in den verschiedenen Expositionen orientiert Figur 22.



Figur 22. Schneehöhen und Mitteltemperaturen in verschiedenen Waldgesellschaften auf dem Posa-Hügel.

Die südwärts gelegenen und wärmeren Waldgesellschaften (*Pineto-Caricetum humilis* und *Mugeto-Ericetum*) aperten bis 6 Wochen früher aus als die nordwärts gelegenen (*Mugeto-Rhodoretum hirsuti* und *Rhodoreto-Vaccinietum*). Diese früh ausapernden Standorte standen unter dem Einfluss des harten Frostes. Kammeisbildung im Oberboden fördert die Erosion, die die Bodenreifung ständig hemmt.

Die verschiedenen Ausaperzeiten der untersuchten Waldgesellschaften spiegeln sich gut im Verlauf der winterlichen eT-Werte wider.

B. Temperatur-Querprofil Piz del Fuorn-Munt la Schera

Gleichzeitig mit den eT-Messungen am Posa-Hügel wurden auch die wirksamen Mitteltemperaturen an der Bodenoberfläche und in 10 cm Bodentiefe in den Waldgesellschaften verschiedener Meereshöhe sowie im alpinen *Caricetum firmae*-Rasen bestimmt.

Die Beobachtungsorte liegen längs eines Querprofils durch das Fuorntal vom Piz del Fuorn zum Munt la Schera (1800-2350 m). Die Pflanzengesellschaften und die zugehörigen Böden sind typisch für die jeweilige Höhenlage und die petrographische Unterlage.

Am Südhang des Piz del Fuorn wurde das genau nach Süden exponierte Höhenprofil 1 vom *Mugeto-Ericetum* bis hinauf zum alpinen *Caricetum firmae* untersucht.

Mit steigender Höhenlage lichtet sich das *Mugeto-Ericetum*. Schon der Bestand bei 2000 m ist ziemlich licht. Der flachgründige subalpine Wald-Humuskarbonatboden ist stark mit sekundären Dolomit-Rohböden durchsetzt. Bei 2200 m sind die aufrechten Bergföhren durch niederliegende Formen ersetzt. Die Wärmeeinstrahlung ist von Süden her kaum mehr durch schattende Bäume gehemmt. Der Anteil der Dolomit-Rohböden ist gestiegen.

Im *Caricetum firmae* der obersten Beobachtungsstation auf 2330 m fehlen schattende Sträucher. Der Boden ist mosaikförmig aus initialen Humuskarbonatböden und Rohböden zusammengesetzt. Die hangfixierenden *Erica carnea*, *Carex firma* und *C. mucronata* bilden Treppenstufen.

Als Gegenstück zum Höhenprofil 1 erstreckt sich das Höhenprofil 2 über den Nordhang des Munt la Schera vom *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* des God del Fuorn über das bei 2200 m liegende *Empetreto-Vaccinietum* zum *Caricetum firmae* bei 2350 m. Die Beobachtungsstationen sind alle streng N-exponiert.

Im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* auf 1850 m beträgt der Deckungsgrad der Baumschicht aus Arven, Lärchen, Bergföhren und Fichten mehr als 50%. Die üppige azidophile Krautschicht bildet einen geschlossenen Teppich, der die Wärmeeinstrahlung in den Boden hemmt, die Ausstrahlung aber ebenfalls abbremst. Der darunter liegende Boden entspricht der A₂-Variante des subalpinen Wald-Eisenpodsoles.

Das *Empetreto-Vaccinietum* auf 2200 m liegt an der oberen Waldgrenze. Schattende Bäume sind nur noch selten. Die Strauch-Krautschicht ist geschlossen und ca. 20–30 cm hoch. Der Boden entspricht dem Übergang des sehr sauren Humussilikatbodens zum Humuspodsol.

Tabelle 18. Wirksame Mitteltemperaturen (eT-Werte) am Südhang des Piz del Fuorn.

| Höhenlage der eT-Station | 2000 m | 2205 m | 2330 m |
|--------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|
| Assoziation | <i>Mugeto-Ericetum caricetosum</i> | <i>Mugeto-Ericetum caricetosum</i> | <i>Caricetum firmae</i> |
| Boden | wenig entwickelter Humuskarbonatboden | sehr wenig entwickelter Humuskarbonatboden | initialer Humuskarbonatboden |
| Messperiode | eT-Werte an der Bodenoberfläche, °C | | |
| 24. 7.–17. 11. 1940 | 26,9 | 30,3 | 24,5 |
| 17. 11.–20. 5. 1940/41 | 9,9 | 7,1 | |
| 20. 5.–20. 6. 1941 | 26,3 | 27,4 | |
| 20. 6.–31. 7. 1941 | 36,5 | 33,1 | 29,9 |
| | eT-Werte in 10 cm Badentiefe, °C | | |
| 24. 7.–17. 11. 1940 | | 13,3 | 12,6 |
| 17. 11.–20. 5. 1940/41 | 1,2 | 1,0 | |
| 20. 5.–20. 6. 1941 | 11,5 | 10,6 | |
| 20. 6.–31. 7. 1941 | 15,6 | 14,9 | 13,0 |

m. Schon der Bestand-Humuskarbonatboden 0 m sind die aufrechten einstrahlung ist von der Anteil der Dolomit-

f 2330 m fehlen schat-Humuskarbonatböden und *Carex firma* und

profil 2 über den Nord-um des God del Fuorn *firmæ* bei 2350 m.

igt der Deckungsgrad n mehr als 50%. Die pich, der die Wärme-enfalls abbremst. Der en Wald-Eisenpodsols. n Waldgrenze. Schat-st geschlossen und ca. sauren Humussilikat-

Piz del Fuorn.

| | 2330 m |
|---------------|------------------------------|
| n | <i>Caricetum firmæ</i> |
| s- | initialer Humuskarbonatboden |
| berfläche, °C | 24,5 |
| | 29,9 |
| entiefe, °C | 12,6 |
| | 13,0 |

Mit dem *Caricetum firmæ* auf 2350 m beginnen die alpinen Rasengesellschaften. Das Muttergestein ist hier nicht mehr **Verrukano**, sondern Dolomit. Unter der **Pioniergesellschaft** haben sich initiale alpine Rasen-Humuskarbonatböden gebildet, die leicht der **Erosion durch Wind, Eisgebläse** und **Schmelzwässer** verfallen.

Die Messergebnisse (vgl. Tabelle 18 und 19) zeigen deutlich, **dass** die wirksamen Mitteltemperaturen an der **Bodenoberfläche** und in 10 cm Bodentiefe weniger vom General-Klima als vielmehr **von** der Exposition und von der **Pflanzengesellschaft** abhängen.

So sind die eT-Werte am Südhang sehr viel höher als am Nordhang. Die höchsten im Gebiet beobachteten Werte finden sich **zwischen 2800 und 2200 m am Fuorn-Südhang**. Die **Bodenoberfläche** weist im Sommer **eT-Werte** bis gegen 36,5° C auf. Die eT Werte in 10 cm Bodentiefe **sind** von der gleichen **Größenordnung** wie im *Pinetum Caricetum humilis* des **Posa-Südhanges**.

Die **Südhänge** des **Piz del Fuorn** haben stark „kontinentales“ **Lokalklima**. Der Schnee bedeckt oft erst 14 Tage später das Gelände, wenn der Nordhang bereits im Vorwinter sein weisses Kleid trägt, im **Frühling** ist er meist einige Wochen **früher** aper und empfängt die intensive Wärmestrahlung.

Mit zunehmender Meereshöhe nehmen die **eT-Werte** aber nicht **gleichmässig** ab, wie es dem Generalklima **entspräche**. Mit der Annäherung an die alpine **Stufe lösen** sich die Wälder auf, und auch die **Zwergsträucher** bleiben **schliesslich zurück**. Die **Einstrahlung** auf den Boden wird dadurch **erhöht**; das Sinken der **Allgemeintemperatur der Luft** wird **teilweise** oder sogar mehr als kompensiert.

Tabelle 19. Wirksame Mitteltemperaturen (eT-Werte) am Nordhang des Munt la Scbera.

| Höhenlage der eT-Station | 1850 m | 2200 m | 2350 m |
|--------------------------|--|-------------------------------|------------------------------|
| Assoziation | <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> | <i>Empetretum Vaccinietum</i> | <i>Caricetum firmæ</i> |
| Boden | Eisen-Podsol | Humus-Podsol | initialer Humuskarbonatboden |
| Messperiode | eT-Werte an der Bodenoberfläche, °C | | |
| 24. 7.-17. 11. 1940 | | 9,9 | 7,3 |
| 17. 11.-20. 6. 1940/41 | | 10,8 | 1,7 |
| 20. 6.-31. 7. 1941 | 11,8 | 26,7 | 19,3 |
| 31. 7.-10. 10. 1941 | 9,8 | | |
| | eT-Werte in 10 cm Bodentiefe, °C | | |
| 24. 7.-17. 11. 1940 | | 6,2 | |
| 17. 11.-20. 6. 1940/41 | 0,9 | 0,1 | 1,7 |
| 20. 6.-31. 7. 1941 | 9,6 | 8,7 | 9,9 |
| 31. 7.-10. 10. 1941 | 8,4 | | |

V. Bodenkundliche Untersuchungen

Da die Klassifikation der Böden bisher nicht international festgelegt ist, **definieren** wir vorerst die Bodentypen, die im Nationalpark vorkommen. H. PALLMANN (1947, 1948; ferner H. PALLMANN, F. RICHARD und R. BACH, 1948) unterscheidet in seiner Klassifikation **Bodenklassen**, die durch die Richtung der **Filtrationsverlagerung** im Profil gekennzeichnet sind; Bodenordnungen, die sich ferner in der Entstehung des festen **Bodengerüsts unterscheiden**; Bodenverbände, die auch noch im Chemismus des mineralischen Gerüsts verschieden sind, und **Bodentypen**, deren weiteres Unterscheidungsmerkmal die kennzeichnenden Perkolate sind. **Untertypen** werden nach dem Grad der Ausprägung der Merkmale des **Bodentyps** unterschieden, Varietäten nach beliebigen weiteren Merkmalen.

Nach der Definition der Bodentypen werden die untersuchten **Profile** beschrieben, und zwar zuerst die genetische Serie der Humuskarbonatböden, zu der im Gebiet alle Böden gehören, die sich auf Karbonat-Muttergestein entwickelt haben, dann die genetische Serie der Podsole, zu der im Gebiet die Böden auf **Silikat-Muttergestein** gehören. Da die Böden nicht nur vom rein **bodenkundlichen** Standpunkt aus, sondern im Zusammenhang mit den **Pflanzengesellschaften** untersucht wurden, **stellen** wir die Ergebnisse in der gleichen Reihenfolge wie im **pflanzensoziologischen** Teil dar und behalten, um die **Übersicht** zu erleichtern, die Namen der **Pflanzengesellschaften** im Titel bei.

Schliesslich werden noch die Ergebnisse der Untersuchungen über die **biologische** Aktivität in verschiedenen **Bodenprofilen** wiedergegeben.

A. Definition der Bodentypen

1. Karbonatrohböden

Die Karbonatrohböden bestehen aus physikalisch mehr oder weniger verwittertem Kalk- oder Dolomitgestein. Silikatisches Material **kann** in untergeordneten Mengen beigemischt sein; die Bodeneigenschaften, besonders das **pH**, werden dadurch nicht wesentlich verändert. Humus ist nicht oder nur in geringen Mengen vorhanden. Das Profil ist nicht in Horizonte differenziert.

Wasser- und Nährstoffbindevermögensind sehr klein; nur trockenharte basi- oder **calciphile** Pionierpflanzen können sich **darauf** ansiedeln.

Systematische Kennzeichen der Karbonatrohböden sind:

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | endoperkolativ ¹⁾ |
| Entstehungsart: | petrogen ²⁾ |
| Mineralisches Gerüst: | terralkitisch ³⁾ |
| Perkolat | terralk ⁴⁾ |

In der nivalen Stufe stellen die **Karbonatrohböden** Dauerstadien auf Kalkgestein dar.

¹⁾ Der Boden wird durch versickerndes Wasser ausgewaschen.

²⁾ Der Boden besteht zur Hauptsache aus physikalisch verwittertem, chemisch aber kaum angegriffenem Gesteinsmaterial.

³⁾ Das mineralische Material des Bodens besteht zur Hauptsache aus Kalk. Ausgewaschen wird Kalk.

Unter weniger extremem Klima bilden sie das **Initialstadium** der **Bodenentwicklung** in Richtung auf Humuskarbonatboden.

2. Humuskarbonatboden

Die Humuskarbonatböden bestehen aus mehr oder **weniger** fein zerteiltem Kalk (oder Dolomit), der durch die Verwitterung chemisch kaum verändert ist. Silikatisches Material ist wenig vorhanden. Der **Humusgehalt** der **Feinerde** ist sehr hoch; der Humus besteht aus **Erdalkalihumaten** mit **grosser** Umtauschkapazität und hohem Sättigungsgrad. Die Reaktion ist neutral bis alkalisch. Der Boden ist sehr durchlässig und trocknet leicht aus; er erwärmt sich **schnell**. Das Profil zeigt einen ausgeprägten **Mullhorizont** (kA_1), der meist diffus in den Mineralerdeverwitterungshorizont (kA_2) übergeht, welcher seinerseits schwer vom **Muttergestein** (**kC**) abzugrenzen ist.

Systematische Kennzeichen der Humuskarbonatböden sind:

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | endoperkolativ |
| Entstehungsart: | organo-petrogen ¹⁾ |
| Mineralisches Filter: | terralkitisch |
| Perkolat: | terralk |

Humuskarbonatböden kommen in gemässigten bis kalten Klimagehieten auf Muttergesteinen mit sehr hohem Kalk- (oder Dolomit-)Gehalt vor.

Im gemässigten humiden Klima degradieren sie durch Entkarbonatung allmählich in Richtung Braunerde.

Unter kaltem humidem Klima bildet sich auf dem Humuskarbonatboden unter Nadelholzbeständen eine Auflage von saurem Humus ($pA_0 + pA_1$), wie sie bei Podsolen gefunden wird.

Unter semihumidem Klima bilden sich auf Kalk Böden mit typischen Schwarzerde-Eigenschaften.

Vernässung durch **Dichtsackung** tritt bei richtigen Humuskarbonatböden nicht auf, da das Muttergestein zu grobkörnig ist.

3. Rendzina

Die Rendzina bildet sich auf Mergel, das heisst kalkhaltigem Ton. Der **Humusgehalt** der **Feinerde** im **Mullhorizont** (rA_1) ist relativ gering; der Humus liegt in Form von Ton-Humus-Komplexen vor. Die Umtauschkapazität der **Feinerde** ist mittel bis **gross**, pro Volumeneinheit des **Wurzelraumes** sogar sehr gross. Die Sättigung ist hoch, die Reaktion neutral bis alkalisch. Die Wasserkapazität der **Feinerde** ist **zwar** gross, doch ist nur ein Teil des Wassers für die Pflanzen **aufnehmbar**. Die **Luftkapazität** des **Mullhorizontes** ist mittel bis gross, mit der Tiefe nimmt sie rasch ab. Die morphologische und physiologische Gründigkeit des Profils ist kleiner als bei den **Braunerden** und Humuskarbonatböden. Die Grenzen zwischen den Horizonten (rA_1 , rA_2 , rC) sind mehr oder **weniger diffus**.

Systematische Kennzeichen der **Rendzina** sind:

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Perkolationsrichtung: | endoperkolativ |
| Entstehungsart: | organo-minerogen ²⁾ |
| Mineralisches Filter: | terralkit-siallitisch ³⁾ |
| Perkolat: | terralk |

¹⁾ Der Boden besteht aus Humus und physikalisch verwittertem Gestein.

²⁾ Der Boden besteht aus Humus und chemisch **verwittertem** mineralischem Material.

³⁾ Das mineralische **Material** des Bodens besteht aus **Kalk** und Tonmineralien.

Als Dauerstadien der Bodenbildung finden sich Rendzinen auf steilen Hängen; wo die Erosion geringer ist, degradieren sie unter gemässigtem humidem Klima meist in Richtung Braunerde. Wegen der geringen Durchlässigkeit des Muttergesteins tritt häufig Vernässung ein; die gut entwickelten Rendzinen sind aber normal dräniert.

Im Parkgebiet sind die eigentlichen Rendzinen selten. Hingegen finden sich da und dort Böden, die Übergänge zwischen Humuskarbonatböden und Rendzinen darstellen: **rendzinoide** Humuskarbonatböden und humose oder skelettige **Rendzinen**.

4 Silikatrohboden

Die Silikatrohböden bestehen aus verwitterndem Silikatgestein. Humus ist nicht oder nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Das Profil ist nicht in Horizonte differenziert.

Seines geringen Wasser- und **Nährstoffbindevermögens** wegen ist der Boden nur durch die anspruchslosesten **Pflanzen** besiedelbar; Flechten sind die wichtigsten **Rohbodenbesiedler**.

Systematische Kennzeichen der **Silikatrohböden** sind:

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | endoperkolativ |
| Entstehungsart: | petrogen |
| Mineralisches Gerüst: | siallitisch ¹⁾ |
| Perkolat: | terrak ²⁾ |

Silikatrohböden herrschen als Dauerböden vor **allem** in der **nivalen** Stufe vor, als **Anfangsglieder** der **Bodenbildung** finden sie sich aber auch in den **andern Höhenstufen**.

In tieferen Lagen, unter weniger extremem Klima, stellen die **Silikatrohböden** das **Initialstadium** der **Bodenentwicklung** in Richtung **Humussilikatböden**, **Podsol** oder **Braunerde** dar.

5. Humussilikatboden

Die Humussilikatböden bestehen aus physikalisch verwittertem, chemisch aber kaum verändertem Gestein, das im Oberteil des Profils mit Humus vermischt ist. Was in Lösung geht – vor allem saure Humusstoffe – wird mit dem Niederschlagswasser ausgewaschen.

Systematische Kennzeichen der Humussilikatböden sind:

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | endoperkolativ |
| Entstehungsart: | organo-petrogen |
| Mineralisches Gerüst: | siallitisch |
| Perkolat: | acid-hum ³⁾ |

Die Humussilikatböden sind in der alpinen Stufe als Dauerstadien der Bodenbildung verbreitet. In tieferen Lagen können sie innerhalb der genetischen Serie der Braunerde und des Podsols als Folgestadien der Silikatrohböden auftreten.

¹⁾ Der Boden besteht aus Silikaten.

²⁾ Ausgewaschen werden 1- und - kennzeichnend - 2-wertige Kationen mit Ängströmdispersen Anionen.

³⁾ Perkolativ verlagert werden saure Humusstoffe.

6. Braunerde

Das Profil der Braunerde ist deutlich gegliedert in Mullhorizont (bA_1), oberen und unteren Mineralerdeverwitterungshorizont und Muttergestein. Die Horizontgrenzen sind aber nicht scharf.

Die A-Horizonte sind entkarbonatet. Auch die Silikate sind von der chemischen Verwitterung stark angegriffen. Die Mineralkörner sind von Eisenoxydhydrat umhüllt, das dem Boden den warmen braunen Farbton verleiht. Der Humusgehalt beträgt im Mullhorizont 4–12%, mit der Tiefe nimmt er allmählich ab. Es ist koprogener Mull. Der Sättigungsgrad beträgt in den A-Horizonten 20–50%, bis zur Entkarbonatungstiefe nimmt er in der Regel schwach, dann stark zu. Die Reaktion ist schwach sauer, gegen unten wird sie bei karbonathaltigem Muttergestein neutral bis schwach alkalisch. Oft ist eine Tonverlagerung festzustellen. Der Mullhorizont ist gut gekrümelt und weist meist beträchtliche Wasser- und Luftkapazität auf. Krümelung und Porenvolumen nehmen mit der Tiefe ab, die Luftkapazität stärker als die Wasserkapazität.

Systematische Kennzeichen der Braunerde sind:

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | endoperkolativ |
| Entstehungsart: | organo-minerogen |
| Mineralisches Gerüst: | ferri-siallitisch ¹⁾ |
| Perkolat: | terralk |

Die Braunerde stellt den Bodentyp des sommerkühlen feuchttemperierten Klimas gemässiger Breiten (C_{ft} , nach KÖPPEN) dar. Die natürliche Vegetation besteht hier aus sommergrünen Laubmischwäldern. Unter optimalem Klima kann sich Braunerde sowohl auf karbonathaltigem als auch auf karbonatfreiem Silikatgestein entwickeln. Unter humiderem Klima findet sich die Braunerde vorzugsweise auf kalkhaltigem, nicht zu durchlässigem Muttergestein, da der Podsolierung lange widersteht.

Bei gesteigerter Humidität des Klimas und gleicher oder tieferer Temperatur, bei hoher Durchlässigkeit, Kalk- oder Basenarmut des Muttergesteins degradiert die Braunerde in Richtung Podsol.

Bei geringerer Humidität wird der ans dem Obergrund ausgewaschene Kalk im Untergrund als Kalkflaum wieder ausgeschieden. Das Profil erhält dadurch gewisse Anklänge an das Tschernosem (Schwarzerde).

Liegt das Profil im Bereich von Grundwasserstandsschwankungen, so bildet sich dort Gley. Das Eisen wird dabei im vernässten Boden reduziert; als $Fe(HCO_3)_2$ ist es im Boden löslich und kann allseitig verlagert werden. Sinkt der Grundwasserstand und bekommt Luft Zutritt, so wird das Eisen wieder oxydiert und fällt aus; es können Konkretionen entstehen. Auf wenig durchlässigem Untergrund ist Gley im Bodenprofil eine häufige Erscheinung; man erkennt ihn an den fahlen Reduktions- und an den rostigen Oxydationsflecken, körnige Konkretionen dunkler Eisenoxydhydrate sind im Profilausschnitt oft auffallend.

7. Podsol

Im Podsolprofil sind die verschiedenen Bodenhorizonte deutlich ausgebildet und scharf voneinander abgegrenzt.

Der pA_0 -Horizont wird von einer sehr stark sauren grobfilzigen rohen Möraufgabe gebildet. Er lässt sich zusammenhängend vom noch stärker sauren pA_1 -Horizont ab-

¹⁾ Der Boden besteht aus Silikaten und freigelegten Sesquioxiden.

heben, der aus feinkörnigem holorganischem koprogenem Mör besteht. pA_0 und pA_1 bilden den Hauptwurzelraum der Vegetation. Scharf abgegrenzt kommt darunter der pA_2 -Horizont. In diesem fast rein mineralischen Horizont ist besonders Quarz im Rückstand angereichert; die übrigen Mineralien sind gebleicht. Während die Sesquioxide in der Braunerde die Bodenkörner als rostfarbige Hülle umgeben, werden sie im Podsol unter dem Einfluss der Humusstoffe verlagert. Die Reaktion ist sehr stark sauer, der Nährstoffgehalt gering. Das Gefüge ist primitiv, Im pB -Horizont sind die verlagerten Sesquioxide und Humusstoffe angereichert; er ist darum dunkel rostrotbraun. Ist er nur wenig verfestigt, so spricht man von Orterde; haben die Sesquioxide hingegen den ganzen Horizont zementiert, so spricht man von Ortstein. Die Reaktion ist gegenüber dem pA_2 etwas weniger, aber immer noch sehr stark sauer. Der Übergang zum Muttergestein ist meist diffus.

Systematische Kennzeichen der Podsole sind:

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Verlagerungsrichtung: | doperkolativ |
| Entstehungsart: | organo-minerogen |
| Mineralisches Gerüst: | ferri-siallitisch |
| Perkolat: | sesqui-hum ¹⁾ |

Das Podsol stellt den Bodentyp des winterfeuchtkalten borealen Klimas (D_f nach KÖPFEN = Fichtenklima) dar. Die natürliche Vegetation wird von Nadelwäldern und Zwergstrauchgestrüppen gebildet. Das Muttergestein kann unter humidem kaltem Klima aus karbonatfreien oder -haltigen Silikatgesteinen bestehen. Unter weniger humidem Klima finden sich Podsole auf kalkfreien sauren und sehr durchlässigen Gesteinen.

Bei abnehmender Humidität vollzieht sich in den Böden der Übergang zur Braunerde. Regressiv wandelt sich das Podsol bei Lichtstellung und Beweidung in eine sekundäre Gebirgsweidebraunerde um, in der die früheren Podsolhorizonte durch die Bodentiere miteinander vermischt werden.

Unter dem Einfluss von Wasserstandsschwankungen kann auch im Podsolprofil Gley entstehen (Gley-Podsole).

Wo sich der Ortstein zu einer wasserundurchlässigen Schicht entwickelt hat, kann Vermoorung eintreten.

Podsole mit relativ kleinem Humusgehalt im Anreicherungshorizont ($< 6\%$) werden als Eisenpodsole bezeichnet, sie sind besonders den subalpinen azidophilen Waldgesellschaften eigen. Podsole mit ausgesprochenen Humusanreicherungshorizonten werden als Humuspodsole bezeichnet, sie finden sich unter den subalpinen Zwergstrauchgesellschaften ausserhalb des Waldes häufig. Man darf diese subalpinen Humuspodsole nicht mit den nordischen Humuspodsohlen verwechseln (vgl. H. PALLMANN, A. HASLER und A. SCHMUZIGER, 1938).

8. Nassböden

Unter Nassböden fassen wir alle Böden zusammen, die zeitweise oder dauernd, teilweise oder profulumfassend vernässt sind und deren Eigenschaften durch diese Vernässung dominiert werden.

Die Nassböden sind im Parkgebiet wenig untersucht und werden darum hier nicht weiter behandelt.

¹⁾ Verlagert werden Sesquioxide zusammen mit Humus.

B. Genetische Serie der Humuskarbonatböden

1. Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften

a) *Pineto-Caricetum humilis*

Bodenprofile sind im *Pineto-Caricetum humilis* an folgenden Orten untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung 0 |
|------------|------------------------------|------------------------|--------------|------------|-----------|
| 7 | Taglieda sura (Ofenstrasse) | Hauptdolomit-Rhätkalke | 1815 | SSM | 30 |
| 8 | God zop Gian Peider (Fuorn) | Hauptdolomit-Raibler | 1840 | SW | 30 |
| 9 | wie Nr. 8 | wie Nr. 8 | 1840 | S | 30 |
| 10 | Chant da Stabel-chod (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1950 | S | 35 |
| 11 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1900 | S | 30 |

Der Boden des *Pineto-Caricetum humilis* lässt sich nicht anhand eines einzelnen Profils beschreiben. Er bildet vielmehr ein Mosaik von Karbonat-Rohböden und sehr wenig entwickelten Humuskarbonatböden. Der Rohboden besteht aus Skelett, vermischt mit mineralischer **Feinerde** und Zweigen und Nadeln der Föhre; er ist in ständiger Bewegung, Erosion und Aufschüttung und **Rutschungen unterworfen**. Die initialen Humuskarbonatböden finden sich im Bereich des Wurzelwerkes **bodenfestigender** Pflanzen, wie kleine Terrassen über die Fläche hin verteilt. Durch einen dichten **Wurzelfilz** werden **darin** Skelett und **Feinerde** zusammengehalten. Die **Feinerde** besteht aus Karbonatsand und feinen, humusreichen Krümeln, die unter sich nur wenig aggregiert sind. Oberflächlich sind noch Humusbildner beigemischt. Der Übergang zum **humusfreien Muttergestein** ist nach allen Seiten hin diffus. Häufig **finden** sich solche initiale Humuskarbonatböden unter einer **Skelettschicht** verborgen, es sind, oberflächlich betrachtet, scheinbare Rohböden (Abbildung 11).

