Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1944)

Artikel: Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers

Autor: Lüdi, Werner

Kapitel: 4: Das Vorfeld des Oberen Grindelwaldgletschers

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377495

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: 04.12.2025

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

300 Jahren und bis in die Gegenwart hin entstanden ist. Also eine Art Löß. Diese Feinerde bildet chemisch und mechanisch ein anderes System als der grobe Sand und ist gegen die Podsolierung viel widerstandsfähiger.

Wenn wir die im Vorfeld des Rhonegletschers gefundenen Entwicklungsstadien der Vegetation nach den am Aletschgletscher angewendeten Grundsätzen zusammenfassen, so ergibt sich folgendes Bild:

1. Pionierstadium: innerhalb des Moränenwalles von 1922.
2. Stadium der ersten Aussonderung nach Standorten, der stärkern Entwicklung von Holzpflanzen und Moospolstern, etwa 1905 bis 1920.
3. Stadium der Zwergweiden, etwa 1885 bis 1900.
4. Stadium der Initialen des azidophilen Zwerggesträuchs, etwa 1875 bis 1885.
5. Stadium der beginnenden Dominanz des azidophilen Zwerggesträuchs, etwa 1820 bis 1875.
6. Stadium der charakteristischen Ausbildung des Rhodoreto-Vaccinietums bei atypischem Boden, etwa 1820.

Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit denen, die wir für die jungen Moränen am Aletschgletscher erhalten haben, finden wir in allem wesentlichen die gleichen Erscheinungen der Vegetationsentwicklung und Bodenreifung und auch ungefähr die gleichen Zeiten, um zu den entsprechenden Entwicklungsstufen zu gelangen. Die Entwicklung der Vegetation wird aber in den älteren Teilen des Rhonegletscherbodens gehemmt und zum Teil verdeckt durch die Einwirkung des Menschen, der das Neuland als Viehweide nutzte. Am Aletsch fallen diese Einflüsse weg. Die Abweichung von den Ergebnissen Friedels ist dadurch bedingt, daß wir unsere Aufmerksamkeit in erster Linie auf diejenigen Vorgänge richteten, die nach den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Vegetationsentwicklung vor sich gehen müssen und die vom Menschen bedingten Abweichungen von den natürlichen Sukzessionen auszuscheiden suchten.

Das Vorfeld des Oberen Grindelwaldgletschers.

Der Obere Grindelwaldgletscher stieß in den Jahren 1912 bis 1922 gewaltig vor und ging seither ebenso bedeutend zurück. Bei seinem Vorstoß geriet er in den Erlenwald hinein, der Teile des alten Gletscherbodens deckte, überrannte ihn und warf die Bäume um oder scherte

sie über der Bodenfläche ab. Anfangs der zwanziger Jahre machte es einen außerordentlich tiefen Eindruck, zu sehen, wie das Gletschereis mitten im Walde stand und dort einen mächtigen Schutt ablagerte. Dieser Gletschervorstoß wurde von glaziologischer Seite durch A. de Quervin[1] und O. Lütschg[2] beschrieben.

Da es von Interesse schien, im Vergleich mit den Aletschmoränen die Neubesiedelung des seither wieder frei gewordenen Gletscherbodens festzuhalten, so benutzte ich im August 1944 die sich bietende Gelegenheit, um eine kleine Untersuchung vorzunehmen.

Gegenüber den bisher besprochenen Gletscherböden ergeben sich im Vorfelde des Oberen Grindelwaldgletschers einige sehr wesentliche Unterschiede in den Voraussetzungen für die Neubesiedelung. Er liegt in nur etwa 1250 m Meereshöhe, an der Grenze zwischen der Buchenstufe und der Fichtenstufe in einem ausgesprochen humiden Klima. Dann ist das Gestein aus Kalk und Kristallin gemischt und nicht einheitlich Silikatgestein, was sowohl für die Auswahl der zur Ansiedelung gelangenden Arten als auch für die Vorgänge der Bodenbildung andere Verhältnisse schafft. Klima und Boden lassen eine raschere Entwicklung der Vegetation erwarten.

Ich fand auf der linken Seite des Gletscherbodens, wo der Schutt zum weitaus größeren Teil aus Kristallin bestand, die nachfolgend in den Hauptzügen geschilderten Verhältnisse. Da die Entfernungen nach der Schrittzahl geschätzt wurden, sind sie nur in der Größenordnung richtig.

