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: 5: Gletscherböden in der Subarktis

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: 08.12.2025

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

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.).

pubescens, *Epilobium angustifolium*, während die größere Zahl erst in den späteren Stadien auftritt, wie *Empetrum nigrum*, *Alchemilla alpina*, *Bartsia alpina*, *Dryopteris Linnaeana*, *Phleum alpinum*, *Rumex acetosella* u. a. Neben den Phanerogamen finden sich auch bereits kryptogame Pioniere, denen eine besondere Wichtigkeit zukommt, da sie sich bald gewaltig ausbreiten, während die Phanerogamen zurückgehen, nach Faegris' Ansicht infolge der Auslaugung und Ausschwemmung des Bodens. So entstehen zuerst Moos- und Flechtengesellschaften. Der bedeutendste kryptogame Pionier- und Gesellschaftsbildner ist *Rhacomitrium canescens;* daneben sind wichtig *Stereocaulon rivulorum* (unserem *Stereocaulon alpinum* nahe verwandt, aber feuchtigkeitsliebend), *Polytrichum piliferum*, *juniperinum*, *commune*, *Pohlia gracilis*, *Philonotis fontana* und des weitern namentlich alpine Lebermoose (*Anthelia*-, *Cephalozia*-, *Lophozia*-Arten).

In der Zwergstrauchheide herrschen *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* und in einer Variante auch *Nardus stricta*. Die gleichen Zwergsträucher beherrschen ferner zusammen mit einem Oberwuchs von *Betula pubescens (tortuosa)*, *Salix phylicifolia* und *Salix glauca* die Folgegesellschaft des Zwergstrauch-Betula-Gebüsches, das eine sehr weite Verbreitung aufweist. Das eigentliche Zwergstrauchheidestadium kann fehlen, wenn Betula oder Weiden sich zugleich mit dem Zwerggesträuch ausbreiten.

Das Schlußglied wird durch zwergige Laubwälder von *Betula pubescens* oder *Alnus incana* mit einem Unterwuchs von *Vaccinium myrtillus*, *V. Vitis idaea* und *Deschampsia flexuosa* gebildet, während der Vegetationsklimax des Gebietes, ein *Vaccinium myrtillus*-reicher *Pinus silvestris*-Wald in der Nähe der Gletscher nicht auftritt, was Faegri der schädigenden Wirkung der kalten Gletscherwinde zuschreibt.

Faegri untersucht auch die Geschwindigkeit, mit der die einzelnen Sukzessionen sich abwickeln und findet große Unterschiede, je nach den lokalen Verhältnissen. Soweit aus den Angaben ein Überblick möglich ist, ergeben sich etwa folgende Zahlenwerte: die Initialgesellschaften der Kryptogamen, besonders von *Rhacomitrium canescens*, können bereits nach wenigen Jahren auftreten, und werden nach etwa 40 bis 50 Jahren, oft auch viel später („Steinheide"), gelegentlich auch früher, von der Zwergstrauchheide verdrängt, in der gewöhnlich ziemlich rasch Birken und Weiden aufwachsen, so daß nach 55 bis 80 Jahren die Stufe des zwergstrauchreichen Betula-Gebüsches erreicht ist. Dieses hält

lange aus, und das Gras- und Heidelbeer-reiche Betula-Hochgebüsch stellt sich viel später ein; es werden dafür 150 bis 180 Jahre angegeben.

Die Bodenbildung führt zum Podsol als Bodenklimax. Die erste Stufe der Bodenentwicklung, die Aufbereitung des mineralischen Rohbodens geht langsam vor sich, die zweite Stufe, die in einer starken Humuseinlagerung besteht, rasch, während die eigentliche Podsolierung wiederum sehr langsam erfolgt. Das Gras-Myrtillus-reiche Betula-Gebüsch enthält als erstes Glied der Sukzessionsreihe eine gut entwickelte Humusschicht.

Wir finden also sowohl in der Artenzusammensetzung als auch in den Sukzessionsgliedern und in der Bodenbildung große Ähnlichkeit zu der Vegetationsentwicklung an unseren Walliser Gletschern. Ein Hauptunterschied liegt in der sehr starken und frühen Entwicklung der Kryptogamengesellschaften. Bei uns fehlen die hochalpinen Lebermoosgesellschaften auf den untersuchten Moränen. Die Rhacomitrium-Stereocaulon- und Polytrichum-Rasen sind zwar mit Ausnahme der jüngsten Moränenteile sehr verbreitet und oft den Aspekt beherrschend, auf besonders ungünstigen Böden bis in die älteren Besiedlungsstadien; aber sie treten stets hinter der Phanerogamen-Vegetation an Bedeutung zurück und bilden einen Nebenweg der Vegetationsentwicklung, gewissermaßen den Ausdruck eine Entwicklungshemmung. Anklänge sind auch zu den Verhältnissen am Grindelwaldgletscher vorhanden (Alnus incana Stadium), wie überhaupt eine starke Mischung von alpiner und subalpiner Vegetation vorhanden zu sein scheint.

