

Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich
Band: - (1944)

Artikel: Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen
Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers
Kapitel: Besprechung der Untersuchungsbefunde
Autor: Lüdi, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377495>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.10.2024

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

Laufe langer Zeiträume zurückzuführen. Die Einblasung durch den Wind kann auch das starke Vorherrschen der feinen Bodenteilchen im A₁-Horizont erklären. Zum Teil wird dies aber die Folge fortgeschrittener Verwitterung sein; denn auch der A₂-Horizont zeigt eine ganz ähnliche Korngrößenstruktur, wie der oberste Rohhumushorizont. Der B-Horizont dagegen ist viel grobkörniger. Die Pufferung gegen Laugen ist sehr hoch (Tab. 3, Nrn. 32–37 und Abb. 5), am höchsten im braunen Rohhumushorizont, am kleinsten in der Bleicherde A₂, während die Pufferung gegen Säure in dem A-Horizont klein ist, besonders in den Humusschichten, im B-Horizont dagegen stark ansteigt und den höchsten in unseren Aletschböden gemessenen Wert erreicht (ausgenommen die Larix-Streueschicht).

Besprechung der Untersuchungsbefunde

Der Vergleich der verschiedenen Dauerflächen D₁ bis D₅ ergibt ein schönes Bild von den gesetzmäßig verlaufenden Besiedlungsvorgängen auf der jungen, vom Gletscher abgesetzten Moräne. In Tabelle 8 und Abbildung 6 finden sich die Überwachsungsvorgänge und in Tabelle 9 der Zuwachs an Bäumen übersichtlich zusammengestellt. Für die Bodenentwicklung verweisen wir auf die Tabellen 2 bis 4 und in bezug auf die Feinerdebildung (Kornzerfall) auf Tabelle 10 und Abbildung 7.

D 1: Der Boden ist mineralischer Rohboden, grobkörnig, chemisch noch völlig unverwittert, neutral oder alkalisch reagierend, auch wenn kein Kalk sichtbar ist, beinahe frei von Humus. Die ersten Blütenpflanzen siedeln sich bald nach dem Rückgange des Eises an, wobei sich *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoides*, *Epilobium Fleischeri*, *Cerastium uniflorum*, *Tussilago farfara* und *Arabis alpina* als besonders besiedlungstüchtig erzeugen, aber auch viele andere Arten mit guter Vitalität auftreten. Die Ansiedlung erfolgt zerstreut, nach dem Zufall des Samentransportes, basiphile, neutrophile und azidophile Arten gemischt. Vereinzelt erscheinen erste Holzpflanzen, unter denen *Alnus viridis* besonders gut gedeiht. Auch Moose treten reichlich auf, festigen mit ihren Rhizoiden den lockeren Boden, bereichern ihn an Humus und leiten dadurch die ersten Vorgänge der Bodenbildung ein. = Jüngste Pionierstadien.

D 2: Die Besiedlung nimmt zu, und die Artenzahl wächst; doch herrscht der nackte Schutt noch weit vor. Moosrasen fangen an, sich auszubreiten. Bereits sind einzelne Pioniere verschwunden. Wir stellen erste Anzeichen der Aussonderung nach Standorten fest: Auf durchnäßigem Boden und am Bächlein bildet sich *Alnus viridis*-Gebüsch, das bereits fruchtet, und hydrophile Moospolster führen zur Bildung einer Quellflur. Auf dem trockenen Schutt geht die Überwachsung viel langsamer vor sich, und vorläufig ist die Ansiedlung der *Rhacomitrium*-Rasen sowie das reichliche Auftreten von niedrigen Weidengebüsch, besonders *Salix helvetica*, die auffallendste Erscheinung. Baumpflanzen sind nicht spärlich, aber klein. Immerhin erreichen einzelne Lärchen und Birken bereits eine Höhe von mehr als 100 cm. Die genauere Untersuchung zeigt, daß sich eine Anzahl azidophiler Rasen- und Zwergstrauchpflanzen angesiedelt haben, und während im allgemeinen der Boden noch im Zustand des Rohbodens verharret, finden sich da und dort die ersten Anflüge der Bildung einer oberflächlichen Humusschicht, der Bodenauslaugung und der Anreicherung von freien Wasserstoffionen, so besonders unter den Zwergsträuchlein von *Vaccinium uliginosum*. = Stadium der ersten Standortsausgliederung.