Das Gletscherende lag etwa 2 m innerhalb der Marke von 1942. Die ersten Pflänzchen traten in rund 15 m Entfernung vom Eise auf. Es waren Keimlinge von *Saxifraga aizoides* und 1 Keimling von *Picea excelsa*. Etwa 35 m vom Eis blühten die ersten *Saxifraga aizoides*. Dann nahm mit größerer Entfernung vom Gletscher die Individuen- und Artenzahl rasch zu. Bei etwa 60 m blühten *Epilobium Fleischeri*, *Gypsophila repens*, *Agrostis alba*, *Saxifraga aizoides*, *Anthyllis vulneraria* (wenig), und steril lebten *Salix daphnoides* und *Silene inflata*, beide vereinzelt. Von 70 m an waren *Epilobium*, *Agrostis* und *Gypso-*

[1] A. de Quervin, Über Wirkungen eines vorstoßenden Gletschers. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **64** 1919 (336–349, 1 Taf.).

[2] O. Lütschg-Loetscher, Beobachtungen über das Verhalten des vorstoßenden Obern Grindelwaldgletschers im Berner Oberland. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Serie **4** Hydrologie: Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges 1 Bd., 1. Teil, 5. Kapitel, 1944 (81–94, Taf. u. Abb.).

Tabelle 13

Untersuchung von Bodenproben aus dem Vorfeld des Oberen Grindelwaldgletschers

Nr.	Herkunft der Probe	Allg. Beschaffenheit des trockenen Bodens	pH	Glüh-verlust%	Färbung des Glüh-rückstandes	Koll. Humus	CaO_3 %
1.	Junge Moräne, ca.1940 0–5 cm	sandig-staubig, viel Grobsand, grau	8.36	0,5	braun	0	6
2.	Jb.	sandig-staubig, viel Grobsand, grau	8.34	0,5	braun	0	6
3.	ca.1930, unt.Moospolstern u.Junus alpin. u.a., 0–1,5 cm	feinsandig-staubig, graubraun	8.02	2	braun	0–1	20
4.	3–8 cm	feinsandig-staubig, grau	8.41	2	braun	0–1	20
5.	Moräne ca.1850, Picea-Wald,unt.Hylocomiendecke, 2–10 cm	Rohhumus, wenig zersetzt, braun	4.77	89	graue Asche	2	0
6.	Übergang z.Mineralboden, 8–12 cm	grobsandig-humos, dunkelbraun	7.55	16	braun	1	4,5
7.	15 cm	grobsandig-staubig, graulich	7.78	8	braun	0–1	14
8.	Moräne ca.1820, Picea-Wald, unt.Hylocomiendecke, ± 5 cm	Nadel-Rohhumus, dunkelbraun	4.45	85	graue Asche	2	0
9.	12 cm	sandig, graubraun	7.39	8	rotbraun	–1	3
10.	18–25 cm	sandig, grau	8.41	4	rotbraun	0,1	10

phila immer reichlich vorhanden, während *Saxifraga aizoides* bereits zurücktrat. Sie hält sich aber in Massenvegetation an mehr oder weniger überschwemmten Stellen in der Nähe des Baches, was mit dem Verhalten im Vorfelde des Rhonegletschers übereinstimmt. In etwa 70 m Entfernung vom Eise fanden sich außerdem *Alnus incana* (15 cm hoch), *Salix daphnoides*, *Salix* cf. *nigricans*, *Picea* (nicht ganz 5 cm hoch), *Tussilago farfara*, *Poa alpina*, *Heracleum sphondylium*, *Linaria alpina*. Hier wurden zwei Bodenproben entnommen, die eine am Fuß des Hanges, 5 m über dem Wasser, die andere in einem kleinen Boden, 2 m über dem Wasser des Baches. Sie geben ein Bild des alkalischen, humusfreien, grobsandigen Rohbodens (Tab. 4, Nr. G 1–2; Tab. 13, Nr. 1–2). Seine Pufferung gegen Lauge ist mäßig, gegen Säure aber infolge des Karbonatgehaltes außerordentlich hoch. Bei dem Zusatz von 40 cm^3 $^n/_{10}$ Säure wird erst der Neutralpunkt erreicht (vgl. Tab. 3,

Nr. G 1–2 und Abb. 8). Daraufhin verläuft die pH-Kurve bei weiterem Säurezusatz beinahe horizontal, und erst bei 120 cm³ $^{n}/_{10}$ Säure tritt der starke Abfall auf der Säureseite ein.

