Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern

Band: - (1921)

Artikel: Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen : ein Beitrag zur Kenntnis der Bediedlungsweise von kalkarmen Silikatfels- und Silikatschuttböden

Autor: Frey, E.

Kapitel: 8: Sukzessionen auf Schutt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319289

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

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

sionen konvergiert immer mehr, bis schliesslich mit dem vollständigen Schluss der Gefässpflanzendecke die Sukzession einheitlich verläuft (vergl. p. 128—30). Zwei anfänglich unabhängige, sehr ungleiche Standorte sind durch die biotische Sukzession zu einem einheitlichen Standort geworden.

Wollten wir die Besiedlung der Felsstandorte in einem einheitlich zusammengefassten Schema darstellen, so ergäbe sich eine Sukzession von Assoziationskomplexen. Dabei müssen wir uns aber bewusst sein, dass es sich nicht um Sukzessionen von Assoziationen kurzweg handelt, sondern um Sukzessionen der Vegetation auf topographisch einheitlichen Standorten. Solche Schemata würden aber weniger übersichtlich sein als das obige. Einzig für die einfachen Verhältnisse, wie sie etwa für die Rundhöcker der alpinen Stufe (die topographische Begrenzung und die floristisch-physiognomische decken sich in diesem Falle fast völlig) beschrieben wurden, lassen sich in ein einfaches Schema fassen: Agrostis rupestris - Biatorella testudinea - Komp. → Carex curvula - Gyrophora cylindrica - Komp. → Carex curvula - Alectoria-Komp. → Carex curvula - Ass.

8. Kapitel. Sukzessionen auf Schutt.

Ueber die Oekologie der Schutt- und Geröllpflanzen sind schon verschiedene bedeutende Arbeiten geliefert worden, ich verweise besonders auf Hess (41), Schroeter (72) und Braun (19). Lüdi (53/54) hat die Sukzessionen unter allgemeinen Gesichtspunkten für das Lauterbrunnental geschildert, seine Arbeit kann als grundlegend betrachtet werden, weshalb ich mich etwas kürzer fassen kann, als es bei der Besprechung der Sukzessionen auf Fels geschah. Da die Alluvionen in den zukünftigen Stauseeböden im Mittelpunkt unseres Interesses stehen, sollen die Sukzessionen auf den Sanderebenen die eingehendste Besprechung erfahren.

I. Klassifikation der Schuttstandorte.

Die Einteilung nach der Korngrösse ist in der Profiltafel XI enthalten; eine weitergehende Einteilung hätte nur dann einen Wert, wenn man nach den Methoden der mechanischen Bodenanalyse (vergl. Raman, 65, p. 284 u. ff.) systematische Untersuchungen machen würde.

Die folgende Einteilung enthält auch die für die einzelnen Standorte charakteristischen Assoziationen oder Arten; sie soll nicht all-

gemeinen Charakter haben, sondern sich nur auf die Möglichkeiten in unserem Untersuchungsgebiet beziehen.

A. Beweglicher Schutt.

a) **Das Grobmaterial ist eckig,** der Schutt in der Regel nicht mehrmals transportiert.

1. Geröllhalden.
   - α) In den Schieferzonen, leicht beweglich. Blöcke gleichmässig gross, nur in der alpinen Stufe: *Sieversia reptans, Androsace alpina, Oxyria.*
   - β) In den Zonen der bankigen Gneise und Granite. Grosse Blöcke, dazwischen Feinschutt.
     - aa) In der alpinen Stufe: *Luzula spadicea-reiche Oxyria digyna-Ass.*
     - bb) In der montan-subalp. Stufe: *Allosorus crispus-Ass.*
2. Oberflächen-Moränen (die bewegl. Seiten-Moränen fallen unter 1): Vergleiche die Liste der Unteraargletscher-Mittelmoräne, p. 144).

b) **Das Grobmaterial ist gerundet (Kies),** der Schutt mehrmals transportiert; Flussgeschiebe: *Epilobium Fleischeri, Rumex scutatus, Linaria alpina.*

B. Ruhender Schutt.

a) **Nivalstufe und Curvuletumstufe.**

1. Lange Schneebedeckung: *Schneetälchenvegetation.*
   - α) Boden wasserzügig: *Carex foetida-Ass., Salix herbacea-Ass.*
   - β) Boden lehmig-tonig, zur Versumpfung neigend: *Carex fusca v. alpina und C. Lachenalii.*
2. Weniger lange Schneebedeckung.
   - α) Subnivale Stufe und windgepeitschte Gräte der Curvuletumstufe: *Dikotylenpolster.*
   - β) Curvuletumstufe, nicht extrem windexponiert: *Senecio incanus-Ass.*

b) **Subalpine Stufe und Nardetumstufe.**

1. Mässig feucht bis trocken.
   - α) Blockschuttfelder, Bergstürze: *Allosorus crispus-Ass.*
   - β) Fluvioglaziale Schotter.
     - aa) Blockschutt, Kies und Feinschutt vorherrschend: *Rumex scutatus, Epilobium Fleischeri.*
     - bb) Kies, Grus und Sand vorherrschend, trocken: *Rhacomitrium canescens-Ass.*
     - cc) Feinsand und Ton vorherrschend, feucht: *Trifolium pallescens-Ass.*

dd) Feinsand und Ton vorherrschend, trocken: *xerophytische Lebermoose,* vor allem Gymnomitrium varians.

2. Sehr feucht, vom Wasser durchflossen, zur Versumpfung neigend.
   α) Von sauerstoffreichem Wasser durchflossen.
      aa) Nardetumstufe: *Moosreiche Epilobium alsinifolium-Ass.*
      bb) Rhodoretumstufe: *Carex frigida-Ass., Salices.*
   β) Das Wasser stagniert, ungenügender Wasserabfluss, lehmiger, toniger Boden.
      aa) Rhodoretumstufe und günstige Expos. in der Nardetumstufe: *Carex fusca-Ass.*
      bb) Schattenlage, ausnahmsweise auch in der Rhodoretumstufe (z. B. Gelmerboden): *Gleich wie B. a) 1.* β).

Zu dieser Einteilung ist zu bemerken, dass die Abgrenzung keine so scharfe sein kann. So sind z. B. in den Gletscherböden rein glaziale Bildungen, fluvioglaziale Schotter und Flussgeschiebe wirr durcheinander gelagert, so dass man besser tut, nicht allzu sehr zu detaillieren und mehr die Korngrösse als Einteilungsprinzip anzuwenden. Wir werden deshalb A b) zu B b) 1. β) ziehen und zuerst die Sukzessionen der alpinen und dann die der subalpinen Stufe behandeln.

II. Sukzessionen auf Schutt in der alpinen Stufe.

A. Vom beweglichen Schutt ausgehend. W. Lüdi (54) erwähnt, dass die Zahl der Schuttfestiger im kalkarmen Geröll viel kleiner sei als auf Kalkgeröll, und dass für das Lauterbrunnental nur sechs Arten als solche in Betracht kommen: «Festuca violacea, Carex foetida, C. sempervirens, Juncus trifidus, Luzula spadicea und Salix retusa».

An Stelle von Carex foetida möchte ich Poa laxa setzen. Carex foetida ist in unserem Gebiet massenhaft verbreitet, hält sich aber an den schon gefestigten Schutt, im beweglichen habe ich sie nie beobachtet. Poa laxa vermag dagegen im Feinschutt (Hess, 41, p. 61) als Stauer zu wirken. Luzula spadicea ist der häufigste und mit Salix retusa der wirksamste Stauer. Doch sind bekanntlich die Gneis- und Granitschutthalden nie so beweglich; der Böschungswinkel beträgt nach Piwowar (64) 34° resp. 37° und ist bei Durchnässung beim Granitschutt nur um 1° geringer, also noch 36°.

Aus der Tabelle p. 72/73 ist ersichtlich, dass Oxyria digyna auf den Schutthalden des Grimselgebietes nicht besonders häufig ist. Der Protogin hat die Eigenschaft, in grossen Blöcken sich abzu-

sondern, ziemlich lange in dieser Form zu verharren und dann relativ rasch in Grus und Feinerde zu zerfallen. Oxyria aber zieht den Schutt vor, der aus gleichmässigen Blöcken und wenig Feinerde zusammengesetzt ist.

Lüdi bezeichnet die Flora des kalkarmen Silikatschuttes als «Oxyrietum digynae» und erwähnt als Siedlungsbeispiel eine Aufnahme, die er mit mir am Ewigschneehorn gemacht hat (54, p. 250); sie entspricht ungefähr der Nr. 16 aus Tab. VII, p. 72, welche wir (vergl. Braun, 21, p. 41, und Lüdi, 54, p. 212) als **Androsace alpina-Subass.** betrachten. Diese entwickelt sich in der Regel zum Festuca violacea-Treppenrasen und dann zum Curvuletum, Elynetum oder Nardetum. Sieversia reptans scheint als Ch_1 dieses Vereins nach der Verbreitung in unserem Gebiet einen gewissen, wenn auch geringen Kalkgehalt vorzuziehen. Luzula spadicea tritt in dieser Subassoziation deutlich zurück. Androsace alpina, Linaria alpina, die Cerastien und Saxifragen treten in den Vordergrund; es sind meistens Formen, die mit dem Rieselschutt wandern.

In allen andern als den Schieferschutthalden ist der Schutt ziemlich ruhig und rutscht meistens nur in Komplexen, besonders wenn grössere Blöcke in Bewegung geraten. Ferner kann man oft beobachten, wie Rasen von Luzula spadicea als Ganzes rutschen Reinbestände der braunen Simse sind häufig infolge ihrer vegetativen Vermehrung, die die Pflanze auch an lange Schneebedeckung anpasst. Diese Reinbestände stauen den Schutt oft in erheblichem Masse (vergl. Nr. 8 u. 9, p. 74). Moose stellen sich erst ein, wenn der Schutt einigermassen gefestigt ist, und suchen die Umgebung grösserer Blöcke auf. Dicranoweisia crispula, Dicranum Starkei und Bryum pallescens sind die ersten unter ihnen. Auf die **Luzula spadicea-reiche Oxyria digyna-Ass.** (= Spadiceeto-Oxyrietum) folgt meist das **Curvuletum.** Wo in grossen Schutthalden Felsköpfe oder grosse Blöcke den Schutt stauen, wächst ein Curvuletum als Insel in der leicht beweglichen «edaphischen Einöde».