Es ergibt sich aus diesen Vergleichen, daß offenbar Faegris Stufe der Zwergstrauchheide und des zwergstrauchreichen Betula-Gebüsches unserem Weidenstadium und dem Initialstadium der Zwergstrauchheide entsprechen und das Gras-Myrtillus-reiche Betula-Gebüsch unserem Stadium der Bildung von Wald und Rhodoreto-Vaccinietum, das allerdings durch die Anwesenheit der Lärche und Alpenrose sowie durch das Aufkommen von Fichte und Arve einen wesentlich anderen Charakter erhält.

Die Untersuchung der Besiedelung von subarktischen Moränenböden in Alaska verdanken wir W. S. Cooper [1], der in den Jahren

[1] William S. Cooper, The recent ecological history of Glacier Bay, Alaska. Ecology **4** 1923 (93–128, 223–246, 355–365, viele Fig.). – A third expedition to Glacier Bay, Alaska. Ecology **12** 1931 (61–95, 14 Fig.). – A fourth expedition to Glacier Bay, Alaska. Ecology **20** 1939 (130–155, 13 Fig.).

1916 bis 1935 in wiederholten Besuchen die Vegetationsentwicklung in der Glacier-Bay verfolgte. Glacier-Bay liegt an der Westküste von Nordamerika, in 59° nördlicher Breite. Das Klima ist von ähnlichem Charakter, wie in dem westlichen Mittelnorwegen, doch wahrscheinlich noch ausgesprochener ozeanisch, da die großen Gletscher dort in fijordähnlichen Tälern bis zum Meer hinabreichen. Dagegen ist die Gesteinsunterlage nicht einheitlich, sondern gemischt aus Silikatgestein und verschiedenartigen Sedimentgesteinen, darunter auch Kalken und Dolomiten. Vor etwa 150 bis 200 Jahren erreichte die Ausdehnung der Gletscher ein Maximum; der größte Teil der Glacier-Bay war vom Eis gefüllt. Seither zieht sich der Gletscher zurück. Seine Veränderung wird von 1879 an regelmäßig verfolgt. Cooper untersuchte die Besiedlung des eisfrei gewordenen Bodens durch die Vegetation. Er unterscheidet in der Vegetationsentwicklung 4 Hauptstadien: Pionierstadium → Weidenstadium → Erlenstadium → Nadelwaldstadium.

Als erste Ansiedler, die oft rasch nach dem Rückgange des Eises auftreten und sich ausbreiten, nennt er *Rhacomitrium canescens*, *Rh. lanuginosum* und *Epilobium latifolium*. Bald wandern *Dryas Drummondii* und *Equisetum variegatum* ein, auf feuchtem Boden auch *Equisetum arvense*, *Philonotis fontana* und *Drepanocladus Kneiffii*. Sie sammeln den ersten Humus. Zugleich siedeln sich verschiedenartige Holzpflanzen an, Weiden, Erlen und ganz vereinzelt auch bereits Pappeln und Nadelhölzer. In solchen Pionierbeständen hat Cooper eine Anzahl kleiner Dauerflächen angelegt. Ihre Vegetation zeigt während der 20 Jahre Beobachtungszeit (1916–1935) vor allem eine starke Ausbreitung von *Dryas*, die einzelne der Flächen lückenlos überwachsen hat sowie ein Rückgang der ersten phanerogamen Pioniere. Stellenweise haben sich auch *Rhacomitrium* und *Sterocaulon tomentosum* ausgebreitet, was Cooper mit dem Mangel an winterlicher Schneebedeckung auf exponierten Rücken in Zusammenhang bringt. Die Weiden-Kleinpflanzen nahmen bis 1929 an Größe stark zu, an Individuenzahl ab, während sie von 1929 bis 1935 eher stabil blieben.

Das Weidenstadium läßt sich in drei Abschnitte unterteilen: zuerst gelangen in der Pioniergesellschaft die Spalierweiden zu starker Entwicklung, drei Arten, unter denen *Salix arctica* die wichtigste ist. Dann bilden die größeren Weiden ein offenes Zwerggesträuch. Es sind insgesamt 6 Arten, unter ihnen auch *Salix glauca*. Schließlich wachsen zwei dieser Arten zu Hochsträuchern auf, *Salix alaxensis* und *S. sit-*