In etwa 120 m Entfernung vom Eis erreichte ein *Picea*-Pflänzchen bereits 20 cm Höhe, eine *Salix incana* 50 cm, *Salix caprea* 30 cm, und es fanden sich blühende *Knautia arvensis*, *Leontodon hispidus*, *Phaca frigida*.

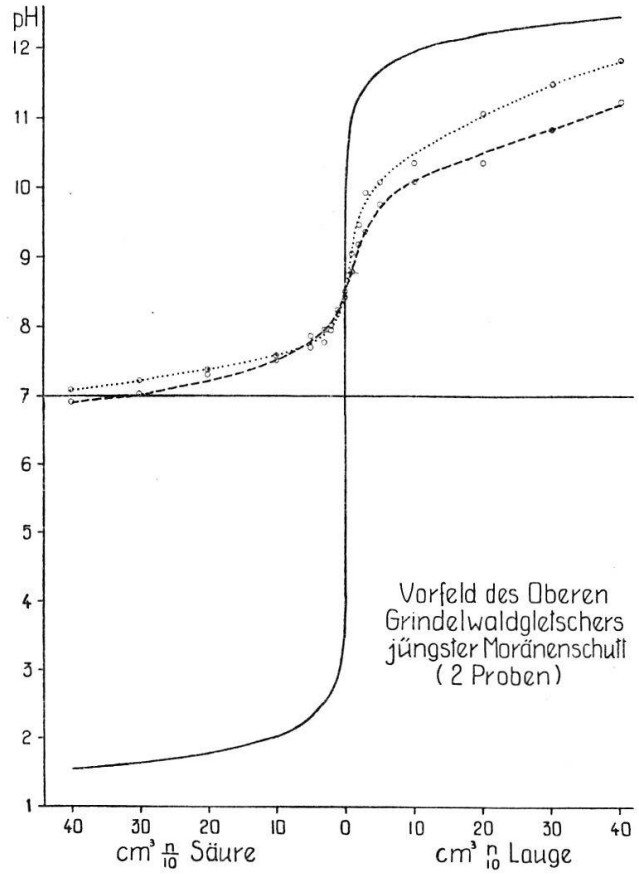

Abb. 8. Pufferungskurve eines Rohbodesn im jüngsten Moränenschutt des Oberen Grindelwaldgletschers.

Etwa 150 m vom Eis: *Alnus incana* 100 cm hoch. *Dactylis glomerata*. Viel *Anthyllis*. Dann beginnt ein ebener Boden, in dem Kies ausgebeutet wird. Auf ihm ist ein lockerer Bestand von *Alnus incana* mit reichlicher *Salix daphnoides*, beide etwa 100 bis 150 cm hoch, aufgewachsen. Verschiedene *Picea* von grotzenartigem Wuchs erreichen 20 bis 30 cm. Außerdem einige *Salix incana*. Die Krautvegetation, in der namentlich *Gypsophila*, *Agrostis alba* und *Anthyllis* reichlich sind, ist noch ganz offen.

Etwa 200 m vom Eis: stellenweise ziemlich geschlossener Krautbestand, in dem *Anthyllis dominiert. Alnus incana* und *Salix daphnoides* erreichen etwa 200 cm Höhe, *Picea* 50 cm. Das Gebüsch ist immer sehr offen. Hier treten in feuchter Depression die ersten Humusanflüge auf feinem Sandboden auf, vorwiegend bewirkt durch dünne Moosdecken mit *Juncus alpinus, Agrostis alba, Anthyllis, Saxifraga aizoides.* Die Moose wurden von Dr. F. Ochsner bestimmt als: *Angstroemia longipes, Barbula convoluta, Bryum argenteum* und *Bryum* sp. Unter abgeschabten Moospolstern wurden zwei Bodenproben entnommen, die eine in 0,5 bis 1,5 cm Tiefe, die andere tiefer im grauen Sand (3–8 cm). Der Boden zeigte sich als homogener Feinsand, dessen Oberflächenschicht bereits eine merkliche Veränderung erlitten hat durch Humuseinlagerung (Tab. 4, Nr. G 4; Tab. 13, Nr. 3–4).