In den untersuchten Profilen (vergleiche Tabelle 21) ist der **dichtdurchwurzelte, feinerdige kA_1 -Horizont** meist etwa fünf Zentimeter mächtig, der nicht sehr deutlich geschiedene **Übergangshorizont kA_{1-2}** 15–20 cm; die ständige Verrutschung, Abtragung und Aufschüttung dieser Profile machen eine saubere Trennung der verschiedenen **Bodenhorizonte** unmöglich. Der pH-Wert der einzelnen Bodenschichten ist stets alkalisch, im **kA_1** pH 7,4–8,0, im Mittel 7,7; im **kA_{1-2}** pH 7,6–8,1, im Mittel 7,8. Der **Karbonatgehalt** ist sehr hoch.

Analysenresultate eines **Bodenprofils** unter *Pineto-Caricetum humilis* (Profil Nr. 7) finden sich in Tabelle 22; sie sind dort mit Analysen anderer Profile verglichen.

b) *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*

Bodenprofile sind im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* an folgenden Orten aufgenommen worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung ° |
|------------|----------------------------|--|--------------|------------|-----------|
| 22 | Val Sesvenna | Muschelkalk und Wettersteindolomit | 1950 | S | 25 |
| 28 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1910 | S | 25 |
| 26 | Murtera dadaint (Piz Nair) | Hauptdolomit, Wettersteindolomit, Raibler | 2200 | SSE | 17 |
| 27 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1910 | SSW | 27 |
| 20 | Stabelchod (Ofenpass) | Raibler | 1980 | SSW | 30 |
| 19 | Stabelchod (Ofenpass) | Raibler | 1990 | SW | 25 |
| 29 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1910 | W | 20 |
| 24 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1910 | E | 10 |
| 25 | Posa-Hügel (Fuorn) | Wettersteindolomit | 1910 | E | 20 |
| 21 | Buffalora-Alluvion | Hauptdolomit | 1970 | W | 5 |
| 23 | Clemgiatal, vor Val Mingèr | Wettersteindolomit, Muschelkalk, Raibler, spärliche saure Erratika | 1750 | NW | 30 |

Ans der Beschreibung der einzelnen Profile ergeben sich folgende gemeinsame Merkmale (vergleiche auch Tabelle 21):

Der A_0 ist 1-4 cm, im Durchschnitt 2 cm mächtig. Vom kA_1 ist er scharf abgesetzt. Aufgebaut ist er aus abgefallenen Nadeln und Zweigen von Erika und Bergföhre; zersäuernde Föhrenzapfen und sporadisch Lamellen von *Cetraria islandica* kommen als weitere Humusbildner dazu. Der ganze Horizont ist grobfaserig, sparrig und locker. Nur selten und dann nur in den Kontaktzonen mit kA_1 ist er durch Pilzhypen verfilzt. Karbonat kommt nur in zufällig eingespültem oder aufgerutschtem Skelett oder Feinerdematerial vor; in flachen Lagen ist der A_0 stets karbonatfrei. Der pH-Wert schwankt zwischen 5,6 und 6,9; im Durchschnitt beträgt er 6,4. Die höheren pH-Werte finden sich immer im Kontakt mit karbonathaltigem Material.

Wo die Erikateppiche infolge Bestandeslichtung absterben, verschwindet der A_0 rasch. Es fallen weniger schwer abbaubare Humusbildner an, durch höhere Licht- und Wärmeeinstrahlung wird der Abbau beschleunigt, Schmelzwässer und starke Regengüsse erodieren die lockere Rohhumusaufgabe.

Der kA_1 ist 3-9 cm, im Durchschnitt 7 cm mächtig. Gegen kA_2 ist der Übergang diffus. Skelett ist nur in kleinen Mengen vorhanden; die Körnung der Mineralerde schwankt stark. Der Humusgehalt beträgt 15-35%. Der Karbonatgehalt ist relativ hoch. Der pH-Wert schwankt zwischen 6,8 und 7,7, im Mittel beträgt er 7,2. - Die mineralische Feinerde ist vermischt mit körnigem, stark zersetztem Humus. Daneben finden sich verholzte Gewebe in Zerkleinerung und weitgehend zerfallene Erikanadeln. Würmer haben an der Zerkleinerung der Humusbildner nur geringen Anteil. Die Feinerde ist dicht gepackt; sein Litergewicht beträgt wegen dem hohen Humusgehalt aber nur 240-350 g. Einmal ausgetrocknet, widersteht er hartnäckig der Benetzung. Die Farbe des trockenen Bodens ist kaffeebraun, nass erscheint er dunkelbraun.

Der kA_2 ist 8-18 cm, im Durchschnitt 13 cm mächtig. Der Übergang zum Mutter-

gestein ist diffus. Die **Körnung** hängt ab vom **Muttergestein**. Humus ist nur **noch** in ganz geringen Mengen vorhanden; er ist **sehr** feinkörnig. Das **pH** schwankt **zwischen** 7,3 und 8,0; im Durchschnitt beträgt es 7,6. Bei **genügendem Tongehalt** ist die Feinerde gekrümelt; die **Krümel** sind dann bis 2 cm **gross, wasserbeständig**, durch Wurzeln oft **traubenförmig** verhängt. Die Farbe des Horizontes ist **dunkelbraungrau**.

Im **kAC** füllt die **Feinerde** nur die Hohlräume und Klüfte zwischen dem Skelett aus. **Sie** ist nur bei **ausreichendem Tongehalt** gekrümelt, sonst in kompakter **Einzelkornzerteilung**. Lebende und humifizierte Wurzeln sind nur spärlich vorhanden. Die Farbe dieses Horizontes entspricht jener des Muttergesteins.

Tabelle 22 gibt **Analysen** eines solchen Profils (Nr. 25), das in den **morphologischen** Eigenschaften ganz mit der Beschreibung übereinstimmt, im Vergleich mit **andern** Profilen wieder.

Die **Bodenprofile** des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* stellen **flachgründige skelettreiche subalpine Wald-Humuskarbonatböden** mit schwacher **Mörauflage** dar (Abbildung 12). Die Wasser- und **Nährstoffversorgung** ist **gegenüber** dem *Pineto-Caricetum humilis* verbessert, die Reaktion oberflächlich etwas saurer. **Erosion** und Aufschüttung sind sehr gering, **Rutschungen** treten kaum auf.

c) Mugeto-Ericetum *hylocomietosum*

Bodciiprofile sind in *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* an folgenden Orten untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung ° |
|------------|----------------------------|--|--------------|------------|-----------|
| 32 | Val Sesvenna | Muschelkalk und Wettersteindolomit | 1940 | S | 20 |
| 33 | Clemgiatal, vor Val Mingèr | Wettersteindolomit Muschelkalk und etwas saure Erratika | 1750 | W | 25 |
| 30 | Stabel-chod | Raibler | 1980 | WNW | 30 |
| 31 | Val Chavagl | Wettersteindolomit und etwas saure Erratika | 1880 | W | 15 |
| 34 | Posa-Hügel | Wettersteindolomit | 1890 | NW | 20 |

Im allgemeinen haben die **Profile** des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* folgenden **Aufbau** (vergleiche auch Tabelle 21):

Der **A₀** wird – zum Unterschied von den *Mugeto-Ericetum caricetosum*-Böden – hauptsächlich von Moosdetritus gebildet, der in lockerer Schichtung aufgehäuft wird. Dazwischen sind oft Nadeln und Zweige von Bergföhre und Erika sparrig eingelagert. Daneben lassen sich Blätter von *Vaccinium vitis-idaea*, *Sesleria coerulea* und manchmal zerfaserte Scheiden von *Carex flacca* erkennen.

Die Mächtigkeit des **A₀** schwankt zwischen 2 und 8 cm, im Mittel liegt sie bei 5 cm. Die **pH-Reaktion** beträgt im Mittel 5,5, sie schwankt zwischen 5,2 und 5,9. Besonders die jüngeren und daher noch dünneren **A₀-Auflagen** stehen noch unter dem Einfluss des neutralisierenden **Erdalkal karbonates** der unteren Horizonte und sind darum weniger versauert.

Im **A₀-kA₁**, der sich an die Rohhumusaufgabe **anschliesst**, ist das organische

Material mittel- bis feinblättrig zerfallen. Nadeln und Blätter von *Pinus*, *Erica* und *Vaccinium vitis-idaea* sind der Form nach zum Teil gut erhalten, im Innern aber ganz zersetzt und lassen sich mit leichtem Druck **zerpulvern**. Durch das Wurzelwerk der *Ericaceen*, zahlreiche **Pilzhypen** und **die** wirr gelagerten Moosrippen ist der ganze Horizont **netzwebig** verfestigt. — Die geringere Austrocknungsgefahr ermöglicht eine **intensivere** Tätigkeit **wühlender Bodentiere**. **Alkalisches** oder neutral reagierende Bodenteilchen werden aus dem kA_1 (Mullhorizont) in den A_1 eingeschleppt und **neutralisieren dort** den **vorhandenen Sauerhumus**. Umgekehrt wird A_1 -Material in den kA_1 verlagert. Mör- und Mullhorizont lassen sich **darum** nicht recht voneinander abgrenzen und werden zusammen als A_1-kA_1 bezeichnet.

Die **Mächtigkeit** des A_1-kA_1 beträgt 6–14 cm, im Mittel 10 cm. Der pH-Wert beträgt 5,8–6,7, im **Mittel** 6,3.

Der kA_1 gleicht **morphologisch** und chemisch dem kA_2 des flachgründigen subalpinen **Wald-Humuskarbonatbodens** des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*. Der **Skelettgehalt ist auf dolomitischem** Hangschutt meistens gross. Humus ist nur in geringen **Mengen vorhanden**; er ist **feinkörnig** und mit mineralischem Material innig vermischt. Die **Krümel** sind bis 2 cm **gross**, kompakt und **wasserbeständig**. Der Horizont ist aber eher lockerer gelagert **als im *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis***.

Der **Übergang** zum Muttergestein (kAC) erfolgt allmählich, **Meist** handelt es sich um grobes **Karbonatskelett** oder **zerklüfteten** Fels.

Von den Böden des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* unterscheiden sich jene der **Subassoziaton *hylocomietosum* M** **wesentlichen** durch **grössere Gründigkeit** und dickere **Mörauflage**. Dadurch ist die Wasser- und **Nährstoffversorgung verbessert**; die Reaktion ist **oberflächlich** saurer.

Die meisten Profile des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* sind mittelgründige subalpine Waid-Humuskarbonatböden mit starker Mörauflage (Abbildung 13); **es kommen** aber auch solche mit schwacher oder sehr starker Mörauflage vor.

d) *Mugeto-Ericetum cladonietosum*

Ein Profil des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* ist am oberen Rand der Chavagl-Terrasse in NNW-Lage eingehend untersucht worden. Solche Terrassenkanten werden vom *Mugeto-Ericetum cladonietosum* **besonders bevorzugt**. An etwas humideren und kälteren Standorten wird es **ersetzt** durch das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum*.

Die **chemische** und morphologische Analyse des **Profils** zeigt **deutlich**, dass dieser *Mugeto-Ericetum cladonietosum*-**Bestand** aus der **Subassoziaton *hylocomietosum*** hervorgegangen ist.

Der **Cladonia- A_0 -Horizont** ist 4 cm mächtig. Die **Reaktion** ist stark sauer (pH 5,4). **Auffallend** ist der geringe **Stickstoffgehalt** der **Cladonien** und ebenso des **Cladonien- A_0** . Nach den Untersuchungen A. SCHMUZIGERS (1935) ist das **C/N-Verhältnis** des **Cladonia- A_0** am grössten von allen bisher untersuchten **Humusproben** aus schweizerischen Böden (vgl. Tabelle 20).

Der **Cladonien-Rohhumus** ist **grobfaserig**, im feuchten Zustand schmierig. Er ist **horizontal** geschichtet und **lässt** sich vom unterliegenden **Horizont** leicht abheben. Wo er nicht **durch** Erika-Gestrüpp verankert ist, wird er **durch** Tritt, **Schneerutsch** und **fliessendes** Wasser leicht erodiert. Der **Cladonien- A_0** ist das **kennzeichnende** Merkmal aller Böden des *Mugeto-Ericetum cladonietosum*.

Der A_1 **enthält** in den obersten Lagen horizontal geschichtete, **sehr abbauresistente** **Hylocomienrippen**; die feineren **Moosteilchen** sind humifiziert. Die Hauptmasse aber

Tabelle 20. Analyseergebnisse von frischem Cladonien- und Hylocomien-Material.

| | | Cladonien | Hylocomien |
|--|---|-----------|------------|
| Wassergehalt | % | 15,9 | 15,0 |
| N-Gehalt | % | 0,33 | 1,78 |
| C-Gehalt | % | 44,2 | 47,1 |
| Trockenmasse im Heisswasserextrakt | % | 4,0 | 11,1 |
| Benzol-Alkohol-Extrakt | % | 2,5 | 2,2 |
| N-Gehalt im Heisswasserextrakt | % | 0,069 | 0,07 |

wird von Erika-Humus, dem Föhren-Detritus beigemischt ist, gebildet. Der A_1 ist vollständig karbonatfrei. Das pH beträgt 5,2. Der Stickstoffgehalt ist entsprechend dem Ausgangsmaterial ziemlich hoch.

Da sich die *Cladonia-Subassoziatio*n des Erika-Bergföhrenwaldes manchmal auf den oberflächlich erodierten Böden der *Hylocomium-Subassoziatio*n einstellt, kann der *Cladonien-A₀* auch direkt auf dem kA_2 des ehemaligen Profils aufliegen.

Der kA_2 stimmt mit dem kA_2 des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* überein.

Im kAC sind im untersuchten Profil neben dolomitischen Geröllen auch etwa 25% Verrukano- und karbonatarme Buntsandsteingerölle vorhanden, doch werden die Bodeneigenschaften durch diese Silikatskeletthemischung nicht wesentlich verändert.

Die Analysendaten dieses Profils sind in Tabelle 22 wiedergegeben.

Die Böden des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* unterscheiden sich von denen der *Subassoziatio hylocomietosum* im wesentlichen durch die **Mörauflage**; sie besteht zum grössten Teil aus Cladonien-Detritus. Cladonien-Rohhumus kann auch auf weniger entwickelten oder oberflächlich amputierten Profilen aufgehäuft werden. Die Böden des *Mugeto-Ericetum cladonietosum* sind demnach als flach- bis mittelgründige subalpine Wald-Humuskarbonatböden mit Cladonien-Mörauflage zu bezeichnen.

e) *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* hylocomietosum

Bodenprofile sind im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* hylocomietosum an folgenden Orten untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung ° |
|------------|------------------------------|---|--------------|------------|-----------|
| 42 | Punt della Drossa, God Purif | Hangschutt: Muschelkalk Wettersteindolomit + Verrukano + Buntsandstein | 1740 | N | 20 |
| 43 | Is Chamins (Ofenpass) | Hauptdolomit | 2090 | NW | 30 |
| 44 | Posa-Hügel | Wettersteindolomit | 1910 | NNE | 31 |
| 45 | Plan dels Bovs (Ofenpass) | Hauptdolomit | 2070 | N | 30 |
| 46 | Posa-Hügel | Hauptdolomit | 1910 | NNW | 32 |
| 38 | Stabel-chod (Ofenpass) | Raiblerkalke | 2050 | NW | 25 |
| 39 | Stabel-chod (Ofenpass) | Raiblerkalke | 1980 | NNW | 28 |
| 40 | Val Sesvenna | Hangschutt: Karbonat + Verrukano + Gneise | 1940 | NW | 15 |
| 41 | Val Sesvenna | wie 40 | 1950 | NW | 20 |
| 47 | Stabel-chod (Ofenpass) | Raibler | 2000 | W | 32 |

Das Profil des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* hat im allgemeinen folgenden Aufbau (vgl. auch Tabelle 21).

Der A_0 unter der lebenden Moosschicht ist 3–10, im Mittel 6 cm mächtig. Er besteht – wie beim *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* – hauptsächlich aus groblättrigem Hylocomiendetritus, dem nur wenige, sparrige, grobfaserige Föhren- und Vaccinien-Abfälle beigemischt sind. Der Horizont ist ziemlich dicht gepackt; sein Litergewicht liegt aber nur zwischen 150 und 200 g. Die Vernetzung der Humusbildner durch Wurzeln wird durch gelbe und weisse Pilzhyphen noch verstärkt. Das Wasserhaltungsvermögen des A_0 ist gross, es beträgt gegen 600 g Wasser je 100 g Trockensubstanz. – Karbonat findet sich in diesem Horizont nur äusserst selten. Das pH beträgt im Mittel 5,1, es schwankt zwischen 4,4 und 5,5.

Der A_1 ist im Durchschnitt 11 cm, in jungen Profilen nur 5, in älteren bis 20 cm mächtig. Auf anstehenden Karbonatfelsen kann der A_1 über 30 cm mächtig sein (vgl. Abbildung 14). Die obere Zone, A_1^1 , bildet den Übergang zum A_2 . In das stark abgebaute feinkörnige Humusmaterial sind noch viele Humusbildner, besonders Moosrippen, eingelagert. Die vorhandenen Föhrenzapfen sind der Form nach zwar gut erhalten, aber bei geringem Druck zerfallen sie weicherdig. Im A_1^2 ist der Abbau weiter fortgeschritten. Erkennbare Humusbildner fehlen, ausgenommen zerfasernde Holzstücke. Der ganze Horizont ist durch Wurzeln und Pilzhyphen vernetzt. Im feuchten Zustand des Bodens ist die Struktur mechanisch widerstandsfähig, trocken zerfällt sie leicht; mineralisches Material fehlt. Die pH-Reaktion beträgt im Mittel 4,5, Extremwerte sind 4,4 und 6,2. Der A_1^1 ist durchwegs saurer als der A_1^2 . Junge Profile sind weniger sauer als alte. An der Basis von A_1 , seltener auch in höheren Lagen dieses Horizontes, finden sich häufig kleine Nester von 2 mm langen und 1–1,5 mm dicken stäbchenförmigen Tierlosungen. Unter dem Mikroskop erweist sich deren Inhalt als feinerfaserte Humusbildner mit höchstens sehr geringen Beimengungen von Mineralkörnern. – Der A_1 ist der Hauptwurzelraum der Kräuter und Zwergsträucher.

Der kA_1 ist meist nur wenige cm und nur selten über 1 dm mächtig. Er ist skelettig, aber mit meist ziemlich hohem Feinerdeanteil. Der Humusgehalt der Feinerde beträgt 15–35%; der Humus ist feinkörnig und mit dem mineralischen Material innig vermischt. Die Feinerde ist gut gekrümelt; die Krümel sind bis 3 mm gross, weichkantig bis rundlich, wasserbeständig. Der Karbonatgehalt der Feinerde schwankt ziemlich stark, er beträgt bis 70%. Die Reaktion ist meistens neutral. Erika und Steinrosen wurzeln in diesem Horizont.

Durch das Einsickern von sauren Humusstoffen wird die obere Grenze des kA_1 mit der Zeit nach unten verschoben. Die Humussäuren werden auf den Karbonatteilchen durch die Erdalkalitionen neutralisiert und niedergeschlagen und umkleiden sie mit der Zeit mit einer dichten Hülle. Weil aus dem Karbonat nunmehr keine Erdalkalitionen mehr nachgeliefert werden, geht die Versauerung rasch vor sich.

Der kA_2 ist 5–20 cm, im Durchschnitt 15 cm mächtig. Auf anstehendem Fels ist er dagegen sehr dünn. Der Humusgehalt liegt schon in den oberen Schichten unter 12%, gegen den kAC nimmt er stetig ab. Die Feinerde ist gekrümelt, die Krümel sind wasserbeständig. – Der kA_2 bildet den Nebenwurzelraum der Bäume.

kC . Das Muttergestein enthält oft über 95% Karbonat.

Die Böden des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* auf feinerdigem oder feinskelettigem kC sind als mittel- bis tiefgründige, stark bis sehr stark deckenmörige subalpine Wald-Humuskarbonatböden zu bezeichnen.

Auf anstehenden Felsen sind der A_0 und der A_1 gleich ausgebildet wie auf Lockergestein; der kA_1 und kA_2 aber sind stark reduziert. Diese Profile werden daher als A_0 - A_1 -Variante des sehr stark deckenmörigen subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens bezeichnet (Abbildung 14).

In Tabelle 22 sind die Mittelwerte der **Analysenergebnisse** dreier typischer **Bodenprofile** des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* wiedergegeben und mit jenen anderer **Profile** verglichen.

f) *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum*

Bodenprofile sind im *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum* an folgenden Orten untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. Bl. | Exposition | Neigung ° |
|------------|----------------------|--|---------------|------------|-----------|
| 15 | Val Chavagl-Mündung | Bachalluvion: vorwiegend Wettersteindolomit, daneben Verrukano und Buntsandstein | 1875 | N | 30 |
| 13 | Val Chavagl | wie 15 | 1880 | NW | 5 |
| 16 | Chanalettn, Ofenberg | Hauptdolomit | 2050 | N | 35 |
| 17 | Channletta, Ofenberg | Hauptdolomit | 2090 | N | 25 |
| 18 | Channletta, Ofenberg | Hauptdolomit | 2020 | NW | 25 |
| 14 | La Schera-Lawinenzug | Hangschutt: vorwiegend Muschelkalk und Wettersteindolomit, daneben Verrukano und Buntsandstein | 1770 | NW | 5 |

Das **Profil** des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum* hat im **allgemeinen** folgenden Aufbau (vgl. auch Tabelle 21):

Der A_0 besteht aus **grobfibrillarem** Cladoniedetritus. Je nach der **Entwicklung** des Bestandes **weist** er eine Mächtigkeit von 1–7 cm auf. Sein **pH-Wert** schwankt **zwischen** 4,9 und 5,7, im Mittel beträgt er 5,4. Der Stickstoffgehalt ist abnorm klein, das **C/N-Verhältnis** extrem hoch.

Falls der Bildung von **Cladonien-Rohhumus** ein *Hylocomien-A*, erodiert oder rückgebildet worden ist, lässt sich eine ziemlich scharfe Grenze zwischen A_0 und A_1 erkennen. Der **Cladonien- A_0** lässt sich dann leicht abheben.

A_1 , kA_1 , kA_2 und kC stimmen weitgehend mit den entsprechenden Horizonten der Böden des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum* überein. Die Wichtigkeit des A_1 beträgt 4–13 cm, im Durchschnitt 9 cm; des kA_2 6–20 cm, im Durchschnitt 14 cm. Das **pH** schwankt im A_1 **zwischen** 5,2 und 6,4, der Mittelwert ist 5,7; im kA_2 schwankt es **zwischen** 6,7 und 7,6, das **Mittel** beträgt 7,3, und im kAC liegen die Werte zwischen 7,6 und 8,1, im Mittel bei 7,8.

Auf feinerdigem oder feinerdig-skelettigem **Muttergestein** stellen die Böden des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum* flach- bis tiefgründige subalpine **Wald-Humuskarbonatböden** mit **Cladonien-Möraufgabe** dar.

Auf anstehendem Fels bilden sie eine A_0 - A_1 -Variante.

In Tabelle 22 sind die **Mittel** der Analysendaten von zwei typischen Profilen zusammengestellt. Mit Ausnahme der **Cladonien- A_0 -Aufgabe** unterscheiden sich die Horizonte nicht wesentlich von denen der *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*-Böden. Die **Cladonien- A_0 -Aufgabe** ist hingegen analog derjenigen der *Mugeto-Ericetum cladonietosum*-Böden.

g) *Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum*

Ein Profil des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum* im Val Brüna hatte folgenden Aufbau:

- A₀: 0-3 cm. Vorwiegend Flechten- und *Ericaceen-Detritus*. Stark vernetzt.
 A₁: 3-8 cm. **Feinkörniger Mör, dunkelbraun.** - **Hauptwurzelraum.**
 kA₁: 8-18 cm. Tonig-lehmiger **Mullhorizont**. Feinkörniger, **mit karbonathaltiger** Feinerde innig vermischter **koprogener** Mull. **Feinerde gekrümelt**, locker. Viel Karbonatskelett. Braun. - **Nebenwurzelraum.**
 kA₂: 18-38 cm. **Graubrauner**, sandiger, skelettreicher **Karbonatverwitterungshorizont.** - **Wurzelarm.**
 kAC: **Locker** gelagerter **Raibler-Karbonatschutt.**

Das Profil stellt einen stark deckenmörigen **mittelgründigen** subalpinen **Wald-Humuskarbonatboden** dar. **Analysendaten** von einem solchen P d finden sich in **Tabelle 22.**

Die Lawinen, die immer wieder über das *Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum* niedergehen, überschütten den Boden mit organischem und mineralischem Material. Dadurch wird die von der Vegetation in kurzer Zeit gebildete Möraufgabe vernichtet oder neutralisiert, so dass sie selten grosse Mächtigkeit oder stark saure Reaktion erlangt; die Böden sind meist ziemlich tiefgründig.

Ihrer Bildung entsprechend sind diese Böden des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum* als kolluviale subalpine **Wald-Humuskarbonatböden** mit nicht durchgehender **Möraufgabe zu** bezeichnen.

h) *Mugeto-Rhodoretum hirsuti arctostaphyletosum*

Ein Profil des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti arctostaphyletosum* vom Piz Daint (2300 m ü. M., NW-Hang, 20° Neigung; Aufnahme 1) auf **Wettersteindolomit** zeigte folgenden Aufbau:

- A₀: 1-2 cm: in Zersetzung begriffene Blattreste, hauptsächlich von *Arctostaphylos alpina*.
 kA₁: 2-6 cm: dunkelgrüner, faseriger, **gutdurchwurzelter** Humus, **mit sandiger Mineralerde** und eckigen Gesteinstrümmern, diffus übergehend in kA₂.
 kA₂: 6-24 cm: dunkelgrauer **Karbonatverwitterungshorizont**, sandig, mit reichlicher **Skelettbeimengung**, sehr locker, gut **durchwurzelt**. Humus körnig, ferner als **Hüllen um** die Karbonattrümmer.
 kC: > 24 cm: Gehängeschutt aus mausgrauer, **frischfarbener**, sandiger **Feinerde** und größeren, **eckigen Trümmern** von Dolomit.

Die **Analysendaten** von diesem **Profil** finden sich in **Tabelle 22.**

Die Böden des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti arctostaphyletosum* sind weiter nicht untersucht worden. Nach unseren Beobachtungen handelt es sich um **flach- bis tiefgründige subalpine Gebüsch-Humuskarbonatböden**, die **sich** von den Waldböden vor allem durch **grössere** Einstrahlung unterscheiden.

i) *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*

An folgenden Orten sind im *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* **Bodenprofile** auf **Karbonatunterlage** untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung ° |
|------------|--------------------|---|-----------------|------------|--------------|
| 57 | Plan dal Aua | Raiblerdolomit + Hauptdolomit + Wettersteindolomit + saure Erratika | 2120 | N | 20 |
| 62 | Buffalora dadaint | Moräne, wie 57 | 2030 | N | 20 |
| 63 | wie 62 | | | | |
| 59 | Val Mingèr, Kuppe | Raibler- + Wettersteindolomit | 2180 | | |
| 61 | S. fora di Silines | Hauptdolomit | 2160 | NE | 0-10 |

Im Mittel der 5 Profile des *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* (vgl. Tabelle 21) war der A_0 3-10 cm, im Durchschnitt 7 cm mächtig; der A_1 10-50, im Mittel 23 cm, der kA_1 0-27, im Mittel 13 cm. Der pH-Wert war im A_0 4,2-4,9, im Mittel 4,6; im oberen Teil des A_1 4,0-4,6, im Mittel 4,4; im unteren Teil 4,1-5,8, im Mittel 5,0; im kA_1 6,9-7,4, im Mittel 7,2; und im kAC 7,5-7,9, im Mittel 7,7.

