

Die Pflanzenbesiedlung im Vorfeld des Hintereisfeners

VON HELMUT FRIEDEL, Innsbruck

Mit 4 Figuren

Natürliche Flächen mit stark offener Vegetation, Gebiete auf denen unbewachsener Boden gegenüber dem pflanzenbesiedelten Flächenanteil überwiegt, finden sich erstens dort, wo extremes Klima die Entwicklung einer lückenlosen Pflanzendecke unmöglich macht, in den Wüsten (Dürrewüsten, Kältewüsten u. a.) und zweitens in den »Öden«, dort wo starke aktuelle geodynamische »Tätigkeit« (Erosion und Aufschüttung) die pflanzliche Besiedlung noch nicht genügend zur Geltung kommen ließ, also etwa an der Flanke eines tätigen Vulkans, auf einer stark »tätigen« Steinschlaghalde, am Prallhang eines Flußmäanders, in einem Gletschervorfeld. Kommt die geodynamische Tätigkeit dauernd oder vorübergehend zum Stillstand, so vernarben allmählich die so entstandenen Wundflächen im Pflanzenteppich. Die Regeneration der Pflanzendecke besteht nun aber nicht nur in einer rein quantitativen Zunahme der sich ansiedelnden Pflanzen, sondern in einer gesetzmäßigen Abfolge bestimmter Pflanzengesellschaften (Pflanzensukzession), die auch nicht mit dem vollständigen Vegetationsschluß ihr Ende findet, sondern bis zu jener Pflanzengesellschaft weiterläuft, die sich endlich mit den Umweltfaktoren im dauernden Gleichgewicht befindet (Schluß- oder Klimaxgesellschaft). Im allgemeinen ist eine solche Pflanzensukzessionsserie ohne menschliche Beeinflussung ein einseitig gerichteter, nicht umkehrbarer Ablauf, der allerdings in jedem Stadium durch erneut einsetzende geodynamische Tätigkeit unterbrochen und an den Anfangszustand der vollständigen Öde zurückgeworfen werden kann. Mit der Entwicklung des Pflanzenkleides läuft zugleich eine Entwicklung der Verwitterungskruste, der Bodenkrume.

So wie der Geologe den einseitig gerichteten Vorgang der Organismenentwicklung im Laufe geologischer Zeiten zur Altersbestimmung von Ablagerungen mittels ihres Fossilgehaltes benützt, so müßte

es möglich sein, für die aktuelle Geodynamik das Alter einer Bodenoberfläche zu bestimmen, wenn man genügende Kenntnis des Pflanzensukzessionismus voraussetzen kann. Leider aber besteht noch große Lückenhaftigkeit und Unsicherheit in unserer Kenntnis der Sukzessionen. Ist schon die Zahl der Pflanzengesellschaften groß, so ist die Zahl der möglichen genetischen Entwicklungsrichtungen um so mannigfaltiger und noch mehr ihr Entwicklungstempo variabel. Wenn man daher Schlüsse aus der Vegetation auf das Alter des Bodens ziehen will, so ist man vorläufig gezwungen, die Sukzessionen auf datierbarem Boden genau zu studieren und die Ergebnisse nur auf solche undatierte Böden zu übertragen, welche in demselben engeren Gebiete liegen und auch sonst die gleiche kleinklimatische, orographische und pedologische Beschaffenheit aufweisen. Auf diese Weise ist es mir an der Pasterze und an Westalpenglaciers mehrfach gelungen, alte Gletscherstandlinien von solchen Stellen aus, wo durch geschichtliche Nachrichten ein bestimmter Gletscherstand belegt werden konnte, im Gelände streckenweise auch dann weiter zu verfolgen, wenn sie nicht durch Endmoränenwälle bezeichnet sind.

Durch eine Beihilfe des Deutschen Alpenvereins war es mir möglich, die Vegetation des Vorfeldes des Hintereis- und des Vernagtglaciers zu studieren. Über meine bisherigen Ergebnisse im Studium des Hintereisvorfeldes wird hier kurz berichtet. Dem Deutschen Alpenverein sei auch auf diesem Wege mein Dank ausgesprochen, ebenso für Hilfe und Anregung Herrn Prof. GAMS, mit dem zusammen ich die Gletscherwelt des Ötztals im Sommer 1937 besuchte. Außerdem möchte ich den Professoren A. U. DÄNIKER und E. SCHMID in Zürich danken, da ich gerade in der Aussprache mit ihnen meine Auffassung über die Vegetationsverhältnisse auf Gletschervorfeldern sehr vertiefen konnte.