Tabelle 8

Aletschmoräne: Deckungsprozente der verschiedenen Vegetationsschichten in den Moränendauerflächen 1–5.

| Vegetationsschicht | D 1 | D 2 | D 3 | D 4 | D 5 |
|--|------|-----|-----|-----|-----|
| Baumschicht, höher als 200 cm | – | – | 5 | 2 | 20 |
| Strauchschicht, 50–200 cm | – | < 1 | 20 | <15 | <20 |
| Zwerggesträuch, bis ca. 50 cm Höhe . . . | < 1 | 10 | 20 | 25 | 45 |
| Feldschicht (Kräuter u. Spalieregesträuch) | ± 2 | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Bodenschicht (Flechten und Moose) . . . | 1 | 30 | 35 | 40 | 50 |
| Nackter Schutt | > 97 | 60 | 30 | 25 | <10 |

D 3: Der Boden ist nur noch teilweise offen; dichtes und reich fruktifizierendes Zwerggebüsch von Weiden, in dem *Salix helvetica* bei weitem vorherrscht, hat sich vielerorts ausgebreitet, andernorts, so besonders auf den kleinen, flachen Erhebungen und Bodenwellen, decken ausgedehnte Rasen von *Rhacomitrium canescens* den Feinschutt. Da und dort, meist auf alten Moosrasen, ist *Stereocaulon alpinum*

angesiedelt. Auch das Ericaceen-Zwerggesträuch hat zugenommen, während die Krautpflanzen sehr zurücktreten. Birken und Lärchen zeigen stärkeres Wachstum; die Fichten bleiben bedeutend zurück. Zum erstenmal treten Jungpflanzen der Arve auf. Lokale Begünstigung des Wachstums durch bessere Wasserversorgung hat ein starkes Wachstum der Birken, Lärchen und Fichten zur Folge, die bereits Höhen von 300 bis 500 cm erreichen und fruchten können. = Stadium der Zwergweiden.

D 4: Im allgemeinen sind nur noch die stärkerer Ausschwemmung unterworfenen Hangteile und der Grobschutt unbesiedelt. Der Anteil des Weidengebüsches geht zurück, derjenige des azidophilen Zwerggesträuchs nimmt bedeutend zu, und Anfänge zur Bildung der Zwergstrauchheide sind vorhanden. Die Rhacomitrium-Rasen haben sich in ihrer Gesamtausdehnung ungefähr behaupten können; aber auf toten Moospolstern hat die Flechte *Stereocaulon alpinum* sich sehr ausgebreitet. Auch der Anteil der Krautpflanzen ist größer geworden; besonders *Lotus corniculatus*, stellenweise auch *Trifolium pallescens* sind in starker Ausbreitung und zeigen ausgezeichnete Vitalität, während den Gräsern noch keine Bedeutung zukommt. Die Artenzahl nimmt ab; weitere Pioniere, wie *Tussilago farfara*, sind verschwunden oder bei verminderter Vitalität stark zurückgegangen. Dies ist zum großen Teile auf die Konkurrenz der Arten, die jetzt auf den geeigneten Böden in dichtem Bestande leben, zurückzuführen. Die Zahl der Baumpflanzen hat sich stark vermehrt. Doch sind die Individuen im allgemeinen noch klein: die mittlere Höhe der Birken und Lärchen bleibt noch etwas unter 1 m; die der Fichten erreicht nur etwa $\frac{1}{3}$ m (vgl. Tab. 9). Der Boden, dessen Untersuchung hier besonders gleichmäßige Werte gab, zeigt einen merklichen Kornzerfall, ungefähr gleich viel Feinsand wie Grobsand und leichte Zunahme der feinen Fraktionen. Unter dem Zwerggesträuch ist Versauerung eingetreten und beginnt die Schichtung eines dünnen Humushorizontes über dem Sand. = Stadium der Ericaceenheide-Initialen.

D 5: Die Baumpflanzen beginnen die Physiognomie zu beherrschen. Ihre Zahl hat weiterhin zugenommen, und sie sind bedeutend gewachsen, vor allem die Birken und Lärchen: Höhe der Lärchen im Mittel 204 cm, Birken 164 cm; die Fichten bleiben mit 66 cm weit zurück, und die reichlicher eingestreuten Arven sind erst im Stadium größerer Keimpflanzen (Mittel 13 cm). Es entsteht ein Lärchenwald mit

Tabelle 9

Aletschmoräne: Zahl der Baumpflanzen der verschiedenen Höhenklassen in den Moränendauerflächen 1-5

B = *Betula pendula*; L = *Larix europaea*; P = *Picea excelsa*;
Pc = *Pinus cembra*.