Diese Profile sind im Mittel als sehr stark deekenmörige subalpine Wald-Humuskarbonatböden zu bezeichnen. Morphologisch sind sie nicht weiter untersucht worden.

2. Zusammenfassung über die Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften auf Karbonatunterlage

Aus den morphologischen Eigenschaften der Profile ergibt sich, dass der Aufbau der „biogenen“ Horizonte A_0 , A_1 , kA_1 und kA_{1-2} stark von der Art der Pflanzengesellschaft und der Bodentiere abhängt. So lässt sich die Herkunft der Humusbildner von Cladonien, Moosen, Erika, Steinrose oder Farnen noch im kA_1 nachweisen. Das Gefüge der Feinerde verrät eindeutig, ob Würmer oder andere Tiere tätig sind, bestehen doch die meisten Bodenkrümel aus Losungen, deren Form und Grösse für die einzelnen Tierarten kennzeichnend sind. Regenwürmer zum Beispiel meiden stark sauren Rohhumus und ebenso sehr trockene Böden; sie finden sich meist im Mullhorizont der feinerdereichen, verhältnismässig hochentwickelten Profile. Umgekehrt wird der Abbau des sauren Rohhumus hauptsächlich durch Kerbtiere besorgt.

Der Zusammenhang zwischen Pflanzengesellschaft und Standorts- und Bodenklima ist oben (S. 139 ff) beschrieben worden; Untersuchungen über die biologische Aktivität in diesen Böden werden unten dargestellt (§. 192 ff).

In den Tabellen 21 und 22 sind die Analysen, die an Profilen verschiedener Pflanzengesellschaften auf Karbonatunterlage ausgeführt worden sind, zusammengestellt. Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die mittlere Mächtigkeit der eigentlichen Humushorizonte nimmt in folgender Reihenfolge zu:

1. *Pineto-Caricetum humilis*
2. *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*
3. *Mugeto-Ericetum hybcomietosum*
4. *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylcomietosum*
5. *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*.

In der gleichen Richtung nimmt der mittlere pH-Wert der Humushorizonte ab (7,7 → 4,6).

In den Cladonien-Subassoziationen ist die Humusaufgabe im allgemeinen weniger mächtig als in den Hylocomien-Subassoziationen; das C/N-Verhältnis des Cladonien-Rohhumus ist extrem weit,

Innerhalb der einzelnen Profile nimmt mit zunehmender Tiefe der Gehalt an Erdalkal karbonat durchwegs zu; umgekehrt wird die Körnung der Feinerde mit der Tiefe gröber und ihr Anteil an der festen Bodensubstanz nimmt ab. Dies zeigt, dass die Auswaschung des Erdalkal karbonates im Oberboden am stärksten ist; dementsprechend sind dort die nichtlöslichen silikatischen Bestandteile, die den feineren

Tabelle 21. Mächtigkeit und pH-Wert der Horizonte von Humuskarbonatböden verschiedener Pflanzengesellschaften im schweizerischen Nationalpark.

| | <i>Pineto- Carice- tum humilis</i> | <i>Mugeto- Eri- cetum carice- tosum</i> | <i>Mugeto- Eri- cetum hylo- cladonie- tosum</i> | <i>Mugeto- Eri- cetum cladonie- tosum</i> | <i>Mugeto- Rhodo- retum hylo- comie- tosum</i> | <i>Mugeto- Rhodo- retum cladonie- etosum</i> | <i>Mugeto- Rhodo- retum salice- tosum</i> | <i>Mugeto- Rhodo- retum arcto- staphy- letosum</i> | <i>Rhodo- reto- Vaccini- etum muge- tosum</i> |
|---|--|---|---|---|--|--|---|--|---|
| | Anzahl Profile | | | | | | | | |
| | 5 | 11 | 5 | 1 | 9 | 6 | 1 | 1 | 5 |
| | Mächtigkeit in cm | | | | | | | | |
| A ₀ | | 2 ¹⁾ 2) (1-5) ³⁾ | 5 (2-8) | 4 | 6 (3-10) | 4 (1-7) | 3 | | 7 (3-10) |
| A ₁ | | | 10 (6-14) | 9 | 11 (5-20) | 9 (4-13) | 5 | | 23 (10-50) |
| kA ₁ | 5 (4-5) | 7 (3-9) | | | | | 10 | 2-4 ¹⁾ | 13 (0-27) |
| kA ₂ | 17 (15-20) | 13 (8-18) | 18 (8-30) | 19 | 15 (5-20) | 14 (6-20) | 20 | 20 | |
| | pH | | | | | | | | |
| A ₀ | | 6,4 ¹⁾ (5,6-6,9 ¹⁾ | 5,5 (5-5,9) | 5,4 | 5,1 (4,4-5,5) | 5,4 (4,9-5,7) | 5,0 | | 4,6 (4,2-4,9) |
| A ₁ | | | 6,3 (5,8-6,7) | 5,1 | 5,2 (4,4-6,2) | 5,7 (5,2-6,4) | 4,9 | | 4,4 (4,0-4,6) |
| kA ₁ | 7,7 (7,4-8) | 7,2 (6,8-7,7) | | | | | 6,9 | 6,8 ¹⁾ | 7,2 (6,9-7,4) |
| kA ₂ | 7,8 (7,6-8,1) | 7,6 (7,3-8) | 7,3 (6,4-7,9) | 7,1 | 7,4 (6,9-7,6) | 7,3 (6,7-7,6) | 7,5 | 7,3 | |
| kAC | 8 (7,9-8,2) | 8 (7,9-8,2) | 7,7 (7,2-8) | 8 | 7,7 (7,5-8) | 7,8 (7,6-8,1) | 7,8 | 7,9 | 7,7 (7,5-7,9) |
| 1) kA ₀ 2) Werte ohne Klammer = Mittelwerte 3) Eingeklammerte Werte = Extreme | | | | | | | | | |

Tabelle 22. Physikalische und chemische Analysen von Humuskarbonatböden verschiedener Pflanzengesellschaften im schweizerischen Nationalpark.

| | | <i>Pineto-Caricetum humilis</i> | <i>Mugeto-Ericetum caricetosum</i> | <i>Mugeto-Ericetum claudiosum</i> | <i>Mugeto-Rhodoretum hylodiosum</i> | <i>Mugeto-Rhodoretum claudiosum</i> | <i>Mugeto-Rhodoretum salicetosum</i> | <i>Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum</i> |
|---|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Profil Nr. (bzw. Ort) | | 7 | 25 | V. Chavagl | 43-45 | 14, 17 | V. Brüna | P. Daint |
| Feinerde in % | A ₀ | | 100 ¹⁾ | 100 | 100 | 100 | | |
| | A ₁ | | | 100 | 100 | 100 | | |
| | kA ₁ | 36 | 95 | | | 85 | | |
| | kA ₂ | 25 | 35 | 52 | 34 | 70 | | |
| | kAC | 14 | 25 | 54 | 30 | 40 | | |
| Horizont | | | kA ₂ kAC | | kA ₂ (44) | | kA ₁ kA ₂ kAC | kAC |
| Kornanteil in % | | | | | | | | |
| 2 -0,1 mm Ø | | | 18 36 | | 40 | | 28 44 52 | 27 |
| 0,1 -0,05 mm Ø | | | 8 14 | | 16 | | 10 32 28 | 46 |
| 0,05 -0,01 mm Ø | | | 16 20 | | 16 | | 22 14 10 | 26 |
| <0,01 mm Ø | | | 58 30 | | 28 | | 40 10 12 | 1 |
| Gesamthumus in % | A ₀ | | 74,4 ¹⁾ | 78 | 77,7 | 83,8 | 83,9 | |
| | A ₁ | | | 53 | 61,2 | 73,1 | 75,0 | |
| | kA ₁ | 25,8 | 24,9 | | 34,3 | 52,1 | 13,3 | |
| | kA ₂ | | 6,1 | 3,8 | 9,2 | 12,9 | | |
| | kAC | 3,0 | 3,5 | 1,2 | 1,9 | 2,1 | | 70 ²⁾ <10 |
| C/N atomar | A ₀ | | 50 ¹⁾ | 63 | 34 | 171 | | |
| | A ₁ | | | 44 | 33 | 43 | | |
| | kA ₁ | 31 | 36 | | 35 | 28 | | |
| | kA ₂ | 29 | | 25 | 25 | 22 | | |
| Wassereehalt bis 105°C in % | A ₀ | | 13 ¹⁾ | 13 | 13,8 | 12,3 | 15,3 | |
| | A ₁ | | | 10 | 12,5 | 13,1 | | |
| | kA ₁ | | 7 | | 10,1 | 11,2 | | 16,5 ²⁾ |
| | kA ₂ | | 1 | 1 | 2,7 | 4,0 | 0,5 | 3,3 |
| | kAC | | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 1,2 |
| MgCO ₃ +CaCO ₃ in % | kA ₁ | 24,4 | 31,5 | | | 2,6 | 6 | 19 ²⁾ |
| | kA ₂ | 21,0 | 87,7 | 72,4 | 82,8 | 62,1 | 74 | 70 |
| | kAC | 41,5 | 96,1 | 86,9 | 96,2 | 90,8 | 85 | |
| Austausch-Ca in Mval | A ₀ | | 30 ¹⁾ | 19 | 27 | 21 | | |
| | A ₁ | | | 22 | 30 | 32 | | |
| | kA ₁ | 46 | 44 | | | | | |
| | kA ₂ | | 23 | 21 | 22 | 31 | | |
| | kAC | 45 | 14 | 35 | 13 | 13 | | |
| P ₂ O ₅ in % | A ₀ | | 0,07 ¹⁾ | 0,07 | 0,11 | 0,02 | | |
| | A ₁ | | | 0,08 | 0,12 | 0,09 | | |
| | kA ₁ | 0,09 | 0,07 | | 0,09 | 0,08 | | |
| | kA ₂ | 0,09 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,06 | | |
| | kAC | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | | |
| SO ₃ in % | A ₀ | | 0,11 ¹⁾ | 0,15 | 0,14 | 0,11 | | |
| | A ₁ | | | | 0,14 | 0,13 | | |
| | kA ₁ | 0,08 | 0,12 | | 0,13 | 0,13 | | |
| | kA ₂ | | | 0,13 | 0,15 | | | |
| | kAC | | | 0,09 | | | | |
| Totalazidität in Mval | A ₀ | | | 310 | 360 | 334 | | |
| | A ₁ | | | 286 | 292 | 340 | | |
| | kA ₁ | 131 | | | 110 | 210 | | |
| | kA ₂ | 126 | | 26 | 57,3 | 79 | | |
| | kAC | 56 | | 6 | 21 | 17 | | |

¹⁾ kA₀ ²⁾ A₀-kA₁

Humushorizonte ab

allgemeinen weniger
Anteil des Cladonien-

Anteil der Gehalt an
Feinerde
nimmt ab. Dies zeigt,
dass die stärksten ist; dem-
gegenüber, die den feineren

Anteile der Böden verschiedener

| | |
|---|---------------------------------------|
| <i>Mugeto-Rhodoretum arctostaphyletosum</i> | <i>Rhodoretum Vaccinium mugetosum</i> |
| 1 | 5 |

| | |
|-------------------|---------------|
| 7 (3-10) | 23 (10-50) |
| 2-4 ¹⁾ | 13 (0-27) |
| 20 | |

| | |
|-------------------|------------------|
| 4,6 (4,2-4,9) | 4,4 (4,0-4,6) |
| 6,8 ¹⁾ | 7,2 (6,9-7,4) |
| 7,3 | |
| 7,9 | 7,7 (7,5-7,9) |

Werte = Extreme

Pineto-Caricetum humilis:

initialer subalpiner Wald-Humuskarbonatboden.
 Profil 7, Taglieda sura, Ofenstrasse,
 1815 m, 30°, SSW, Rhät und Hauptdolomit.
 Profil unter Carex humilis-Polster.

Mugeto-Ericetum caricetosum humilis:

wenig entwickelter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden.
 Profil 25, Posa-Hügel beim Fuorn,
 1910 m, 20°, E, Wettersteindolomit.

Mugeto-Ericetum cladonietosum:

stark deckenmögiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden mit Cladonien-A.
 Profil Val Chavagl, Mündung gegen den Fuornbach,
 1870 m, 5°, NW, Bachterrasse, 75% Karbonat-, 25% Silikatgeröll.

Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum:

sehr stark deckenmögiger subalpine Wald-Humuskarbonatböden.
 - Profil 44, Posa-Hügel beim Fuorn,
 1900 m, 32°, NNE, Wettersteindolomit.
 - Profil 43, Ils Chamins, zwischen Buffalora und Süssom givé,
 2090 m, 30°, NW, Hauptdolomit.
 - Profil 45, Plan dels Bovs, Ofenpass,
 2070 m, 30°, N, Hauptdolomit.

Mugeto-Rhodoretum hirsuti cladonietosum:

stark deckenmögiger subalpine Wald-Humuskarbonatböden mit Cladonien-A₀.
 - Profil 14, Lawinhang SW Punt della Drossa, Ofenstrasse,
 1770 m, 20°, NW, Muschelkalk + Wettersteindolomit + einige Verrukano- und Bunt-
 sandstein-Gerölle.
 - Profil 17, Lawinhang unter God Buffalora dadaint,
 2090 m, 25°, N, Hauptdolomit.

Mugeto-Rhodoretum hirsuti salicetosum reticulatae:

mässig deckenmögiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden.
 Profil Val Brüna, Ofenpass,
 2000 m, 20°, N, Raiblerdolomit.

Mugeto-Rhodoretum hirsuti arctostaphyletosum:

wenig deckenmögiger subalpiner Heide-Humuskarbonatboden.
 Profil Piz Daint,
 2300 m, 20°, NW, Wettersteindolomit.

Fraktionen angehören, im Rückstand angereichert. Die Körnung sowohl des Skelettes als auch der Feinerde hängt im übrigen stark vom Muttergestein ab.

In allen Profilen steigt der pH-Wert naturgemäss mit der Tiefe; im Übergang zum Muttergestein beträgt er meist über 7,5.

Mit dem Humusgehalt nehmen mit zunehmender Tiefe die Totalazidität und auch der Phosphat- und der Sulfatgehalt ab.

Analoge Horizonte der verschiedenen Profile zeigen nur geringe Unterschiede in bezug auf den Humusgehalt, den Wassergehalt, die Totalazidität, das Austausch-Ca und den Phosphat- und Sulfatgehalt. Die Unterschiede im Karbonatgehalt der AC-Horizonte sind auf verschiedene Zusammensetzung des Muttergesteins zurückzuführen.

3, Vergleich zwischen dem Profil eines *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* und eines *Trisetetum flavescens*

An flachen Stellen und mässig geneigten Hängen sind manche Wälder schon vor Jahrhunderten in Wiesen und Weiden umgewandelt worden. Die Veränderungen, die der Boden dadurch erleidet, hat E. FREI (1944) studiert. Je ein Profil der natürlichen Waldvegetation des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* und der durch menschlichen Einfluss begründeten Wiese des *Trisetetum flavescens* sind eingehend untersucht worden. Beide Bestände liegen auf der Alp Stabel-chod auf 1960 m ü. M., unmittelbar nebeneinander. Folgendes sind die Ergebnisse (vgl. auch Tabelle 23).

Profil des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*

Stabel-chod (Fuorn-Gebiet), Raibler- und Hauptdolomit-Hangschutt, 1960 m ü. M., 20° Neigung, Exposition ESE.

Profilaufbau, besonders Humusform

kA₀: 0-3 cm. Pinus- und Erica-Nadeln, im unteren Teil stark verpilzt. Mittelfaseriger, schütterer bis verpilzter holorganischer roher Mör mit koprogenen **Mulleinlagerungen**.

U₁: 3-20 cm. **Hauptwurzelraum**. Geformter **kolloider, innig** gemengter hemorganischer koprogener Mull. Exkremete, die im kA₀ und im kA₁ neben **Wurmlosungen** gefunden worden sind:

| Form | Länge/Dicke | |
|--|--------------|-----------------------|
| Zylindrisch, abgerundet, in Mitte oft eingeschnürt | 2,5/1,1 mm | Inhalt wenig abgebaut |
| Zylindrisch | 1,1/0,6 mm | enthalten Pilzhyphen |
| Zylindrisch | 0,47/0,35 mm | |
| Rundlich, oft Nester | 0,06-0,08 mm | dunkel |
| Skelett infolge Lösungsverwitterung rauh , furchig, zellig . Oberfläche und Ritzen und Spalten bis ca. 0,5 mm Tiefe von Humaten überzogen. Inneres der Gesteine kaum verwittert. | | |

kA₂: 20-55 cm. **Nebenwurzelraum**. Geformter kolloider, innig gemengter hemorganischer koprogener **Mull**. Wurmlosungen.

kAC: > 55 cm. Lockerer, ± frischer Raibler-Dolomit-Hangschutt.

Das Profil entspricht einem mittelgründigen subalpinen Wald-Humuskarbonatboden mit **schwacher** Möraufgabe.

Profil des *Trisetetum flavescens*

Stabel-chod (Fuorn-Gebiet), Raibler- und Hauptdolomit-Schutt, 1960 m ü. M., 5° Neigung, Exposition S.

Profilaufbau, besonders Humusform

kA₀: 0-1 cm. Gramineendetritus in dünner Auflage.

U₁: 1-10 cm. **Hauptwurzelraum**. Ziemlich scharf abgesetzt. Geformter kolloider, innig gemengter hemorganischer koprogener Mull. **Grösstenteils Wurmlosungen**. Exkremete, die daneben im M₁ und im kA₁ vorkommen:

| Form | Länge/Dicke |
|--------------------------------|--------------|
| Zylindrisch, einseits gestielt | 0,7/0,3 mm |
| | - 0,8/0,4 mm |
| Zylindrisch, ungestielt | 0,5/0,3 mm |

Zylindrisch, z. T. **mineralkörnerhaltig** 1,1/0,5 mm
Skelett nur mit schwachen **Humathüllen** umgeben.

kA₂: 10–45 cm. **Nebenwurzelraum**. **Geformter** kolloider, innig gemengter **hemorganischer** koprogener Mull.

kA₃: 45–60 cm. **Reliktischer** Mullhorizont. Feinkörniger bis geformter kolloider, innig gemengter koprogener M d. **Waldbrandspuren**.

kAC: > 60 cm. **Übergang zum** frischen Dolomitschutt.

Das Profil ist ein kolluvialer mittelgründiger subalpiner Wiesen-Humuskarbonatboden.

Bei der Profiluntersuchung benützte E. FREI folgende Methoden (vgl. E. FREI, 144):

Bodenart: geschätzt oder Schlamm- und Sedimentationsanalyse. S. **WIEGNER-PALLMANN**, **Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum**, Borntraeger, Berlin 1938.

Gesamthumus: Nasse **Verbrennung** mit Bichromat-Schwefelsäure-Gemisch. Apparat nach **SCHMUZIGER**, von E. FREI verbessert.

N-Gehalt: nach **KJELDAHL**. S. **WIEGNER-PALLMANN** l. c.

Karbonatgehalt: nach **LUNGE-RITTENER**. S. W. D. **TREADWELL**, Lehrbuch der analytischen Chemie, Deuticke, Wien 1943.

Porosität: nach **BURGER**. S. Mitt. d. Schw. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, Zürich 1922.

Wasserdurchlässigkeit: nach **BURGER** l. c.

Hygroskopizität: nach **KURON**. Z. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A 18, 179–203, 1930.

Beetzungswärme: nach **JANERT**. **Ebenda** 19, 281–309, 1931.

Feinkoagulate, **Krümelung**, Gefügeentwicklung: Dünnschliff- und **Auflichtmikroskopie** nach **KUBIENA**, **Micropedology**, Collegiate Press, Inc. Ames, Iowa, 1938.

Sorbierte Ionen: Apparate nach E. FREI

H⁺: Perkolations mit Ca-Azetat, **pH 8,2**.

Basische Kationen: Elektrodialyse, gew. Analyse des Dialysates.

PO₄- und SO₄-Ionen: Elektrodialyse, gew. Analyse des Dialysates.

Pufferungswert: nach H. **JENNY**, **Landw. Jahrb. d. Schweiz**, 39, 261–285, 1925.

pH: mit **Chinhydronelektrode**. S. **WIEGNER-PALLMANN** l. c.

Die Analysen beziehen sich – mit selbstverständlichen Ausnahmen – auf 100 g **lufttrockene Feinerde** (Teilchen mit $\varnothing < 2$ mm).

Bei der anthropogen bedingten Umwandlung des **Mugeto-Ericetum** zur **Trisetetum**-Wiese spielen sich folgende Boden- und Vegetationsänderungen ab. Durch **Freistellung** werden die Zwergsträucher geschädigt, der geschlossene Erica carnea-Teppich löst sich in einzelne Flecken auf und verschwindet **schliesslich** ganz. **Carex humilis** und **Sesleria coerulea** dehnen sich aus. Die Zwergsegge bildet bis meterbreite runde Teppiche; die **Entwicklung** verläuft in der **Richtung** zum **Sesleriето-Semperviretum caricetosum humilis**. **Aber** lange bevor ein Ausgleich erreicht ist, gehen unter der zunehmenden Beweidung **Carex humilis** und ihre Begleiter zurück; es stellen sich **Festuca rubra**, **Crepis aurea** und andere diingerliebende **Arten** der **Festuca rubra**-Weide ein. Wird nun die **Beweidung** aufgegeben, der Rasen aber **regelmässig** gedüngt, wie dies auf der eingehegten Fläche der Alp Stabel-chod der Fail ist, so stellen sich mehr und mehr die besseren Wiesengräser und Kräuter des **Trisetetum flavescens** ein.

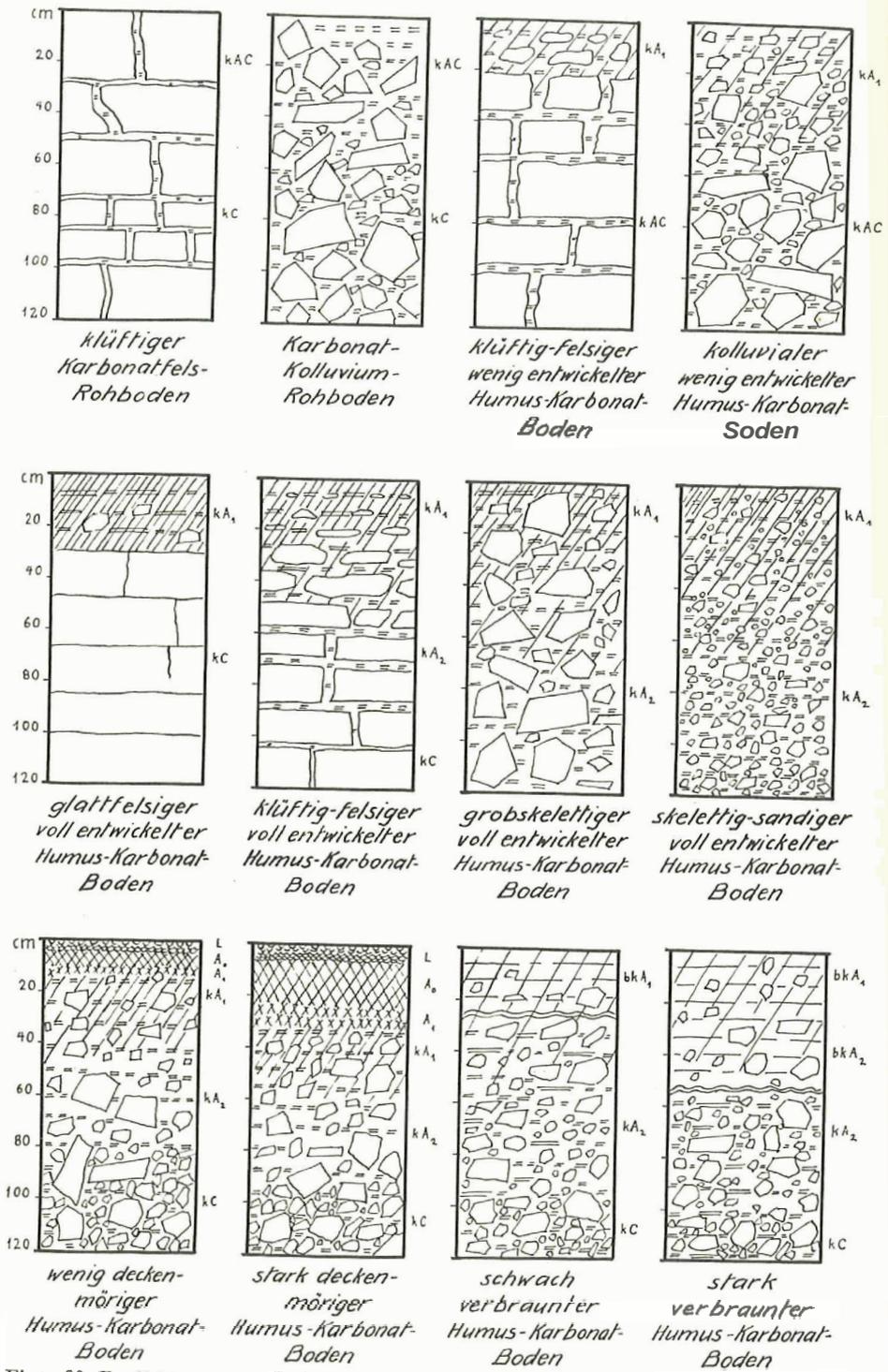
Diesem **Vegetationswandel** entspricht die **Änderung im** Bodenprofil.