Das Hintereisvorfeld erstreckt sich in ungefähr E-W-Richtung, hat also einen ausgesprochenen schattseitigen und einen sonnseitigen Talhang, die beide ziemlich steil zum Gletscherbach abfallen und zwischen sich kaum Raum lassen für einen ebenen Gletscherboden. Daher kommt der Moränenschutt oft, besonders nach starken Niederschlägen, ins Rutschen und stört so die Vegetationsentwicklung. Auf der Schattseite schert der Gletscher bei seinem Rückzuge große Toteismassen ab, die unter Schutt vergraben dezennienlang erhalten bleiben. Riesige Toteismassen liegen auch an der Einmündungsstelle des Kesselwandferners. Im Norden berührt sich das Hintereisvorfeld fast mit dem des Hoch-

jochferners. Der anstehende Fels und der Moränenschutt bestehen aus kalkfreien Glimmerschiefern und Gneisen. Das Vorfeld des Hintereisferners ist zur Zeit ungefähr anderthalb Kilometer lang und sein Talboden liegt zwischen etwa 2400 und 2250 m ü. M.

Wir können das Vorfeld des Hintereisferners nach der Vegetation in drei Alterszonen teilen: Die erste, jüngste, reicht gegenwärtig von der Gletscherstirn bis zu dem Felshöcker, auf dem der Totalisator steht. Nach außen grenzt sie mit einer relativ scharfen Grenze, welche dem Gletschervorstoß der Jahre um 1920 entspricht, an die zweite Zone. Diese nimmt das weitaus größte Gebiet des ganzen Vorfeldes ein. Ein äußerster und ältester, relativ schmaler Streifen ist als dritte Zone abzutrennen. In der ersten Zone können wir bis ins einzelne eine weitere deutliche Alterszonierung finden. Zunächst eine vollständig unbesiedelte Unterzone, auf der Sonnseite seitlich des Gletschers 5 m, an der Stirn bis 25 m breit, dann eine, in der bald *Poa laxa*, bald *Cerastium uniflorum* als einzige Siedler auftreten, dann allmähliche Zunahme der sich ansiedelnden Pflanzen in ziemlich gesetzmäßiger Reihenfolge, bis sich schließlich eine Gesellschaft von etwa zwanzig Pflanzenarten zusammengefunden hat. Kryptogamen treten darin fast ganz zurück, nur spärliche kleine Pölsterchen von *Pohlia gracilis* und *Polytrichum juniperinum alpinum* sind als konstant anzusehen. Ich nenne diese Gesellschaft *Poa laxa-Cerastium uniflorum*-Soziation. Sie ist eine Variante der auf Silikatfließschutt alpiner Steinschlaghalden häufigen *Oxyria digyna*-Assoziation. Auf der Schattseite bleibt die Vegetation weit zurück. Der Deckungsgrad steigt in der Zone 1 sonnseitig stellenweise bis gegen 5%, schattseitig bleibt die Gesamtdeckung unter 1%. Hier wird die Vegetationsentwicklung unter anderem auch durch das Toteis verzögert. Auf dessen Schuttdecken gedeihen nur *Poa laxa* und *Cerastium uniflorum* als Konstanten, während andere Pflanzen nur hin und wieder als Zufällige beigemischt sind. Dieselbe spärliche Vegetation wächst auf den gewaltigen Toteismassen an der Einmündung des Kesselwandferners in den Hintereisgletscher.