| Baumhöhen in cm | D 1 (825 m ²) | | D 2 (750 m ²) | | | D 3 (430 m ²) | | | | D 4 (600 m ²) | | | | D 5 (390 m ²) | | | |
|------------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|----|----|------------------------------|-----|-----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|-----|----|-----|
| | B | P | B | L | P | B | L | P | Pc | B | L | P | Pc | B | L | P | Pc |
| <10 | 1 | 1 | 1 | | 9 | | | | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | | | 1 | 29 |
| 10-50 | | | 17 | 6 | 20 | | | | 4 | 9 | 10 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 15 |
| 50-100 | | | 4 | 2 | | 2 | | 3 | | 7 | 9 | 2 | 3 | 2 | 7 | 3 | (1) |
| 100-150 | | | 2 | 1 | | 3 | | 2 | | 7 | 6 | | 1 | 1 | 8 | | |
| 150-200 | | | 1 | | | 4 | | | | 2 | 2 | | | 3 | 14 | 1 | |
| 200-250 | | | | | | 3 | 1 | | | | 1 | | | 2 | 4 | | |
| 250-300 | | | | | | 4 | 2 | 1 | | | | | | 3 | 3 | | |
| 300-350 | | | | | | 3 | | 2 | | 1 | 1 | | | | 2 | | |
| 350-400 | | | | | | 1 | 2 | | | | 1 | | | | 1 | | |
| 400-450 | | | | | | 1 | | | | | | | | | 8 | | |
| 450-500 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Total .. | 1 | 1 | 25 | 9 | 29 | 21 | 6 | 8 | 6 | 28 | 32 | 9 | 11 | 13 | 50 | 7 | 44 |
| Total auf 1000 m ² } | 1 | 1 | 33 | 12 | 39 | 49 | 14 | 19 | 14 | 47 | 53 | 15 | 18 | 33 | 128 | 18 | 113 |
| mittlere Höhe cm } | 5 | 5 | 50 | 50 | 22 | 227 | 325 | 171 | 21 | 84 | 94 | 37 | 44 | 164 | 204 | 66 | 13 |

viel Birken und etwas Fichten. Das azidophile Zwerggesträuch beginnt sich zu einem artenarmen, in der Begleitflora noch nicht sehr charakteristischen Rhodoreto-Vaccinietum zu schließen. Bereits sind geschlossene Bestände von einiger Ausdehnung vorhanden, und insgesamt deckt das Zwerggesträuch, an dem aber die Zwergweiden noch wesentlich beteiligt sind, beinahe die Hälfte der Bodenfläche. Offener, nackter Schutt ist nur noch in geringem Umfange vorhanden, an Stellen, da die Feinerde in den oberflächlichen Schichten fehlt. Spalierweiden (*Salix retusa*, *serpyllifolia*, *reticulata*) haben angefangen, solche Flächen zu überspinnen; ihr Anteil an der Vegetation ist größer als in allen jüngeren Dauerflächen. Auch *Rhododendron ferrugineum* überdeckt vielfach den Grobschutt, indem es in den Spalten zwischen den Blöcken wurzelt. Eine bedeutende Ausbreitung haben immer noch die Moospolster von *Racomitrium canescens*, meist auf Grobsandunterlage der kleinen Geländeerhöhungen und flachen Rücken, also an Stellen,

deren Boden starker Austrocknung ausgesetzt ist. Die Moospolster sind sehr häufig von der *Stereocaulon alpinum*-Flechte überwachsen, und auch Gefäßpflanzen, einerseits Krautpflanzen wie *Sempervivum montanum*, *Lotus corniculatus*, *Hieracium staticifolium*, andererseits Zwergweiden und Ericaceen-Zwerggebüsch überdecken in allen Häufigkeitsgraden den Moosteppich.