Die Hauptunterschiede zwischen Wald- und Wiesen-Humuskarbonatboden sind folgende. Der Wiesenboden erhält bedeutend **grössere** Licht- und Wärmeeinstrahlung. Die **Humusbildner** der Wiesenvegetation haben ein engeres **C/N-Verhältnis**; sie sind darum bedeutend leichter abbaubar. Beide Ursachen bewirken zusammen, dass keine **Rohhumusauflage** entsteht. Die höhere biologische Aktivität des Wiesenbodens kommt auch **darin** zum Ausdruck, dass das **Humusmaterial** stärker mit der **basenhaltigen**

Tabelle 23. Analysen eines Mugeto-Ericetum caricetosum *humilis*- und eines Trisetetum *flavescentis*-Profils.

| Horizont | Mugeto-Ericetum (Wald) | | | | Trisetetum (Wiese) | | |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|--------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | kA ₀ | kA ₁ | kA ₂ | kAC | kA ₀ | kA ₁ | kA ₂ |
| Mächtigkeit | cm | 1-3 | 20 | 35 | 0-1 | 10-12 | 35 |
| Bodenart | | Humus | ton. L. | Sand | Sand | Humus | ton. L. |
| Ton (<0,002 mm) | % | | 5,9 | 1,7 | 0,5 | | 8,3 |
| Skelettgehalt ¹⁾ | | 0 | I | II-III | III-IV | 0 | 0-I |
| Verwitterungsgrad ¹⁾ | | | II-III | I-II | I | | II |
| Gesamthumus | % | 90,0 | 29,1 | 1,2 | 0,6 | 69,9 | 16,1 |
| C/N (atomar) | | 55,8 | 29,9 | 27,6 | (60,0) | 22,1 | 8,2 |
| Humusbildner ¹⁾ | % | 70 | 10 | 5 | | 60 | 1-5 |
| Litergewicht der TS ²⁾ | g | | 831 | | | | 621 |
| Porenvolumen | % | | 68 | | | | 73 |
| Luftkapazität | % | | 19 | | | | 15 |
| Wasserkapazität | % | | 49 | | | | 58 |
| H ₂ O-Durchlässigkeit | min./l | 1,33 | | | | | 10-36 |
| Wasserbindung | g | 350 | | 31 | 24 | | 90 |
| Hygroskopizität | % | 13,81 | 6,92 | 0,41 | 0,03 | 6,47 | 3,94 |
| Benetzungswärme | cal | 2710 | 790 | 30 | | 1720 | 850 |
| Feinkoagulate ¹⁾ | | II | I-II | I | 0 | | II |
| Krümelung ¹⁾ | | 0 | II-III | II | 0-I | | III |
| Gefügeentwicklung ¹⁾ | | 0-I | II-III | I-II | 0-I | | III |
| Ausgetauschte PO ₄ - und SO ₄ -Ionen | Mval | 0,16 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 2,45 | 0,37 |
| Kationen-Umtausch-Kapazität | Mval | 201,6 | 30,8 | 13,5 | 10,0 | 157,5 | 33,2 |
| Ausgetauschte basische Kationen | Mval | 15,24 | 8,79 | 11,77 | 8,25 | 32,94 | 19,38 |
| Sättigungsgrad | % | 7,4 | 28,5 | 87,4 | 82,1 | 20,9 | 58,4 |
| Anteil an der Summe basischer Kationen | | | | | | | |
| Na ⁺ | % | 2,3 | 1,3 | 0,8 | 1,0 | 1,6 | 1,7 |
| K ⁺ | % | 21,0 | 10,8 | 3,0 | 2,4 | 32,5 | 18,3 |
| Mg ⁺⁺ | % | 47,8 | 22,7 | 36,5 | 27,3 | 18,4 | 6,7 |
| Ca ⁺⁺ | % | 27,0 | 64,8 | 59,4 | 68,9 | 46,8 | 73,0 |
| Mn ⁺⁺ | % | 1,9 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,3 |
| Pufferungswert gegen HCl | % | 96 | 100 | 100 | 100 | | 100 |
| KOH | % | 51 | 32 | 4 | 3 | | 39 |
| pH frisch | | 6,3 | 7,8 | 8,1 | 8,2 | 7,1 | 7,6 |
| Karbonat CO ₃ in TS ²⁾ | % | | 23,45 | 44,04 | 44,62 | | 20,44 |
| Biologische Aktivität ¹⁾ | | II | II | I | 0 | | III |

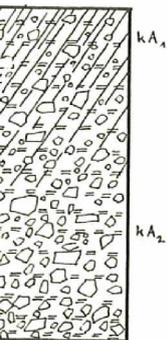
1) Geschätzt nach Skala 0-IV: 0 = fehlend I = wenig, schwach II = mässig, mittel III = viel, stark IV = sehr viel, sehr stark. 2) TS = Trocken-Substanz



Figur 23. Profilskizzen von Varietäten der genetischen Serie der Humuskarbonatböden¹⁾.



alluvialer
ig entwickelter
us-Karbonat-
Boden



ig-sandiger
entwickelter
us-Karbonat-
Boden

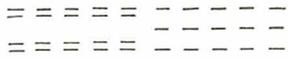


stark
braunter
us-Karbonat-
Boden
arbonatböden¹⁾.



1) Signaturen der Profilskizzen:

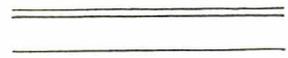
Skelett: kantig, gerundet
verwittert: v; karbonathaltig: =



Sand: karbonathaltig; karbonatfrei



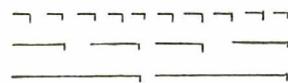
Schluff: karbonathaltig; karbonatfrei



Ton: karbonathaltig
karbonatfrei



Lehm: karbonathaltig; karbonatfrei



Sand
gebleichter Schluff
Lehm



Sesquioxyde: freigelegt; verlagert und angereichert



Gleyflecken: fahl; rostig



Marmorierung



Karbonatgrenze



Kalkflaum



Kalktuff



Streu: lose; lagig; verklebt



Mull



Übergang von Mull zu Mör



Mör: verfilzt; körnig

mineralischen **Feinerde** vermischt wird. Der Sättigungsgrad ist entsprechend höher. Zum Teil ist dies aber auch auf die Düngung zurückzuführen. Im Hauptwurzelraum ist der **Wurzelfilz** der Grasvegetation sehr dicht; der Wiesenboden ist an der Oberfläche darum **viel weniger wasserdurchlässig** als der Waldboden. Beide sind aber gut durchlüftet.

4. Wichtige Varietäten aus der genetischen Serie der Humuskarbonatböden

Nachdem die kennzeichnenden **Merkmale** der Humuskarbonatböden in der „Definition der **Bodentypen**“ vermerkt und die Sukzessionsserien von Vegetation und Boden **bei den einzelnen Pflanzengesellschaften** bereits schematisch dargestellt worden **sind**, sollen zum **Schluss** die wichtigsten Varietäten (vgl. Tabelle 24) aus der genetischen **Serie der Humuskarbonatböden** kurz **dargestellt** werden; es genügt dafür eine **schematische Zeichnung** (Figur 23), da die **wichtigsten Profile** hier schon eingehend beschrieben worden **sind**.

Tabelle 24. **Bodenvarietäten** aus der **genetischen Serie** der Humuskarbonatböden.

Stadien der natürlichen **Bodenentwicklung**

Wichtige **Varietäten der Bodenklassifikation**

1. **Karbonatrohböden (KRB) (Fehlende Profilgliederung, Vielfalt gemäss petrographischer Natur und mechanischer Verlagerungsbereitschaft.)**
 - a) **Glattfelsige KRB**
 - b) **Karrige KRB**
 - c) **Klüftige KRB**
 - d) **Grobskelettige KRB**
 - e) **Skelettig-sandige KRB**
2. **Wenig entwickelte Humus-Karbonatböden (HKB) (Noch geringe Profilgliederung.)**
 - a) **Flachdeckenmullige Fels-HKB (aus 1a entwickelt)**
 - b) **Flachdeckenmullige Karren-HKB (aus 1b entwickelt)**
 - c) **Flachgründige klüftige HKB (aus 1c entwickelt)**
 - d) **Flachdeckenmullige grobskelettige HKB (aus 1d entwickelt)**
 - e) **Flachgründige skelettig-sandige HKB (aus 1e entwickelt)**
3. **Hoch entwickelte Humus-Karbonatböden. (Gliederung des Profils deutlich.)**
 - a) **Deckenmulliger felsiger HEB (aus 2a entwickelt)**
 - b) **Deckenmulliger karriger HKB (aus 2b entwickelt)**
 - c) **Klüftiger HKB (aus 2d entwickelt)**
 - d) **Tiefgründiger kolluvialer HKB (aus 2e und 2e entwickelt)**
4. **Degradierte Humuskarbonatböden**
 - a) **Deckenmürige Humuskarbonatböden. (Bildung von sauren A_0 - und A_1 -Auflagehorizonten. Reduktion des kA_1 .)**
 - b) **Verbraunte Humuskarbonatböden. (Mullhorizont und evtl. oberer Mineralerdeverwitterungshorizont in der Feinerde entkarbonatet.)**
 - c) **Podsolierte Humuskarbonatböden. (Auf gemischtem Silikat-Karbonatgestein. Podsolierung kann einsetzen nach der vollständigen Entkarbonatung der oberen mineralerdehaltigen Horizonte, evtl. nach Immobilisierung des Karbonatskelettes durch Humathüllen.)**

C. Genetische Serie der Podsole

1. Böden der einzelnen Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften

a) Piceetum transalpinum

Ein Profil des *Piceetum transalpinum* bei Cadera (**Puschlav**) (saure silikatische Moräne; 1390 m ü. M., 0–10° Neigung, Exposition E) hatte folgenden Aufbau:

- A₀**: 1–3 cm mächtig. Vorwiegend Fichten-Nadeln und Hylocomien-Detritus. Stark sauer.
- A₁**: 3–5 cm mächtig. **Humus** feinkörnig, mit grösserem Anteil mineralischer **Fein**erde. Durch gelbe und wenige **weisse Pilzhypen** schwach **verfilzt**. Stark sauer.
- A₂**: 10–20 cm mächtig. Hellgrau. Feinerdig, mit **wenig** Skelett. Relativ stark durch-**wurzelt**. Sehr sauer.
- B_s¹**: 5 cm mächtig. Gelb-rostfarbig. Feinerdereich, dicht gepackt. Schwach durch-**wurzelt**. Sauer.
- B_s²**: 20–30 cm mächtig. Hell ockerfarbig. Skelettreich, ziemlich dicht gepackt. Sauer. Diffus nach BC auslaufend.
- C**: Moräne, feinerdereich, schwach verbacken. Grau. Sauer.

Dieses **Profil** stellt eine insubrische Variante des Wald-Eisenpodsoles dar.

Die **Analysenergebnisse** von diesem **Profil** sind in Tabelle 25 zusammengestellt. Das besondere **Merkmal** der insubrischen Variante des Podsoles besteht **darin**, dass der A₁ nicht als reine Humusaufgabe ausgebildet ist, sondern viel mineralische **Fein**erde enthält.

Tabelle 25. Analysen vom Profil „Cadera“ der insubrischen Variante des subalpinen Wald-Eisenpodsoles.

| Horizont | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B _s ¹ | B _s ² | C |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|
| Mächtigkeit cm | 1–3 | 3–5 | 10–20 | 5 | 20–30 | |
| Körnung | | | | | | |
| 2 – 0,1 mm Ø % | | | 45 | | 55 | 45 |
| 0,1 – 0,05 mm Ø % | | | 3 | | 6 | 0 |
| 0,05 – 0,01 mm Ø % | | | 17 | | 12 | 8 |
| < 0,01 mm Ø % | | | 35 | | 27 | 47 |
| Gesamthumus % | 86,3 | 34,1 | 2,76 | 4,05 | | 1,5 |
| C/N atomar | 37 | 34 | | | | |
| Wassergehalt bis 105°C % | 14,7 | 6,8 | 1,4 | | | 0,6 |
| pH (Sommer) | 4,8 | 4,2 | 4,1 | 5,1 | 5,0 | 5,2 |

b) Piceetum subalpinum

Bodenprofile sind im *Piceetum subalpinum myrtilletosum* an folgenden Orten untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Höhe m ü. M. | Exposition | Neigung 0 |
|------------|----------------------------------|--|--------------|------------|-----------|
| 68 | Stätzerhorn, NE-Hang | Bündnerschiefer | 1400 | NE | 20 |
| 69 | Parpan, gegen Alp Scharmoir | Amphibolit-Muskowit-Gneis (Bergsturz-Material) | 1530 | ENE | 25 |
| 70 | Lenzerheide, gegen Alp Scharmoir | wie 69 | 1660 | NNW | 30 |
| 71 | Aela, Lukmanier | Granit | 1530 | NNW | 22 |
| 72 | Perdatsch, Lukmanier | Granit | 1510 | NNW | 20 |
| 66 | Tschier, Valun Muliner | Serizit-Phyllit | 1835 | NNE | 20 |
| 67 | wie 66 | wie 66 | 1830 | N | 15 |

Die Profile 68–70 des *Piceetum subalpinum myrtilletosum* stellen podsolige Braunerden dar, 71 und 72 normale Eisenpodsole und 66 und 67 A₂-Varianten des Eisenpodsoles.

Der A₀ ist bei den untersuchten Profilen 2–5, im Mittel 3 cm mächtig; der A₁ 5–12, im Mittel 7 cm. Der pH-Wert beträgt im A₀ 3,8–5,4, im Mittel 4,5; im A₁ 3,4–4,7, im Mittel 4,0. In den podsoligen Braunerden ist der pH-Wert im A₂ 4,3–5,4; im B 5–5,8 und im BC 5,3–7,4; in den Podsolen beträgt er im A₂ 3,9–4,3; im B 3,9–4,9 und im BC 3,8–5,3.

Von den voll entwickelten Podsolen unterscheiden sich die podsoligen Braunerden vor allem durch geringere Möraufgabe und viel geringeres Ausmass der Sesquioxidverlagerung. Der A₁ ist nicht ein Mör-Auflagehorizont, sondern ein im Versauern begriffener ehemaliger Mullhorizont mit beträchtlichem Mineralgehalt.

Podsolprofile¹⁾ des *Piceetum subalpinum myrtilletosum* können sowohl morphologisch als auch chemisch mit solchen des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* weitgehend übereinstimmen, wie dies Tabelle 26 zeigt. Der geringere Humusgehalt in den Humushorizonten, die allmähliche Abnahme des Humus mit zunehmender Tiefe, sowie die Sesquioxidwerte des *Piceetum subalpinum*-Profils bedeuten, dass dieses weniger podsoliert ist als das *Rhodoreto-Vaccinietum*-Profil. Die Zusammensetzung des Humus ist in beiden Profilen ziemlich ähnlich; die Unterschiede im Proteingehalt dürften auf verschiedene Zusammensetzung der Humusbildner zurückzuführen sein. Im P₂O₅ und im SO₃-Gehalt dürften Unterschiede in den Humusbildnern und im Muttergestein zum Ausdruck kommen. Bezüglich Umtauschkapazität, Sättigungsgrad, Hydrolytischer Azidität und pH-Wert gleichen sich die beiden Profile stark; Abweichungen lassen sich zum Teil durch die bereits genannten Unterschiede erklären.

Der Hauptunterschied im Standort der beiden Gesellschaften besteht offensichtlich im Generalklima. Wahrscheinlich bestehen auch im Bodenklima Unterschiede, doch wird die Richtung der Bodenbildung dadurch nicht verändert.

Analysenmethoden (vgl. H. PALLMANN, A. HASLER und A. SCHMUZIGER, 1938):

1. Humus:

- a) Gesamtkohlenstoff: Nasse Verbrennung nach KNOP, verbesserte Methodik nach A. SCHMUZIGER.
- b) Stickstoff: Nach KJELDAHL (vgl. G. WIEGNER: Anleitung zum quantitativen agrikulturnchem. Praktikum. Verlag Borntraeger, Berlin 1926, S. 76 f.)

³ Vgl. H. PALLMANN, A. HASLER und A. SCHMUZIGER, 1938,

Tab. 26. Analysen von einem subalpinen Waldeisenpodsol unter *Piceetum subalpinum myrtilletosum* (Profil „Perdatsch“¹⁾) und unter *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* (Profil „Olympia-Schanze“²⁾).

| Horizont | Profil „Perdatsch“ ¹⁾ | | | | | Profil „Olympia-Schanze“ ²⁾ | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|--|----------------|----------------|----------------|-------|
| | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B _s | BC | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B _s | BC |
| Mächtigkeit | 3 | 7 | 8 | 42 | 30 | 4 | 6 | 5 | 35 | 35 |
| Probe aus | 0-3 | 5-10 | 10-15 | 40-45 | 70-78 | 0-4 | 6-9 | 10-15 | 20-35 | 60-70 |
| Humus (CO ₂ -0,47) | 70,62 | 41,83 | 7,42 | 6,85 | 2,43 | 82,03 | 50,65 | 3,19 | 5,22 | 1,04 |
| C/N atomar | 32,50 | 21,44 | 17,90 | 24,37 | 14,94 | 31,37 | 26,97 | 16,60 | 23,56 | 14,00 |
| Anteil am Gesamt-C (= 100%) | | | | | | | | | | |
| Pentosan-C | 6,1 | 5,0 | 2,6 | 1,5 | 2,8 | 4,8 | 4,8 | 4,3 | 1,6 | 3,3 |
| Zellulose-„Komplex“-C | 4,5 | 5,2 | 7,0 | 9,6 | 24,1 | 4,6 | 2,7 | 8,6 | 7,3 | 25,0 |
| Lignin- (Prot.-) | | | | | | | | | | |
| Humus-Komplex-C | 61,9 | 72,8 | 72,3 | 28,7 | 66,0 | 64,5 | 64,2 | 75,7 | 23,4 | 48,3 |
| Protein-C | 11,7 | 17,7 | 21,2 | 15,6 | 25,5 | 7,0 | 8,2 | 13,2 | 9,4 | 15,4 |
| Aether-Extrakt | 2,04 | 1,28 | 0,34 | 0,09 | - | 2,74 | 1,63 | 0,14 | 0,09 | - |
| Al ₂ O ₃ | Mme ¹⁾ | - | 0,55 | 4,83 | 2,02 | - | - | 1,96 | 8,22 | 4,61 |
| Fe ₂ O ₃ | Mme ¹⁾ | 0,5 | 0,58 | 0,47 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,58 | 0,38 | 0,91 |
| P ₂ O ₅ | Mme ¹⁾ | 2,07 | 1,59 | 0,32 | 0,62 | 0,15 | 1,3 | 0,68 | 0,28 | 1,44 |
| SO ₃ | Mme ¹⁾ | 1,32 | 1,04 | 0,04 | 0,82 | 0,42 | 1,28 | 1,3 | 0,17 | 0,44 |
| Umtauschkap. | Mval | 117,41 | 90,28 | 21,07 | 27,26 ³⁾ | 16,49 | 128,52 | 102,42 | 23,01 | 27,55 |
| Sättigungsgrad | % | 24,19 | 16,94 | 8,87 | 3,36 ³⁾ | 4,15 ⁵⁾ | 25,8 | 18,3 | 4,4 | 7,1 |
| Anteil an der Basensumme | | | | ³⁾ | ⁵⁾ | | | | | |
| Na ⁺ | % | 0,6 | 0,99 | 5,83 | 5,43 | 10,90 | 0,33 | 0,37 | 7,92 | 3,54 |
| K ⁺ | % | 11,22 | 7,91 | 5,35 | 0 | 23,32 | 4,68 | 4,17 | 8,92 | 10,25 |
| Mg ⁺⁺ | % | 9,68 | 12,3 | 17,65 | 25,8 | 0 | 12,60 | 18,33 | 28,75 | 6,67 |
| Ca ⁺⁺ | % | 76,73 | 78,52 | 70,74 | 67,91 | 65,78 | 80,30 | 76,89 | 52,63 | 78,92 |
| Mn ⁺⁺ | % | 1,77 | 0,28 | 0,43 | 0,86 | 0 | 2,09 | 0,24 | 1,78 | 0,62 |
| pH | | 4,31 | 3,97 | 4,29 | 5,28 | 5,10 | 4,39 | 4,07 | 4,20 | 5,24 |
| Hydrolytische Azidität | Mval | 49,7 | 44,4 | 13,2 | 10,1 | 6,8 | 58,1 | 49,0 | 15,5 | 9,9 |
| Wasserbindungsvermögen | % | 612 | 370 | 147 | 131 | 120 | 597 | 356 | 136 | 119 |

1) Perdatsch, Lukmanier. 1510 m ü. M., 20° Neigung, NNW-Exposition; Granit.

2) Olympia-Schanze, St. Moritz. 1825 m ü. M., 8° Neigung, NNW-Exposition; saure Eruptiva.

3) Proben aus 18-26 cm Tiefe.

4) Ohne den K⁺-Wert berechnet.

5) Ohne die Werte für Mg⁺⁺ und Mn⁺⁺ berechnet.

| e M. | Exposition | Neigung |
|------|------------|---------|
| 20 | NE | 20 |
| 25 | ENE | 25 |
| 30 | NNW | 30 |
| 22 | NNW | 22 |
| 20 | NNW | 20 |
| 20 | NNE | 20 |
| 15 | N | 15 |

ellen podsolige
7 A₂-Varianten

mächtig; der A₁
1,5; im A₁ 3,4-4,7,
A₂ 4,3-5,4; im B
1,3; im B 3,9-4,9

soligen Braun-
Ausmass der Ses-
dern ein im Ver-
algehalt.

sowohl morpholo-
tosum weitgehend
lt in den Humus-
Tiefe, sowie die
ses weniger pod-
g des Humus ist
halt dürften auf
sein. Im P₂O₅ und
im Muttergestein
sgrad, Hydroly-
c; Abweichungen
n.
cht offensichtlich
nterschiede, doch

1938):

besserte Methodik

R: Anleitung zum
kum. Verlag Born-

- c) Pentosane Nach TOLLENS, Gravimetrische Bestimmung der **Phlorogluzide**.
- d) Zellulose: Nach **CROSS** und **BEVAN**.
- e) „Lignin“: Nach **KALB**, **KUCHER** und **TOURSEL**: Aufschluss mit **HCl-H₂SO₄**.
Entsprechend Rohproteine = N. **6,25**.
- f) „Proteine“: Entsprechend Rohproteine = N. **6,25**.
- g) **Acetylbromidunlöslicher Humus**: Nach **U. SPRINGER**.
- h) **Wasserhaltungsvermögen**: Entsprechend Gramm Wasser durch 100 g **lufttrockenen Boden (2 mm)** auf dem Filter zurückgehalten. Berechnung aus Filtratmenge.

2. Umtauschgarnitur:

Je 10 g des **humusreichen**, bzw. 20 g des **humusarmen lufttrockenen und feingemahlten** Bodens werden mit 300 **ccm n/10 HCl** während einer Stunde in der **Schüttelmaschine** geschüttelt. Absetzenlassen der Suspension und Filtration durch Faltenfilter. Fällung der Sesquioxyde aus dem blanken Filtrat: gravimetrische Bestimmung des **Al₂O₃**, **titrimetrische** Bestimmung des Eisens. Im **sesquioxydfreien** Filtrat: spektrometrische Bestimmung von Na, K, Mg, Ca. Im **sesquioxydhaltigen** Filtrat spektrometrische Bestimmung des Mangans. Die Phosphorsäure wurde nach **N. v. LORENZ** als Ammoniumphosphor-Molybdat, Schwefelsäure als **BaSO₄** bestimmt. Beide Anionen wurden in der **n/10-HCl-Ausschüttelung** ermittelt. Austauschbare Wasserstoffionen: 40 g Boden + **n/1 Ca-Azetat** von **pH 8,0**. Elektrometrische **Rücktitration** der gebildeten Essigsäure durch **NaOH** auf pH 8 (Antimonelektrode). Wiederholung der Ca-Azetat-Ausschüttelung des Bodens (**4-7 mal**) bis zum Erreichen des annähernden Endpunktes des Wasserstoffaustausches.

c) Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum

Auf Silikatunterlage sind im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* an folgenden Orten **Bodenprofile** untersucht worden:

| Profil Nr. | Ort | Muttergestein | Exposition | Höhe m ü. M. | Neigung ° |
|------------|-------------------------------------|------------------|------------|--------------|-----------|
| 58 | S-charl, Jürada | Granit und Gneis | 1860 | N | 25 |
| 53 | God dal Fuorn | Verrukano | 1900 | N | 20 |
| 54 | God dal Fuorn | Verrukano | 1930 | N | 30 |
| 55 | God dal Fuorn | Verrukano | 1920 | N | 20 |
| 60 | God dal Fuorn | Verrukano | 1865 | NNW | 25 |
| 52 | God Buffalora dadoura | Verrukano | 2010 | NE | 10 |
| 64 | God Buffalora dadoura | Verrukano | 2030 | NE | 18 |
| 75 | San Gian, St. Moritz | Granit und Gneis | 1860 | N | 20 |
| 76 | Morteratsch, bei Bernina-Wasserfall | Granit und Gneis | 1920 | N | 25 |
| 74 | St. Moritz, bei Olympiaschanze | Granit und Gneis | 1825 | N | 15 |
| 73 | St. Moritz, Lej Marsch | Granit und Gneis | 1835 | NNW | 20 |

Alle diese Profile des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* stellen **hochentwickelte subalpine Wald-Eisenpodsole** dar; die Profile 73-76 sind Vertreter der normalen Variante, die ändern der **A₂-Variante** (Abbildung 15).

Wie Tabelle 27 zeigt, besteht der **Hauptunterschied** zwischen den normalen **Eisenpodsohlen** und der **A₂-Variante** darin, dass der **A₂** in der **A₂-Variante** viel mächtiger,

der A_1 dagegen meist weniger mächtig ist. In der A_2 -Variante ist der A, durchwegs weniger scharf abgegrenzt als in der normalen Variante. In den pH-Werten stimmen die beiden Varianten annähernd miteinander überein.

Tabelle 27. Mächtigkeit und pH der Horizonte von Profilen der normalen und der A_2 -Variante des voll entwickelten subalpinen Wald-Eisenpodsols unter *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*.

| | Normale Variante | | A_2 -Variante | |
|---------------------------|------------------|---------|-----------------|---------|
| | Mittel | Extreme | Mittel | Extreme |
| Mächtigkeit der Horizonte | | | | |
| A_0 cm | 6 | 3-10 | 6 | 2-10 |
| A_1 cm | 12 | 6-20 | 5 | 2-8 |
| A_2 cm | 7 | 5-10 | 45 | 30-60 |
| B_s cm | 44 | 30-80 | >45 | 40->50 |
| pH der Horizonte | | | | |
| A_0 | 4,3 | 4,2-4,4 | 4,2 | 4,0-4,5 |
| A_1 | 4,0 | 3,7-4,1 | 3,9 | 3,7-4,2 |
| A_2 | 4,2 | 4,0-4,5 | 4,3 | 3,9-4,5 |
| B_s | 5,2 | 4,9-5,4 | 5,0 | 4,7-5,5 |
| C | 5,6 | 5,4-5,8 | 5,4 | 5,1-5,6 |

Das Profil „God dal Fuorn“ (Nr. 60), das zur A_2 -Variante des Eisenpodsols gehört, hat folgenden Aufbau:

Der A_0 ist 2-5 cm mächtig. Er besteht zur Hauptsache aus wenig zersetztem *Hylocomium proliferum*-Material, dem stärker zersetzte Laubstreu von *Vaccinium myrtillus* beigemischt ist, und aus Nadelstreu. Der ganze Horizont ist blättrig filzig und stark verpilzt. Die Farbe ist braun bis grünlich-braun. Vom A_1 ist der A_0 nicht scharf abgegrenzt.

Der A_1 reicht bis 13 cm. An Humusbildnern enthält er nur noch Moosrippen; das übrige ist humifiziert. Der A_1 ist verfilzt und stark verpilzt. Seine Farbe ist dunkelbraun. Vereinzelt ist eingewachsenes Verrukano-Skelett vorhanden. Der A_1 ist Hauptwurzelraum.

An der unteren Grenze des A_1 findet sich eine unregelmässig verlaufende Kohleschicht, die von einem Waldbrand herrührt.

Vom A, ist der A_1 im übrigen deutlich, aber nicht scharf abgesetzt.

Der A, reicht bis 50 bis 70 cm Tiefe. Die auffällige Mächtigkeit rührt daher, dass die Feinerde grobsandig und daher sehr durchlässig ist. Sie besteht zum grossen Teil aus Quarzkörnern, die im Verwitterungsrückstand des Verrukanos angereichert worden sind. Das Gefüge des A, ist primitiv. In den obersten Lagen des A_2 kommen vereinzelt gelbe Pilzhyphen vor; Wurzeln sind spärlich vorhanden. Die Farbe des A, ist hellgrau. (Es gibt auch Eisenpodsolprofile mit weissem A_2 , der sich unter einem Brandhorizont gebildet hat.) Der Übergang zum B ist diffus.