Durchwandern wir die zweite Zone, so haben wir zunächst den Eindruck eines wirren Durcheinanders von Pflanzen ohne Regel und Gesetz. Die Zusammensetzung der Vegetation scheint ein Werk des Zufalls zu sein, im Gegensatz zur ersten Zone. Allein dieser Gegensatz mildert sich nach genauerer Untersuchung der Vegetation. Zunächst können wir feststellen, daß nur wenige Arten dem nackten Rohboden aus Silikatschutt mindestens dieser Höhe fremd sind. Diese kommen aber nur ganz inkonstant und mehr oder weniger selten vor. So fand ich

<i>Loiseleuria procumbens</i>	3mal	<i>Urtica dioeca</i>	1mal
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3mal	<i>Asplenium trichomanes</i>	1mal
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	2mal	<i>Epilobium angustifolium</i>	1mal
<i>Calluna vulgaris</i>	1mal	<i>Lycopodium selago</i>	1mal

Viele Arten treten schon auf rohem Moränenschuttboden der zweiten Zone auf, die sonst erst in viel reiferen Stadien der Vegetation Bedeutung erlangen, z. B.

<i>Nardus stricta</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Festuca varia</i>	<i>Ligusticum mutellina</i>
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	<i>Euphrasia minima</i>
<i>Hieracium alpinum</i>	<i>Homogyne alpina</i>

Die übrigen Arten sind im Silikatschutt der Halden und Schwemmlagen gleicher Höhe zu Hause, wenn sie auch nicht alle ihre Hauptverbreitung dort haben. Versuchen wir nun die Vergesellschaftungen dieser Pflanzen zu erfassen, so stoßen wir zunächst auf große Schwierigkeiten. Würden wir einen qm-Rahmen an verschiedenen Stellen auslegen und die hineinfallende Vegetation analysieren, so kämen wir zu einer ungewöhnlich großen Anzahl von Vegetationstypen. Das kommt daher, daß sich zahlreiche, im ganzen Vorfeld stark verbreitete Arten auf den qm-Flächen in mannigfaltigster Weise zusammenkombinieren. Erst wenn wir größere ökologisch homogene Flächen aufsuchen und davon 50 bis 100 qm, gleichgültig welcher Umgrenzungsform, analysieren, erhalten wir Ergebnisse, die sich in derselben Zone in ähnlicher Art vielfach wiederholen, und zum Vegetationstyp erhoben werden können. Daraus erhellt, daß die Vegetation noch große Inhomogenität aufweist. Die Verteilung der Arten ist im einzelnen zwar noch sehr unregelmäßig, aber im großen greifen doch Gesetzmäßigkeiten ordnend ein. Bei näherer Betrachtung erkennen wir, daß die einzelnen Pflanzenarten nicht einfach nach der Wahrscheinlichkeit verteilt sind, sondern daß sie meistens gehäuft in Trupps oder Flecken auftreten (vorherrschende Soziabilität 3—4), daß sich ihre Siedlungsräume gegenseitig wenig durchdringen. Dadurch erhält das Gelände ein oft auffallend fleckiges Aussehen. Dies unterscheidet die Vegetation sowohl von reiferen geschlossenen Rasentypen außerhalb des Vorfeldes, wo die Arten einzeln oder gruppen- und horstweise wachsen (Soziabilität 1—2), wie auch von ganz offener Vegetation der ersten Zone oder auf Fliesschutthalde n u. ä. (Soziabilität 2—3). Diese Fleckigkeit bleibt eine Zeitlang bis über den Vegetationsschluß hinaus erhalten, erst allmählich beginnen die Individuengesamtheiten (DÄNIKER) der einzelnen Arten sich zu durchdringen (Interzeption). DÄNIKER nennt solche Flecken *Bruten*. Sie kommen durch ungehemmte Ausbreitung einer Art auf Neuland durch Wurzel-

stöcke, Ausläufer, Nahaussaat, aber auch durch Großpolster und -spaliere zustande.