Stellenweise tritt auch Salix herbacea in noch beweglichen Schutthalden auf, häufiger aber ist Salix retusa, die mit Festuca nigricans in Nordexposition in der Nardetumstufe sich vereint, seltener in Südexposition der Curvuletumstufe. Doch geht diesen Vorkommnissen meist ein Spadiceeto-Oxyrietum voraus.

Ein Höchstvorkommen der Besiedlungsfolge: Spadiceeto-Oxyrietum → Festuca nigricans-Subass. zeigt folgende Siedlung:

Ewigschneehorn, 2920 m, SW-Exp., am Fuss der Gratfelsen.

2 Festuca nigricans	1 Silene acaulis
1 » intercedens	1 Sempervivum montanum
2 Anthoxanthum odoratum	1 Sieversia reptans
1 Agrostis rupestris	1 « montana
1 Carex nigra	2 Sibbaldia procumbens
2 Juncus Jacquini	2 Alchemilla glaberrima
2 Luzula spadicea	1 » hybrida
2 Poa alpina	1 Trifolium badium
1 » laxa	2 » pallescens
Salix retusa	2 Veronica alpina
2 Cerastium uniflorum	1 » fruticans
1 » pedunculatum	3 Chrysanthemum alpinum
1 » strictum	1 Taraxacum alpinum.

Nicht selten geht das Spadiceeto-Oxyrietum in einen Poa alpina-reichen Rasen über (mit Alchemilla pentaphyllea, A. glaberrima u. a. Konstituenten der Vereine, die sonst in Schneetälchen auftreten). Dieser entwickelt sich dann zum Curvuletum. Man kann dieses «Poetum alpinae» (vergl. Lüdi, 47, p. 249) als Subassoziation zur Festuca rubra comm.-Ass. stellen. Bleiben die edaphischen Standortsfaktoren unverändert, bleibt also der Schutt feucht, so folgt auf die **Festuca nigricans-Subass. die F. rubra commutata-Ass.**, wie sie von Lüdi (54, p. 247) beschrieben wird. Da der Schritt in der Sukzession kein grosser ist, darf man vielleicht beide Stadien als eines auffassen, woraus sich weiter ergibt, dass auch vom genetisch-dynamischen Standpunkt aus der Verein von Festuca nigricans als Subassoziation zu demjenigen von F. rubra comm. gestellt werden darf.

In N-Exp. geht die **Salix retusa-reiche Festuca nigricans-Subass.** über in einen Mischverein, der sich langsam zu einem moos- und flechtenreichen Spalierstrauchverein entwickelt. Folgende Siedlung aus dem Nordhang des Zinkenstockes zwischen 2150 und 2300 m zeichnet diese Besiedlungsfolge:

Ein Salix retusa-reicher F. nigricans-Treppenrasen, wie er etwa durch Nr. 18, p. 56 u. 59 dargestellt ist, wird von Salix herbacea, Vaccinium uliginosum, Arctostaphylos alpina, Empetrum und stellenweise schliesslich auch von Loiseleuria besiedelt, zwischen denen die Schuttpflanzen sich noch lange erhalten, vor allem:

Silene acaulis	Chrysanthemum alpinum
Minuartia sedoides	Doronicum Clusii
Saxifraga Seguieri	Solorina crocea
» Androsacea	Cladonia silvatica
Sibbaldia procumbens	» alpestris
Gentiana bav. subacaulis	

Eine dichte Moosvegetation durchwirkt Rasen und Gesträuch:

Polytrichum alpinum	Desmatodon latifolius
» juniperinum	Hylocomium Schreberi
Dicranum Starkei	Rhytidium rugosum.

Nardus, Festuca rubra und Calluna fehlen dem N-Hang des Zinkenstockes gänzlich. Während auf dem gegenüberliegenden S-Hang die Festuca rubra comm.-Ass., die auf die Festuca nigricans-Subass. oder auf das Spadiceeto-Oxyrietum folgt, sich rasch zum **Nardetum** entwickelt, führt die Entwicklung auf dem N-Hang vom gleichen Anfangsverein (Sp.-Oxyrietum) zu einem verwandten Uebergangsverein (Salix retusa-reiche Festuca nigricans-Subass. an Stelle der Festuca rubra-Ass.). Dieser entwickelt sich aber zu einem ganz anderen Schlussverein. An Stelle des Nardetums schliesst das **Loiseleurietum** oder die **Vaccinium ulig.-Subass.** die Sukzession ab. Dieses Beispiel, das leicht durch andere vermehrt werden könnte, spricht für die Ansicht von Lüdi (54), dass das Loiseleurietum als Nebenschlussverein das Nardetum vertritt.

In den untersten Teilen der Nardetumstufe entwickelt sich das Semperviretum und seine Subassoziation von Festuca violacea in Süd-Exposition auch zum Callunetum (vergl. Nr. 16—19, p. 43/53), die Fest. nigricans-Ass. in Nord-Exposition zum Salix helvetica-Gebüsch (vergl. p. 36).

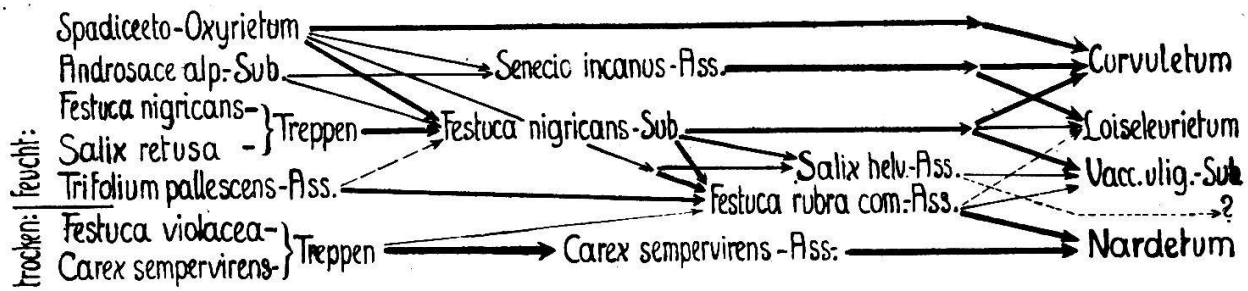
Als **Anhang** soll noch der **beweglichen Moränen** gedacht werden. Die Mittelmoräne des Unteraargletschers ist wohl in der ganzen Alpenkette in ihrer Ausdehnung einzigartig. Am Abschwung (2490 m) entsteht sie aus den Seitenmoränen des Lauter- und Finsteraaraargletschers und erstreckt sich, stellenweise in einer Mächtigkeit von mehreren Metern und einer Breite von bis 50 m und weiter unten 100 m bis zum Gletscherende, 1890 m ü. M. Dasselbe ist auf 2 km Länge ganz unter der Oberflächenmoräne verborgen, so dass Sonntagstouristen nicht selten zum Grimselhospiz mit der Klage zurückkommen, sie hätten gar keinen Gletscher gefunden. Durch die Bewegung des Eisstromes wird das Feinmaterial in die Tiefe gerüttelt, zwischen den Blöcken entstehen grosse Lufträume. Das Gesteinsmaterial ist sehr mannigfaltig. Vom extrem sauren, hellen Aplit bis zum schwarzgrünen Hornblendeschiefer, vom klotzigen Protogin bis zu den dünngeschichteten Tonschiefern, sericitischen Gneisen und Glimmerschiefern sind alle Abstufungen vorhanden. Die Artenliste der 8,5 km langen Moräne ist folgende:

— Juniperus com. montana
h — Poa nemoralis glauca
h + » laxa
+ » alpina
Festuca intercedens
— Agrostis tenella
— » alba
— » rupestris
— Deschampsia flexuosa
h + Luzula spicata
+ » spadicea
Salix retusa
» helvetica
» hastata
» arbuscula
Sagina saginoides
hh + Cerastium uniflorum
+ » pedunculatum
+ Silene acaulis
h + Minuartia sedoides
hh + Oxyria digyna
Rumex scutatus
h + Ranunculus glacialis
Cardamine resedifolia
h Arabis alpina
+ Saxifraga oppositifolia
h » exarata
hh + » bryoides
» androsacea
» stellaris
h + Sieversia reptans
h — Epilobium Fleischeri
— Rhododendron ferrugineum
Linaria alpina
— Bartsia alpina
+ Chrysanthemum alpinum
Doronicum Clusii
Achillea moschata
h + Artemisia Genipi
h + » laxa.

Die Arten mit + finden sich auch noch zwischen Pavillon Dollfuss und Abschwung, also von 2350 m an aufwärts, die mit — nur auf der Gletscherzunge bis 2000 m Höhe; h = häufig, hh = sehr häufig.

Die Artenliste zeigt, abgesehen von den zufälligen Arten, die Zugehörigkeit zur typischen Oxyria digyna-Ass. Die Pflanzen zeigen keine Beeinträchtigung ihres Wuchses, die Eisunterlage scheint also für sie (ausgenommen die Holzpflanzen) keinen Nachteil zu haben. Interessant wären vergleichende Minimaltemperatur-Messungen, die ich leider nicht machen konnte. Messungen am Tage ergaben ansehnlich hohe Temperaturen, z. B.: 28. VII. 17, 15 h. — bei 2150 m Meereshöhe Temperatur im Rasen von Saxifraga bryoides: 21° C.; im Rasen von Cerastium uniflorum: 26,5° C. bei 12,5° Lufttemperatur. Die vielen Luftporen zwischen dem Schutt wirken als Isolatoren, umsomehr, da bekanntlich die Luft über dem Gletschereis sehr trocken ist.

Schema (3) der Sukzessionen auf beweglichem Schutt in der alpinen Stufe:



B. Vom ruhenden Schutt ausgehende Sukzessionen.

a) Auf trockenen, windgefegten Schuttrücken lebt die Gesellschaft der alpinen Polsterpflanzen, wie sie Braun (19, p. 123—27) schildert. Er verweist auf die wichtige Rolle, die Moose und Flechten in diesem Dikotylenpolster-Verein spielen.

Folgende Siedlung ist ein Beispiel dieses Vereins aus etwas tiefer Höhenlage:

Grimsel, unterhalb Höhhorn, durch Felsköpfe und grosse Blöcke gut gefestigter Schuttrücken. 2500 m, W-Exp., 40° Neigung, zwischen den Blöcken Feinschutt, Grus und reichlich Erde, in den bemoosten Partien erhebliche Humusanhäufung. Die Siedlung ist ausgedehnt, hat aber einheitlich Augengneis als Unterlage.