Der B_s reicht bis etwa 110 cm Tiefe. Er besteht aus rostig verwittertem Verrukano-Grus, der durch angereicherte Sesquioxide etwas verkittet ist. Wurzeln sind selten. Die Farbe ist rostbraun. Der Übergang zum C aus frischem Verrukano ist sehr diffus.

C. Völlig unverwittertes Muttergestein ist im Profil nicht erschlossen worden.

immung der Phloro.

L: Aufschluss mit

5.

100 g lufttrockenen
kg gehalten. Berech-

gemahlene Bodens
ne geschüttelt. Ab-
er Sesquioxide aus
ie Bestimmung des
i Na, K, Mg, Ca.
s. Die Phosphor-
schwefelsäure als
ermittelt.
i pH 8,0. Elektro-
Antimonelektrode).
Erreichen des an-

den Orten Boden-

| Höhe mü. M. | Nei- s |
|----------------|-----------|
| N | 25 |
| N | 20 |
| N | 30 |
| N | 20 |
| NNW | 25 |
| NE | 10 |
| NE | 18 |
| N | 20 |
| N | 25 |
| N | 15 |
| NNW | 20 |

hentwickelte
reter der nor-

normalen Eisen-
viel mächtiger,

Tabelle 28. Analyse eines Profils der A_0 -Variante des subalpinen Wald-Eisenpodsoles und eines schwach podsolierten subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens, beide unter *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, und eines podsolierten subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens unter *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*.

| Horizonte | Eisenpodsol, A_0 -Variante „God dal Fuorn“ | | | | | Podsolierter Humus- karbonatboden „Punt della Drossa“ | | | | Podsolierter Humuskarbonatboden „God Buffalora dadoura“ | | | | | |
|---------------------------------------|---|-------|-------|---------|---------|---|-------|--------|------|--|-------|-------|--------|------|------|
| | A_0 | A_1 | A_2 | B_s^1 | B_s^2 | A_0 | A_1 | kA_2 | kAC | A_0 | A_1 | A_2 | kA_2 | kAC | |
| Mächtigkeit | cm | 5 | 5-10 | 30-70 | 30-50 | | 3 | 12 | 30 | | 2 | 12 | (4) | 30 | |
| Feinerdeanteil | % | 100 | 95 | 65 | 60 | 60 | 100 | 100 | 62 | 27 | 91 | 54 | 41 | 54 | 54 |
| Körnung | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 -0,1 mm \emptyset | % | | | 90 | 84 | | | | | | | | | | |
| 0,1 -0,05 mm \emptyset | % | | | 2 | 4 | | | | | | | | | | |
| 0,05-0,01 mm \emptyset | % | | | 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| <0,01 mm \emptyset | % | | | 6 | 10 | | | | | | | | | | |
| Gesamthumus | % | 81,9 | 52,2 | 1,3 | 3,1 | 1,4 | 61,1 | 58,5 | 2,7 | 1,3 | 82,9 | 70,8 | 3,9 | 6,3 | 0,9 |
| C/N atomar | | 44 | 39 | | | | 42 | 41 | 32 | | 42 | 36 | | | |
| Wassergehalt bis 105°C | % | 13,3 | 7,6 | 0,1 | 1,3 | 0,3 | 11 | 10 | 1,4 | 0,3 | 12,7 | 10,7 | 0,8 | 2,6 | 0,3 |
| Wasserbindevermögen | % | 600 | 600 | | | | | | | | | | | | |
| MgCO ₃ + CaCO ₃ | % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,3 | 44,5 | 0 | 0 | 0 | 49,6 | 69,8 |
| Austausch-Ca | Mval | 18 | 8 | 1 | 1 | 1 | 24 | 20 | 12 | 33 | 23 | 15 | 1,7 | 14 | 15 |
| P ₂ O ₅ | % | 0,15 | 0,09 | 0,005 | 0,02 | 0,01 | 0,11 | 0,11 | 0,04 | 0,03 | 0,13 | 0,1 | 0,01 | 0,05 | 0,03 |
| SO ₃ | % | | | 0,13 | 0,13 | 0 | | | | | 0,14 | 0,11 | 0,03 | | |
| Totalazidität | Mval | 400 | 268 | 14 | 66 | 8 | 306 | 314 | 32 | 12 | 400 | 354 | 50 | 60 | 49 |
| pH (August 1934) | | 4,5 | 3,7 | 4,5 | 5,0 | 5,6 | 5,1 | 4,7 | 7,6 | 8,4 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 7,0 | 7,7 |

Profile von Tabelle 28

1. *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*
 - a) A₂-Variante des subalpinen Wald-Eisenpodsoles.
Profil God dal Fuorn, N-Hang des Munt la Schera,
1850 m, 60% N, grobkörniger Verrukano-Hangschutt.
 - b) Schwach podsolierter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden.
Profil Punt della Drossa, Ofenstrasse,
1740 m, 20% N, Schutt aus 70% Karbonat und 30% Silikat.
2. *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum*
Podsolierter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden.
Profil God Buffalora dadoura am Murtera da Chantun,
2030 m, 15% N, Hauptdolomit 4 Raiblerdolomit + etwas Verrukano.

Die Analysendaten von diesem Profil sind in Tabelle 28 zusammengestellt.

Das Profil ist im mineralischen Teil skelettig-grobsandig. Die Humushorizonte weisen bei sehr weitem C/N-Verhältnis eine sehr grosse Umtauschkapazität, aber sehr geringen Basengehalt auf. Überraschend hoch ist auch die Gesamtazidität des B₈, obwohl der Gehalt an verlagertem Humus und abschlämmbaren mineralischen Teilchen nicht sehr gross ist.

In diesem Profil sind auch die pH-Schwankungen untersucht worden (Tabelle 29). Die pH-Werte von zur gleichen Zeit entnommenen Proben zeigen nur im A₀ grössere Schwankungen. Über längeren Zeitraum verfolgt, schwankten die pH-Werte in den verschiedenen Horizonten beträchtlich, und zwar am meisten im A₀, am wenigsten im BC.

Tabelle 29. pH-Schwankung im Eisenpodsol „God dal Fuorn“ unter *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*.

| Horizont | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B _S ¹ | B _S ² |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| pH-Schwankung während des Jahres (pH-Werte = Mittel von 4-5 Proben) | | | | | |
| Juli 1940 | 4,2 | 3,8 | 4,2 | 5,1 | 5,5 |
| November 1940 | 3,6 | 3,3 | 3,9 | 4,8 | |
| Januar 1941 | 4,0 | 3,4 | 3,9 | | |
| Mai 1941 | 4,5 | 3,8 | 4,3 | 5,5 | |
| Juni 1941 | 4,5 | 4,2 | 4,8 | | 5,7 |
| Juli 1941 | 4,1 | 3,7 | 4,1 | 4,7 | |
| Oktober 1941 | 4,0 | 3,8 | 4,3 | 5,0 | |
| pH-Schwankung in den Horizonten zur gleichen Zeit (Oktober 1941) | | | | | |
| Einzelmessungen | 4,4 | 3,7 | 4,3 | 5,0 | |
| | 3,9 | 3,9 | 4,4 | 4,9 | |
| | 3,7 | 3,8 | 4,4 | 5,0 | |
| | | 3,9 | 4,2 | 4,9 | |

Bei Punt della Drossa ist unter einem *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*-Bestand ein Profil auf Hangschutt vom Munt la Schera gefunden worden, der etwa 70% Karbonat- und etwa 30% saures Silikat-Skelett von Verrukano und Buntsandstein ent-

hält. Das Profil zeigt normale Mörauflagehorizonte A_0 und A_1 . Der obere Teil des mineralischen Profilabschnittes ist vollständig entkarbonatet, und ganz schwach sind darin ein Bleich- und ein Sesquioxidanreicherungs-horizont erkennbar. Die Sesquioxidanreicherung ist besonders deutlich unmittelbar oberhalb dem noch karbonatführenden Untergrund, dem kA_2 des ehemaligen Humuskarbonatbodens, wo hohe Erdalkaliumkonzentration und schwach alkalische Reaktion herrschen.

Dieses Profil ist als leicht podsolierter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden zu bezeichnen.

Analysenergebnisse von diesem Profil sind in Tabelle 27 wiedergegeben und solchen vom Profil „God dal Fuorn“ (A_2 -Variante des Eisenpodsoles) gegenübergestellt. In den vorwiegend mineralischen Horizonten kommt die Verschiedenheit des Muttergesteins deutlich zum Ausdruck. In den Humushorizonten wirkt sich dadurch aus, dass die podsolierten Humuskarbonatböden das Austauschkalzium und der pH-Wert wesentlich höher sind. Die Unterschiede in der Totalazidität gehen parallel mit den Unterschieden im Humusgehalt, die ihrerseits auf verschiedene sekundäre Beimischung von Hangschutt zurückzuführen sein dürften.

Auf God Buffalora da doura ist unter dem *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum* auf einem Muttergestein, das neben Haupt- und Raibler-Dolomit reichlich Verrukano enthält: ein podsolierter subalpiner Wald-Humuskarbonatboden gefunden worden, der weitgehend dem Profil „Punt della Drossa“ unter dem *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* entspricht. Die Analysendaten des Profils „God Buffalora“ sind in Tabelle 27 wiedergegeben und jenen des Profils „Punt della Drossa“ gegenübergestellt.

Die Bodenverhältnisse sind im *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* somit wenig einheitlich. Die Tatsache, dass es eine Klimaxgesellschaft darstellt, bringt es mit sich, dass es auf Böden stockt, die sich aus den verschiedensten Muttergesteinen entwickelt haben. Die entsprechenden Profile weichen morphologisch oft stark voneinander ab. Physiologisch sind sie aber – gleiches Klima vorausgesetzt – gleichwertig, analog, das heißt, sie kriegen die Pflanzengesellschaft dieselben Wachstumsbedingungen. Übereinstimmung besteht besonders im Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt.

Der Hauptwurzelraum ist beschränkt auf mehr oder weniger mächtige Mörauflage, die in gleicher Ausbildung in Profilen auf Kalk wie auf silikatischer Unterlage zu finden ist.

d) *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*

Das Bodenprofil des *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* stellt nur ausnahmsweise ein schönes Podsol dar. Infolge der höheren Licht- und Wärmeeinstrahlung und des üppigen Graswuchses sind die mächtigen Humusaufgaben, die sich in der Subassoziation *cembretosum* gebildet hatten, im Abbau begriffen. Durch die erhöhte biologische Aktivität werden auch der A_2 und der B, miteinander vermischt und etwas mit Humus vermischt. Das Profil erhält so mehr das Aussehen einer podsoligen Braunerde (Abbildung 16). Die pH-Werte sind oft nicht höher als im ehemaligen Podsol. Durch Beweidung wird die Verbraunungstendenz noch verstärkt.

Tabelle 30 gibt einige Analysenergebnisse von *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*-Profilen wieder.

Ein besonderes Merkmal der *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*-Böden ist der dichte Wurzelfilz des Reitgrases. Er bildet nicht nur ein Keinhindernis (s. S. 113), sondern setzt auch die Durchlässigkeit des Oberbodens für Wasser ganz bedeutend herab. Sickerversuche in verschiedenen Subassoziationen des *Rhodoreto-Vaccinietum*,

Tabelle 30. Analysen von subalpinen sekundären podsoligen Wald-Braunerdenunter *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* (St. Moritz).

| | Profil „Alpina“ | | | | | Profil „Lawinenzug“ | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|-------|-------|---------------------|----------------|----------------|-------|-------|
| | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B | BC | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B | BC |
| Mächtigkeit | 0-2 | 12 | 38 | 30 | | 2 | 12 | 8 | 28 | |
| Feinerde | % | 95 | 47 | 54 | 77 | | 95 | 53 | 48 | 54 |
| Humusgehalt | | | | | | | | | | |
| Glühverlust | % | 87,45 | 26,9 | 9,9 | 5,5 | 2,5 | | | | |
| Sesquioxide (in 0,1 n HCl) | mg/100 g | | 700 | 416 | 945 | 310 | 261 | 336 | 304,5 | 291 |
| H ₂ O bis 110°C | % | 9,16 | 4,03 | 1,94 | 1,35 | 0,63 | | | | |
| Umtauschkapazität | Mval/100 g | 58,14 | 42,52 | 20,62 | 9,03 | 6,56 | 62,99 | 38,26 | 20,94 | 15,72 |
| Sättigungsgrad | % | 48,4 | 20 | 27,2 | 7,0 | 23,8 ¹⁾ | 53 | 39,4 | 23,6 | 17,3 |
| Anteil an der Summe der basischen Kationen | | | | | | | | | | |
| Na+ | % | 0,46 | 0,76 | 1,25 | 8,7 | 3,53 | 0,3 | 0,4 | 1,21 | 0,38 |
| K+ | % | 13,66 | 5,87 | 5,34 | 31,62 | | 29,09 | 5,31 | 5,06 | 11,02 |
| Mg++ | % | 16,86 | 33,81 | 28,50 | 47,50 | 6,41 | 11,78 | 18,58 | 24,28 | 25 |
| Ca++ | % | 61,17 | 49,40 | 46,75 | 11,08 | 25,25 | 49,7 | 66,41 | 67,63 | 58,82 |
| Mn++ | % | 7,85 | 10,16 | 18,16 | 1,1 | 4,81 | 9,13 | 9,3 | 1,82 | 4,78 |
| pH | | 5,1 | 5,5 | 5,3 | 5,6 | 5,3 | 5,5 | 5,4 | 5,2 | 5,1 |

¹⁾ Werte ohne K+ berechnet.

die H. PALLMANN und P. HAFFTER im *Oberengadin* ausgeführt haben, zeigen, dass in der Subassoziation *calamagrostidetosum* die Verhältnisse in dieser Beziehung am ungünstigsten sind.

e) *Empetreto-Vaccinietum*

Die Böden des *Empetreto-Vaccinietum hylocomietosum* zeichnen sich alle durch stark saure Reaktion der *Humusauflagen* aus; sie kommen darin den Profilen des *Rhodoreto-Vaccinietum cenibretosum*, *mugetosum* und *extrasilvaticum* fast gleich. Der pH-Wert schwankt zwischen 3,5 und 4,8; im Mittel beträgt er 4,1 (vgl. PALLMANN und HAFFTER 1. c. S. 442).

Die Böden der primären, also nicht sekundär aus dem *Rhodoreto-Vaccinietum* hervorgegangenen Bestände sind in den meisten Fällen etwas flachergründig als im *Rhodoreto-Vaccinietum* und in der Podsolierung noch nicht bis zum voll entwickelten Podsol fortgeschritten. In Profilen oberhalb der heutigen Waldgrenze ist *Humusverlagerung* sehr häufig. Mineralerdereiche, tiefgründig entkarbonatete Profile stellen oft ausgesprochene Humuspodsole dar. Prachtvolle Humus-Eisenpodsole mit gut differenziertem Humus- und Eisen-Anreicherungs-horizont haben wir im *Empetreto-Vaccinietum hylocomietosum* am Schumbraidagrat im Münstertal auf Gneisunterlage in grosser Ausdehnung gefunden. Auf sehr skelettigen und felsigen Unterlagen finden sich *Humussilikathöden* mit einer mehr oder weniger mächtigen

Mörauflage. Bei genügender Mächtigkeit der Mörauflagen kann sich das *Empetretum-Vaccinietum* auch auf karbonatreichen Muttergesteinen einstellen.

In der Flechten-Subassoziation sind die Böden flachergründig als in der Moos-Subassoziation. Das *Empetretum-Vaccinietum cladinetosum* bevorzugt skelettreiche Silikatunterlagen. Seine Profile stellen meist Humussilikatböden mit wenig mächtiger Mörauflage dar. Diese ist aber ebenso sauer wie in der Moos-Subassoziation; der Humus ist darin aber feinkörnig, während er in der Moos-Subassoziation faserig-filzig ist.

Ein Bodenprofil, iii Bestand Nr. 10 unserer Tabelle aufgenommen, hat folgenden Aufbau:

Flachgründiger subalpiner schwach podsoliger Humussilikatboden unter primärem *Empetretum-Vaccinietum cladinetosum*.

Giufplan hinter Gialet.

Höhe 2210 m ü. M., 10° Neigung, NW-Exposition.

Muttergestein: grobkörniger, SiO₂-reicher Verrukano-Schutt.

- A₀: 1–2 cm. Sparriger Detritus von *Empetrum*, *Loiseleuria* und Cladonien. 75% Gesamthumus. pH 5.
- A₁: 1–12 cm. Körniger Mör mit grossem Gehalt an mineralischer Feinerde. Silikatteilchen grösstenteils frei neben Humusteilchen, ohne Gelhüllen. 45% Gesamthumus. pH 4,8. Horizont gegen A₂ scharf abgegrenzt.
- A₂: 12–32 cm. Schwach ausgeprägt. Grau. Grobsandig, skelettreich. 2,4% Gesamthumus. pH 4,7.
- BC: 32–55 cm. Schwach gelblich. Grobsandig, skelettreich, 1,5% Gesamthumus. pH 4,9.
- C: > 55 cm. Saurer Verrukano-Schutt. Sehr durchlässig.

f) *Loiseleurieto-Cetrarietum*

Der Wandlung von den Nadelwäldern zu den Zwergstrauchheiden und schliesslich zu den **Rasengesellschaften**, die sich beim **Übergang** von der subalpinen zur alpinen Stufe vollzieht, entspricht bei den Böden die Ablösung der Podsolserie durch die **Humussilikatbodenserie**. Schon im *Empetretum-Vaccinietum* sind dafür Anzeichen vorhanden: die Podsolierung ist zum Teil gehemmt, zum Teil mit stärkerer **Humusverlagerung** verbunden; **Profile** mit dem Aussehen von **Humussilikatböden** sind häufiger. Im *Loiseleurieto-Cetrarietum* ist der **Übergang** augenfällig.

In tieferen Lagen und besonders im feuchteren *Loiseleurieto-Cetrarietum cladinetosum* findet man durchwegs noch mehr oder weniger entwickelte **Podsolprofile**, in seltenen Fällen sogar schöne Humus-Eisenpodsole (Humusgehalt im B-Horizont 5–10%). Die Horizonte sind aber nicht so scharf abgegrenzt wie in typischen Podsolen. Die Böden der Subassoziation *cladinetosum* sind ziemlich tiefgründig. Sie können in den ziemlich mächtigen **Humushorizonten** beträchtlich Wasser speichern und die lokale **luftklimatische** Trockenheit dadurch etwas mildern.

Ein **schönes** Beispiel für ein Profil in der Cladonien-Subassoziation wurde auf Plan Matun im Val **S-charl** aufgenommen, es hat folgenden Aufbau:

- A₁: 0–1 cm. Schütterer blättriger und stengliger **Rohhumus** von Cetrarien, Cladonien sowie *Loiseleurin* und *Vaccinium uliginosum*. Grauschwarz.

- h das *Empetretum*-
als in der Moos-
skelettreiche Sil-
t wenig mächt-
-Subassoziatio-
soziatio faserig-
- n, hat folgenden
- ter primärem
- Cladonien. 75%
Feinerde. Silikat-
n. 45% Gesamt-
n. 2,4% Gesamt-
Gesamthumus.
- en und schliess-
alpinen zur alpi-
podsolserie durch
afür Anzeichen
irkerer Humus-
en sind häufiger.
- trarietum cladi-
e Podsolprofile,
im B-Horizont
schen Podsolen.
ig. Sie können
sichern und die
- tion wurde auf
- Cetrarien, Cla-
rz.
- A₁: 1-11 cm. Schütterer feinkörniger Humus, leicht **verwehbar**, nur **durch** Wurzelwerk **etwas zusammengehalten**. **Schwarzbraun**.
- A₂: 11-16 cm. **Mit feinkörnigem** Humus **vermischter** gebleichter Sand, lose. Schmutzig grau.
- B_h: 16-20 cm. Feinkörniger Humus und lose Mineralkörner kaum miteinander **verbunden**. Schwarzbraun. Deutlich abgesetzt vom B_s.
- B_s: 20-25 cm. Sehr schwach **ausgeprägt**. Sandig lehmig, **unverfestigt**. Dunkelbraun.
- BC: **Moräne aus Kalk-, Verrukano- und Gneismaterial**.

Die **Analysenergebnisse** vom Profil „Plan Matun“ sind in Tabelle 31 wiedergegeben und jenen vom Profil „Santa Maria“ unter *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* gegenübergestellt. Das Profil „Plan Matun“, das sich auf gemischter Moräne entwickelt hat (**Profile auf kalkhaltiger Unterlage sind im *Loiseleurieto-Cetrarietum* selten**), ist eher **feinkörnig**; die Horizonte **sind weniger** mächtig und deutlicher von einander abgegrenzt. Das Profil „Santa Maria“ hat sich auf Granit entwickelt und ist eher **grobkörnig**; seine Horizonte **sind** breiter und **weniger** deutlich **voneinander abgegrenzt**. **Deutlich** kommt dieser Unterschied im Humusgehalt der verschiedenen Horizonte zum **Ausdruck**. **Parallel** mit dem Humusgehalt **verläuft** in den **beiden Profilen die Umtauschkapazität**. Die Unterschiede in der **Zusammensetzung** des Humus dürften in erster **Linie** auf Verschiedenheit der **Humusbildner zurückzuführen** sein. Im **Sättigungsgrad**, in der hydrolytischen Azidität und im pH kommen die Unterschiede des **Muttergesteins** **im** Ausdruck. Bei allen diesen **Abweichungen** aber sind beide Profile doch eindeutig subalpine **Humuspodsole**.

Das *Loiseleurieto-Cetrarietum alectorietosum* kann dank seiner **Anspruchslosigkeit** schon nackte Rohböden besiedeln. **Durch** die **häufige** und rasche **Austrocknung** sind die **Humusbildung** und die **Gesteinsverwitterung** in diesen **Böden** gehemmt. Durch den Wind wird die gebildete **Feinerde** zudem immer wieder **ausgeblasen**. **Erst** unter geschlossenem **Vegetationsteppich** kann eine **einigermaßen** normale **Bodenentwicklung einsetzen**. Mit der Verbesserung des **Wasserhaltevermögens** des Bodens kann die **Podsolierung** **beginnen**; **zugleich** wandelt sich die *Alectoria-Subassoziatio* in die *Cladonien-Subassoziatio* um.

Nach den Untersuchungen von H. PALLMANN und P. HAFFTER (1933, S. 454 ff.) im Oberengadin beträgt die **Bodenmächtigkeit** in der *Alectoria-Subassoziatio* meist 5-10 cm, in der *Cladonien-Subassoziatio* meist 40-50 cm.

Die **humusschaffende** und **versauernde Tätigkeit** dieser *Subassoziatio* ist **gross**. Sie kann in **verhältnismässig** kurzer Zeit zur Bildung über 50 cm tiefer **Humuspodsolprofile** führen. Als Beispiel seien die **umfangreichen** und sehr gut entwickelten Bestände am **Windrücken** der **postglazialen (bronzezeitlichen?) Stirnmoräne** bei der **Brücke von Bernina alta** erwähnt (Tabelle XXI, Aufnahmen 4 und 5).

Der Humusgehalt der oberen **Bodenschicht** schwankt in der *Alectoria-Subassoziatio* im **grossen Durchschnitt** zwischen 15 und 60%, in der *Cladonien-Subassoziatio* zwischen 35 und 75 (85)%. Der **häufigste** pH-Wert beträgt in der **Möraufgabe** 4,4; er liegt etwas höher als **M *Empetretum-Vaccinietum*** und im **Rhodoreto-Vaccinietum**. Die **grosse** Variabilität in den **Bodenprofilen**, vom **Rohboden** bis zum mehr oder weniger entwickelten **Podsol**, spiegelt sich **ausserdem** in der **Grösse** des pH-Schwankungsbereiches wider; er ist bei der *Alectoria-Subassoziatio* **naturgemäss** grösser als bei der *Cladonien-Subassoziatio*.

Tabelle 31. Analysen von einem subalpinen Humuspodsol unter *Loiseleurieto-Cetrarietum cladinetosum* (Profil „Plan Matun“¹⁾) und unter *Junipereto-Arcostaphyletum callunetosum* (Profil „Santa Maria“²⁾).

| Horizont | Profil „Plan Matun“ ¹⁾ | | | | | | Profil „Santa Maria“ ²⁾ | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------|------------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B ₁ | B ₂ | BC | A ₀ | A ₁ ⁴⁾ | A ₂ | B ₁ | B ₂ | BC |
| Mächtigkeit | 1 | 10 | 5 | 4 | 5 | 30-40 | 3,5 | 6,5 | 7 | 4 | 10 | 7 |
| Probe aus | 0-1 | 2-10 | 12-15 | 16-20 | 20-25 | 30-40 | 0-3,5 | 5-9 | 17-21 | 23-30 | 31-36 | 42-52 |
| Humus (CO ₂ -0,47) | 82,46 | 42,42 | 3,36 | 28,53 | 3,74 | 0,92 | 82,18 | 73,55 | 2,81 | 8,44 | 9,80 | 4,3 |
| C/N atomar | 40,42 | 36,79 | 15,17 | 20,75 | 14,89 | 6,86 | 24,07 | 29,80 | 5,94 | 11,61 | 14,43 | 7,44 |
| Anteil am Gesamt-C (= 100%) | | | | | | | | | | | | |
| Pentosan-C | 2,7 | 4,8 | 4,1 | 2,5 | 2,8 | | 4,6 | 3,1 | 6,1 | 2,9 | 2,1 | 2,0 |
| Zellulose-,Komplex-C | 10,3 | 4,3 | 12,3 | 5,6 | 8,3 | | 9,8 | 3,9 | 28,8 | 9,0 | 11,8 | 26,1 |
| Lignin- (Protein-) Humus-Komplex-C | | | | | | | | | | | | |
| Protein-C | 62,5 | 56,2 | 61,0 | 31,2 | 36,4 | | 68,0 | 65,3 | 65,0 | 45,9 | 28,8 | 33,7 |
| Zersetzte Humussubstanz-C | 9,4 | 10,3 | 25,1 | 18,2 | 25,3 | | 14,0 | 10,7 | 17,8 | 16,6 | 13,2 | 19,7 |
| Aether-Extrakt | 26,88 | 50,12 | 73,33 | 74,50 | 50,23 | | | | | | | |
| CaCO ₃ + MgCO ₃ | 8,81 | 1,51 | 0,13 | 0,16 | 0,05 | | 3,11 | 2,59 | | 0,09 | 0,07 | 0,05 |
| Al ₂ O ₃ | | | | | 39,39 | 51,10 | | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | | | | | | | | | | | | |
| SO ₃ | | | | | | | | | | | | |
| Umtauschkapazität | | | | | | | | | | | | |
| Sättigungsgrad | 122,74 | 82,27 | 15,47 | 84,70 | 21,34 | 15,51 | 127,16 | 114,74 | 7,2 | 36,02 | 45,68 | 25,72 |
| Anteil an der Basensumme | 31,22 | 28,28 | 34,06 ³⁾ | 35,08 | 95,31 | 100 | 23,51 | 4,92 | 4,19 ³⁾ | 4,22 ³⁾ | 3,69 ³⁾ | 14,48 ³⁾ |
| Na ⁺ | | | | | | | | | | | | |
| K ⁺ | 0,24 | 0,26 | 0,23 | 0,44 | 0,07 | 0,03 | 0,44 | 2,6 | 10,6 | 3,22 | 3,75 | 1,37 |
| Mg ⁺⁺ | 4,32 | 3,22 | | 0,51 | 0,49 | | 5,43 | 15,25 | | 15,13 | 7,14 | 3,23 |
| Ca ⁺⁺ | 8,17 | 12,25 | | 1,55 | 12 | 0,65 | 15,88 | 15,25 | | | | |
| Mn ⁺⁺ | 84,79 | 83,8 | 99,68 | 87,4 | 87,02 | 99,32 | 76,29 | 66,53 | 89,4 | 81,65 | 89,11 | 94,84 |
| pH | 2,48 | 0,47 | 0,09 | 0,1 | 0,42 | | 1,96 | 0,37 | | | | |
| | 4,39 | 4,17 | 4,92 | 5,84 | 7,78 | 8,92 | 4,12 | 3,84 | | | | |
| Hydrolytische Azidität | 31,9 | 31,9 | 5,7 | 13,0 | 0,7 | 0,6 | 53,1 | 43,3 | 3,9 | 4,36 | 4,95 | 5,28 |
| H ₂ O bis 110°C | 10,27 | 8,88 | 1,13 | 14,89 | 1,61 | 0,45 | 13,26 | 15,57 | 0,58 | 2,95 | 0,48 | 2,92 |
| Wasserbindungsvermögen | 317 | 261 | 86 | 144 | 74 | 57 | 374 | 230 | 69 | 81 | 93 | 74 |

¹⁾ Plan Matun, Val S-charl; 2250 m ü. M., 8° Neigung, ENE-Exposition; Moräne aus Karbonat, Verrukano und Gneis.