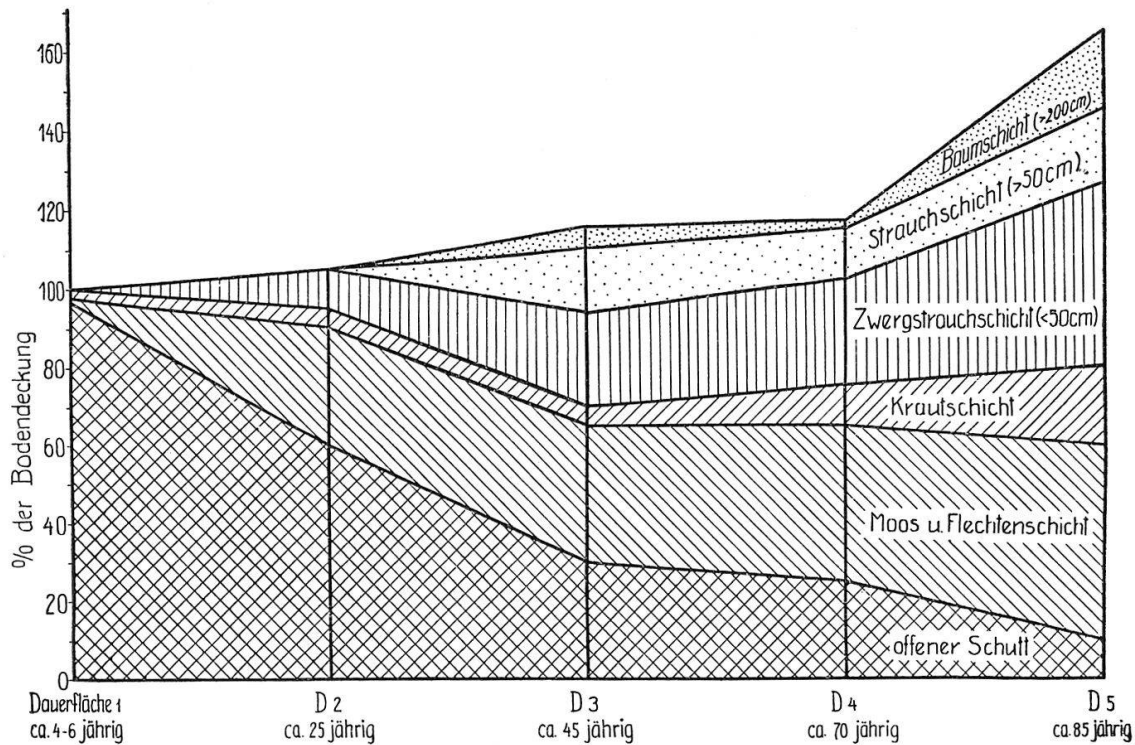


Abb. 6. Die Deckungsprozente der verschiedenen Vegetationsschichten in den Moränendauerflächen 1-5.

Als Folge der fortschreitenden Vegetationsentwicklung hat die Schichtbildung große Fortschritte gemacht und häufig sind mehrere Stockwerke von Pflanzenwuchs übereinandergelagert. Das geht schön aus der Abbildung 6 hervor, wo die gesamte Bodenbedeckung durch Pflanzen in der Dauerfläche 5 die 100% weit überschreitet.

Schließlich gibt es in diesem Niveau der Moräne noch hochwüchsige Gebüsch von *Alnus viridis*, meist mit einem Unterwuchs von *Agrostis tenella* sowie kleine, artenarme aber natürliche Rasenflächen, in denen *Festuca rubra* ssp. *commutata* oder auch *Agrostis tenella* dominieren. *Nardus stricta* findet sich nur vereinzelt. Solche Vegetationsformen sind auf flache Mulden beschränkt und verdanken ihre Entstehung und Erhaltung der guten Wasserversorgung des Bodens.

Tabelle 10

Mittelwerte der Korngrößen der Bodenproben aus den verschiedenen Moränendauerflächen und dem Altwald.

(Nach Tabelle 4 zusammengestellt.)

| Nr. | Herkunft | G % | F % | S % | T % |
|---------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1-4 | Dauerfläche 1 | 62 | 29 | 6 | 3 |
| 5-9 | Dauerfläche 2 | 49 | 43 | 6 | 2 |
| 10-11 | Dauerfläche 3 (zu wenig Proben) ... | 83 | 12 | 3 | 2 |
| 12-17 | Dauerfläche 4 | 45 | 44 | 8 | 3 |
| 18-25, 28, 31 | Dauerfläche 5 und 8 | 34 | 51 | 11 | 4 |
| 32-36 | Podsol im Altwald | 26 | 42 | 24 | 8 |

Der Boden ist in diesem Stadium der Vegetationsentwicklung kein Rohboden mehr. Eine deutliche Kornverwitterung ist eingetreten, so daß der Feinsand gegenüber dem Grobsand zu überwiegen beginnt und die feineren Bodenteilchen sich anreichern. Eine beträchtliche Humusanreicherung führt zur Ausbildung einer humosen Oberflächenschicht. Als Folge dieser Vorgänge ist die Pufferung des Bodens, besonders gegen Lauge, bedeutend besser geworden. Bereits ist auch eine deut-