1 Festuca violacea
1 » Halleri
2 Poa alpina
1 Anthoxanthum odoratum
* 2 Carex curvula
1 Juncus trifidus
1 Luzula spadicea
1 » spicata
2 Salix herbacea
* 3 Polygonum viviparum
2 Cerastium uniflorum
3 Silene excapa + S. acaulis
3 Minuartia sedoides
1 Ranunculus glacialis
4 Saxifraga Seguieri
1 » exarata
2 » bryoides
1 Sibbaldia procumbens
* 1 Potentilla aurea
* 1 » frigida
1 Alchemilla pentaphyllea
» glaberrima
* 2 Ligusticum simplex
1 Gentiana bavarica
2 » bav. subacaulis
* » brachyphylla
1 Gentiana nivalis
2 Veronica alpina
* 1 » bellidioides
Bartsia alpina
* 2 Pedicularis Kerneri
* 1 Erigeron uniflorus
» alpinus
2 Chrysanthemum alp.
* 1 Senecio incanus
* 1 Leontodon pyrenaicus
1 Taraxacum alpinum
2 Doronicum Clusii
* 1 Homogyne alp.
* 3 Cladonia silvatica
1 » macroceras
1 Stereocaulon alpinum
1 Thamnolia vermicularis
3 Cetraria islandica
* 3 » nivalis
1 » cucullata
1 » aculeata
1 Peltigera rufescens
1 Dicranum Starkei
3 Desmaton latifolius
u. a. Moose.

Die durch * hervorgehobenen Arten deuten das kommende Curvuletum an. Obschon Senecio incanus nur spärlich vorhanden ist, zeigt diese Siedlung die Verwandtschaft zur **Senecio incanus-Ass.** an, die durch Nr. 13—15, p. 79 (Tab. VII, p. 72) vertreten ist und rasch ohne Zwischenstadium zum Curvuletum führt, wenn der Boden nicht allzusehr dem erodierenden Wind ausgesetzt ist. Die

Liste in der erwähnten Tabelle (p. 72/73) ist noch durch die folgenden Moose und Flechten zu ergänzen (K-Konstante):

K	Polytrichum piliferum + P. alpinum		Rhacomitrium canescens
K	» juniperinum		Alectoria ochroleuca
	Ditrichum flexicaule	K	Cladonia pyxidata
K	Dicranoweisia crispula		Solorina crocea
K	Dicranum Starkei		Psora decipiens [1])
	Rhacomitrium lanuginosum	K	» demissa [1]).

An Gefässpflanzen gehören noch hinzu: Trisetum spicatum, Arenaria ciliata; Eritrichium nanum, eine Ch. dieser Assoziation, fehlt in unserm Gebiet.

Bei der Ausreifung zum Curvuletum verarmt der Verein. Die zunehmende Verarmung des Bodens an mineralischen Nährstoffen und die Anreicherung an Rohhumus schliesst z. B. Senecio incanus und Pedicularis Kerneri aus. Braun (19) betrachtet zwar S. carniolicus als Ch_1 und Pedicularis Kerneri als Ch_2 des Curvuletums. Im Saastal und auf dem Simplon konnte ich mich davon überzeugen, dass auch Senecio uniflorus den geschlossenen Krummseggenrasen liebt; anders verhält sich im Untersuchungsgebiet S. incanus.

Im Gebiet der kristallinen Schiefer, wo dieselben einen Kalkgehalt durch die Salzsäureprobe erkennen lassen, geht der Dikotylenpolster-Verein in das **Elynetum** über (vergl. p. 58). Nach den geringen Vorkommnissen in unserem Gebiet zu schliessen, wäre das Elynetum ein deutlich edaphisch bedingter Verein und könnte man es nicht gut als Nebenschlussverein betrachten. Obschon eine kräftige Humusbildung im Elynetum stattfindet, scheint es nach seinem Auftreten an den kalkhaltigen Mineralstaub gebunden zu sein, der aus dem umliegenden Gestein herbeigeweht wird. Die Elynarasen an der Oberaaralp und am Ewigschneehorn beschränken sich auf den Rand der Felsrippen und gehen hangeinwärts über in Curvuletum.

b) Die feuchten, lange Zeit schneebedeckten Schuttmulden und mässig geneigten, berieselten und ebenfalls spät schneefrei werdenden Schutthalden tragen als Anfangsverein meistens die sehr variable **Salix herbacea-Ass.**, den Hauptverein der **Schneetälchen-Vegetation** (vergl. p. 61). Da die Schneetälchen ruhenden Schutt darstellen, sind erste Anfangsstadien der Besiedlung

[1]) Diese zwei Arten schliessen einander meist aus, P. demissa meidet den Kalk, P. decipiens verlangt einen gewissen, wenn auch geringen Kalkgehalt.

selten. Am besten kann man dieselbe in den hochgelegenen Gletscheralluvionen im Bächlital und Diechtertal beobachten, stellenweise auch am Totensee auf derPasshöhe und an andern Seen, in die die Rieselbächlein Schutt hineintragen, so am Trübtensee, Tittersee etc. So lange diese Alluvionen noch «tätig» sind, ist Ranunculus glacialis die Charakterpflanze dieser Standorte. Haben sich dann die Rieselbächlein einen andern Weg gesucht, und ist der subnivale Schuttboden ruhig geworden, so siedeln sich langsam, je nach der Schneebedeckungsdauer, die Schneetälchenvereine an, und zwar als erste Anfangsvereine das **Anthelietum,** die 3 Subassoziationen der Salix herbacea-Ass. und in den schneefreiesten Lagen die **Carex foetida-Ass.** Ueber die Oekologie der Schneetälchen haben Brockmann, Rübel, Braun und zuletzt Lüdi ausführlich berichtet, so dass ich nur die Besiedlungsfolgen skizzieren will. Das Anthelietum bleibt entweder in ganz ungünstigen Verhältnissen ohne Weiterentwicklung. Die Rasen sterben fleckenweise ab, und auf den Leichen wachsen neue Antheliadecken. In etwas günstigeren Fällen reift es zum **Polytrichetum** heran, das ähnlich wie die Sphagnumpolster wächst. Während die Antheliarasen verwesen, vertorft Polytrichum sexangulare. Auch die lebermoosreiche Salix herb.-Ass., die man vielleicht auch zum Anthelietum rechnen könnte, sowie die Dicranum-reiche Ass., entwickeln sich meistens zum Polytrichetum, indem Salix herbacea und die Kräuter, die etwa anfänglich da waren, absterben. Man findet oft Polytricheta, in denen die S. herbacea-Zweige sich verästeln, aber nur noch wenige oder keine Blätter entwickeln. Man wird ganz an die Kümmerformen der Ericaceen im Sphagnetum erinnert. Die Entwicklung der kräuterreichen Salix herbacea-Ass. zum Curvuletum, wie sie Lüdi (54 p. 218—20) schildert, lässt sich häufig beobachten. Bedingung dazu ist Akkumulation von Feinschutt, Erhöhung der Mulde. Die Wuchsform von Salix herbacea ist ja wie geschaffen als Anpassung an die stetige Akkumulation von Detritus in den Schuttmulden der Schneetälchen. Die Krautweide wächst gleichsam mit dem Boden in die Höhe.

Als Nebentypen des Salicetums betrachtet Lüdi (54) auch die Carex foetida-Ass. und das «Luzuletum spadiceae». Nach den Beobachtungen in unserem Gebiet sind jedoch diese nicht gleichwertig. **Die Carex foetida-Ass.** kann sich aus der kräuterreichen S. herbacea-Ass. entwickeln. C. foetida bildet einen dichten Rasen, in dem die Krautweide schliesslich eingeht, und ferner ist in demselben immer viel mehr Humus angehäuft. Gelegentlich dominiert aller-

dings Luzula spadicea, aber nicht indem sie den Verein gleichmässig durchsetzt wie die Segge, sondern sie ist in Reinbeständen, in Herden vorhanden, und solche Siedlungen halte ich für jünger. Im typischen Foetidarasen tritt sie zurück und fehlt ihm, wenn die Assoziation in ganz flachem Boden ausreift, wobei auch die zunehmende Versauerung, wie sie bei der Ausreifung aller Böden unseres Gebietes eintritt, Hauptbedingung ist. Leider besitzen wir kein Reagens, das uns den Grad der Anreicherung an Humussäuren (moderner gesagt: den Grad der Nichtsättigung der Bodenkolloide) an Ort und Stelle anzeigen kann. Besässen wir ein solches, so würden wir jedenfalls feststellen können, dass Luzula spadicea von allen Schneetälchenpflanzen die Versauerung des Bodens am wenigsten verträgt. Am üppigsten wächst sie in ganz frischem, wasserzügigem Boden.

Dass bei der Bildung des Krautweidenvereins die Kräuter und Gräser zuerst physiognomisch dominieren, ist ganz natürlich, da Salix herbacea eine längere Entwicklung braucht, bis sie in Erscheinung tritt. Doch konnten in jungen subnivalen Alluvionen fast immer als Erstbesiedler auch winzige Keimlinge der Krautweide festgestellt werden, bestehend aus dem zarten erstjährigen Stämmchen und aus 2 Blättchen. Im Bächlitalboden z. B. konstatierte ich auf tonigem Feinschuttboden ganze Rasen solcher Keimlinge, in denen Luzula spadicea, Carex foetida, Poa alpina und die Kräuter nur ganz vereinzelt sich angesiedelt hatten.