Auch noch in mancher anderen Hinsicht zeigt sich, daß die junge Vegetation der Moränenböden der zweiten Zone kein bloßes Werk des Zufalls ist: An Standorten, die sich in ökologischer Hinsicht unterscheiden, entsprechen den Verschiedenheiten der Umweltfaktoren immer auch Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Vegetation. Suchen wir uns im Vorfelde z. B. einen Schuttrücken und eine benachbarte Schuttmulde, die sich durch verschiedene Windausgesetztheit, verschiedene Bodenfeuchtigkeit und verschieden lange Dauer der Schneebedeckung u. a. unterscheiden, jedoch das gleiche Bodenalter aufweisen. Auf der Schattseite nächst der Einmündung des Hochjochbaches in den Hintereisbach finden sich nahe beieinander in einer Mulde und auf einem Höcker folgende Siedlungen (Probefläche je 64 qm, Ziffern und Zeichen bedeuten wie in den weiteren Vegetationsaufnahmen die Gesamtschätzung von Deckung und Abundanz nach der üblichen sechsteiligen Skala):

Standort	Mulde	Höcker
Soziation	<i>Gnaphalium supinum- Polytrichum alpinum-S.</i>	<i>Silene acaulis- Polytrichum piliferum-S.</i>
Gesamtdeckung	95 %	85 %
<i>Gnaphalium supinum</i>	4	+
<i>Salix herbacea</i>	1	+
<i>Ligusticum mutellina</i>	1	+
<i>Euphrasia minima</i>	1	+
<i>Sibbaldia procumbens</i>	+	—
<i>Potentilla aurea</i>	+	—
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	+	+
<i>Cardamine resedifolia</i>	+	+
<i>Polygonum viviparum</i>	+	+
<i>Leontodon hispidus</i>	+	+
<i>Veronica alpina</i>	+	+
<i>Potentilla erecta</i>	—	+
<i>Hieracium alpinum</i>	—	+
<i>Senecio carniolicus</i>	—	+
<i>Sedum alpestre</i>	+	1
<i>Minuartia sedoides</i>	+	1
<i>Saxifraga bryoides</i>	+	1
<i>Silene acaulis</i>	2	3
<i>Luzula spadicosa</i>	2	+
<i>Poa alpina</i>	1	+
<i>Festuca Halleri</i>	1	1

Standort	Mulde	Höcker
Soziation	<i>Gnaphalium supinum-</i> <i>Polytrichum alpinum</i> -S.	<i>Silene acaulis-</i> <i>Polytrichum piliferum</i> -S.
Gesamtdeckung	95 %	85 %
<i>Nardus stricta</i>	1	1
<i>Poa laxa</i>	+	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	+
<i>Avena versicolor</i>	+	+
<i>Luzula spicata</i>	+	+
<i>Agrostis rupestris</i>	1	1
<i>Sesleria disticha</i>	+	1
<i>Festuca varia</i>	+	2
<i>Polytrichum alpinum</i>	3	—
<i>Racomitrium canescens</i>	2	+
<i>Polytrichum sexangulare</i>	2	+
<i>Solorina crocea</i>	1	+
<i>Stereocaulon botryosum</i>	+	—
<i>Cetraria crispa</i>	+	—
<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1	1
<i>Cetraria rangiferina</i>	+	1
<i>Cetraria islandica</i>	+	1
<i>Stereocaulon alpinum</i>	+	3
<i>Polytrichum piliferum</i>	+	3

Aber auch hier ergibt sich sofort ein Unterschied gegenüber der reiferen Vegetation der Umgebung des Vorfeldes. Während im Moränenschutt dem ganz allmählichen Übergang von Feuchtigkeit, Bodenbeschaffenheit und Schneebedeckung usw. ein ebenso allmählicher Übergang der Vegetation von der Mulde zu jener des Rückens entspricht, ist dieser Übergang in der reiferen Vegetation mehr oder weniger sprunghaft. Es findet sich am Grunde der Mulde etwa ein *Salicetum herbaceae* und auf dem Rücken ein *Curvuletum*, die zwischen sich nur durch relativ schmale Übergangstreifen getrennt sind. In Fig. 1 ist dieser Unterschied schematisch veranschaulicht. Die untere Linie soll das Bodenrelief und zugleich den Verlauf der abiotischen Faktoren wiedergeben, die obere die zugehörige Variation der Pflanzendecke. Wir können einen stetigen Übergang zwischen Vegetationstypen der Neulandsiedlung einem unstetigen Übergang zwischen reiferen Assoziationen gegenüberstellen. Die stetigen Übergänge zwischen den Vegetationseinheiten finden sich in abgeschwächtem Maße auch auf dem Fliessschutt von Steinschlaghalden und in der ersten Vorfeldzone.