Etwa 220 bis 320 m vom Eis: Die höheren, trockenen Teile des Schotterfeldes behalten den für 200 m geschilderten Charakter bei: offener bis ziemlich geschlossener Krautbestand, in dem meist *Anthyllis* dominiert und lockeres Gebüsch sich ausbreitet. Allerdings sind hier die Verhältnisse durch Schotterentnahme sehr gestört. In den tiefliegenden, dem Bache benachbarten Teilen dagegen haben sich *Alnus incana* und *Salix daphnoides* zu 3 bis 4 m hohem Gebüsche zusammengeschlossen, zwischen dem da und dort noch offene Stellen mit *Agrostis alba* und *Epilobium Fleischeri* auftreten. An den Wasserrinnsalen blühen üppig *Saxifraga aizoides*-Polster mit viel *Parnassia palustris.* Dieser Charakter der Vegetation bleibt bestehen bis zum Rand des alten Alnus incana-Waldes, der etwa 300 bis 350 m vom heutigen Gletscherende entfernt ist.

Da der Rückzug des Gletschers sehr unregelmäßig vor sich ging und die einzelnen Lappen der Zunge sich ungleich verhielten (unsere Seite scheint langsamer eisfrei geworden zu sein, als die rechte Seite des Baches), die uns zur Verfügung stehenden Zahlen des jährlichen Rückzuges aber nur Mittelwerte betreffen, so können wir die festgestellten Einzelheiten der Neubesiedelung nicht genau nach Jahren datieren. Innerhalb einer Fehlerquelle von einigen Jahren ist dies aber ohne weiteres und mit Sicherheit möglich. Der Gletscher stieß nach Mercanton 1922/1923 zum letzten Male vor (im Mittel um 1,5 m). Die gesamte Rückzugszeit bis 1944 beträgt also 21 Jahre, der mittlere jährliche Rückzug 15 bis 16 m. Der Rückzug war aber in den ersten Jahren unbedeutend und erreichte erst vom Jahre 1930 an große Werte.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist anzunehmen, daß das Grauerlen-Weiden-Gebüsch von 3 bis 4 m Höhe auf Boden steht, der 18 bis 14 Jahre eisfrei ist und daß etwa 10 bis 12 Jahre nach dem Eisrückzug bereits ein offenes Erlen-Weiden-Gebüsch von über 1 m Höhe und ein stellenweise geschlossener Krautbestand entstehen konnte. Das sind Werte, die an Schnelligkeit weit über denen stehen, die wir im Aletsch und am Rhonegletscher gefunden haben, eine deutliche Wirkung der so viel günstigeren klimatischen Verhältnisse.

Um das Vorfeld des Oberen Grindelwaldgletschers zieht sich ein Kranz von älteren Moränen, die aus dem Anfang des 17. und aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts stammen, was für Grindelwald durch Daten belegt ist. Kinzel unterscheidet drei hintereinanderliegende Systeme, die um 1600, 1820 und 1850 entstanden sein sollen [1]. Da sie teilweise noch bewaldet sind, so wäre ein genaueres Studium von Vegetation und Bodenverhältnissen sicher sehr interessant. Wir bringen hier nur einige kleine Beobachtungen, die zeigen können, wie sich etwa der Gang der Entwicklung von Boden und Vegetation gestaltet.

Am Fuß der jungen Moränen, noch im flachen Gletscherboden, stehen Bestände von *Alnus incana*, während die alten Moränen zum großen Teil von *Picea*-Wald, zum Teil von *Alnus incana*-Beständen bedeckt sind. Die Begleitflora ist sehr heterogen. Die Grauerlen herrschen auf den alten Moränen bei frischem, ± wasserzügigem Boden, und unter ihnen gedeihen artenarme Staudenbestände mit sehr viel *Tussilago farfara*, etwas *Adenostyles alpina* und *alliariae*, *Knautia silvatica*, *Paris quadrifolia*, *Viola biflora*, *Campanula cochleariifolia* und anderen Arten, welche die Beschattung und Bodenfeuchtigkeit ertragen können. Stellenweise bilden auch Fichten den Oberwuchs über dieser Staudenvegetation. Da wo der Wasserabfluß größer wird oder sogar in Form von kleinen Bächlein erfolgt, hat sich eine hygrophile Vegetation angesiedelt. Anderseits breiten sich an den trockeneren Stellen der Moränen und besonders auf ihrem abgeflachten Rücken Fichtenbestände mit Hylocomien-Moosdecken aus, in denen stellenweise sehr reichlich saprophytische Orchideen auftreten: *Listera cordata*, *Corallorrhiza trifida*, *Goodyera repens*, außerdem *Pyrola secunda*, *Galium rotundifolium*, *Lactuca muralis*, *Epipactis atropurpurea* und steril *Tussilago farfara*. Größere Flächen sind vegetationslos mit Decken von Nadelstreu.