Man darf also wohl die Carex foetida-Ass. auch aus genetisch-dynamischen Gründen als selbständige Assoziation auffassen, und zwar als Folgeverein der kräuterreichen Salix herbacea-Subass., sowie des Spadiceeto-Oxyrietums.

c) In den klimatisch ungünstig gelegenen Alluvionen spielt Salix herbacea zudem noch eine andere wichtige Rolle. Obschon es sich um zum Teil beweglichen Boden handelt, seien diese Verhältnisse doch hier erwähnt; umso mehr, da wir nachher zur Hauptsache von den Alluvionen der subalpinen Stufe sprechen wollen. Zur Krautweide gesellt sich nämlich als Festiger des Sandbodens die Var. alpina der Carex fusca, die ein ungemein dichtes, zähes und weitgreifendes Ausläufernetz treibt, das sich mit dem Gezweig der Weide verflechtet. Wenn nun derart verfestigte Böden der nachträglichen Denudation verfallen, so wird dort, wo Salix und Carex den Boden noch nicht durchsponnen haben, der Schutt weggeführt und die verfestigten Partien bleiben als Höcker bestehen

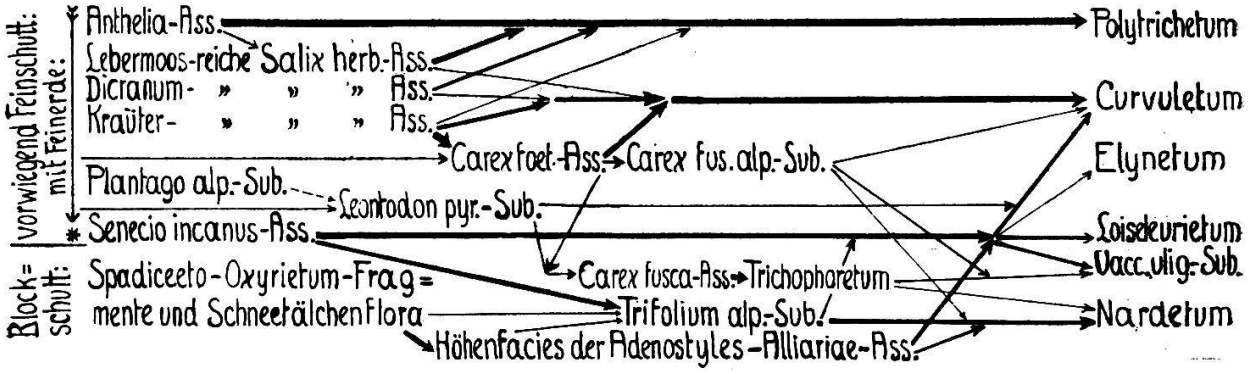
(vergl. Stäger, 75). Solche Höckerbildungen finden sich im Kleinen am Totensee und im Gelmerboden. Mit zunehmender Abtragung des umliegenden Bodens vertrocknen die Höcker auf dem Scheitel ein wenig. Polytrichum juniperinum durchsetzt den Salix-Carex-Rasen, am Fuss bildet sich eine hydrophile Moosdecke von Vertretern der lebermoosreichen- und der Dicranum-reichen Salix herbacea-Ass.

Da in diesen Alluvionen, oft auch in andern weit ausgedehnten Schneetälchen, stellenweise feiner Ton und Lehm sich absetzt, versumpfen die Schneetälchen-Vereine; die Salix herbacea-und die Carex foetida-Ass. verarmen und gehen in **Carex Lachenalii-** oder in **Carex fusca alpina-Subass.** über. Die fortdauernde Versumpfung führt oft zu Reinbeständen der beiden Carices, und nur nach einer erheblichen Tieferlegung des Grundwasserhorizontes kann man sich eine Wiederbelebung des Vereins und eine Entwicklung zum Nardetum oder Curvuletum denken, die auch über die eigentliche Carex fusca-Ass. führen kann.

Im Gebiet der Augengneise tritt die Plantago alpina-Ass. in der Nardetumstufe auf (vergl. p. 60/63), ebenso die Leontodon pyr.-Subass., in welche die erstere übergehen kann. In weniger tiefen Mulden können beide zum Nardetum, letztere auch zum Curvuletum ausreifen.

Die Blockschuttfelder der alpinen Stufe tragen eine Mischvegetation von Konstituenten der Schneetälchenvereine und des Spadiceeto-Oxyrietums. Wie sich dieselbe durch Ansiedlung von Hochstauden, Zwergweiden, anderem Zwerggesträuch und von Gräsern zum Schlussverein entwickelt, hat Lüdi (47, p. 216) gezeigt.

Schema (4) der Sukzessionen auf ruhendem Schutt in der alpin-nivalen Stufe:



III. Sukzession auf Schutt in der subalpinen Stufe.

Da es sich nur um die Schutthalden des Protoginmassivs handelt, sind die Verhältnisse sehr einheitlich. Eine jede grössere Schutthalde — es handelt sich fast ausschliesslich nur um Abwitterungshalden und Lawinenschuttkegel — ist an ihrem Fuss begrenzt durch oft riesige Blöcke. Dazwischen liegen kleinere Blöcke und herabgeschwemmte Feinerde. Der mittlere Teil der Rutschbahn ist von gleichmässig grossen Blöcken bedeckt, deren Grösse nach oben stets abnimmt; es ist der beweglichste Teil. Die oberste Partie der Halde ist von Feinmaterial gebildet, das vom Fuss der höherliegenden Felswände meist Sickerwasser bekommt, welches in der Mittelpartie rasch versickert und im untersten Teil wieder den obersten Schuttschichten zugute kommt, so dass diese meistens feucht bleiben, umso mehr, da sich hier am meisten Schnee anhäuft.

Die ganze Halde trägt meistens eine schlecht ausgeprägte Gesellschaft als Anfangsverein, die Lüdi (47) «Allosoretum crispi» nennt und im mittleren Teil der Halde am charakteristischsten ausgebildet ist (vergl. p. 71). Diese **Allosorus crispus-Ass.** wird im obersten Teil am Fuss der Felswand durch Bestände von Agrostis alba und A. tenella ersetzt (in den Gebieten mit etwas weniger kalkarmen Gesteinen Calamagrostis varia!), und diese Rasen entwickeln sich ganz oben oft zu einem sehr lokalisierten Moliniabestand, weiter unten im Gebiet des feineren trockenen Rieselschuttes zum Semperviretum, dem später mit zunehmender Beruhigung und Anreicherung an Erde und Humus das Callunetum oder auch niedriges Vacciniumgesträuch folgen. Im untersten Teil stellen sich sehr rasch die Gebüsche ein: Rhododendron, Lonicera coerulea, Sorbus aucuparia, dann auch die Fichte, seltener die Lärche. Ungünstig exponierte Halden der Rhodoretumstufe tragen noch Schneetälchenpflanzen, Spadiceeto-Oxyrietum, und in ganz feuchten Runsen und auf dem durchrieselten Schutt der Lawinenkegel tritt Alnus in grossen Beständen auf. Wie sie auf Fels als Festigerin der Vegetation und des Feinschuttes auftritt, so auch hier. Pinus montana spielt im allgemeinen eine weniger wichtige Rolle, sie tritt auf dem Schutt zurück. Im untern Teil der Halde ist die Entwicklung zum Rhodoretum eine rasche, stellenweise hält sich das Hochstaudenstadium lange und erzeugt einen üppigen Boden. Die Salix helvetica-Ass. macht im obern Teil der Rhodoretumstufe dem Alnetum Konkurrenz.

Schutthalden, die in ihrer ganzen Ausdehnung den Schlussverein (Rhodoretum oder Nadelwald) tragen, gibt es im Gebiet nicht; die abtragenden Kräfte, vor allem die Lawinen, sind allzu fleissig an der Arbeit.

IV. Sukzessionen in Alluvionen.

Die Alluvionen bilden grössere topographische Einheiten; hierher gehören die Standorte unter Ab und Bb1β (vergl. p. 139).

A. Gletscherendenvegetation.

Das schönste Beispiel ist am Unteraargletscher zu finden, weshalb diese Verhältnisse durch drei Längsprofile (Taf. XI) dargestellt wurden, deren Lage aus dem beigegebenen Plan (Fig. 3, p. 22) ersichtlich ist.

Profil I zieht sich zum grössten Teil über die grosse Mittelmoräne, die der Gletscher bei seinem Rückzug im inneren Schotterfeld liegen liess. Stellenweise türmen sich die Blöcke bis fast 10 m hoch auf; es sind Bergstürze, die vom Gletscher talabwärts getragen wurden. Zwischen denselben sind oft tiefe Mulden, zum Teil aus feinstem Sand, Ton und Lehm bestehend. Der Sand ist nicht reiner Quarzsand, sondern enthält auch andere Mineralien: Augit, Hornblende, Feldspäte. Oft ist er dünenförmig angeschwemmt oder zusammengeweht.

Das Niveau der Aare ist in die Profile eingetragen, damit man sich den Grundwasserhorizont ungefähr konstruieren kann. Da die Schuttoberfläche grösstenteils vegetationsfrei ist und der Schutt noch kaum eine Spur von Humus enthält, also ausgesprochene Einzelkornstruktur aufweist (vergl. Ramann p. 295 und 337), ist der Wasserhaushalt, nämlich Wasserführung, Wasserkapazität, kapillarer Aufstieg des Wassers, ganz von der Korngrösse des Schuttes abhängig. Nach Ramann (l. c.) ist der Wasseraufstieg bei über 2 mm Korngrösse = 0, erreicht ein Optimum zwischen 0,05 und 0,1 mm und wird wieder geringer bei noch feinerem Korn. Theoretisch würde der kapillare Wasseraufstieg bei kleinster Korngrösse am höchsten sein. Da aber durch die Verdunstung, die mit der Grösse des Kornes wächst, viel Wasser weggeht, kommt es darauf an, wie rasch der kapillare Aufstieg erfolgt. Dieser wird aber von einer bestimmten Korngrösse an bei immer feinerem Korn gehemmt. Erfolgt dann die Verdunstung rascher als der kapillare Aufstieg, so kommt letzterer gar nicht mehr zur Geltung. Aus diesem Grunde besteht das

Optimum der Steighöhe bei einem mittleren Korn und beträgt im günstigsten Fall 2 m. Bedenken wir aber, dass das Korn des Bodens stark wechseln kann. Unter einer Feinsandschicht kann eine Lehm- oder eine Tonschicht sein und unterhalb dieser eine Grobsand- oder eine Grusschicht; liegt letztere im Grundwasserhorizont und reicht nur 2—3 dm über denselben, so liegen die oberen Schichten trotzdem trocken.

Da infolge der trocknenden Gletscherluft, der ungemein kräftigen Insolation und der oben erwähnten Bodenbeschaffenheit auf diesen Sandern die Niederschlagsfeuchtigkeit rasch verdunstet, sind die vom Grundwasserhorizont entfernten Schuttschichten extrem trockene Standorte. Umgekehrt sind die tonigen Feinsandmulden, die unmittelbar dem Grundwasserhorizont aufliegen, beständig feucht, da die Horizontalfläche durch den kapillaren Aufstieg gehoben wird.

Bei der Aufnahme der Profile wurde die Konstruktur so tief als möglich festgestellt. Es ist aber leicht einzusehen, dass bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Ablagerungsverhältnisse nicht jede Stelle metertief untersucht werden konnte.

Profil II zeigt etwas andere Verhältnisse: Von dem sonnseitigen Hang fällt das Material der Seitenmoräne herunter; zudem kann besonders im mittleren Teil des Profiles auch die Bergfeuchtigkeit in die Schotter eindringen, was das reichliche Vorhandensein von Alnus erklärt. Von der Endmoräne an zeichnet sich der Vegetationsschluss des Nardetums ab, der durch den Schutz bedingt ist, den die gefestigte Moräne gegenüber den oft launenhaften linksseitigen Ausbrüchen des Gletscherstromes gewährt. Die mittlere Höhe des Grundwasserstromes konnte in diesem Profil nur sehr ungenau eingetragen werden, da das Bett des Hauptabflusses weiter entfernt ist.