²⁾ Santa Maria, Lukmanier; 2200 m ü. M., 13° Neigung, SSE-Exposition; Granit.

³⁾ Ohne die fehlenden Werte berechnet.

⁴⁾ A₁¹ = 6,5 cm mächtig; A₁² = 10 cm mächtig, nicht analysiert.

Tabelle 32a. Analysen von Eisenpodsolon. Mittelwerte $\pm F_m$ von 4 (Humusanalysen) bzw. 6 Profilen (übrige Analysen).

| Horizont | | A ₀ | A ₁ | A ₂ | B _s | BC |
|------------------------------------|------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Mächtigkeit | cm | 5 \pm 0,6 | 10 \pm 1,5 | 10 \pm 1,5 | 37 \pm 6 | |
| Humus (CO₂-0,47) | % | 79,4 \pm 3,1 | 59,7 \pm 8,0 | 4,1 \pm 1,1 | 5,5 \pm 0,6 | 1,4 \pm 0,5 |
| C/N atomar | | 33,0 \pm 1,2 | 27,8 \pm 2,4 | 25,0 \pm 6,2 | 25,3 \pm 2,2 | 13,3 \pm 3,0 |
| Anteil am Gesamt-C (= 100%) | | | | | | |
| Pentosan-C | % | 5,3 \pm 0,3 | 4,9 \pm 0,1 | 4,5 \pm 0,9 | 2,1 \pm 0,5 | 5,6 \pm 2,3 |
| Zellulose-,Komplex-C | % | 5,6 \pm 1,3 | 3,8 \pm 0,8 | 14,6 \pm 4,3 | 10,2 \pm 1,1 | 39,9 \pm 12,0 |
| Lignin- (Prot.-) Humus-Komplex-C | % | 63,6 \pm 0,7 | 68,8 \pm 2,4 | 71,3 \pm 1,7 | 27,1 \pm 2,0 | 43,1 \pm 13,3 |
| Protein-C | % | 11,6 \pm 0,4 | 13,9 \pm 1,4 | 17,5 \pm 3,1 | 15,3 \pm 1,4 | 33,9 \pm 9,6 |
| zersetzte Humus-substanz-C | % | 50,2 \pm 2,2 | 58,3 \pm 3,4 | 93,3 | 60,5 | 90,1 |
| Protein-C/Lignin-C | | 0,18 | 0,20 | 0,25 | 0,57 | 0,79 |
| Aether-Extraktstoffe | % | 2,6 \pm 0,32 | 1,8 \pm 0,28 | 0,5 \pm 0,32 | 0,1 \pm 0,04 | |
| Sesquioxide | mg | 127,3 \pm 22 | 191 \pm 33 | 199 \pm 34 | 1182 \pm 210 | 563 \pm 117 |
| P ₂ O ₅ | Mval | 5,34 \pm 0,68 | 4,56 \pm 0,72 | 0,77 \pm 0,13 | 3,78 \pm 1,86 | 3,72 \pm 1,78 |
| SO ₃ | Mval | 2,82 \pm 0,87 | 1,62 \pm 0,56 | 0,23 \pm 0,10 | 0,58 \pm 0,26 | 0,25 \pm 0,15 |
| Umtauschkapazität | Mval | 117 \pm 4 | 119 \pm 8 | 22,4 \pm 1 | 32,2 \pm 2 | 13,4 \pm 2 |
| Basensumme | Mval | 33,4 \pm 1,7 | 19,2 \pm 1,7 | 1,0 \pm 0,2 | 1,5 \pm 0,4 | 3,1 \pm 1,2 |
| Sättigungsgrad | % | 28,5 | 16,1 | 4,5 | 4,6 | 23,1 |
| Anteil an der Basensumme | | | | | | |
| Na ⁺ | % | 0,47 \pm 0,07 | 0,80 \pm 0,16 | 8,81 \pm 1,80 | 6,71 \pm 2,00 | 6,59 \pm 2,92 |
| K ⁺ | % | 7,61 \pm 1,37 | 7,28 \pm 1,27 | 8,07 \pm 3,00 | 19,12 \pm 6,20 | 24,23 \pm 12,6 |
| Mg ⁴⁺ | % | 13,16 \pm 1,05 | 14,17 \pm 0,99 | 35,52 \pm 10,43 | 15,30 \pm 3,08 | 5,48 \pm 2,38 |
| Ca ⁺⁺ | % | 75,75 \pm 1,08 | 77,22 \pm 1,31 | 46,60 \pm 11,2 | 57,16 \pm 10,75 | 60,77 \pm 12,4 |
| Mn ⁺⁺ | % | 3,01 \pm 0,78 | 0,53 \pm 0,15 | 0,99 \pm 0,47 | 1,71 \pm 0,52 | 2,93 \pm 1,24 |
| pH (Sommer) | | 4,3 \pm 0,01 | 4,0 \pm 0,01 | 4,1 \pm 0,1 | 5,0 \pm 0,1 | 5,5 \pm 0,3 |
| Wasserbindungsvermögen | % | 603 \pm 5,5 | 402 \pm 24,0 | 137 \pm 4,6 | 122 \pm 7,9 | 112 \pm 0,23 |

| | | | | | |
|--------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| p n (Sommer) | 4,3 ± 0,01 | 4,0 ± 0,01 | 4,1 ± 0,1 | 5,0 ± 0,1 | 5,5 ± 0,2 |
| Wasserbindungsvermögen % | 603 ± 5,5 | 402 ± 24,0 | 137 ± 4,6 | 122 ± 7,9 | 112 ± 0,23 |

Tabelle 32b. Analysen von Humuspodsolen. Mittelwerte ± F_m von 4 Profilen.

| Horizont | | A ₀ | A ₁ | A ₂ | Bh | B _s | BC |
|---|------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Mächtigkeit | cm | 2,5 ± 1,0 | 8,8 ± 1,4 | 8 ± 1,1 | 9 ± 1,9 | 9 ± 3,1 | |
| Humus (CO ₂ 0,47) | % | 83,2 ± 0,5 | 59,0 ± 6,7 | 3,2 ± 0,5 | 13,3 ± 5,2 | | 2,5 ± 0,9 |
| C/N atomar | | 37,3 ± 5,2 | 36,2 ± 2,1 | 18,6 ± 1,3 | 22,5 ± 0,6 | | 14,4 ± 2,8 |
| Anteil am Gesamt-C (= 100%) | | | | | | | |
| Pentosan-C | % | 3,5 ± 0,5 | 4,1 ± 0,5 | 6,6 ± 1,0 | 2,8 ± 0,1 | | 1,2 ± 0,7 |
| Zellulose-Komplex-C | % | 10,3 ± 1,5 | 5,4 ± 0,9 | 17,1 ± 3,7 | 6,4 ± 1,4 | | 23,3 ± 3,8 |
| Lignin- (Prot.-) Humus- Komplex-C | % | 67,8 ± 2,0 | 65,6 ± 4,5 | 62,1 ± 5,4 | 39,8 ± 5,5 | | 37,0 ± 10,0 |
| Protein-C | % | 10,8 ± 1,5 | 10,6 ± 0,6 | 19,8 ± 1,9 | 17,1 ± 0,5 | | 30,9 ± 5,9 |
| zersetzte Humussubstanz-C | % | 35,9 ± 9,1 | 46,3 ± 3,8 | 73,3 | 64,9 ± 10,5 | | |
| Protein-C/Lignin-C | | 0,16 | 0,16 | 0,32 | 0,43 | | 0,83 |
| Aether-Extraktstoffe | % | 6,7 ± 2,2 | 3,1 ± 0,7 | 0,1 ± 0,07 | 0,1 ± 0,04 | | |
| Sesquioxide ¹⁾ | Mmol | 0,50 | 0,67 | 0,33 | 5,18 | 12,99 | 9,68 |
| P ₂ O ₅ ¹⁾ | Mmol | 1,17 | 1,73 | 0,24 | 0,42 | 0,56 | 1,16 |
| SO ₃ ¹⁾ | Mmol | 2,84 | 0,07 | | | | |
| Umtauschkapazität | Mval | 125 ± 6,5 | 102 ± 6,9 | 11,9 ± 2,1 | 47,3 ± 13,8 | 27,1 ± 8,3 | 17,1 ± 4,9 |
| Basensumme | Mval | 31,7 ± 2,4 | 14,7 ± 3,8 | 1,8 ± 1,2 | 9,0 ± 7,1 | 6,0 ± 4,8 | 5,8 ± 3,3 |
| Sättigungsgrad | % | 25,4 | 14,4 | 15,1 | 19,0 | 22,2 | 33,9 |
| Anteil an der Basensumme | | | | | | | |
| Na+ | % | 0,38 ± 0,07 | 1,24 ± 0,61 | 4,40 ± 2,34 | 2,11 ± 0,75 | 2,78 ± 1,07 | 1,49 ± 0,58 |
| K+ | % | 4,65 ± 0,42 | 7,08 ± 1,83 | 3,44 ± 3,44 | 11,97 ± 4,08 | 8,64 ± 3,15 | 8,00 ± 2,49 |
| Mg ⁺⁺ | % | 11,08 ± 1,80 | 14,22 ± 1,28 | 4,47 ± 2,96 | 5,80 ± 4,17 | 4,35 ± 2,85 | 1,24 ± 1,22 |
| Ca ⁺⁺ | % | 82,47 ± 2,15 | 77,01 ± 3,44 | 87,45 ± 5,82 | 79,55 ± 6,12 | 83,67 ± 3,48 | 88,46 ± 5,46 |
| Mn ⁺⁺ | % | 1,42 ± 0,46 | 0,35 ± 0,09 | 0,24 ± 0,17 | 0,54 ± 0,32 | 0,56 ± 0,24 | 0,63 ± 0,23 |
| pH (Sommer) | | 4,2 ± 0,07 | 3,9 ± 0,09 | 4,7 ± 0,16 | 4,9 ± 0,18 | | 5,6 ± 0,22 |
| Wasserbindevermögen | % | 285 ± 39 | 234 ± 25 | 88 ± 16 | 111 ± 21 | | 75 ± 17 |

¹⁾ Einzelanalyse des Profils Santa Mana I.

Profile zu Tabelle 32

| Ort | Höhe m ü. M. | Expo- sition | Nei- gung ° | Mutter- gestein | Pflanzengesellschaft |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|--|
| Eisenpodsole: | | | | | |
| 1. Perdatsch, Lukmanier | 1510 | NNW | 20 | Granit | <i>Piceetum subalpinum</i> |
| 2. Acla, Lukmanier | 1530 | NW | 25 | Granit | <i>Piceetum subalpinum</i> |
| 3. Lej Marsch, St. Moritz | 1830 | NNW | 15 | saure Eruptiva | <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> |
| 4. Olympia-Schanze, St. Moritz | 1825 | NNW | 8 | saure Eruptiva | <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> |
| 5. San Giaii, St. Moritz | 1850 | N | 15 | saure Eruptiva | <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> |
| 6. San Ginii, St. Moritz | 1900 | N | 10 | saure Eruptiva | <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> |
| Humuspodsole: | | | | | |
| 1. Santa Maria, Lukmanier | 2200 | SSE | 13 | Granit | <i>Junipereto-Arctostaphy- letum vaccinietosum</i> |
| 2. Santa Maria, Lukmanier | 2170 | S | 25 | Granit | <i>Junipereto-Arctostaphy- letum vaccinietosum</i> |
| 3. Grimsel | 2200 | E | 10 | Granit | <i>Loiseleurieto-Cetrarietum cladinetosum</i> |
| 4. Plan Matun, Val S-charl | 2250 | ENE | H | Moräne: Silikat + Karbonat | <i>Loiseleurieto-Cetrarietum cladinetosum</i> |

Humuspodsol sind sie weniger benetzbar, weniger quellbar und haben ein geringeres Wasserbindevermögen.

Der Anteil der zersetzten (azetylbromidunlöslichen) Humussubstanz am Gesamthumus ist beim Humuspodsol geringer, trotz des morphologisch stärkeren Zerfalls der Humusbildner; der ätherlösliche Anteil ist dagegen grösser als im Eisenpodsol. Bei sekundären Humuspodsolen ist über dem Sesquioxidanreicherungs-horizont (B₂) des ehemaligen Eisenpodsoles ein Humusanreicherungs-horizont (B_h), der oft blätterige Struktur aufweist.

3. Vergleich zwischen dem Profil eines *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* und eines *Nardetum*

Im *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* findet man gewöhnlich ein sekundäres Humuspodsol. Dieses entsteht dadurch, dass die **Lichtstellung** der Vegetation die **Lokalhumidität** vermindert und die Temperatur erhöht, wodurch der Auflagehumus intensiver abgebaut wird. Die dabei anfallenden mittel- bis feindispersen **Humusteilchen** können zum Teil durch den A₂ des ehemaligen Eisenpodsoles verlagert werden. Über dem verdichteten B₃ werden sie zurückgehalten, und es entsteht mit der Zeit auf dem ehemals gebildeten B₃ ein B_h, das heisst, eine **Anreicherung** von verlagerten Humus.

Die Analyse eines **Humuspodsols** auf Bündnerschiefer auf der Alp **Piscium** oberhalb **Airolo**, ausgeführt von E. FREI, ist in Tabelle 33 wiedergegeben. Dem Humus-

podsol des *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum* ist der braune Alpweide-Boden zur Seite gestellt, der sich in unmittelbarer Nachbarschaft unter einer kargen *Nardus*-Weide entwickelt hat.

Folgendes ist die Beschreibung der beiden Profile:

Sekundäres Humuspodsol unter *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum*.

Alp *Piscium*, oberhalb Airolo, Höhe 1750 m ü. M., 20–250 Neigung, Exposition NNE.

- A_0 : 0–3 cm. Vorwiegend Myrtillus-Detritus. Mittelblättriger, durch Pilzhyphen schwach verfilzter, holorganischer, roher Mör; wenige Losungen.
- A_1^1 : 3–18 cm. Hauptwurzelraum der Zwergsträucher. Geformter kolloider bis mittelkörniger, durch Wurzeln und Pilzhyphen verfilzter, holorganischer, koprogener Mör mit etwa 20% grobfaserigen Humusbildnern.
- A_1^2 : 18–32 cm. Koagulierter bis geformter, schütterer holorganischer bis locker gemengter hemorganischer, chemogener Mör. Keine Exkreme.
- A_2 : 32–38 cm. Gut abgegrenzt. Bräunlicher bis hellgrauer, skelettarmer Sand.
- B_h : 3843 cm. Mit B_s verzahnt. Koagulierter kolloider, komplex verbundener hemorganischer chemogener Mör. Schwarzbraun.
- B_s : 43–73 cm. Koagulierter kolloider, komplex verbundener hemorganischer, chemogener Mör. Kress. In Poren Konkretionen und um Mineralien dicke Hüllen von Sesquioxid-Humus-Komplexen.
- BC: > 73 cm. Lockerer Bündnerschiefer- und Gneis-Hangschutt.

Sekundäre Alpweide-Braunerde unter *Nardetum subalpinum*.

Alp *Piscium*, oberhalb Airolo, Höhe 1750 m ü. M., 12–140 Neigung, Exposition SSE.

- bA_0 : 0–1 cm. Gramineendetritus. Mittelfaseriger, schütterer holorganischer, roher bis koprogener Mull.
- bA_1 : 1–5 cm. Hauptwurzelraum. Geformter kolloider, locker bis innig gemengter hemorganischer, koprogener Mör. Exkreme zahlreich, aber mit der Tiefe rasch abnehmend.
- bA_2 : 5–15 cm. Nebenwurzelraum. Geformter kolloider, innig gemengter hemorganischer koprogener Mör.
- bB : 15–30 cm. Im Entstehen begriffen. Koagulierter kolloider, innig gemengter bis komplex verbundener, hemorganischer, chemogener Mör.
- B_s : 3045 cm. Reliktischer Sesquioxidanreicherungshorizont, im Abbau begriffen. Koagulierter kolloider, komplex verbundener hemorganischer, chemogener Mör. In Poren Konkretionen und um Mineralkörner dicke Hüllen von Sesquioxid-Humus-Komplexen.
- BC: 45–95 cm. Diffus.
- C: > 95 cm. Lockerer Bündnerschiefer- und Gneis-Hangschutt.

Ursprünglich war dieses Profil ein Podsol. Durch Brand und mechanische Mischung und Verlagerung von Bodenschichten (Beweidung, Abtrag und Aufschüttung, Wühltätigkeit der Bodentiere) sind der A_0 und der A_1 vollständig und der A_2 fast vollständig zerstört worden. Über dem reliktschen Podsol- B_s hat sich aus dem heterogenen Material unter dem Einfluss der Beweidung die sekundäre Alpweide-Braunerde entwickelt.

Vom Humuspodsol unterscheidet sich die Weide-Braunerde vor allem in folgenden Eigenschaften. Die Humusaufgaben sind verschwunden und auch die mineralischen Horizonte diffusvermengt. Das C/N-Verhältnis ist bedeutend enger. Der Sättigungsgrad ist höher, ebenso das pH. Die Luftkapazität und die Wasserdurchlässigkeit sind be-

nzengesellschaft

em subalpinum
em subalpinum
eto-Vaccinietum
etosum
eto-Vaccinietum
etosum
eto-Vaccinietum
etosum
eto-Vaccinietum
etosum

eto-Arctostaphy-
vaccinietosum
eto-Arctostaphy-
vaccinietosum
urieto-Cetrarietum
etosum
urieto-Cetrarietum
etosum

en ein geringeres

tanz am Gesamt-
keren Zerfalls der
Eisenpodsol. Bei
horizont (B₂) des
er oft blättrige

extrasilvaticum

h ein sekundäres
station die Lokal-
agehumus inten-
1 Humusteilchen
rt werden. Über
der Zeit auf dem
sgertem Humus.
lp *Piscium* ober-
n. Dem Humus-

Tabelle 33a. Analysen des sekundären **Humuspodsols** „Piscium“ unter *Rhodoreto-Vaccinietum extrasilvaticum*.

| Horizont | | A ₀ | A ₁ ¹ | A ₁ ² | A ₂ | B _h | B _s | BC |
|--|------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mächtigkeit | cm | 1-3 | 15 | 14 | 6 | 5 | 37 | |
| Bodenart | | Hu- mus | Hu- mus | Hu- mus | Sand | toniger Sand | toniger Sand | toniger Sand |
| Ton (<0,002 mm) | % | | | | 1,5 | | 1,6 | 1,3 |
| Skelettgehalt ¹⁾ | | 0 | 0 | 0 | I | II | III | III |
| Verwitterungsgrad der Mineralien ¹⁾ | | | | | III-IV | II-III | II-III | II-III |
| Gesamthumus | % | 86,2 | 77,3 | 87,0 | 2,6 | 16,5 | 8,0 | 2,3 |
| C/N (atomar) | | 32,8 | 23,3 | 35,0 | (35,0) | 33,8 | 34,0 | 43,7 |
| Humusbildner ¹⁾ | % | 80-90 | 20 | 0 | | | | |
| Litergewicht der TS ²⁾ | g | | 108 | 230 | | | 755 | 1094 |
| Porenvolumen | % | | 93 | 84 | | | 69 | 53 |
| Luftkapazität | % | | 29 | 1 | | | 9 | 11 |
| Wasserkapazität | % | | 64 | 83 | | | 60 | 42 |
| Wasserbindung | g | | 50 | 147 | 60 | 105 | 99 | 68 |
| Hygroskopizität | % | 8,79 | 9,49 | 6,54 | 0,26 | 4,33 | 5,00 | 1,83 |
| Benetzungswärme | cal | 2830 | 2220 | 1710 | 20 | 1040 | 850 | 450 |
| Feinkoagulate ¹⁾ | | I-II | III | III-IV | 0 | III | III | 0-I |
| Krümelerung ¹⁾ | | 0 | 0 | 0 | 0 | I | I | 0-I |
| Gefügeentwicklung ¹⁾ | | I | I-II | 0-I | 0-I | II | II | I |
| Ausgetauschte PO ₄ - und SO ₄ - Ionen | Mval | 1,00 | 0,30 | 1,16 | 0,12 | 0,36 | 0,05 | 0,04 |
| Kationenumtauschkapazität | Mval | 226,7 | 239,1 | 205,6 | 9,5 | 103,8 | 87,3 | 28,4 |
| Ausgetauschte basische Kationen | Mval | 54,72 | 7,12 | 7,96 | 2,30 | 3,52 | 3,04 | 1,76 |
| Sättigungsgrad | % | 24,2 | 3,0 | 3,9 | 24,2? | 3,4 | 3,5 | 6,2 |
| Anteil an der Summe basischer Kationen | | | | | | | | |
| Na+ | % | 0,6 | 3,0 | 2,9 | 2,6 | 3,4 | 4,3 | 4,5 |
| K+ | % | 11,5 | 26,7 | 25,1 | 18,7 | 12,8 | 15,5 | 13,7 |
| Mg ⁺⁺ | % | 16,6 | 42,1 | 39,7 | 50,4 | 45,4 | 61,2 | 62,5 |
| Ca ⁺⁺ | % | 70,7 | 27,5 | 30,3 | 26,1 | 37,5 | 17,7 | 17,0 |
| Mn ⁺⁺ | % | 0,6 | 0,7 | 1,8 | 2,2 | 0,9 | 1,3 | 2,3 |
| Pufferungswert gegen | | | | | | | | |
| HCl | % | 92 | 71 | 36 | 2 | 22 | 20 | 39 |
| KOH | % | 100 | 90 | 87 | 9 | 63 | 47 | 42 |
| pH frisch | | 5,2 | 3,9 | 3,7 | 4,0 | 4,2 | 4,8 | 5,0 |

¹⁾ Geschätzt nach Skala 0-IV: 0 = fehlend, I = wenig, schwach, II = mässig, mittel, III viel, stark, IV = sehr viel, sehr stark, 3 TS = Trocken-Substanz

deutend kleiner. Bei starken Regengüssen fliesst viel Wasser oberflächlich ab und gibt oft Anlass zu Erosion. Ausserdem ist die Temperatur im Weideboden höher.

Nach allen diesen Unterschieden zu schliessen, ist auch die biologische Aktivität im Weideboden höher. Die Untersuchungen RICHARDS über den Zellulose- und Eiweissabbau liefern dazu einen eindrucklichen Beleg (RICHARD, 1945).

Der Zelluloseabbau war im ganzen Profil der Weide-Braunerde während der Versuchsperiode 5,7mal grösser als im Humuepodsol, der Eiweissabbau war 1,2mal grösser.

er Rhodoreto-Vacci-

Tabelle 33b. Analysen der sekundären Alpweide-Braunerde „Piscium“ unter *Nardetum subalpinum*.

| Bh | Bs | BC |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 5 niger and | 37 toniger Sand | toniger Sand |
| II | 1,6 III | 1,3 III |
| -III | II-III | II-III |
| 6,5 3,8 | 8,0 34,0 | 2,3 43,7 |
| 755 69 9 60 | | 1094 53 11 42 |
| 5 4,33 40 III I II | 99 5,00 850 III I II | 68 1,83 4EO 0-I 0-I I |
| 0,36 3,8 3,52 3,4 | 0,05 87,3 3,04 3,5 | 0,04 28,4 1,76 6,2 |
| 3,4 2,8 5,4 7,5 9,9 | 4,3 15,5 61,2 17,7 1,3 | 4,5 13,7 62,5 17,0 2,3 |
| 2 3 2,2 | 20 47 4,8 | 39 42 5,0 |

II = mässig,
tanz

| Horizont | bA ₀ | bA ₁ | bA ₂ | bB | Bs | BC | C |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Mächtigkeit | 0-1 | 5 | 10 | 15 | 15-20 | 50 | |
| Bodenart | Hu- | | sänd. | toniger | toniger | toniger | |
| | mus | | Ton | Sand | Sand | Sand | |
| Ton (<0,002 mm) | % | | 7,3 | 1,0 | 1,4 | | 0,9 |
| Skelettgehalt ¹⁾ | | 0 | I | I-II | II | III | |
| Verwitterungsgrad der Mineralien ¹⁾ | | 0 | III | II-III | II-III | II | |
| Gesamthumus | % | 70,8 | 30,9 | 13,3 | 5,0 | 5,6 | 1,3 |
| C/N (atomar) | | 25,2 | 15,9 | 14,3 | 15,2 | 18,1 | (23,8) |
| Humusbildner ¹⁾ | % | 60 | 5 | 0 | | | (29,6) |
| Litergewicht der TS | g | | 813 | | 925 | | |
| Porenvolumen | % | | 61 | | 63 | | |
| Luftkapazität | % | | 3 | | 3 | | |
| Wasserkapazität | % | | 58 | | 60 | | |
| Wasserbindung | g | | 170 | 117 | 85 | 96 | 69 |
| Hygroskopizität | % | 5,61 | 4,48 | 3,44 | 2,35 | 3,12 | 1,24 |
| Benetzungswärme | cal | 1390 | 1120 | 800 | 490 | 710 | 320 |
| Feinkoagulate ¹⁾ | | | II | I-II | II-III | III | I |
| Krümelung ¹⁾ | | | II | I-II | I | I | 0-I |
| Gefügeentwicklung ¹⁾ | | | II | I-II | I | I | 0-I |
| Ausgetauschte PO ₄ ⁻ und SO ₄ ⁻ -Ionen | Mval | 8,24 | 1,12 | 0,1 | 0,2 | 0,05 | 0,03 |
| Kationen-Umtauschkapazität | Mval | 138,4 | 72,8 | 56,4 | 55,0 | 45,3 | 10,4 |
| Ausgetauschte basische Kationen | Mval | 36,87 | 11,41 | 3,18 | 2,63 | 1,93 | 1,33 |
| Sättigungsgrad | % | 26,6 | 15,7 | 5,6 | 4,8 | 4,3 | 13,3 |
| Anteil an der Summe basischer Kationen | | | | | | | |
| Na+ | % | 1,9 | 2,4 | 5,7 | 7,6 | 6,2 | 3,8 |
| K+ | % | 29,0 | 14,7 | 15,7 | 33,5 | 19,7 | 36,8 |
| Mg ⁺⁺ | % | 16,8 | 25,1 | 35,5 | 37,6 | 29,0 | 24,1 |
| Ca ⁺⁺ | % | 48,7 | 56,5 | 41,2 | 19,4 | 42,5 | 33,8 |
| Mn ⁺⁺ | % | 3,6 | 1,3 | 1,9 | 2,0 | 2,6 | 1,5 |
| Pufferungswert gegen | | | | | | | |
| HCl | % | | 24 | 31 | 29 | 49 | 26 |
| KOH | % | | 51 | 55 | 48 | 51 | 37 |
| pH frisch | | 5,9 | 5,2 | 4,9 | 5,0 | 5,2 | 5,3 |

¹⁾ Geschätzt nach Skala 0-IV: 0 = fehlend, I = wenig, schwach, II = mässig, mittel, III = viel, stark, IV = sehr viel, sehr stark.

nächlich ab und
oden höher.
ogische Aktivität
ose- und Eiweiss-
während der Ver-
r 1,2mal grösser.