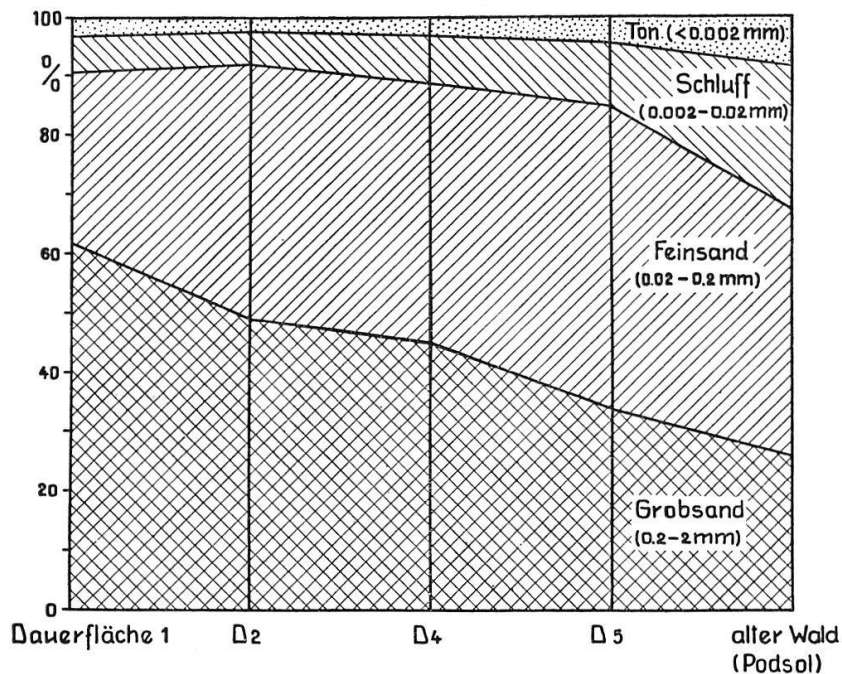


Abb. 7. Die Verteilung der Korngrößen in den Moränenflächen 1-5 und im Podsolboden des Altwaldes (Mittelwerte).

liche Versauerung vorhanden, am stärksten in den humosen Oberflächenschichten unter dem Empetrum- und Vacciniengesträuch. Hier werden Anfänge der für Podsolböden charakteristischen Bodenschichtung erkennbar, die sich allerdings nach Schichtmächtigkeit und Bodenfärbung noch in sehr bescheidenem Rahmen halten. Begünstigt wird die Podsolierung des Bodens auch durch die dicken Lager von Lärchennadeln unter den größeren Lärchengruppen, die den Boden abschließen und bedeutende Mengen von Säuren und adsorptiv ungesättigtem Humus entwickeln. = Stadium der Bildung von Lärchenwald und Zwergstrauchheide.

Die vergleichende Betrachtung der Vegetationsentwicklung auf diesen jungen Silikatschutt-Moränen ergibt vom Gletscher aufwärts eine langsame aber stetige Entwicklung zu einem Alpenwald als Funktion der Zeit. Das Ziel, dem diese Entwicklung zugeht, ist der Arven-Lärchen-Mischwald mit einem Einschlag von Fichten und dem Unterwuchs von azidophilem Zwerggesträuch (Rhodoreto-Vaccinietum), wie er in dem anstoßenden Gebiete als Vegetationsklimax herrscht. Vegetationsentwicklung und Bodenreifung streben parallel nebeneinander diesem Ziele zu und bedingen sich gegenseitig. Doch kommt die Vegetation dabei bedeutend rascher vorwärts als der Boden.

C. Schröter¹ hat seinerzeit die Ansicht vertreten, der Aletschwald finde gegen den Gletscher hin eine natürliche, untere Waldgrenze, indem die Nachbarschaft des Gletschers lokalklimatisch so ungünstige Verhältnisse schaffe, daß der Waldwuchs nicht mehr aufkommen könne. Unser ganzes Jung-Moränengebiet würde nach dieser Auffassung außerhalb der Baumgrenze liegen, was sicher zu weit geht. Hingegen könnte man annehmen, die Abnahme der Vegetation von den oberen zu den untersten Teilen der Jung-Moräne sei eine Folge von lokaler Klimaverschlechterung. Wir haben gesehen, daß sich diese Vegetationsveränderungen im wesentlichen zwangslos durch den Zeitfaktor erklären lassen.

Doch sind klimatische Änderungen im Sinne einer Verschlechterung mit der Annäherung an den Gletscher zu erwarten. So muß die Nähe des Eises abkühlend wirken, und namentlich wird von verschiedenen

¹ C. Schröter, mit Beiträgen von M. Rikli, Der Aletschwald. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen **1916** (127–133).