Das Profil III schneidet die unbeständigen Gletscherabflüsse und die Grundwasserquellen, in denen hygrophile Vereine auftreten.

Während die Flora der Felsen (vergl. p. 123/24) keine grosse Abhängigkeit von der Gletscherentfernung zeigt, kommt diese bei der Schuttflora besser zum Ausdruck. Das Wasser, das die Felspflanzen speist, stammt nicht vom Gletscher, wohl aber dasjenige, mit Hilfe dessen die Schuttpflanzen sich ernähren müssen. Die Wassertemperatur beim Austritt aus dem Gletschertor schwankt zwischen 0,1—0,5° C. Am abhängigsten von dieser Temperatur sind die tiefgelegenen Mulden, die in der Nähe des Hauptflusses im Grundwasserhorizont liegen.

Am 18. August 1920 wurden bei wolkenlosem Himmel folgende Temperaturen des Aarewassers gemessen: Balmsteg (3,3 km vom Gletschertor), um 10 h: 2,5° (in einem Quellbächlein gleichzeitig 11,5°), zwischen Bärenbühl und Ghälterhubel (1,9 km vom Gletschertor), um 11 h: 2,5°. Bei den Ghältern (1,3 km vom Gletschertor), um 13 h: 3°. In einem Grundwassertümpel, 200 m vom Gletscher, um 14 h: 12° C, und in einem durch Lehm abgedichteten, 30 m langen Tümpel, 150 m vor dem Gletscher, um 15 h 30: 19,5° C. Diese beiden Tümpel lagen aber nördlich der Mittelmoräne, wären also dem abkühlenden Einfluss des Gletscherwassers entzogen.

Silikatschutt erwärmt sich bekanntlich viel langsamer als Kalkschutt, und deshalb sind die obenerwähnten Feinsand- und Lehmmulden mit ausserordentlich genügsamen Pflanzenvereinen besiedelt, die sich aus den Lebermoosen der Schneetälchen zusammensetzen.

Was müssen diese Pflänzchen für Extreme aushalten! In Trockenzeiten bis rund 50° Strahlungstemperatur (vergl. p. 24), zur Nachtzeit eine Bodentemperatur von meist nur 0—0,5° C.! Die Rasen dieser Feinsandmulden bestehen fast immer aus:

	Konstanten:
Ch_1: Pohlia gracilis	Gymnomitrium varians
Ch_2: Aongstroemia longipes	Lophozia confertifolia
Anthelia juaratzkana u. A. julacea	Haplozia Schiffneri.

Wir wollen diesen anspruchslosen Verein als **Pohlia gracilis-Subass.** bezeichnen. Er findet sich in allen Alluvionen des Gebietes in der subalpin-alpinen Stufe in stets derselben Zusammensetzung, meist noch bereichert durch Bryum-Arten, z. B. B. pallens, B. pallescens, B. Blindii und B. Graefianum.

Während aber Pohlia gracilis, die immer dominiert, sowie die Anthelien, selten die feuchten Mulden verlassen, findet man die andern Jungermanniaceen auch auf den hochgelegenen Feinsanddünen, die in ihrer obersten Schicht sehr trockene Standorte bieten. Liegen solche angewehte oder angeschwemmte Feinsandwälle auf gröberem Material, was oft vorkommt, so empfangen die obersten Sandschichten von unten her keine Feuchtigkeit, und die Niederschlagsfeuchtigkeit verdunstet so rasch, dass solche Standorte als extrem trocken gelten können. Dazu kommt noch der Umstand, dass das feine Material den Gefässpflanzen die Ansiedlung sehr erschwert, weil das Korn so fein ist, dass die Würzelchen der Keimlinge in die engen Zwischenräume kaum eindringen können. In gesammelten Proben mass ein grosser Anteil der Körner zwischen 10 und 1 μ. Aus verschiedenen Gründen (Einbrüche, Trockenrisse etc.) entstehen aber in diesen feinkörnigen Schichten Risse, die dann von Gefässpflanzen besiedelt werden. Eine solche Feinsandfläche

im innern Schotterfeld des Unteraargletschers zeigte folgende Verhältnisse:

Auf dem Sand (< 0,1 mm) wuchsen:

5 Gymnomitrium varians	1 Nardia geoscyphus,

in den Rissen:

Poa alpina	Rumex Acetosella
» nemoralis	Cerastium uniflorum
Salix helvetica (schmächtig!)	Sagina saginoides.
Oxyria digyna	

(Die Risse sind mit etwas gröberem Material gefüllt, mässig feucht.)

Die Gesellschaft dieser xerophytischen Lebermoose, unter denen immer Gymnomitrium varians dominiert, welche ungemein anpassungsfähige Jungermanniacee oft auch Reinbestände bildet, soll als **Gymnomitrium varians-Assoziationsvorstufe** der hygrophilen Pohlia gracilis-Subass. gegenübergestellt werden. Sie bildet gewissermassen ein Gegenstück zur Anthelia-Ass., welche auch auf einem extremen Standort auftritt.

Es ist auffallend, dass einige Konstituenten der Schneetälchenvereine auch in der G. varians-Ass. auftreten, oft sogar Anthelia selber. Einzig Pleuroclada albescens und Nardia Breidleri wurden von mir nie in dieser Assoziation getroffen, weshalb sie als Charakterarten des Anthelietums bezeichnet wurden. Sie zeigen auch nie oder selten den xerophytischen Habitus in so ausgeprägtem Masse wie Gymnomitrium varians und seine Begleiter. Diese besitzen ein sehr dickwandiges Zellnetz und dunkelpurpurrote Blätter. K. Müller (57) deutet diese Eigenschaften als xerophytische Anpassungsmerkmale und betont, dass die Xeromorphie nicht nur Anpassung an Trockenheit, sondern auch an Kälte sei. Die purpurrote Farbe betrachtet er als eine Einrichtung, um die Einwirkung der chemisch aktiven Strahlen bei sehr starker Insolation abzuschwächen. Diese Ansichten Müllers passen sehr gut zum Verhalten von Gymnomitrium varians und seiner Begleiter. Zudem ist es ein allgemeines ökologisches Merkmal der Lebermoose, dass sie in der Trockenstarre ungemein hohe Hitzegrade und tiefe Kältegrade ertragen können.

Etwas günstiger für die Ansiedlung durch Gefässpflanzen sind die Feinschuttrücken, bedeckt mit Blöcken, welche den Feinschutt vor Vertrocknung schützen. Hier siedeln sich Gefässpflanzen an, die hauptsächlich der **Oxyria digyna-Ass.** angehören. Während die Moosrasen nur von der einige mm dicken obersten Schuttschicht abhängig sind, greifen alle Schuttpflanzen mit ihrem Wurzelwerk

tief in den Boden, und viele von ihnen können durch ihre Wuchsform den Wasserhaushalt des Bodens stark beeinflussen. Vor allem beschattet Rumex scutatus seinen sich reich verzweigenden Wurzelstock mit den untersten Blättern, Cerastium pedunculatum und C. uniflorum, Trifolium pallescens und T. nivale schmiegen sich ganz an den Boden an, so dass unter ihrem Stengel- und Blattwerk der Schutt lange feucht bleibt. Es ist auffallend, wie z. B. auch Epilobium Fleischeri und Oxyria digyna ihr Blattwerk niederlegen, wenn sie auf trockenem Feinschutt wachsen, währenddem sie sich viel stärker aufrichten, wenn dieser durch grössere Blöcke bedeckt ist, welche durch ihren Schatten die Verdunstung erheblich vermindern. Wenn man auch nach einer 8—10tägigen Trockenzeit solche Blöcke aufhebt, ist der Schutt darunter immer noch feucht. So findet man oft das den feuchten Boden liebende Trifolium palescens oder das Cerastium pedunculatum auch auf sonst ziemlich trockenen Schuttrücken unter grossen Blöcken hervorwachsend.

Entlang Profil II, also am Fuss des sonnigen Hanges, machten wir am 19. VII. 1915 (Prof. Rytz u. Verf.) folgende Aufnahme:

Trockener Schutt, vorwiegend Grob- und Feinschutt. Die ersten 30 m vom Gletscher weg keine Vegetation. Ein Ausbruch des Gletscherabflusses hatte den Boden vor kurzer Zeit aufgewühlt. Auf den nächsten 50 m vom Gletscher weg wuchsen in der Reihenfolge des Auftretens:

Rumex scutatus	Cerastium uniflorum
Epilobium Fleischeri	Anthyllis Vulneraria
Linaria alpina	Rhacomitrium canescens
Chrysanthemum alpinum	Silene vulgaris.

100 m vom Gletscher weg ein kleiner Wall (Endmoräne), hier zu den vorigen:

Saxifraga bryoides	Salix helvetica
Deschampsia flexuosa	» arbuscula
Festuca violacea	Poa nemoralis.
Agrostis tenella	

150 m: noch ein solcher Wall, flach, weniger hoch.

Agrostis rupestris	Achillea moschata
Sagina saginoides	Gnaphalium supinum
Silene rupestris	Antennaria dioeca
Cardamine resedifolia	Cirsium spinosissimum
Sempervivum montanum	Taraxacum alpinum
Alchemilla alpina	Erigeron uniflorus
Bartsia alpina	Hieracium glanduliferum multiglandulum
Campanula Scheuchzeri	» piliferum.
Phyteuma hemisphaericum	
Solidago Virga-aurea	

In 250 m Entfernung wird die Vegetation auf erhöhter Schotterterrasse dichter (vergl. Profil II, Taf. XI):

Athyrium alpestre
» Filix femina
Dryopteris Phegopteris
» spinulosa
» lobata
Cystopteris fragilis
Picea und Larix (1 m hoch)
Salix hastata
» purpurea
» phylicifolia
» daphnoides
Alnus viridis
Sedum annuum
Trifolium badium
Trifolium pallescens
» nivale
Lotus corniculatus
Peucedanum Ostruthium
Epilobium angustifolium
Veronica fruticans
Galium pumilum
Campanula barbata
Tussilago Farfara
Crepis aurea
Adenostyles Alliaria
Hieracium Pilosella
» intybaceum.