---

[1] Vgl. dazu auch die Zusammenstellung bei Lütschg, loc. cit., S. 82.

Wir haben dem Boden an zwei Stellen Proben entnommen:

Die erste Entnahmestelle lag auf einem breiten Absatz in halber Höhe der innersten Moräne, wohl im Jahre 1850 entstanden, im Fichtenbestand mit Moosdecke von *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Hylocomium proliferum*, und darin reichlich wachsend *Listera cordata*. Stellenweise deckte auch bloße Nadelstreue den Boden. Die Bodenoberfläche bestand bis in 2 bis 10 cm Tiefe aus Moos- und Nadelstreu-Rohhumus; dieser ging in einen dunkelhumosen, etwa 4 cm mächtigen Mineralboden über. Unmittelbar darunter erschienen Felsblöcke und große Steine, zwischen denen nur wenig mineralische Erde lag. Tiefer zu graben war nicht möglich. An mehreren anderen Stellen gelang es überhaupt nicht, in den Boden einzudringen; die Blöcke, meist Silikatgestein, reichten bis an die Oberfläche und waren nur von etwas Rohhumus überdeckt. An einer benachbarten Stelle stießen wir unter einer Hylocomiendecke und einer etwa 10 cm mächtigen Rohhumusschicht zwischen den Baumwurzeln auf nassen, schlammigen Mineralboden. In Tabelle 13 enthalten die Nummern 5 bis 7 die Ergebnisse der Untersuchung des oben beschriebenen Bodenprofils. Die stark saure Rohhumusdecke, deren Gehalt an kolloidalem Humus aber mäßig ist, ruht unmittelbar auf der alkalischen und karbonathaltigen dunkelhumosen Schicht. Diese ist vom unterliegenden, kalkigen Mineralboden nur wenig verschieden, zeigt aber doch neben der stärkeren Einlagerung von Humusstoffen auch etwas kolloidal ungesättigten Humus und eine bedeutende Abnahme des Karbonatgehaltes.

Das andere Profil wurde dem breiten Rücken der Moräne entnommen, die wahrscheinlich zu Beginn des 19. Jahrhunderts abgelagert worden ist. Auch hier bedeckten den Boden unter geschlossenem Fichtenbestand Decken von *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Hylocomium proliferum* mit reichlicher *Corallorrhiza*, *Listera cordata* und etwas *Goodyera* und *Galium rotundifolium*. Unter der Moosdecke fand sich: etwa 10 cm Rohhumus (Moosreste, Nadelstreu, Pilzhyphen, Holzreste), dann etwa 5 cm bräunliche, sandige Mineralerde und darunter bis in etwa 25 cm Tiefe grauliche Mineralrede, mehr oder weniger zwischen den Blöcken versteckt. Die Steine waren zum Teil kristallin, zum Teil kalkiger Art. Die Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben sind in Tabelle 4, Nr. G 9 bis 10 und Tabelle 13, Nr. 8 bis 10 dargestellt. Sie zeigen sehr ähnliche Verhältnisse, wie das oben beschriebene Profil vom Moränenhang. Der Mineralboden ist ein Sandboden, in dem der

Grobsand noch vorwiegt und der deutliche Durchschlämmung der feineren Bodenteile aufweist. Doch ist der Rohhumus etwas stärker sauer, die Anlage des B-Horizontes angedeutet und die Kalkauslaugung erscheint bei Berücksichtigung gleicher Bodentiefe bedeutender. Es ist somit wahrscheinlich, daß dieser Boden einige Jahrzehnte älter ist, als der andere.