Autoren den kalten Winden, die bei guter Wetterlage über den Gletscher und seine nächste Umgebung abwärts ziehen, schädigender Einfluß auf die Vegetation zugeschrieben. Andererseits bringt der Gletscher eine stärkere Einstrahlung auf seine Randgebiete. Die Verhältnisse sind noch wenig untersucht aber jedenfalls nicht einfach und in ihrer Auswirkung von Ort zu Ort wechselnd. Auf unseren Moränen ist zu konstatieren, daß in D 1 und bis gegen D 2 einzelne hochalpine Arten ein gutes Gedeihen finden (z. B. *Cerastium uniflorum* und *C. pedunculatum*), die höher oben am Hang verschwinden. Umgekehrt zeigt *Picea* ein kümmerliches Wachstum. Aber ein großer Teil der Vegetationsveränderungen, die bei zunehmender Entfernung vom Gletscherrand auftreten, kann auf die Bodenverhältnisse und die mit der dichteren Besiedlung parallel gehende Artenkonkurrenz zurückgeführt werden. Nach den von uns bisher durchgeführten Messungen (Temperaturen, Luftfeuchtigkeit) scheint vom Gletscherrand bis auf die Höhe der jungen Moräne der Unterschied in den klimatischen Hauptwerten nicht so bedeutend zu sein, daß er mehrere hundert Meter Höhendifferenz bis zur Baumgrenze kompensieren könnte. Die jungen Lärchen und Birken zeigen von der Dauerfläche 2 an aufwärts ein gutes Wachstum. Und zahlreiche Arven und Lärchen, die heute noch leben, haben die Zeit des letzten Gletscherhochstandes in unmittelbarer Nähe des Eises überdauert.

So gelangen wir zu der Auffassung, das Aufhören des Waldes gegen den Gletscher hin sei, vielleicht abgesehen von der unmittelbaren Nachbarschaft, nicht klimatisch bedingt, sondern die Folge davon, daß die Zeitspanne seit dem Rückzuge des Eises noch nicht genügend lang war, um dem Walde die Neubildung zu ermöglichen. Bei der verhältnismäßig kurzen Vegetationszeit geht in diesen Höhenlagen die Entwicklung der Bäume sehr langsam vor sich. Dazu kommt, daß der Boden gewisse Reifungserscheinungen aufweisen muß, bevor die Bäume auf ihm ihr Gedeihen finden (Freiwerden von Nährstoffen durch Verwitterung, Humuseinlagerung, Einwanderung einer bestimmten Bodenlebewelt, besonders Bakterien und Mykorrhiza). Zwergweiden, Gräsern, Birken und Lärchen sind in dieser Hinsicht sehr anspruchslos, während Fichten und Arven viel mehr Vorbedingungen stellen. Eine genauere Untersuchung der Lokalklimate am Gletscher sowie der Entwicklung und der Mikrobiologie von Moränenböden wäre wertvoll und würde den Schlüssel zum Verständnis mancher Eigenheiten in der Moränenbesiedlung bringen.

Vom Aufkommen des ersten Waldes mit Zwergstrauchunterwuchs auf den jungen Moränen bis zum typischen Klimax ist noch ein weiter Weg. Bevor die Arven zur Dominanz kommen, wird sich ein Lärchenwald mit Birken einstellen, und auch das Rhodoreto-Vaccinietum, wenngleich es in den Hauptkonstituenten typisch ausgebildet ist, benötigt noch viel Zeit, bis sich der Hylocomienteppich entwickelt hat und die Anreicherung an charakteristischen Arten eingetreten ist. Vor allem läßt der Vergleich der Böden erkennen, wie jung unser Moränenboden gegenüber dem alten Waldboden, an den die Moräne anstößt, noch ist: hier nur erste Andeutungen der Podsolierung, mäßige Versauerung, ein A₁-Humushorizont, der kaum 1 cm Mächtigkeit erreicht, ein A₂- und B-Horizont nur an besonders günstigen Stellen und auch da nur schwach angedeutet ... dort intensive Versauerung, starke Einlagerung von adsorptiv ungesättigtem Humus, Humushorizonte von ± 20 cm Mächtigkeit, ein A₂-Horizont von ± 10 cm und vor allem ein intensiv gefärbter B-Horizont in mächtiger Entwicklung, unter Umständen in einer Dicke von mehr als 100 cm.

Unsere Untersuchungen ergeben in überzeugender Weise, daß die ganze Vegetations- und Bodenentwicklung auf der jungen Moräne einheitlich entstanden ist, in progressiver Entwicklung, mit fließenden Übergängen, ohne Sprünge oder Lücken. Somit ist auch die ganze junge Moräne eine einheitliche Bildung. Sie wurde ohne größere Unterbrechung aufgeschüttet, während eines einzigen Gletscherrückzuges, der aber dem Anscheine nach verschiedentlich von kurzen Zeiten des Stillstandes und vielleicht auch von kleinen Vorstößen unterbrochen war, wobei die Böden und Mulden entstanden, auf denen wir die Dauerflächen angelegt haben.