Coaz (26, p. 3—12) gibt vom Rhonegletscher, Aletsch-, Fex-, Roseg- und Hüfigletscher Artenlisten in ähnlichem Sinn, aus denen sich hauptsächlich Saxifraga aizoides als erster Besiedler ergibt, gefolgt von Epilobium Fleischeri, Oxyria digyna, Tussilago Farfara, Poa nemoralis etc.

Die Gletscherendenflora des Rhonegletschers wurde von mir 1915 (2. VIII.) erstmals notiert. Doch stiess damals der Rhonegletscher schon vor. Zwischen der linksseitigen Gletscherzunge und dem 8 m entfernten Muttbach, der jetzt unter dem Gletscher durchfliesst, notierte ich folgende 19 Arten, die in ihrem Aussehen nicht den geringsten nachteiligen Einfluss der Gletschernähe erkennen liessen:

Poa laxa
Alnus viridis
Rumex scutatus
Oxyria digyna
Arabis alpina
Saxifraga aspera elongata
» bryoides
» aizoides
» stellaris
Alchemilla coriacea
Trifolium pallescens
Anthyllis Vulneraria
Epilobium Fleischeri
Myosotis pyrenaica alpestris
Veronica alpina
Achillea nana
» moschata
Tussilago Farfara
Chrysanthemum alpinum.

Am Bach selber gedieh eine Quellflur von Deschampsia caespitosa, Epilobium alsinifolium, Rumex alpinus, Cardamine amara etc.

Während diese Quellflurvegetation am Rhonegletscher durch das Wasser des Muttbaches bewässert wird, ist die Vegetation der oben längs Profil II erwähnten Arten in günstiger Exposition und etwas erhöht gelegen. Beide Vorkommnisse sind daher nicht oder wenig vom Gletscher her beeinflusst. Aehnlich liegen die Verhält-

nisse längs Profil I dort, wo die Vegetation des Blockschuttrückens allmählich in diejenige der Oberflächenmoräne übergeht, wie sie auf p. 144 dargestellt ist.

Dagegen sind die tiefergelegenen Sand- und Feinschuttmulden des Hauptaarebettes am Südrand bis 400 m vom Gletscher weg ohne Vegetation oder nur von der Pohlia gracilis-Subass. besiedelt, in der sich folgende Phanerogamen einfinden:

Poa laxa	Cerastium uniflorum
Luzula spadicea	Ranunculus glacialis
Oxyria digyna	Saxifraga stellaris
Rumex scutatus	Doronicum scorpioides
Silene acaulis	Chrysanthemum alpinum.
Cerastium pedunculatum	

Mit Ausnahme des im Aarboden allgegenwärtigen Rumex scutatus sind es Arten aus dem Spadiceeto-Oxyrietum.

Saxifraga aizoides tritt im innern Schotterfeld nur sehr vereinzelt auf, bildet dagegen in den Grundwasserquellzügen des äussern Schotterfeldes grössere Bestände. Es ist überhaupt auffallend, wie ausgesprochen silicicol die Flora des inneren Schotterfeldes ist, während weiter unterhalb, wo Grundwasser austritt, z. B. auch Dryas vereinzelt auftritt. Auch Sax. aizoides scheint etwas mehr Kalk nötig zu haben. Das Material, das vor dem Gletscher sich ablagert, ist während des langen Gletschertransportes von seinen basischen Bestandteilen erheblich befreit worden, es ist ausgelaugtes und geschlämmtes Material; in dem austretenden Wasser dagegen ist vielleicht etwas Kalk in Lösung.

Am Bächligletscher (2180 m) ist die grosse Endmoräne von einer artenarmen Schuttflora besiedelt, die ungefähr der Artenliste der Luzula spadicea-reichen Oxyria digyna-Ass. entspricht. Die Schotter unterhalb der Moräne sind in ihren tieferen Teilen ebenfalls mit Spadiceeto-Oxyrietum bewachsen; auf den erhöhten Terrassen, die vorzugsweise aus Grobschutt und Grus bestehen, wachsen:

Anthoxanthum odoratum	Sedum annuum u. S. alpestre
Carex curvula	Sempervivum montanum
Minuartia sedoides	Potentilla aurea
Silene acaulis	Veronica alpina
» excapa	Doronicum Clusii
Cerastium uniflorum	Leontodon pyrenaicus
» pedunculatum	Hieracium alpinum.
Cardamine resedifolia	Rhacomitrium canescens
Saxifraga bryoides	Stereocaulon alpinum

Das innere Schotterfeld ist vollständig vegetationslos. Die Vegetation deutet auf die verhältnismässig sehr ungünstigen Klimaverhältnisse des ganzen Bächlisbodens und ist nicht etwa nur der Gletschernähe zuzuschreiben.

Ganz anders sind die Verhältnisse am Oberaargletscher:

Der sonnseitig abgelagerte End- und Seiten-Moränenschutt trägt in 2280 m H. eine Florula von 45 Arten, von denen die folgenden erwähnenswert sind:

+ Saxifraga oppositifolia	Salix hastata
+ » aizoides	» reticulata
+ Hutchinsia alp. brevicaulis	+ Epilobium Fleischeri
Salix retusa	» angustifolium.

Die grosse Endmoräne, welche das innere Schotterfeld einfasst, ist etwa 5 m hoch, 20 m breit und besteht aus wenig grossen Blöcken, viel Feinschutt und Erde; Material der Schieferzone, die schon oft erwähnt wurde. Trotz 10 Tage langer Trockenheit (29. VII. bis 8. VIII. 1916) war der Schutt in 2 cm Tiefe noch feucht. Die Florula weist 53 Arten auf, worunter die obigen mit (+), ferner:

Festuca intercedens	Salix purpurea! (10 cm)
» Halleri	Dryas octopetala
» violacea	Draba dubia
» supina	hh Achillea nana
Trisetum spicatum	» moschata
h Salix retusa	h Artemisia spicata
» serpyllifolia	Antennaria carpathica
hh. » reticulata	» dioeca etc.
» arbuscula!	(h = häufig, hh = sehr häufig.)

B. Flussalluvionen.

Die schönsten und instruktivsten Verhältnisse bietet wiederum **der Aarboden,** doch ist die Mannigfaltigkeit so gross, dass die einfachen Verhältnisse im **Gelmerboden** gelegentlich als Ausgangspunkt für gewisse Betrachtungen beigezogen werden.

a) Die Pioniere der Alluvionen.

Am 19. VII. 15 notierten wir (Prof. Rytz u. Verf.) im Aarboden auf einer frischverlassenen Grobkiesterrasse, die aber bei Hochwasser noch überspült wurde, folgende Arten in der Reihenfolge vom Flussbett zur Uferterrasse:

Linaria alpina!	Trifolium pallescens *
Chrysanthemum alp.!	Poa alpina vivipara
Anthyllis Vulneraria *	Cerastium uniflorum!
Rumex scutatus *	Oxyria digyna *.
Epilobium Fleischeri *	

Es sind solche, die das Geröll als Stauer oder Ueberdecker zu festigen suchen (*), oder aber mit demselben zu wandern vermögen (!). Epilobium Fleischeri, Anthyllis und Trifolium pallescens sind charakteristische Alluvialpflanzen, die andern gehören dem Spadiceeto-Oxyrietum an.

Am 7. VIII. 16 notierte ich am Oberaarbach zwischen dem Gletschertor und der 500 m entfernten ersten grösseren Endmoräne nach einem neuen Ausbruch des Gletschers, der 1914 erfolgt sein mochte:

Linaria alpina	Sagina saginoides
Arabis alp.	Poa alpina vivipara
Saxifraga aizoides	Phleum alp. commutatum.

Nach vielen andern im Aarboden, Rätrichsboden, Gletschboden und Bächlisboden gemachten Aufnahmen kann man die Pioniere am Rand der Flussbette folgendermassen gruppieren:

Rumex scutatus; überall auftretend,

Oxyria digyna Epilobium Fleischeri Linaria alpina Anthyllis Vulneraria Chrysanthemum alp.	vorzugsweise auf oberflächlich rasch austrocknendem Grobgeröll und Grobsand,
Trifolium pallescens » badium Saxifraga stellaris » aizoides Cerastium uniflorum	auf lange feucht bleibendem Feingeröll und Feinsand,
» cerastioides Epilobium nutans » alpinum	auf Schlick, d. h. Feinsand und Ton mit allochthonen organischen Stoffen.

Auch Hess (41) betont, wie anpassungsfähig Rumex scutatus sei. Tatsächlich beherrscht er im ganzen Aarboden das Vegetationsbild. Wenn seine reichfruchtenden Rispen im August in Reife sind und die Abendsonne über die gigantische Lauteraarhornkette hereinstrahlt, dann leuchtet die ganze Moränen- und Sanderlandschaft des Aarbodens in einem glühenden Purpurrot, in dem das Violettrot der weniger häufigen Epilobien zart zurücktritt.

Lüdi fasst die subalpine Alluvialvegetation unter dem Begriff «Epilobietum Fleischeri» zusammen und gibt anhangsweise eine Liste der Arten, durch die diese Assoziation im Aarboden vertreten wird (47, p. 134). Um aber die Verhältnisse genauer zu schildern, versuchte ich, die Alluvialvegetation weiter in Gesellschaften zu gliedern, wobei ich nicht nur die Vergesellschaftung

der Alluvialpflanzen im Aarboden, sondern auch in den übrigen Böden des Aaretales, sowie im Urbachtal berücksichtigte.

Es sollen zunächst einige Siedlungsbeispiele folgen, aus denen dann die Assoziationen abgeleitet werden können:

1. Gelmerboden, 1829 m. Alluvion am Delta des Gelmerbaches, kurz vor dem Einfluss in den See.

a) Niedrige Feinkies-Feinsandterrasse, bei Hochwasser überschwemmt. Auf Feinkies liegt eine 20 cm hohe Feinsandschicht, die in mehrere Schichten von Feinsand und Lehm von je 2—3 cm Mächtigkeit zerfällt, zwischen denen jedesmal eine Torfschicht von wenigen mm liegt, die zur Hauptsache aus Moosrasen besteht. Die gut erhaltenen Sporenkapseln lassen Pohlia gracilis, Bryum sp. und Philonotis sp. erkennen. Die Mineralschichten sind durchnäht von Wurzeln, die Carex fusca und Juncus sp. angehören. Auf diesem Feinmaterial wachsen:

9 Pohlia gracilis
1 Philonotis fontana
1 » seriata
1 Deschampsia caespitosa
1 Poa alpina
» laxa
Agrostis rupestris
1 Eriophorum angustifolium
2 » Scheuchzeri
2 Juncus alpinus
1 Luzula spadicea
Carex fusca
1 » canescens
» magellanica
1 Salix herbacea
1 Cerastium cerastioides
1 » pedunculatum
1 Lotus corniculatus
1 Trifolium pallescens
1 Chrysanthemum alpinum

In älteren Partien dominieren die Gräser und Scheingräser.

b) 10-20 cm höheres Niveau. Auf der gleichen Feinkiesunterlage liegt Grobsand, Feinsand, Ton und Schlick.