4. Wichtige Varietäten aus der genetischen Serie der Podsole

Wie bei der genetischen Serie der Humuskarbonatböden können wir uns hier auf die schematische Wiedergabe der wichtigsten Varietäten der genetischen Serie der Podsole beschränken (Tabelle 34, Figur 24).

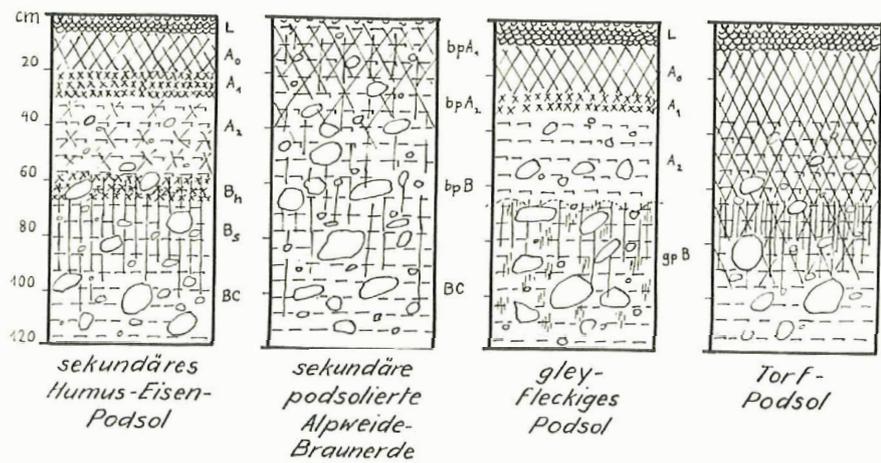
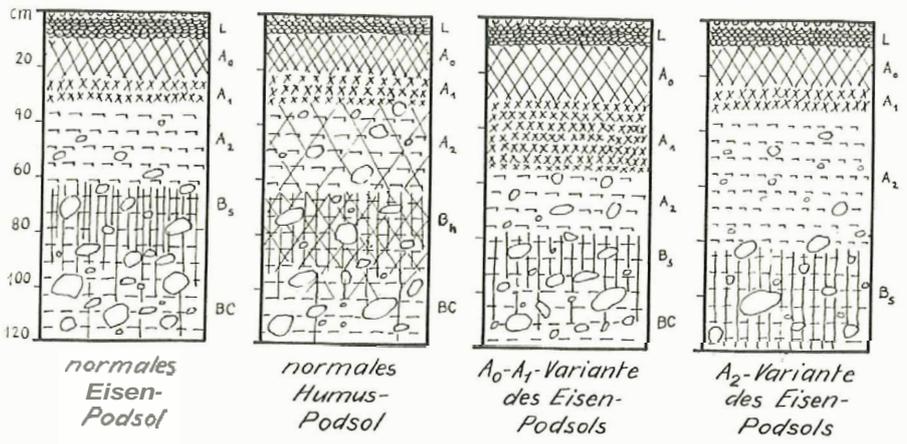
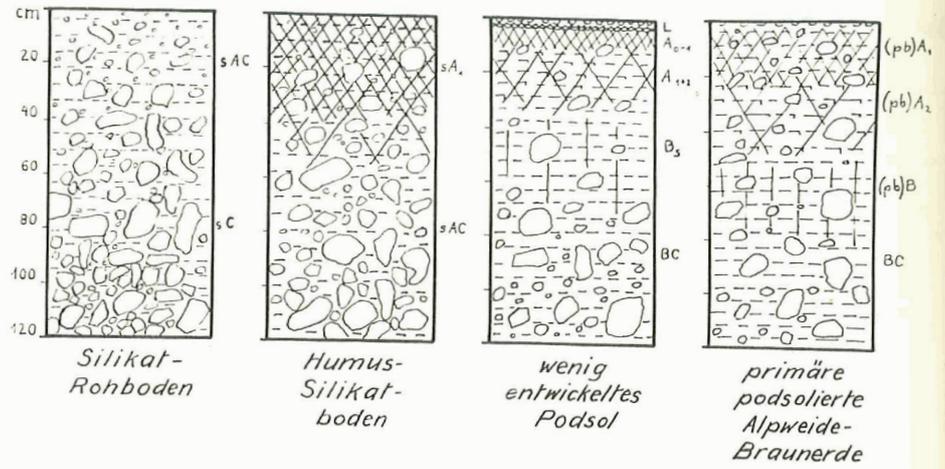
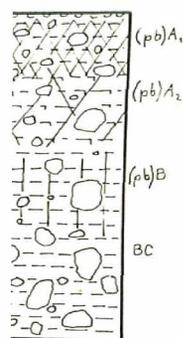
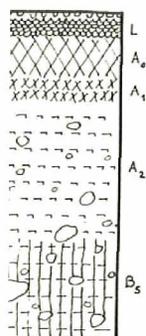


Tabelle 34. Bodenvarietäten aus der genetischen Serie der Podsole.

Stadien der natürlichen Bodenentwicklung

Varietäten der Bodenklassifikation

rimäre
podsolisierte
Alpweiden-
braunerdeVariante
des Eisensols

Oberflächensols

1. Rohböden

- a) felsige Silikat-Rohböden (oberflächlich angewitterte Rundhöcker, Felsplatten usw.)
- b) skelettige Silikat-Rohböden (Schutthalden)
- c) feinerdige Silikat-Rohböden (alluviale und kolluviale Ablagerungen)

2. sehr wenig entwickelte Böden

- a) wenig deckenmörige felsige Humus-Silikat-Böden
- b) wenig deckenmörige skelettige Humus-Silikat-Böden
- c) wenig deckenmörige feinerdige Humus-Silikat-Böden

3. wenig entwickelte Böden

- a) Humus-Silikat-Böden (Mör, hauptsächlich als Auflagehorizonte, und chemisch praktisch unverwittertes Silikat)
- b) podsolierte H — 8-Silikat-Böden (schwach gebleichter A₂-Horizont)
- c) braunerdige Alpweideböden (hemorganischer koprogener Mör, Mineralerde oxydiert)
- d) podsolierte Alpweideböden (schwach gebleichter A₂-Horizont)

4. mässig entwickelte Böden

- a) wenig entwickelte Podsole (A₀- und A₁-Horizont mässig, A₂- und B-Horizont wenig ausgeprägt)
- b) mässig entwickelte Podsole (A₀- und A₁-Horizont voll, A₂- und B-Horizont mässig entwickelt)

5. voll entwickelte Böden

- a) normales Eisensols (Humusgehalt in B unter 6%)
- b) A₀-A₁-Varietät des Eisensols (A₀- und A₁-Horizont dominieren)
- c) A₂-Varietät des Eisensols (A₂-Horizont dominiert; grobkörnige Feinerde)
- d) Humus-Eisen-Podsole (Humusgehalt im B-Horizont 6–12%)
- e) Humus-Podsole = Heide-Podsole (Humusgehalt im B-Horizont über 12%)

6. degradierte Podsole

- a) sekundäre Humus-Eisenpodsole (über dem Bs-Horizont sekundär noch Bh-Horizont gebildet)
- b) sekundäre braunerdige Alpweideböden (A₀- und A₁-Horizont vernichtet, A₂- und B-Horizont z. T. miteinander vermischt)
- c) gleyfleckige Podsole

← Figur 24. Profilschichten von Bodenvarietäten aus der genetischen Serie der Podsole.

D. Biologische Aktivität in verschiedenen Bodenprofilen

Die für die Vegetation besonders wichtige abbauende Tätigkeit der Bodenorganismen ist von F. RICHARD (1945) in verschiedenen Pflanzengesellschaften des Nationalparks untersucht worden.

Normierte Zellulose- und Eiweiss-Testschnüre wurden in verschiedene Bodenhorizonte in ungestörter Lagerung eingezogen und eine bestimmte Zeit lang (Juli bis Oktober 1943) dem Abbau ausgesetzt. Hernach wurden die Schnüre sorgfältig herauspräpariert, der Reissfestigkeitsverlust bestimmt und daraus auf den Abbaugrad geschlossen.

In diese Untersuchungen waren folgende Böden eingeschlossen:

| Pflanzengesellschaft | Boden | Ort/Exposition |
|--|---|--------------------|
| 1. <i>Pineto-Caricetum humilis</i> | initialer subalpiner Wald-Humuskarbonatboden | Posa-Hügel S |
| 2. <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i> | flachgründiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden | Posa-Hügel E |
| 3. <i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylacomietosum</i> | sehr stark deckenmöriger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden | Posa-Hügel N |
| 4. <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> | A ₂ -Varietät des subalpinen Wald-Eisenpodsols | God dal Fuorn N |
| 5. <i>Trisetetum flavescens</i> | mittelgründiger subalpiner Wiesen-Humuskarbonatboden | Stabel-chod S |

Die Profile 1-3 und 5 sind dieselben, welche von H. PALLMANN und E. FREI hinsichtlich der Temperatur- und Schneeverhältnisse untersucht worden sind (vgl. S. 139 ff.).

Tabelle 35. Zellulose- und Eiweiss-Abbau in den Böden subalpiner Pflanzengesellschaften des Schweizerischen Nationalparks. Versuchsperiode Juli bis Oktober 1943. Profil-Etappenaktivitäten.

| Gesellschaft | Zellulose-Abbau | | Eiweiss-Abbau | |
|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| | Profil-Etappen-Aktivität | Mächtigkeit des untersuchten Profilabschnitts cm | Profil-Etappen-Aktivität | Mächtigkeit des untersuchten Profilabschnitts cm |
| <i>Pineto-Caricetum humilis</i> | 70 | 10 | 10 | 8 |
| <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i> | 140 | 37 | 17 | 40 |
| <i>Trisetetum flavescens</i> | 359 | 45 | 77 | 45 |
| <i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylacomietosum</i> | 192 | 59 | 37 | 59 |
| <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> | 77 | 59 | 32 | 55 |

rofilen

der Bodenorga-
chaften des Na-

dene Bodenhori-
ng (Juli bis Ok-
rgfältig heraus-
Abbaugrad ge-

Ort/Exposition

Posa-Hügel

S

Posa-Hügel

E

Posa-Hügel

N

God dal Fuorn

N

Stabel-chod

S

id E. FREI hin-
d (vgl. S.139 ff.).

gesellschaften des
ber 1943. Profil-

eiss-Abbau

Mächtigkeit des
untersuchten
Profilabschnitts
cm

8

40

45

59

55

Profil 5 ist von E. FREI physikalisch und chemisch untersucht und mit dem benachbarten **Waldboden** verglichen worden (vgl. **Tabelle 23 S. 167**).

Die Ergebnisse, als Profil-Etappenaktivitäten **berechnet**, sind in **Tabelle 35** zusammengestellt.

Die Profil-Etappenaktivitäten **werden graphisch** aus den Aktivitäten der **Horizonte** über den gesamten **untersuchten Profilabschnitt** (Mächtigkeit in cm) **bestimmt**. Nur die **Werte für** den Boden des **Mugeto-Rhodoretum** und des **Rhodoreto-Vaccinietum** dürfen direkt **miteinander** verglichen werden, weil die untersuchten **Profilabschnitte** annähernd gleiche Mächtigkeit haben (gleiche **Horizontmächtigkeiten**). Bei den anderen **Profilen** ist die verschiedene **Untersuchungstiefe** zu berücksichtigen.

Das Zusammenwirken der **verschiedenen Standortsfaktoren** führt oft zu gegenläufigen Ergebnissen; diese **können** vorläufig noch nicht sicher **erklärt** werden.

V. Schlusswort

Das grosse schweizerische **Naturlaboratorium**, der Nationalpark, ermöglicht die **Zusammenarbeit** von Forschern verschiedenster Richtungen. Schon frühzeitig haben sich hier **Bodenkundler**, **Pflanzensoziologen**, Systematiker und Forstleute **zur Arbeitsgemeinschaft** **zusammengefunden**. Aus diesem **Zusammenwirken** ist auch die vorliegende Arbeit hervorgegangen, die sich mit der **Boden- und Vegetationsentwicklung** in den subalpinen **Zwergstrauch- und Waldgesellschaften** befasst.

Die wichtigsten **pflanzensoziologischen**, mikroklimatischen und **bodenkundlichen** Ergebnisse **sind** aus **unsern** Tabellen und **Analysenresultaten** ersichtlich. Auf einige Hauptpunkte sei hier noch besonders hingewiesen.

1. Alle Pflanzengesellschaften der subalpinen Waldstufe und ihre Böden unterliegen starker Versauerung, sobald der **Karbonatgehalt** des Muttergesteins erschöpft ist und eine weitere **Karbonatzufuhr** aufhört.

Diese **Entwicklungstendenz**, vom **Generalklima** gefordert, **führt** zu zwei klimatisch bedingten Schlussgesellschaften:

- a) Zum **Rhodoreto-Vaccinietum** im zentralalpinen Gebiet mit kontinentaler **Klimatönung**.
- b) Zum **Piceetum subalpinum** in den feuchteren, nebelreicheren Gebieten von mehr ozeanischem **Klimaanstrich**.

In den tieferen Lagen des **Rhein-** und **Inngebietes** sind diese Waldgesellschaften durch das **Piceetum montanum**, in den südalpineren Tälern, die zum Po entwässert werden, durch das **Piceetum transalpinum** ersetzt. Die vier **Schlussgesellschaften** gehören zum **Rhodoreto-Vaccinien-Verband**.

2. Parallel **zur Vegetationsentwicklung** verläuft die Bodenbildung.

In den Initial-Gesellschaften des **basiphil-neutrophilen Pineto-Ericion-Verbandes** führt sie **zum Humuskarbonatboden**, vorerst ohne oder mit geringer, später mit starker Mörauflage.

Im **darauf** folgenden **Rhodoreto-Vaccinien** entwickeln sich Auflagehumus- und mehr oder **weniger podsolierte** Böden mit meist sehr starker Mörauflage. **Entscheidend** für das Auftreten der **Klimaxgesellschaft**, auch auf sehr **karbonatreicher** Unterlage, ist diese Mörachicht.

3. Die Möglichkeit, **Vegetationsentwicklung** und Bodenbildung in direkte Beziehung zu bringen und zeitlich festzulegen, ist auf den verschiedenalterigen **Schutt-**

Terrassen des **Fuorngebietes** gegeben. Diese Entwicklung führt sogar auf sehr karbonatreichem Alluvium schon **innert etwa 2000 Jahren** vom nackten **Rohboden** zum Alpenrosen-Arvenwald (*Rhodoreto-Vaccinietum*). Vegetationsdynamisch besonders **wichtig** ist das Erscheinen der Arve.

Auf **Silikatunterlage** und Moränen verläuft die Entwicklung **wesentlich** rascher.

4. Selbst der anstehende kompakte Dolomit **wird**, falls nicht zu steil, von **derselben Klimaxassoziation** besiedelt. Die **Bodenbildung** schafft hier ein bis **metermächtiges Auflagehumusprofil**.
5. Humose Eisenpodsole bis **Humuspodsole** sind für die im oberen Teil des ehemaligen Waldareals gelegenen **kalkfliehenden Ericaceen-Zwergstrauchgesellschaften** bezeichnend. Tiefer unten, im subalpinen Fichtenwald, sind sie **sehr selten** und nur im *Piceetum subalpinum sphagnetosum* nachgewiesen.
6. Im *Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum* der trockenen, **sonnigen** Weiden und steilen **Lawinhänge** unterbindet das **Lokalklima ein** Fortschreiten der **Podsolierung**. Schöne Podsolprofile im *Junipereto-Arctostaphyletum callunetosum* sind unter früherem Waldwuchs entstanden.
7. Die Nadelwälder und Zwergstrauchgesellschaften des behandelten Gebietes **gehören** (mit Ausnahme einer **Föhrgesellschaft**, die im Nationalpark selbst **nicht** vorkommt) zur Ordnung der *Vaccinio-Piceetalia*. Sie sind **grösstenteils ost- und westwärts** weit über die Grenzen des Nationalparks hinaus verbreitet. Gesellschaften, die zu den beschriebenen Verbänden gehören, finden sich auch in den Karpaten, auf dem Balkan, in den **Pyrenäen** und einige in den höheren **Mittelgebirgen**, nicht aber in der Ebene.

Zur besseren **Übersicht** sind die behandelten Gesellschaften in der Tabelle 36 zusammengestellt, **mit** kurzer Charakterisierung ihrer Standorte.

Diese Tabelle bestätigt die allgemeine Regel, dass die niederen **Gesellschaftseinheiten** (Subassoziationen, Varianten) den Standort **am schärfsten** kennzeichnen.

Einige wichtige Zusammenhänge zwischen Pflanzengesellschaften und Bäden **vermittelt** Figur 25.

Sie zeigt, dass eine und dieselbe **Pflanzengesellschaft** auf verschiedenen Bodenprofilen vorkommen kann. Diese Profile sind aber **funktionell** gleichwertig, es sind analoge Profile (H. PALLMANN, 1947). Die Analogie beruht im wesentlichen auf den obersten Horizonten (A_0 , A_1).

Vorliegende Arbeit schafft die Grundlage für eingehendere experimentell **synökologische** Untersuchungen im subalpinen Waldgebiet.

Eine **Hauptaufgabe** künftiger Zusammenarbeit von Pflanzensoziologen und **Bodenkundlern** wird **darin** bestehen, die feineren **Standortsunterschiede** der Pflanzengesellschaften herauszuschälen und die entscheidenden Standortfaktoren, die natürlich auch **bodenkundlich** von Wichtigkeit sind, zu messen.

Zur gründlichen Erfassung der naturgegebenen **Lebensgemeinschaften** (Biozoenosen) und ihrer Bedingtheit von der Umwelt, wie auch zur eingehenderen **Charakterisierung** der Böden ist aber das Zusammenwirken von **Bodenkundlern**, Pflanzensoziologen, Ökologen und Zoologen unerlässlich. Trotz vieler Bemühungen in dieser Richtung **liess** sich die Zusammenarbeit bisher erst teilweise verwirklichen. Sie bildet einen vielversprechenden **Programmpunkt** der wissenschaftlichen Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Die zu ihrer Durchführung **nötigen** Vorarbeiten: Darstellung der Pflanzengesellschaften und zugehörigen Bodentypen und **Kartierung** der Gesellschaften **sind** heute gegeben.

| Boden | Pflanzen- gesellschaft |
|--|---------------------------|
| Initieller Humuskarbonatboden Humuskarbonatboden ohne Morauflage Humuskarbonatboden mit schwacher Morauflage Humuskarbonatboden mit starker Morauflage Humuskarbonatboden mit sehr starker Morauflage Voll entwickeltes Eisenpodsol Mäßig entwickeltes Eisenpodsol Wenig entwickeltes Eisenpodsol Sehr wenig entwickeltes Eisenpodsol Humussilikatboden mit Morauflage Wenig entwickeltes Humuspodsol Voll entwickeltes Humuspodsol Sekundäres Humus-Eisenpodsol | |

Figur 25. Einige Vaccinio-Piceetalia-Gesellschaften und ihre Böden.

Tabelle 36. Die untersuchten Pflanzengesellschaften und ihr Standort.

| Pflanzengesellschaft | Standort |
|---------------------------------|--|
| Vaccinio-Piceetea | Winterfeuchtkaltes boreales Klima; zirkumpolares Gebiet höhere Lagen in den mitteleuropäischen Gebirgen, bis zur klimatischen Baumgrenze. |
| Vaccinio-Piceetalia | Mittel- und nordeuropäische Hoch- und höhere Mittelgebirge bis zu den Pyrenäen, Vorposten in den spanischen Gebirgen. |
| Pineto-Ericion | Böden auf Muttergestein mit hohem Gehalt an Erdalkalibicarbonat , dieses physiologisch noch wirksam. Anfangs- und Übergangsgesellschaften, seltener Dauer-gesellschaften . |
| Ericeto-Pinetum | Warme und trockene Standorte der montanen Stufe der Alpen (600–1500 m). |
| - <i>peucedanetosum</i> | Trockene, heisse Hänge mit schwach mediterraner Klimatönung . Böden feinerdearm, ohne Mörauflage. |
| - <i>caricetosum</i> | Meist weniger geneigt. Böden feinerdereicher, tiefgründig , ohne Mörauflage. |
| - <i>ericetosum</i> | Böden mit schwacher Mörauflage. |
| <i>Pineto-Caricetum humilis</i> | Subalpine Stufe (1500–2100 m). Sehr heisse, trockene und steile Südhänge. Böden ohne Mörauflage. |
| Mugeto-Ericetum | Subalpine Stufe. Weniger ausgesprochen heisse Standorte. |
| - <i>caricetosum</i> | Junge Böden ohne Mörauflage. Besonders in Südlage . |
| - <i>hylocomietosum</i> | Böden mit Mörauflage. Besonders in E- und W-Lage oder weniger geneigt. |
| - <i>cladonietosum</i> | Lokalklimatisch ungünstige, N-, NE- und NW-exponierte Standorte. |
| Mugeto-Rhodoretum | Subalpine Stufe. Kalte Lagen mit langer Schneebedeckung . |
| - <i>hylocomietosum</i> | Böden mit meist ziemlich starker Mörauflage. |
| - <i>cladonietosum</i> | Lokalklimatisch sehr ungünstig. Böden mit Mörauflage. Lawinenbahnen. Sehr lange Schneebedeckung . |
| - <i>salicetosum</i> | Unterer Teil von Lawinenbahnen , Schneewehen, wo der Schnee sehr lange liegen bleibt; sehr kurze Vegetationszeit. Kolluviale Böden mit nicht durchgehender Mörauflage. |
| - <i>arctostaphyletosum</i> | Zwischen Baum- und Waldgrenze. Pioniergesellschaft . |
| Vaccinio-Piceion | Saure oder versauernde Böden auf Silikat- und gemischtem Karbonat-Silikat-Muttergestein. Klimax- , seltener Dauergesellschaften. |
| Unterverband | |
| Abieto-Piceion | Schwach podsolierte Braunerdeböden der montanen Stufe. Bis 1200 (1400) m. |
| Piceetum montanum | Nördliche und zentrale Alpentäler. Höhere Lagen in Mittelgebirgen. |
| - <i>galietosum</i> | Mässig feuchte Gebiete Nord- und Westbindens. |
| - <i>nielicetosum</i> | Inneralpine Taler mit geringen Niederschlägen. |

Piceetum transalpinum

Niederschlagsreiche südalpine Alpentäler 800–1400 m, Silikatunterlage.

Unterverband

Rhodoreto-Vaccinion

Subalpine Stufe von 1500–2400 m. Saure Böden; ursprünglich evtl. vorhandenes **Erdalkalibicarbonat** aus dem **Wurzelraum** ausgewaschen.

Piceetum subalpinum

Aussenketten der Alpen, auf **Schattenhängen** der **Innenketten**. Klima ± **ausgeglichen**, weniger **winterkalt**, **luftfeuchter** als im **Alpeninnern**.

- *myrtilletosum*
- *sphagnetosiin*

Luftfeuchte Lagen. Normaldrainierte Böden.

Vernässte Bündnerschiefer- und Flyschböden.

Prätigau, Davos.

Ozeanisch getöntes **Klima**, **Silikatuntergrund.**

Bündner Oberland.

Wärmere, trockenere Lagen.

Inneralpine Täler. Trockene **Moränen** und **Rundhöcker.**

- *vaccinietosum*
- *pinetosum*

Rhodoreto-Vaccinietum

Klima extremer, **winterkälter**, **lufttrockener.** **Innenketten der Alpen.** **höhere Lagen** der **Aussenketten.** Fragmente im Hochjura.

Böden mit mächtiger Mörauflage.

Mörauflage geringer. **Zusammenhängender Wurzelfilz.** Wald **durchlichtet.**

Böden mit sehr starker Mörauflage auf Muttergestein mit meist sehr hohem **Erdalkalibicarbonatgehalt.** Besonders an der Waldgrenze.

- *cembretosum*
- *calamagrostidetosum*

- *mugetosum*

Salicetum helveticae

Standort **baumfeindlich**: klimatisch sehr ungünstige Stellen an und oberhalb der Waldgrenze, auf **initialen** Böden über Silikat-Blockschutt.

Empetreto-Vaccinietum

Standort günstiger und weniger **rauh**; meist **N-Lagen.** **Bodenbildung** fortgeschrittener.

- *hylocomietosum*

Windgeschützt, **mässig** feucht, lange **Schneebedeckung.**

- *cettrarietosum*
- *vaccinietosum*

Etwas windausgesetzt, **geringere Schneebedeckung.** **Luftfeuchtere** Gebiete. **Vorderrheintal.**

Juniperetonanae

Standort meist **baumfeindlich**: Alluvionen, Lawinenhänge, schwach bestossene **Alpweiden**, jedoch geschützte warme **Lagen.** **Initial- und Dauergesellschaften.**

Junipereto-Arctostaphyletum

- *juniperetosum*

Besonders in den **inneralpinen** Tälern; in den **Aussenketten** selten, an warmen Steilhängen auf **flachgründigem**, saurem Boden.

- *callunetosum*

Aussenketten der Alpen; in den inneralpinen Tälern auf **tiefergründigen**, nicht selten **podsolierten** Böden.