Auf dieser Moräne aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ergibt sich also deutlich eine Entwicklung von Vegetation und Boden zum Typus des Fichtenwaldes (Piceetum excelsae). An vielen Stellen ist bereits eine typische Piceetum-Vegetation vorhanden. Doch die Bodenreifung kommt nicht nach. Oberflächlich, aufgebaut auf abgestorbene Moospolster und Streueschichten, ist zwar eine saure Humusschicht entstanden, unter der sich aber noch der alkalische Mineralboden erhalten hat. Vielleicht gibt diese auf die oberflächlichen Bodenschichten beschränkte Versauerung die Erklärung dafür, daß die in dem subalpinen Fichtenwald auch im Gebiet von Grindelwald so charakteristischen Vaccinien und Farne sich noch nicht ausbreiteten. Der Kalkschutt des Bodens, obgleich er mengenmäßig im allgemeinen gegenüber dem Anteil an Silikatschutt zurücktritt, wirkt sich sehr nachhaltig aus für die Erhaltung eines besseres Zustandes der tieferen Bodenschichten, wird aber auf die Dauer die Bodenreifung im Sinne der Podsolierung nicht verhindern können. Bereits sind die oberen Feinerdeschichten weitgehend entkalkt, und im Profil der Moräne von 1820 bahnt sich ein B-Horizont an. Durch den Reichtum des Bodens an Blöcken und größeren Steinen und den meist sehr geringen Feinerdegehalt werden aber die Bodenreifungsvorgänge stark gehemmt.

Wir haben vor 10 Jahren die Besiedlung einer Moränenlandschaft am Hüfigletscher (etwa 1450 m) in ihrer Beziehung zur Bodenreifung verfolgt [1]. Hier ist der Gletscherschutt vorwiegend Kalk, der dem Silikatfels aufgelagert ist. Es zeigten sich ähnliche Gesetzmäßigkeiten wie am Oberen Grindelwaldgletscher. Das Karbonat wird ausgelaugt, und wenn dieser Vorgang zu Ende geht, beginnt der Boden zu versauern, und kolloidaler Humus tritt auf. Zugleich gehen die kalkholden Arten zurück und azidophile, wie die Vaccinien, wandern

[1] W. Lüdi, Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Vegetation und Boden im östlichen Aarmassiv. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1933** 1934 (41–54).

ein. Böden auf dem Rücken von Rundhöcken, die etwa 80 Jahre eisfrei waren, zeigten Anfänge dieser Vermagerung; aber naturgemäß ergeben sich da von Ort zu Ort große Verschiedenheiten, je nach dem Kalkgehalt des Bodens und dem lokal sehr wechselnden Grade der Auslaugung.

Gletscherböden in der Subarktis.

Wie verhalten sich die von uns festgestellten Gesetzmäßigkeiten zu den Verhältnissen in weit entfernten Erdräumen? Um Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, wollen wir noch einen Blick auf die Besiedlungsvorgänge der Gletscherböden im hohen Norden werfen, wobei wir uns auf je ein Beispiel aus dem mittleren Norwegen und aus dem südlichsten Alaska beschränken, die sorgfältig und eingehend untersucht worden sind.

Knut Faegri[1] stellte die Verhältnisse an einigen Gletschern des Jostedalsbre nördlich des Sognefijords dar. Dieses Gebiet liegt zwischen 61° und 62° nördlicher Breite. Das Klima ist ozeanisch und superhumid, jedenfalls wesentlich feuchter und sommerkühler als in der subalpinen Stufe des Wallis, und ein weiterer klimatischer Hauptunterschied dürfte in der Art der Einstrahlung des Sonnenlichtes liegen, die während des Sommers trotz des viel längeren Tages unter einem bedeutend schieferen Winkel erfolgt, als in unseren Alpen und somit eine geringere Intensität erreicht. Die Bodenunterlage ist reines Silikatgestein, Granit und Gneis. Die Enden der untersuchten Gletscher liegen 160 bis 450 m über Meer.

Faegri findet an seinen Untersuchungsobjekten folgenden Entwicklungsgang der Vegetation: Pioniere → kryptogame Gesellschaften → Zwergstrauchheide → Zwergstrauchreiches Betulagebüsch → Vaccinium myrtillus- und Gras-reiches Betula-Gebüsch oder auch Oxalis- oder Gras-reiches Alnus incana-Gebüsch.

In der ersten Pioniervegetation herrschen die Phanerogamen. Von den 38 Phanerogamen, die Faegri an einem 7jährigen Moränenhügel fand, kommen die meisten auch im Aletschgebiet vor, doch nur eine kleinere Zahl in den jüngsten Moränenstadien, darunter *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoides*, *Arabis alpina*, *Sagina saginoides*, *Poa alpina*, *Betula*

[1] Knut Faegri, Über die Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen. Bergens Mus. Arbok 1933 Naturvid. rekke 7 (255 S., 47 Abb.).