Wie steht es mit der zeitlichen Fixierung dieser Vorgänge? Über die Schwankungen der Alpengletscher in der neueren Zeit herrscht heute in den Hauptzügen Klarheit. H. Kinzel¹ hat vor kurzem in kritischer Weise die Angaben der Überlieferung und der Dokumente zusammengefaßt und durch den Vergleich mit der Topographie des Gletscherrandgebietes nachgewiesen, daß unsere Alpengletscher in jüngerer Zeit zwei ausgesprochene Hochstände erlebt haben, den einen in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, den

¹ H. Kinzel, Die größten nacheiszeitlichen Gletschervorstöße in den Schweizeralpen und in der Montblancgruppe. Zeitschr. f. Gletscherkunde **20** 1932 (270–397).

ändern in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Diese beiden Hochstände unterschieden sich in ihrem Ausmaße nicht wesentlich; je nach dem Gletscher ist bald der eine, bald der andere bedeutender gewesen. Es scheint aber sicher zu sein, daß von der ausgehenden Eiszeit an die Gletscher nie weiter vorgestoßen sind, als im 17., resp. 19. Jahrhundert.

Auch für den Aletschgletscher kommen nur die beiden genannten Hochstände in Betracht. Kinzel gibt an, im Jahre 1653 habe ein feierlicher Bittgang zum Aletschgletscher stattgefunden, um seinem Vorrücken ein Ende zu setzen. Die von uns untersuchte Seitenmoräne ist aber jedenfalls bis da, wo sie an den alten Wald anstößt, in ununterbrochener Ablagerung seit dem Vorstoß in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden. Der alte Wald seinerseits muß viel älter sein, als 300 Jahre; das ergibt sich ohne weiteres aus dem Vergleiche der Bodenreifung, wie er oben durchgeführt worden ist. Es sind keine Zeichen da, für Bildungen, die etwa 200 Jahre älter wären, als die übrigen. Also ist der Gletscher in unserem Untersuchungsgebiete seit der ausgehenden Eiszeit nie höher gestanden, als im 19. Jahrhundert. Dieser Schluß wird auch dadurch bestätigt, daß eine bei mittelalterlichem Gletschervorstoße verlassene Wasserleitung sich wenige Meter über dem Jungmoränenrand im Altwald längs des Hanges hinzieht.

Nach Kinzel fällt der letzte Höchststand des Aletschgletschers ungefähr auf das Jahr 1850. F. A. Forel, der sich bei seinen Untersuchungen über die Schwankungen der Schweizer Gletscher wiederholt mit dem Aletschgletscher beschäftigt¹, kommt zum Schlusse, der Rückzug der Gletscherzunge habe im Jahre 1860 begonnen, sei aber anfänglich nur schwach gewesen und meint, vielleicht könne man sogar die Lage der Gletscherzunge während der Jahre 1855 bis 1870 als annähernd stationär bezeichnen. Er stützt sich für das genaue Datum auf geschulte Beobachter, den Physiker S. Tyndall und den Geologen T. G. Bonney. Ungefähr zur Zeit, da der Gletscherrückzug einsetzte, vielleicht einige Jahre früher, wird in unserem Untersuchungsgebiet das seitliche Einsinken des Gletschers begonnen haben.

Unsere mächtige Jung-Moräne ist also weniger als ein Jahrhundert, wahrscheinlich nur etwa 85 Jahre alt. Wie sich das Eisfreiwerden des Hanges auf diese Zeitperiode verteilt, ist im einzelnen nicht zu sagen. Die verschiedenen übereinanderliegenden, kleinen und zum Teil durch

¹ Les variations périodiques des glaciers des Alpes. Jahrb. d. Schweizer Alpenklub **17** 1882 (S. 324), **24** 1889 (S. 355), **26** 1891 (S. 358) u. a.

Schuttwalle abgedammten Böden legen, wie bereits erwähnt, den Gedanken nahe, der Gletscher habe hier seinen Rückzug unterbrochen und sei vorübergehend stabil geblieben oder etwas vorgestoßen. Vielleicht sind aber die Schuttwalle, die ja nie ein größeres Ausmaß erlangen, auch direkt als solche aus dem Eise herausgeschmolzen. Die Gletscherzunge, deren Stand seit Beginn der 1870er Jahre regelmäßig beobachtet wurde, ließ seither keinen einzigen deutlichen Vorstoß erkennen. Sie geht jedes Jahr mehr oder weniger stark zurück. Nur im Jahre 1891 lesen wir im Bericht ¹, sie habe angefangen, sich zu verlängern, und im Jahre 1935 beträgt der Rückgang nur 1 m, im Jahre 1942 nur 2 m, erreicht zwischenhinein aber wieder bedeutende Werte. Die beträchtlichen Vorstoe, die viele unserer Gletscher in den Jahren 1875 bis 1890 und wiederum von 1912 bis 1922 machten, scheinen sich also am Aletschgletscher nicht abzuzeichnen. Immerhin darf man von der Gletscherzunge nicht ohne weiteres auf das Verhalten der Gletscheroberfläche 2 bis 3 km weiter oben schließen. Leider sind wir aber über Oberflachenschwankungen nicht näher unterrichtet. Bei Forel (loc. cit.) findet sich nur eine kurze Notiz, um 1889 habe der Aletschgletscher im oberen Teile, oberhalb Marjelen, eine deutliche Zunahme gezeigt. Es ist aber ungewiß, ob diese Gletscherstauung sich bis zum Aletschwald hinunter fortsetzte.