5 Nardus
1 Festuca rubra commutata
2 Carex fusca
1 » magellanica
1 Juncus Jacquini
1 Luzula multiflora
2 Salix herbacea
1 » helvetica
1 Lotus corniculatus
2 Alchemilla glaberrima
1 Viola palustris
1 Epilobium alpinum
1 Empetrum nigrum
2 Vaccinium uliginosum
1 » Myrtillus
1 Rhododendron ferrugineum
1 Loiseleuria procumbens
2 Calluna vulgaris
2 Gnaphalium supinum
2 Chrysanthemum alpinum

Stellenweise reine Carex fusca-Ass., an noch mehr (etwa 30 cm) gegenüber a) erhöhten Stellen:

Polytrichum juniperinum
Lycopodium alpinum
Ajuga pyramidalis
Bartsia alpina
Crepis aurea
Homogyne alpina
Leontodon pyrenaicus
» autumnalis

Alle diese Arten in einem dichten Nardusrasen, der auch den ganzen hintern Gelmerboden in dieser armselig zu nennenden Zusammensetzung bekleidet.

2. Aarboden, inneres Schotterfeld im Bereich von Profil III (Taf. XI), 1885 m, feuchte Feinsand-Feinkiesmulde, mit wenig Grobkies (Ch. Meylan und Verf.).

1 Poa alpina
1 Deschampsia caespitosa
1 Agrostis alba
1 Rumex scutatus
1 Cerastium uniflorum
2 » cerastioides
2 Salix herbacea
1 » helvetica
Juncus alpinus
1 » filiformis
1 Carex frigida
5 Trifolium pallescens
1 » badium
1 Linaria alpina
1 Bartsia alpina
1 Chrysanthemum alp.
1 Leontodon pyrenaicus
1 » autumnale
5 Pohlia gracilis
Bryum pallens
2 » pallescens
Lophozia excisa
» confertifolia
Haplozia Schiffneri
Haplomitrium Hookeri
Scapania curta
Aneura pinguis
Gymnomitrium varians

3. Bächlisboden. Hier treten in sonst gleichen Standorten wie 1 und 2 die auf p. 148 geschilderten Vergesellschaftungen auf, die im weitern Sinn der Salix herbacea-Ass. zuzuzählen sind.

4. Aarboden, Kiesbänke zwischen Endmoräne und «Ghälterhubel», Grobgeröll und Grobsand. Da das feinste Material sehr spärlich ist, liegen solche Kiesbänke bei mittlerem Wasserstand und in Trockenzeiten ganz trocken bis in 5—10 cm Tiefe.

a) Junge Siedlung: ganz offene Vegetation im inneren Schotterfeld.

(4) Anthyllis Vulneraria
(2) Rumex scutatus
(1) Epilobium Fleischeri
(2) Achillea moschata
(1) Chrysanthemum alpinum
(1) Cerastium uniflorum
} nach der Häufigkeit geordnet,

Salix purpurea
(1) » daphnoides
} am Rand der Kiesbänke, zu beiden Seiten Vegetation wie in Beispiel 2.

b) Aeltere Siedlung im äusseren Schotterfeld. Zu den obigen:

1 Agrostis rupestris
1 Anthoxanthum odor.
1 Poa alpina
2 » nemoralis
1 Festuca rubra commutata
1 Silene rupestris
1 Sempervivum montanum
1 Saxifraga bryoides
1 Linaria alpina
1 Calluna vulgaris
1 Leontodon autumnale
5 Rhacomitrium canescens
1 Polytrichum piliferum
1 » juniperinum
1 Stereocaulon alpinum.

Diese Gesellschaft wächst zu 1/2—3/4 deckend, auf etwa 15—20 Aren Ausdehnung. Die Deckungsziffern unter a) beziehen sich auf den Deckungsgrad in b). Trifolium pallescens und T. badium fehlen!

5. Aarboden (6. VIII. 1916). Feinkies und Sand im äusseren Schotterfeld. Alluvion am linksseitigen Abfluss, anschliessend an eine Siedlung ähnlich 2., und gegenüber derselben um 15—20 cm erhöht: Vegetationsschluss 3/4—1.

1 Agrostis tenella
1 » alba
1 » rupestris
1 Poa alpina
3 Festuca rubra commutata
1 Phleum alpinum
1 Lotus corniculatus
3 Anthyllis Vulneraria
6 Trifolium nivale
2 » pallescens
2 » badium
1 Epilobium alpinum
1 » Fleischeri
2 Euphrasia minima
1 Rumex scutatus
1 Sagina saginoides
1 Cerastium cerastioides
1 » strictum
1 Alchemilla alpina
1 Sibbaldia procumbens
1 Leotondon pyrenaicus
2 » autumnalis
1 Achillea moschata
1 Chrysanthemum alpinum
2 Pohlia gracilis
Bryum Graefianum
2 » pallens
2 Rhacomitrium canescens
1 übrige Moose

6. Aarboden, zwischen Bärenbühl und Bielen, also im untern Teil der Alluvion, erhöhte Terrasse, die auch vom Hochwasser nicht mehr erreicht werden kann.

a) Grobkiesbank mit Grobsand bis in ca. 80 cm Tiefe, sehr trocken und nährstoffarm. Flechten und Moose decken zu 1/2, Phanerogamen zu 1/4.

2 Festuca rubra comm.
3 Rumex Acetosella, mit langen Ausläufern den Kies durchspinnend.
1 Cardamine resedifolia
4 Sempervivum mont.
2 Sedum alpestre
0-1 Sibbaldia procumbens
2 Achillea moschata
6 Rhacomitrium canescens
2 Polytrichum piliferum
1 Polytrichum juniperinum
2 Cetraria islandica crispa
4 Stereocaulon alpinum
1 Peltigera rufescens + P. canina
3 Cladonia impexa
2 » uncialis
1 » crispata
1 » macroceras
1 » pyxidata
1 » verticillata

b) (dies ist Nr. 4, p. 54) Feinkies und Feinsand. Kräftige Humusanreicherung. Düngung durch gelegentlich weidendes Galtvieh.

7. Oberaarboden, 2250 m ü. M. Die Siedlung liegt in der Nardetumstufe, soll aber auch hier zum Vergleich herbeigezogen werden. Am rechtsseitigen Ufer des Oberaarbaches, 800—1000 m vom Gletschertor entfernt lassen sich drei Terrassen deutlich abgrenzen, von denen die unterste bei Hochwasser ganz überflutet wird (a), die zweite um ca. 30 cm höher liegt (b) und die dritte noch einmal um soviel erhöht ist (c). Das Material ist

überall gleich: Wenig Grobkies, viel Feinkies und -schutt, ziemlich viel Feinerde, weniger Sand, nach oben Humusanreicherung.

a) Poa alpina, Linaria alpina, Saxifraga aizoides, Ranunculus glacialis, Cerastium cerastioides, Arabis alpina.

b) Phleum alp. commutatum
Anthoxanthum
Agrostis tenella
Carex Lachenalii
» fusca alpina
» curvula
» nigra
Luzula spadicea
» spicata
Salix retusa
» reticulata
» herbacea
Oxyria digyna
Rumex scutatus (Kümmerformen)
Polygonum viviparum
Cerastium uniflorum
Saxifraga oppositifolia
» bryoides
Hutchinsia alpina brevicaulis
Potentilla aurea
Epilobium Fleischeri
Bartsia alpina
Achillea nana
Doronicum Clusii
Rhacomitrium canescens
Polytrichum piliferum
Stereocaulon alpinum.

c) Die Arten aus a) und b) treten zurück, Carex curvula und Nardus durchdringen die zunächst noch lockeren Rasen, diese schliessen sich stellenweise oder werden auch infolge der anstossenden Galtviehweide der Walliserhirten durch ein Poetum annuae variae verdrängt, stellenweise durchziehen versumpfte Quellenzüge mit Carex Lachenalii oder C. fusca alpina die Terrasse. Am Fuss des Südhanges Schneetälchen-Vegetation, bedingt durch die Anhäufung von Lawinenschnee (N-Exp.!).

Ueberblicken wir diese Beispiele und berücksichtigen noch die auf den glazialen Schottern erwähnten Gesellschaften, so ergibt sich folgendes:

In den feuchten Mulden mit vorwiegend feinem Schuttmaterial stellt sich als Anfangsverein eine Gesellschaft von hygrophilen Moosen, vorwiegend die Bryum-Form (vergl. p. 111), ein. In derselben besiedeln besonders Trifolum pallescens und T. badium, sowie andere hygrophile und mesophile Gefässpflanzen, die Stellen mit mittelfeinem Korn. Da sich in den flach auf dem Boden ausgebreiteten Stengeln des Klees (Trif. pallescens) andere Pflanzen ansiedeln, ihm überhaupt vereinsbildende Kraft zukommt, sei der Verein als **Trifolium pallescens-Ass.** bezeichnet. Die Pohlia gracilis-Subass. wäre dann ein Subtypus derselben. Dass diese Assoziation eine selbstständige Bedeutung hat, geht wohl daraus hervor, dass sie sich in allen Alluvialböden des Gebiets gut ausgebildet findet.

Eine Aufnahme im Mattmarkboden (Saastal, Wallis) 2100m, 29. VII. 1919) möge das Vorkommen derselben auch in andern Gebieten belegen. Feuchte Feinsandmulde mit Kies, ganz flach:

3 Poa alpina
1 Phleum alp. commutatum
2 Luzula spadicea
2 Juncus alpinus
1 » filiformis
1 » arcticus
2 Carex Lachenalii
2 Salix herbacea
1 » helvetica
2 Cerastium cerastioides
1 Ranunculus glacialis
6 Trifolium pallescens
2 » badium
1 Plantago alpina
1 Pedicularis Kerneri
3 Chrysanthemum alp.
4 Pohlia gracilis
2 Brium pallens
1 Philonotis alpicola
4 {Anthelia julacea u. a. Hepaticae

Die Assoziation ist also folgendermassen charakterisiert:

Ch_1: Carex bicolor (Gletschboden)
Polia gracilis
Haplomitrium Hookeri

Ch_2: Trifolium pallescens
Aongstroemia longipes

Vereinsholde:
Trifolium badium
Cerastium cerastioides
Leontodon autumnalis

Philonotis seriata
Bryum pallens
» Blindii
» Gräfianum

Dieser Verein bewohnt Standorte, die leicht zur Versumpfung neigen, so dass die Weiterentwicklung zur Carex fusca-Ass. sehr häufig ist, welcher Verein sich dann weiter zum Trichophoretum ausbilden kann.