Im einen Fall haben wir es mit verschiedenartigen Einzelpflanzen zu tun, die je nach ihren individuellen Ansprüchen gedeihen, soweit der Variationsbereich der Umweltfaktoren vom Maximum und Optimum bis zum geforderten Minimum reicht. Im anderen Falle haben wir es mit organisierten Einheiten, den echten Pflanzengesellschaften zu tun, die sich als solche gegenüber treten und bis zu jenem Faktorenbereich vorstoßen, wo die Konkurrenzkraft der einen Gesellschaft von jener einer anderen übertroffen wird. Innerhalb des Bereiches der einen echten Gesellschaft hat diese sich aber noch selbst die Umweltfaktoren weitgehend beeinflußt, so daß dieser Raum ökologisch einheitlicher ge-

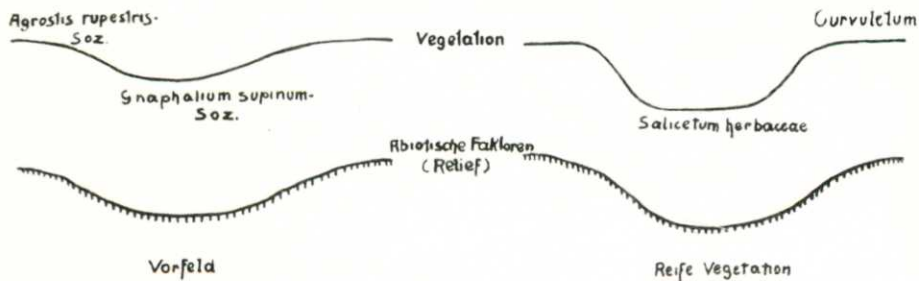


Fig. 1

worden ist. Die Vegetation befindet sich im ersten Falle noch in der autökologischen, im zweiten Falle schon in der synökologischen Phase (SCHMID). Reife Vegetation kartographisch darzustellen, ist verhältnismäßig leicht, weil die Typen scharf ausgeprägt und Zwischenformen viel seltener sind. Je unreifer die Vegetation, desto mehr Areal nehmen Zwischentypen ein, bei denen es schwer ist zu entscheiden, welchem Typus sie zuzurechnen sind. Den Extremfall finden wir in den Neulandsiedlungen unserer Gletschervorfelder. Hier finden sich scharfe Grenzen nur dort, wo auch die abiotischen Faktoren scharfe Grenzen bilden. Hier sind Übergangsformen zwischen den Vegetationseinheiten ebenso häufig, wie diese selbst. Da Typenbildung gerade darauf beruht, daß bestimmte Formen gegenüber Zwischenbildungen vorwiegen, ergibt sich, daß hier die Typenbildung eine künstliche sein muß. Sie ist aber nötig, um überhaupt einen Überblick über die tatsächlichen Mannigfaltigkeiten zu bekommen, wenn sie auch mehr oder weniger willkürlich nach den abiotischen Faktoren und nach Analogien zu etwas reiferer Vegetation vorgenommen werden muß. Diese formale Art der Typisierung möge für das Weitere im Auge behalten werden.

Ganz Entsprechendes können wir beobachten, wenn wir nicht ökologisch verschiedenartige Stellen untersuchen, sondern Standorte gleicher ursprünglicher ökologischer Beschaffenheit, aber verschiedenen Bodenalters, d. h. die verschiedenen Stadien ein und derselben Sukzessionsserie miteinander vergleichen. In der reiferen Vegetation außerhalb des Vorfeldes können wir feststellen, daß miteinander genetisch verknüpfte Vegetationseinheiten in ausgeprägter Entwicklung vorherrschen, Zwischenstadien an Häufigkeit und Areal zurücktreten, wobei die ausgeprägten Typen durch größere Konstanz und Treue ihrer Elemente kennlich sind. In der unreifen Vegetation des Vorfeldes, aber auch auf Steinschlaghalden und Schwemmluren ist es schwer, gewisse Stadien als Typen herauszuheben, da sie in keinem Organisationsmerkmal vor ihren Zwischenstadien ausgezeichnet sind und diese Zwischenstadien selbst ebenso häufig und verbreitet auftreten. Wir können daraus schließen, daß reifere Vegetation, wenn die Sukzessions-schemen der Pflanzenzöologen richtig sind, relativ zu dem sehr langsamen Ablauf mehr sprunghaft sukzediert, während unreife sich mehr kontinuierlich umwandelt und entwickelt. Wir wollen die beiden Arten von Vegetationsentwicklung als stetige und unstetige Sukzession unterscheiden.