Angesichts der Unsicherheit über das Verhalten der Gletscheroberfläche im Untersuchungsgebiet ist es wohl am besten, wenn wir für unsere Betrachtung den Maximalstand ins Jahr 1860 einsetzen und von da an einen gleichmäßigen Gletscherabfall annehmen. Wir bleiben uns dabei bewußt, daß die Altersangabe für die verschiedenen Höhenlagen der Moräne einen Fehler von einigen Jahren enthält, der aber für die Einschätzung der Besiedlungsvorgange sicher nicht von wesentlichem Einflusse ist. Indem wir die 85 Jahre gleichmäßig auf den Rückzug des Gletschers von 1975 m bis auf 1870 m Meereshöhe verteilen und die Werte etwas abrunden, erhalten wir für das Alter der Dauerflächen folgende Zahlen:

| | | | | |
|----------------|---|--------|---|-----------|
| Dauerfläche 1 | = | 1875 m | = | 1938–1940 |
| 2 | = | 1900 m | = | 1920 |
| 3 | = | 1925 m | = | 1900 |
| 4 | = | 1955 m | = | 1875 |
| 5 | = | 1975 m | = | 1860 |

¹ Regelmäßig veröffentlicht von F. A. Forel und Mitarbeitern, später von P. L. Mercanton im Jahrb. d. Schweizer Alpenklub.

Wir finden also etwa 5 Jahre nach dem Eisfreiwerden bereits eine sehr bedeutende Zahl phanerogamer Ansiedler, die ersten verfestigenden Moosrasen; die ersten Holzpflanzen müssen unmittelbar nach dem Rückzug des Eises gekeimt haben. 25 Jahre haben bereits die Ausscheidung der Arten nach lokalen Standorten, vor allem die Bildung von Quellfluren mit reichen Moosteppichen, so wie von *Rhacomitrium*-Teppichen auf dem trockenen Boden gebracht, ebenso das erste azidophile Zwerggesträuch. Nach 45 Jahren herrschen die Zwergweiden und ausgedehnte *Rhacomitrium*-Rasen, nach 70 Jahren tritt das azidophile Zwerggesträuch in reichem Maße auf und nach 85 Jahren bildet sich ein Lärchen-Birkenwald mit *Rhodoreto-Vaccinietum*-Unterwuchs.

Unter günstigen Verhältnissen edaphischer Art geht die Entwicklung bedeutend rascher: schon nach 25 Jahren breitet sich hochgewachsenes, fruchtendes *Alnus viridis*-Gebüsch aus, und nach 45 Jahren erreichen Lärchen, Birken und Fichten Baumhöhen von 300 bis 500 cm und fruchten. Im Gegensatz zum Verhalten der Vegetation zeigt sich, daß die Bodenbildung nur langsam fortschreitet. Die Umwandlung des Rohbodens beginnt allerdings schon frühzeitig: unter Moospolstern ist sie bereits nach einigen Jahren erkennbar und wird unter azidophilem Zwerggesträuch nach 25 Jahren sehr deutlich; aber nach 85 Jahren sind erst die Anfänge der Podsolbildung vorhanden, obschon das Gestein diesem Prozeß günstige Bedingungen bietet.

Zur richtigen Einschätzung der Bewaldungsvorgänge auf den jungen Moränen müssen wir uns erinnern, daß sie beträchtlich unter der Waldgrenze liegen. Die Baumgrenze ist für Arven und Lärchen am Riederhorn und an dem Moosfluhgrat in West-, Ost- und Nordwestexposition in etwa 2200 bis 2230 m Höhe einzusetzen. Einzelne niedrigwüchsige aber noch fruchtende Fichten gelangen am Riederhorn bis auf 2200 m, am Moosfluhgrat nördlich der Riederfurka bis auf 2480 m. Die Waldgrenze befindet sich wenig tiefer. Das Untersuchungsgebiet liegt also 250 bis 350 m unter der Waldgrenze.

Zum Vergleiche mit unseren Ergebnissen über die Besiedlung von jungen Moränenböden haben wir noch im Vorfelde des Rhonegletschers und des Oberen Grindelwaldgletschers einige Untersuchungen angestellt.