Die Selbständigkeit dieses Vereins von Trifolium pallescens wird einzig in Frage gestellt durch das häufige Auftreten von Trifolium pallescens in der Festuca rubra commutata-Ass. Doch ist die Trifolium-Ass. durch die vereinsbildenden Moose so gut charakterisiert, dass man sie kaum zum «Festucetum rubrae» als Subassoziation stellen könnte. Das reichliche Vorhandensein der Moose kennzeichnet die Trifolium-Ass. als Anfangsverein; die Festuca rubra-Ass. ist Uebergangsverein.

Auf trockenen Kiesbänken tritt ein ganz anderer Anfangsverein auf, es ist die **Epilobium Fleischeri-Ass.**, die durch folgende Arten charakterisiert ist:

Ch_1: Epilobium Fleischeri
Ch_2: Poa nemoralis glauca
» Rumex Acetosella
» Anthyllis Vulneraria
» Linaria alpina

Ch_2 Achillea nana
» Achillea moschata
» Rhacomitrium canescens
» Stereocaulon alpinum
» Cladonia impexa

Bleiben solche Kiesbänke lange trocken und werden nie mehr von neuem Material überschwemmt, so sterben die als Ch bezeichneten Gefässpflanzen und einige gelegentliche Beimengungen ab,

und eine Moos- und Flechtendecke überzieht den fast sterilen Boden; nur der angeflogene Mineralstaub vermag die spärliche Phanerogamenflora zu ernähren.

Da sich für diesen Verein, wie er in der Siedlung 6a dargestellt ist, keine charakteristischen Gefässpflanzen auffinden lassen, möchte ich ihn als **Rhacomitrium canescens-Ass.** bezeichnen. Dieses Moos bekleidet alle trockenen Sander, vom Bächlisboden und Oberaarboden bis hinunter in die Talböden von Innertkirchen und Meiringen. Auch Arnold (4) gibt es mehrfach, mit den gleichen Flechten auftretend, von mehreren Gletscherböden Tirols an. Die Rhacomitrium-Rasen, die auf Fels vom Krusten- und Blattflechtenstadium zum Callunetum oder Loiseleurietum (p. 134) überleiten, sind als Fragmente dieser Assoziation aufzufassen. Solche können auf kleinen, von Anfang an ruhigen, trockenen Sand-Kiesbänken auch als Pioniergesellschaften auftreten, doch betrachte ich die Assoziation erst dann als ausgebildet, wenn die oben genannten Charakterarten da sind.

Wenn aber zu beiden Seiten der Kiesbänke die Mulden durch neue Akkumulation erhöht werden, so dass neues Material auch in die Kiesbänke eingeschwemmt wird, dann entwickelt sich die Epilobium-Ass. ähnlich weiter wie die Trifolium-Ass. Zunächst greift Rumex scutatus immer weiter um sich. Seine Wurzelstöcke nehmen grosse Dimensionen an, und die Individuenzahl vermehrt sich beträchtlich. Den tiefern Mulden entlang, in denen Grundwasserläufe fliessen, wachsen immer mehr Weiden, der Boden wird nicht nur verfestigt, sondern auch sonst stark verändert. Indem der Vegetationsschluss immer mehr durch Mesophyten sich vollzieht, wird die Einzelkornstruktur des Bodens durch Humusanreicherung immer mehr in Krümelstruktur übergeführt (vergl. p. 151). Infolge dieser Strukturveränderung des Bodens und der Bedeckung und Beschattung seiner Oberfläche durch Vegetation, wird auch der Wasserhaushalt zugunsten der Vegetation verändert, er wird ausgeglichen. Diese ausgleichende Wirkung der zunehmenden Durcharbeitung des Bodens durch das Wurzelwerk der Pflanzen ist überall am Rand der Alluvionen zu beobachten. Niveauunterschiede und anfängliche Kornstruktur des Bodens machen sich umso weniger geltend, je mehr die Sukzession zu dem Verein fortschreitet, wie er durch Siedlung 5 angedeutet ist. Diese ist eine Variante der **Festuca rubra commutata-Ass.** (p. 54), wie sie auch durch 6b dargestellt wird. Das «Festucetum rubrae com.», wie es auch Lüdi (47) schildert,

tritt bei uns in sehr variabler Zusammensetzung und auf ungleich feuchtem Substrat auf; meistens führt es rasch zum **Nardetum.**

Selten geht nun in der offenen Alluvion die Entwicklung so ungestört vorwärts. Das ewige Wechseln des Gletscherabflusses und des Flussbettes lässt oft nicht einmal dem Anfangsverein die nötige Zeit, sich zu bilden.

Die abbauende Kraft der Denudation hat retrogressive Sukzessionen zur Folge. Einzelne Siedlungen werden plötzlich zugedeckt, andere nach und nach. Da sind dann die Pflanzen im Vorteil, die den Boden zu durchwachsen vermögen. Rumex scutatus ist von den krautigen Pflanzen wiederum in dieser Beziehung am besten eingerichtet. So wie er in den Blöcken durch die Ritzen und Höhlen hinauf zum Licht zu wachsen versteht, durchbricht er auch das Sandermaterial. Auch die Weiden widerstehen erfolgreich der reissenden Kraft des jungen Gletscherstromes. So beginnt dann oft eine neue Besiedlungsfolge mit Arten, die sonst nicht Erstbesiedler sind, sondern sich am längsten halten konnten. Solche sind ausser den vorigen: Rumex acetosella, Oxyria, vor allem aber ist es Carex fusca, die in Beständen ungemein zäh gegen die Erosion ankämpft.

Es wurde schon oft betont, dass dort, wo in stillen Buchten feinster Sand und Ton sich absetzt, wasserundurchlässige Schichten entstehen, die die Versumpfung bedingen. Am Rand der Alluvion ist dies am häufigsten der Fall. Hat sich dann ein dichter Carex fusca-Bestand gebildet, so trotzt er den Fluten, die sich über ihn ergiessen; mit der fortschreitenden Akkumulation von Feinmaterial wächst das Caricetum in die Höhe.

Abb. 11 (Taf. IX) zeigt uns eine Prallstelle aus dem Aarboden. Drei Jahre lang floss die ganze Aare dieser Carex fusca-Siedlung entlang, die stellenweise dem blossen Sandermaterial, andernorts dem Torf aufliegt. Man konnte beobachten, wie die Aare ihre Prallstelle entlang dem zählebigen Bestand abwärts verlegte. Im Sommer 1920 war sie dann unten bei dem mit drei Lärchen bewachsenen Rundhöcker angelangt und hatte ihr Bett vertieft, so dass der Anriss photographiert werden konnte.

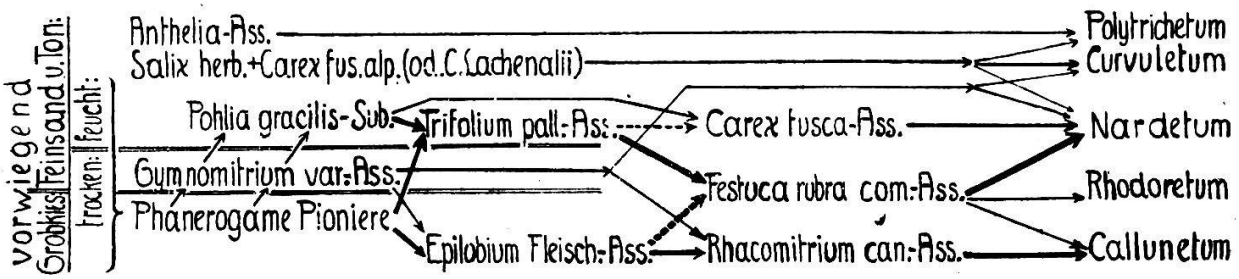
Die Entwicklung zum natürlichen Schlussverein, dem Rhodoretum oder gar dem Nadelwald ist in den Alluvionen aus topographischen und edaphischen Gründen fast ausgeschlossen. Infolge der klimatisch ungünstigeren Verhältnisse in den Talböden (vergl. p. 23), zum Teil auch infolge der Beweidung (Gelmeralp), kommt es stellen-

weise zur Ausbildung des Nardetums. Es ist wieder die Erscheinung, dass der Schlussverein der höhern Stufe bei ungünstigen lokalklimatischen Verhältnissen oder infolge Beeinflussung durch die menschliche Wirtschaft in der nächst tieferen Stufe auftritt. Dies ist in den drei Stauseeböden in weitgehendem Masse der Fall. Einzig auf der Alluvion des Aelplibaches im Hintergrund des Gelmerbodens konnte sich stellenweise die Fetuca rubra commutata-Ass. zum Rhodoretum entwickeln, das aber auch noch von Nardetum durchdrungen ist.

Die auf dem Grobschutt des äusseren Schotterfeldes am Unteraargletscher reichlich auftretenden und gut entwickelten Rottännchen und Lärchen, sowie Vaccinien und Rhododendron (vergl. die Profile Taf. XI) deuten an, dass, wenn sie in absehbarer Zeit nicht mehr durch die Launen des Gletschers und der Aare gestört würden, sich auch im Aarboden ein Nadelwald entwickeln könnte.

Doch werden, wenigstens im Aaarboden, alle stillen Winkel der Alluvion, in denen sich Wald bilden könnte, von Tümpeln eingenommen; und von den Talabhängen tragen die vielen Schmelzwasserbächlein beständig neuen Schutt in die Talböden und überdecken die Vegetation, bevor sie zum Endstadium kommen kann.

Bevor wir anhangweise die Verlandungssukzessionen schildern, die mit der Besiedlung der Alluvionen in enger Beziehung stehen, soll noch ein Schema (5) der Sukzessionen auf Alluvionen folgen:



9. Kapitel. Sukzessionen, die am offenen Wasser beginnen.

I. Die Verlandung am fliessenden Wasser.

Von ihr ist zum Teil schon gesprochen worden (vergl. p. 136), als der Vegetationsschluss auf nassem Fels geschildert wurde. Im grossen erfolgt sie nur unter erheblicher Schuttanhäufung, die durch Holzpflanzen wie die Weiden und die Grünerle gefördert wird. Auch