chensis und leiten langsam in das Erlenstadium über; denn zugleich breitet sich auch *Alnus tenuifolia* aus. Diese neigt zur Bildung dichter Gebüsche, in denen die lichtliebenden Arten, vor allem auch die Spaliersträucher, ersticken. Dafür wandern Mesophyten und Hylocomien-Moose ein, und die Humusbildung wird sehr beschleunigt. In diesem Zustande des dichten Erlen-Hochgebüsches kann die Vegetationsentwicklung längere Zeit verharren, da das Aufwachsen der Nadelhölzer durch die Beschattung gehemmt ist. Doch keimen viele Nadelholzpflanzen bereits in früheren Stadien der Sukzessionsreihe; namentlich das offene Weidengebüsch ist ihrem Fortkommen sehr günstig. So bilden sich Gruppen von Nadelbäumen[1], von denen aus die Waldbildung fortschreitet zum Schlußglied der Vegetationsentwicklung, dem mesophytischen Nadelwaldklimax. Der Hauptwaldbaum ist *Picea sitchensis;* weniger häufig sind *Tsuga heterophylla* und *T. mertensiana* sowie *Populus trichocarpa.* Die letztere findet ihr bestes Gedeihen im Weiden-Erlenstadium. Im geschlossenen Wald bedeckt eine dicke Humusschicht mit üppiger Moosdecke den Boden. Die wichtigsten Moose sind *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rh. loreus*, *Rh. squarrosus* und *Hylocomium proliferum.* Die letztere wandert etwas später ein, als die drei Erstgenannten, und wenn sie in Menge vorhanden ist, gilt das als ein Zeichen für den gereiften Wald. Unter den von Cooper angegebenen Begleitpflanzen finden wir viele uns bekannte Geschlechter, so die Farne *Dryopteris filix mas*, *D. spinulosa*, *D. Braunii*, ferner *Pyrola secunda* und *P. uniflora*, *Streptopus amplexifolius*, *Aruncus silvester*, *Sambucus racemosa* und Arten von *Ribes*, *Rubus*, *Actaea*, *Arnica*, *Corallorrhiza* u. a. Dagegen scheinen die Ericaceen so ziemlich zu fehlen (genannt wird nur so nebenbei [1939] *Phyllodoce glanduliflora).*

Über die Zeit, die zur Erreichung der einzelnen Entwicklungsstadien benötigt wird, gibt Cooper keine genauen Zahlen. Er betont gelegentlich, daß je nach der Lage und der Beschaffenheit des Untergrundes die Entwicklung ganz ungleich rasch vor sich gehe, so daß die verschiedenen Entwicklungsstadien nebeneinander auftreten. Immerhin scheint das Pionierstadium unter günstigen Verhältnissen kaum 40 Jahre zu dauern und das Erlenstadium bereits etwa 50 Jahren nach dem Eisfreiwerden auftreten zu können. In einem schönen Nadelwald mit dominanter Picea, sind die 12 bis 15 m hohen Bäume (1. Genera-

[1] Die Gruppenbildung wird für Picea begünstigt, durch die Fähigkeit, aus niederliegenden und wurzelnden Ästen neue Stämme zu bilden.

tion) etwa 120jährig, und in einem 1935 aus dem Erlen-Weidenstadium aufwachsenden Wald zeigte sich, daß die Mehrzahl der Bäume zwischen 1870 und 1880 gekeimt hatten. Rechnen wir hier für das Pionierstadium, in dem nur ganz vereinzelt Nadelbäume keimen, rund 30 Jahre, so ergeben sich für die Zeitspanne vom Rückzug des Gletschers bis zum Aufwachsen dieses Klimax-Waldes 90 bis 100 Jahre.

Diese Besiedlungsverhältnisse auf freiwerdendem Gletscherschutt in Alaska stehen in den Berner Alpen wohl denen am Oberen Grindelwaldgletscher am nächsten, da dort die gleiche Folge von Stadien auftritt. Aber dem Inhalte nach ist am Grindelwaldgletscher das Pionierstadium durch das Fehlen der Spaliergehölze und der Rhacomitrium-Moosdecken sehr verschieden, und läuft auch schneller ab. Ferner ist am Grindelwaldgletscher das Schlußglied der Vegetationsentwicklung, der Klimaxwald, nicht durch Mesophyten, sondern durch azidophiles Zwerggesträuch, Farne und Saprophyten charakterisiert, wozu in der Glacier-Bay immerhin Anklänge vorhanden zu sein scheinen. Auch mit den Aletsch- und Rhonemoränen ist eine generelle Übereinstimmung vorhanden, sobald wir das Erlenstadium mit dem Lärchen-Birkenwald in Parallele setzen, und manche Einzelzüge, wie das Auftreten gleicher oder vikariierender Arten unter ähnlichen ökologischen Bedingungen, fallen auf. Aber das Fehlen des Ericaceen-Zwerggesträuchs in Alaska in den späteren Sukzessionsstadien, und das frühe und dominante Auftreten des Spaliergesträuchs und der Rhacomitrium-Moosdecken, ergibt immerhin bedeutsame Unterschiede. Die Pioniervegetation scheint in der Glacier-Bay alpiner ausgebildet, als die späteren Stadien der Sukzessionsreihe.

Leider gibt Cooper keine genaueren Vegetationsanalysen und Beschreibungen von homogenen Pflanzengesellschaften und auch keine näheren Angaben über die Bodenbeschaffenheit. Doch müssen in dem superhumiden Klima Auslaugungsvorgänge in den Böden stattfinden und Bodenreifungsprozesse auftreten, die zu podsolähnlichen Endwerten führen. Es wäre sehr wünschbar, von Cooper gelegentlich noch mit verfeinerten Methoden der Vegetations- und Bodenforschung ausgeführte Ergänzungsuntersuchungen zu erhalten. Erst dann können diese auf dem abgelegenen Stück Erde in langen Jahren durchgeführten Arbeiten voll ausgenützt werden.