Loiseleurieto-Vaccinion

Standort **baumfeindlich**: **Windecken**, dem Frost und der **Austrocknung** ausgesetzt. **Kalkmeidende Dauergesellschaften** an und über der Waldgrenze:

Loiseleurieto-Cetrarietum

- *alectorietosum*
- *cladinetonium*

Sehr flachgründige Böden. **Stark windausgesetzt.** **Tiefergründige Böden.** Weniger **windausgesetzt.**

Literaturverzeichnis

- AICHINGER, E., Vegetationskunde der **Karawanken**. Pflanzensoziologie Bd. 2, Jena 1933.
- AMBERG, K., Der **Pilatus** in seinen **pflanzengeographischen** und wirtschaftlichen **Verhältnissen**. Mitt. Naturforsch. Gesell. **Luzern VII. Luzern** 1916.
- BANNES-PUYGIRON, G. DE, Le Valentinois Meridional. **Esquisse phytosociologique**. Comm. S.I.G.M.A. n° 19, **Montpellier** 1933.
- BECKER, Y., GUYOT, L., MASSENOT, M., et MONTÉCUT, J., Sur la **présence d'excrétats racinaires toxiques dans le sol de certains groupements végétaux spontanés**. Académie d'Agriculture de France, **Séance du 13 décembre** 1950.
- BEGER, K. H. E., **Assoziationsstudien in der Waldstufe des Schanfiggs**. Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubündens, **Chur** 1922.
- BILLWILLER, R., Die klimatischen Verhältnisse im Schweizerischen Nationalpark. In St. Brunies: **Der Schweizerische Nationalpark**, 4. Aufl. Basel 1848, p. 104–112.
- BOESCH, H., Geologische Skizze des Schweizerischen Nationalparkes. *Ibid.*, p. 84–100.
- BRAUN, J., Die **Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen**. Ein Bild des **Pflanzenlebens** an seinen **äussersten** Grenzen. **Neue Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Gesell.** Bd. **XLVIII**, 1913.
- BRAUN-BLANQUET, J., Die **Föhrenregion der Zentralalpentäler** insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. **Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Gesell.** II. Teil, **Schuls** 1916.
- **Zur** Vegetation der **oberrheinischen Kalkhügel**. **Beitr. zur Naturdenkmalpflege** Bd. **XIV**, 1931.
- Zur Kenntnis **nordschweizerischer Waldgesellschaften**. **Beih. zum Bot. Centralbl.** Bd. **XLIX**, Comm. S.I.G.M.A. n° 17, **Dresden** 1932.
- **Über die Pflanzendecke** der Gebirge zwischen Zernez und Reschenscheideck. **Clubführer des Schweiz. Alpenclub**, Bündner Alpen, Comm. S.I.G.M.A. Nr. 91, 1946.
- La **végétation alpine des Pyrénées Orientales**. **Etude de phytosociologie comparée**. **Monogr. de la Estación de Estudios Pirenaicos**, y del Inst. **Esp. de Edafol., Ecol. y Fisiol. veget.** Bot. 1, N. Gen. 9, Comm. S.I.G.M.A. n° 98, **Barcelona** 1948.
- **Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians**. **Vegetatio** vol. **I**, fasc. 1–5, vol. **II**, fasc. 1–5, 1948–1949.
- Pflanzensoziologie. **Grundzüge der Vegetationskunde**. 2. Auflage. **Wien** 1951.
- und JENNY, H., **Vegetationsentwicklung und Bodenbildung** in der alpinen Stufe der **Zentralalpen**. **Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Gesell.** Bd. **LXIII**, **Abh.** 2, **Zürich** 1926.
- und G., **Recherches Phytogéographiques sur le Massif du Gross Glockner (Hohe Tauern)**. Comm. S.I.G.M.A. n° 13, **Grenoble** 1931.
- , SISSINGH, G. und VLEGER, J., **Prodromus der Pflanzengesellschaften, Klasse der Vaccinio-Piceetea**. fasc. 6, 1939.
- und RICHARD, F., **Groupements végétaux et sols du bassin de Sierre**. **Bull. de la Murithienne**, fase. **LXVI**, Comm. S.I.G.M.A. n° 104, 1949.
- , PINTO DA SILVA, A. R., ROZEIRA, A. et FONTES, F., **Resultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen**. I. **Une incursion dans la Serra de Estrela**. **Agronomia Lusitana** vol. **XIV**, 4, 1952.
- BRUNIES, S. E., Die Flora des **Ofengebietes** (Südost-Graubünden). Ein floristischer und **pflanzengeographischer Beitrag zur Erforschung** Graubündens. **Chur** 1906.
- BRUNIES, St., **Der Schweizerische Nationalpark**, 4. Aufl. **Basel** 1948.
- CHRIST, H., **Das Pflanzenleben der Schweiz**. **Zürich** 1879.
- DUTOIT, D., **Les Associations Végétales des Sous-Alpes de Vevey (Suisse)**. **Evian-les-Bains** 1924.
- FREI, E., Morphologische, chemische und kolloid-chemische Untersuchung **subalpiner** Weide- und Waldböden der **Rendzina-** und der **Podsolserie**. Ein Beitrag zur **Humusklassifizierung**. **Ber. Schweiz. Bot. Ges.** Bd. 54, 1944.
- FREY, Ed., Die **Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend** im Gebiet der zukünftigen Stauseen. **Bern** 1922.
- **Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin**. I. Die **diskokarpen** Blatt- und **Strauchflechten**. **Ergebn. der wissenschaftl. Untersuch. des Schweiz. Nationalparkes**. Bd. **III**. **Liestal** 1952.

- GONZALEZ-ALBO, J., Datos sobre la Flora y Fitosociologia de la provincia de Madrid. Bol. Soc. Espan. Hist. Nat. t. 37, Comm. S.I.G.M.A. Nr. 60, 1938.
- GUINOCHE, M., Observations sur la végétation des étages montagnard et subalpin dans le bassin du Giffre (Baute-Savoie). Rev. gen. de Bot. t. 51, 1939, Paris 1940.
- HAGER, K., Die Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal (Kanton Graubünden). Bern 1916.
- HUECK, H. J., Myco-Sociological methods of investigation. Vegetatio vol. IV, 1952.
- KELLER, P., Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Granbündens. Beihefte Bot. Centralbl. XLVI Bd., Abt. II, 1930.
- KERNER, A., Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck 1863.
- KUOCH, R., Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Mitt. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XL. Bd., Zürich 1954 (im Druck).
- LIPPMAA, T., Aperçu général sur la végétation autochtone du Lautaret (Hautes-Alpes). Acta Inst. et Horti Botan. Univ. Tartuensis, vol. III, fasc. 3, Tartu 1933.
- LÜDI, W., Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Ber. Schweiz. Bot. Ges. H. 30, Zürich 1921.
- MEYLAN, CH., Les Muscinées du Parc National suisse et des territoires qui l'entourent. Resultats des rech. scient. entreprises au Parc National suisse. Bd. I, Aarau 1940.
- MOOR, M., Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz, H. 31, Bern 1952.
- NIGG, F., Floristische Notizen aus der Vorderrheinschlucht. Jahresber. Nat. Ges. Graub. LXIV, 1924/1926.
- NORDHAGEN, R., Versuch einer neuen Einteilung der subalpin-alpinen Vegetation Norwegens. Bergens Museum Arbok, Nr. 7, 1936.
- PALLMANN, H., Pedologie et Phytosociologie. C.R. Congrès International de Pedologie Montpellier - Alger 1947.
- Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Eidgenöss. Techn. Hochsch. Kultur- und staatswissenschaftliche Schriften 60, Zürich 1948.
- und HAFTER, P., Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin mit besonderer Berücksichtigung der Zwergstrauchgesellschaften der Ordnung Rhodoreto-Vaccinietalia. Ber. Schweiz. Bot. Ges. Bd. 42, Comm. S.I.G.M.A. Nr. 26, 1933.
- HASLER, A. und SCHMUZIGER, A., Beitrag zur Kenntnis der alpinen Eisen- und Humuspodsole. Bodenkunde und Pflanzenernährung Bd. 9/10, 1938.
- und FREI, E., Beitrag zur Kenntnis der Lokalklimate einiger kennzeichnender Waldgesellschaften des Schweizerischen Nationalparks (Fuorn). Ergebn. der wissenschaftl. Unters. Schweiz. Nationalparks Bd. I, H. 10, Aarau 1943.
- RICHARD, F., und BACH, R., Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10. Kongress des Internat. Verbandes forstl. Versuchsanstalten, Zürich 1948.
- PICTET, A., Les macrolépidoptères du Parc National suisse et des régions limitrophes. Résultats des rech. scient. entreprises au Parc National suisse, Bd. I, Aarau 1942.
- RICHARD, F., Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiss-Testschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. Mitteil. Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen. XXIV. Bd., Zürich 1945.
- SCHMID, E., Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. zur geobot. Landesaufn. der Schweiz, H. 21, Bern 1936.
- SCHMUZIGER, A., Über die Verteilung und den Chemismus der Humusstoffe in den Profilen einiger schweizerischer Bodentypen. Diss. E.T.H., Zürich 1935.
- SCHNYDER, A., Floristische und Vegetationsstudien im Alviergebiet. 1-11. Mitteil. aus dem Bot. Mus. der Univ. Zürich CXXXV, 1930.
- STAUB, R., Zur Frage einer Schlussvereisung im Berninagebiet zwischen Bergell, Oberengadin und Puschlav. Eclogae Geolog. Helvet. 31, 1, 1938.
- STEINER, M., Winterliches Bioklima und Wasserhaushalt der Pflanzen an der alpinen Baumgrenze. Bioklimat. Beiblätter, H. 2, 1935.
- TOMAZIC, G., Asociacije Borovih Gozdov v Sloveniji. I. Baziljni Borovi Gozdi. Ljubljana 1940.
- ULMER, W., Über den Jahresgang der Frosthärte einiger immergrüner Arten der alpinen Stufe, sowie der Zirbe und Fichte. Leipzig 1937.

- VISCHER, W., Botanische Untersuchungen. **Symposium über die Biologie des Bodens. Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark. Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Gesell. Davos 1950.**
- VOLK, O. H., und BRAUN-BLANQUET, J., Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvvegetation im **Churer Rheintal und Domleschg. Jahresber. Naturforsch. Gesell. Graub. LXXVI Bd., Comm. S.I.G.M.A. Nr. 72, Chur 1940.**
- WINTELER, R., Studien **über Soziologie und Verbreitung der Wälder, Sträucher und Zwergsträucher des Serfnftales, Mitteil. aus dem Bot. Museum der Univ. Zürich CXIX, 1927.**

des Bodens. Unter-
orsch. Gesell. Davos

ersuchungen an der
rsch. Gesell. Graub.

äucher und Zwerg-
XIX, 1927.

Abbildungen



Abbildung 1. Das glazial erweiterte Fuorntal. Blick gegen Südosten.

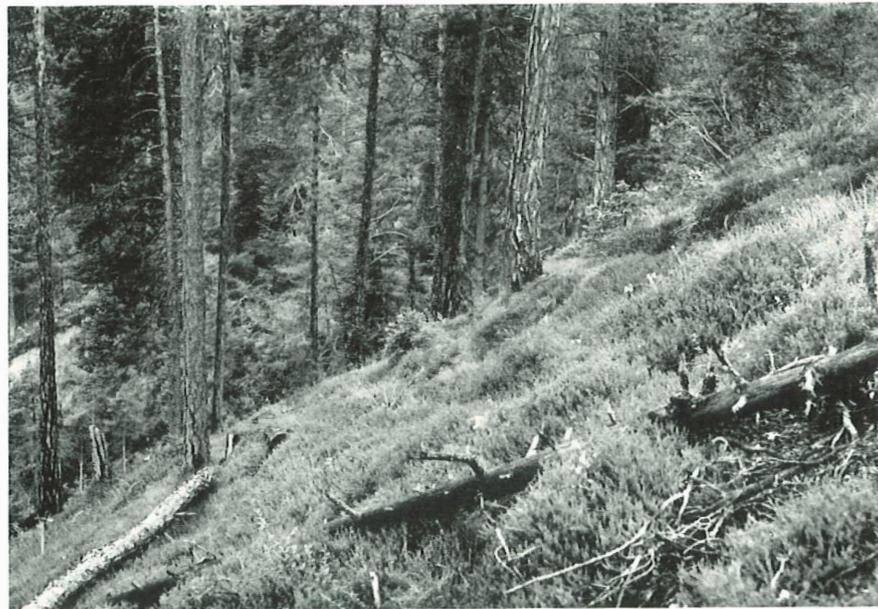


Abbildung 2. *Ericeto-Pinetum*. Rheinschlucht bei Versam.

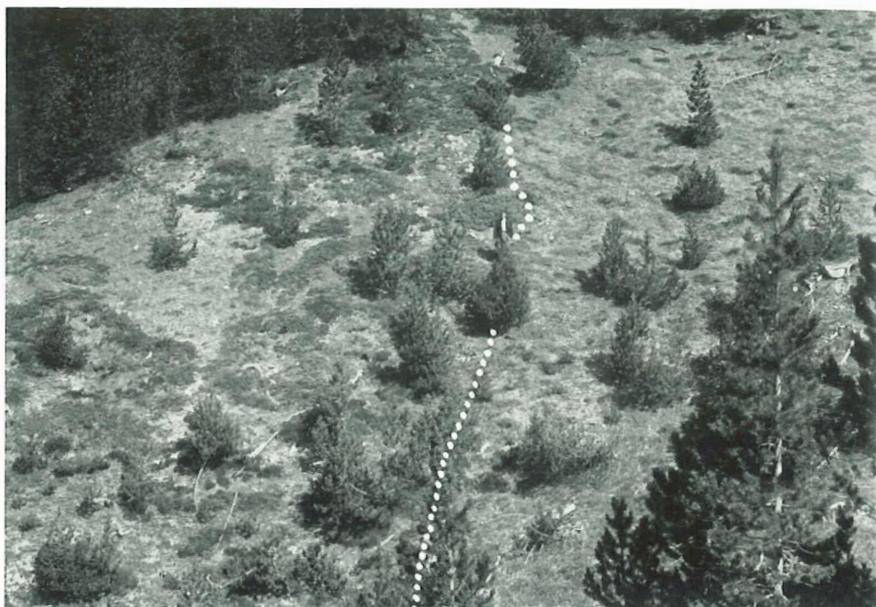


Abbildung 3. *Pineto-Caricetum humilis*. *Arciostnphylos*-Variante auf skelettiger Unterlage (links), *Cnrex humilis*-Variante auf feinerdereichler Unterlege (rechts). Weggabelung Val Ftur-Alp Grimels.



Abbildung 4. *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*. Unterwuchs *Erica carnea*. Val del Botch.



Untertiger Unterlage (rechts).



Val del Botch.

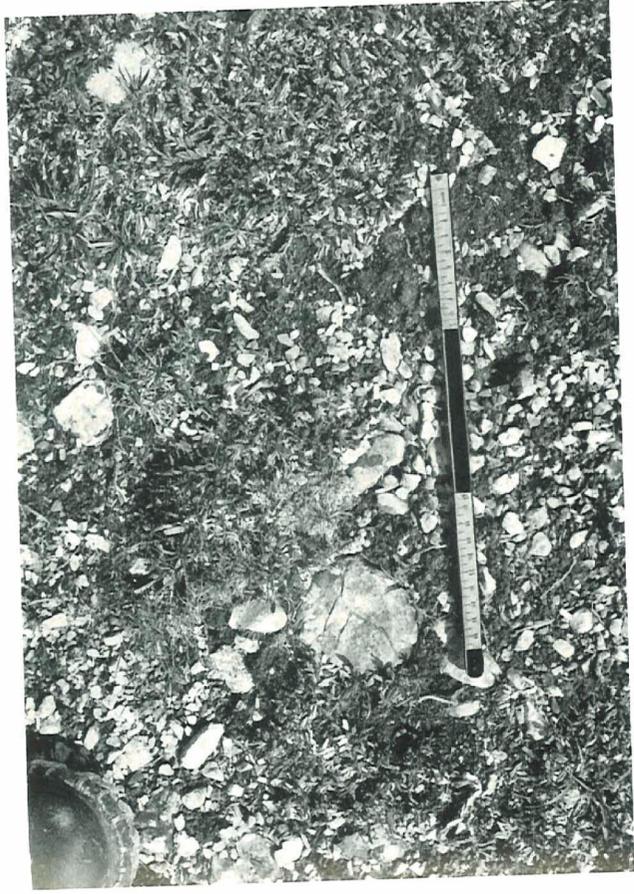


Abbildung 5. *Dryas octopetala* auf Schwemmschutt. Weiter bereitet für das *Mugo-Ericetum cartetosum humilis*. Buffalora.

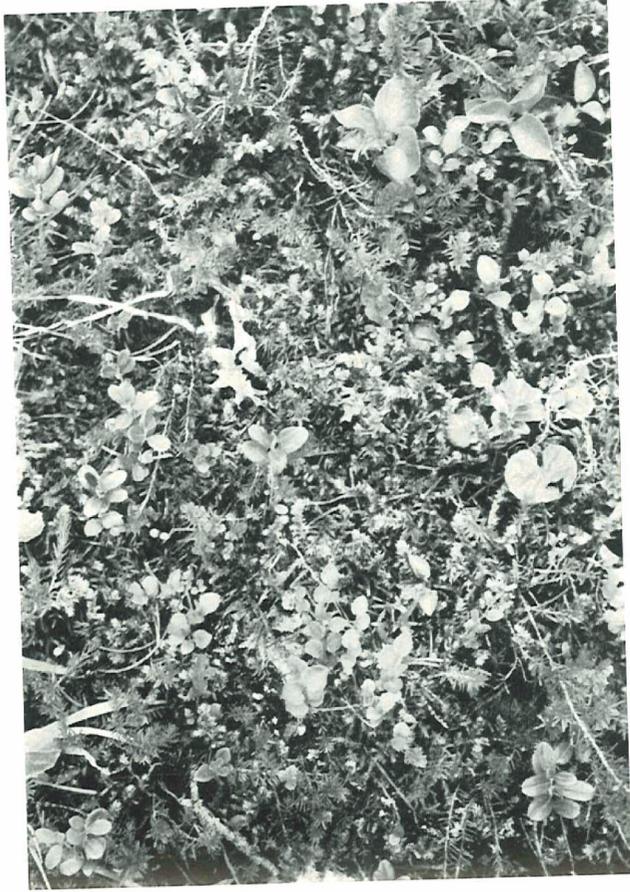


Abbildung 6. Zwergstrauchdecke im *Mugo-Ericetum hylocomiosum* (*Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Pyrola secunda*, *Homogyne alpina*, *Cetraria islandica*). Posa-Hügel beim Fuorn.

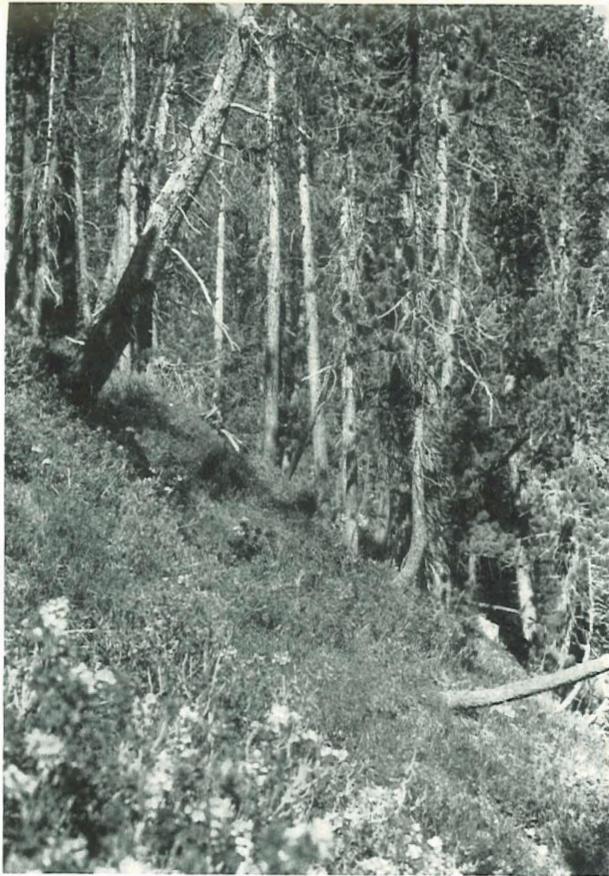


Abbildung 7. *Mugeto-Rhodoretum hirsuti hylocomietosum*.
Stabel-chod.

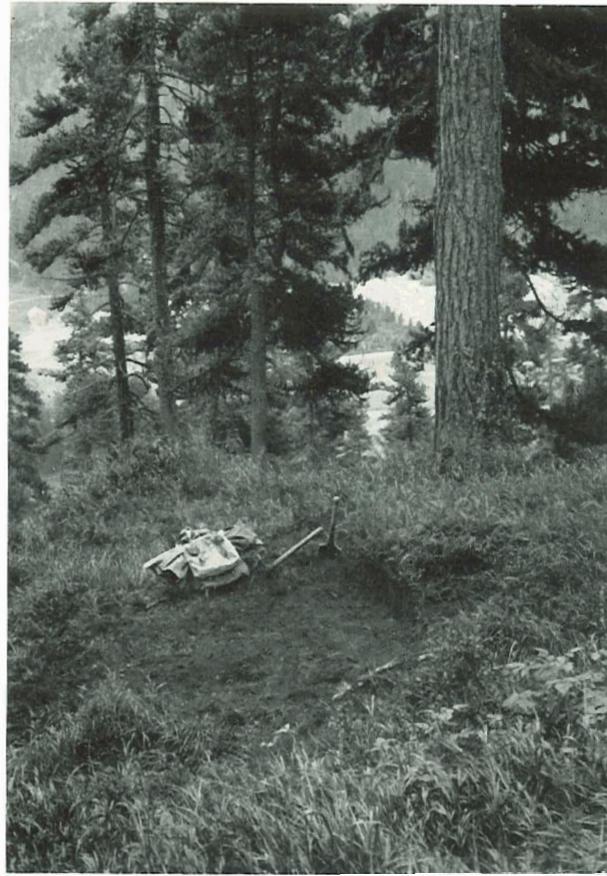


Abbildung 8. *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum*.
St. Moritz.



Abbildung 9. *Rhodoreio-Vaccinietsm cembretosum*. Selbststüüigung des Klimaxwaldes. *Pinus mugo* durch Schneedruck entwurzelt, *Pinus cembra* unbeschädigt. Fuorn gegen Val Chavagl.



Abbildung 10. *Empetrium hermaphroditum* als Blockbesiedler. Giufplan.

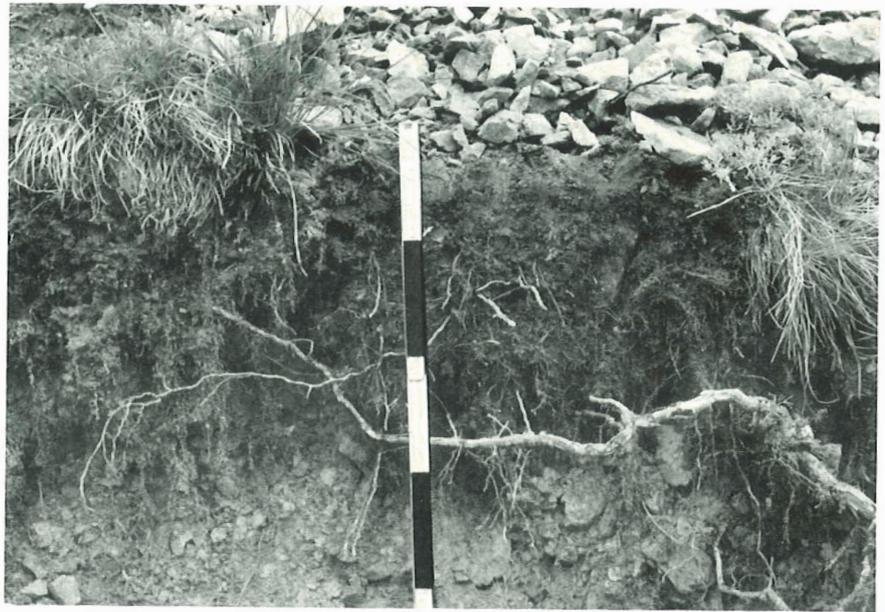


Abbildung 11. Initialer subalpiner Wald-Humuskarbonatboden (scheinbarer Karbonat-Rohboden) unter *Pineto-Caricetum humilis*, Val Naira,



Abbildung 12. Flachgründiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden mit schwacher Mörauflage unter *Mugeto-Ericetum cariceiosum humilis*, Buffalora gegen Piz Nair,



Abbildung 14. A₀-A₁-Variante des sehr stark deckenmörigen subalpinen Wald-Humuskarbonatbodens unter *Mugo-Rhodoretum hirsuti hylcomietosum*. Plan dels Bovs.

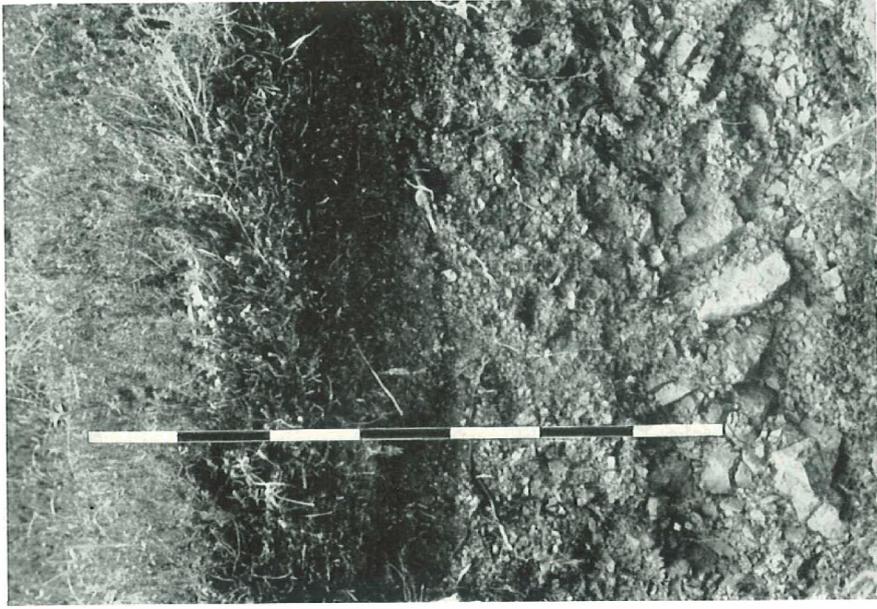


Abbildung 13. Mittel- bis tiefgründiger subalpiner Wald-Humuskarbonatboden mit mässiger Mörtauflage unter *Mugo-Ericetum hylcomietosum*. Posa-Hügel beim Fuorn.



Abbildung 15. A₂-Variante des subalpinen Wald-Eisenpod-
sols unter *Rhodoro- Vaccinium cembraosum*.
Buffalora dadoura.

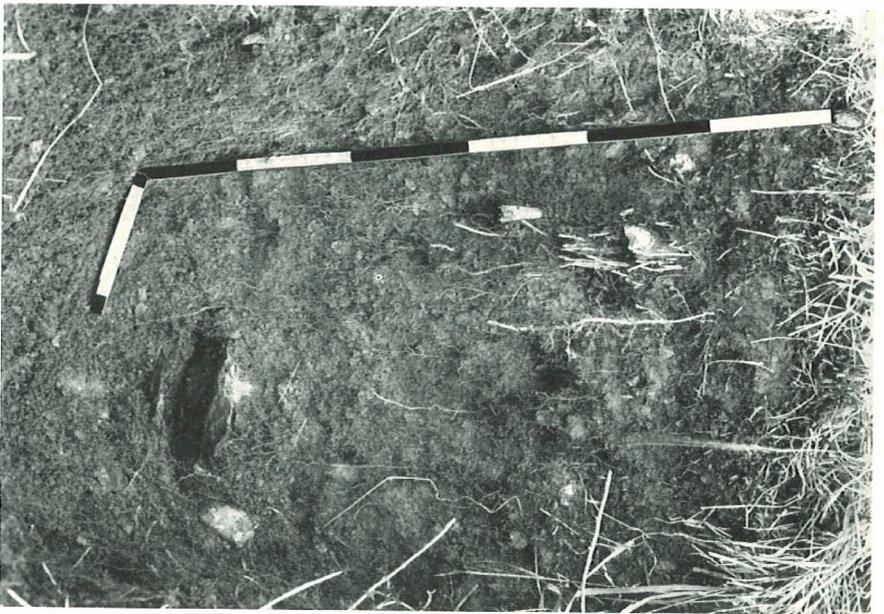


Abbildung 16. Subalpine sekundäre podsolige Braunerde
unter *Rhodoro- Vaccinium calnagrostide-*
osum. Lawinenzug, St. Moritz.



Abbildung 17. *Juniperus communis* ssp. *nana* als Blockbesiedler. Giufplan.