Um die Entwicklung der Pflanzenwelt des Vorfeldes von den jüngsten Stadien zu den reiferen zu verfolgen, müssen wir uns erst über die Methodik klar werden. Fast alle Autoren, die bisher die Gletscherbodenvegetation studierten, beschränkten sich auf einen rein floristischen Weg. Sie teilten das Vorfeld in Alterszonen und stellten eine Liste der in jeder wachsenden Pflanzen zusammen, um auf diese Weise die Zunahme der Arten und die Änderungen der Vegetationszusammensetzung festzustellen. Dadurch wird jedoch sehr Verschiedenartiges verglichen. In der einen Alterszone kann felsiges Gelände vorherrschen, das in der anderen fehlt, in den einen kann es sumpfiges Gelände geben, in den anderen nicht. Je verschiedenartiger die Standorte, desto reicher wird aber die Florenliste ausfallen. Darum ist es besser, man geht zöologisch vor. Dies läuft hier in der autökologisch bedingten Vegetation darauf hinaus, eine Serie von Standorten zunehmenden Alters, aber ursprünglich gleicher ökologischer Beschaffenheit zusammenzustellen, die man zunächst so auswählt, daß der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation gleichmäßig zunimmt, und dann die Vegetation dieser Standorte analysiert. Auf diese Weise kommen sehr gleichmäßige Sukzessionsserien heraus, die ein gutes Bild über die Vegetationsentwicklung der

verschiedenen Standorte geben. Als Beispiele die Analysen der Tabelle S. 224—225.

Wir haben hier die sonnseitige und die schattseitige Hauptserie vor uns. Die Probeflächen sind alle 50 bis 100 qm groß. Die sonnseitigen liegen ungefähr auf der Linie Gletscherstirn — Hochjochhospiz, die schattseitigen auf der Linie Gletscherstirn — Eintritt des Hochjochbaches ins Vorfeld.

Betrachten wir uns die Vegetationsanalysen der Tabelle näher. Wenn sich eine Pflanzengesellschaft in eine andere durch Sukzession umwandelt, so werden im allgemeinen zahlreiche Arten verschwinden und etwa ebenso viele neue auftreten, worunter mehrere dieser neuen Gesellschaft treu zu sein pflegen. In unserer Tabelle überwiegen offenbar die Neuankömmlinge in allen Einheiten, während nur wenige Arten wieder an Bedeutung verlieren. Das Phänomen der Treue tritt (außer in den ersten Stadien) gänzlich zurück. Dagegen gibt es eine große Zahl von Arten, die ganz allgemein vorkommen und sich in großen Zügen in bestimmter Reihenfolge ansiedeln. Daraus folgt, daß wir auf solchen Probeflächen in jedem Stadium zahlreiche Konstanten haben. Von ihnen sind viele schon in weit jüngeren Stadien aufgetreten, bis sie in viel späteren erst eine bedeutende Rolle spielen. Nachher bleiben sie noch in gleicher Häufigkeit vorhanden, lange nachdem sie in ihrer Bedeutung schon von Neuankömmlingen überflügelt worden sind. Dieselben hier der Entwicklung vorausseilenden und ihr nachhinkenden Arten können in ähnlichen Sukzessionen außerhalb des Vorfeldes auf ganz bestimmte Entwicklungsstadien beschränkt sein. Unter den zahlreichen konstanten Arten sind es nur wenige, die in einem der Entwicklungsstadien in der Feldschichte oder in der Bodenschichte den jeweils größten Deckungsgrad oder die jeweils größte Individuenzahl erreichen. Diese wenigen Dominanten treten mit noch größerer Gesetzmäßigkeit als die übrigen Konstanten in bestimmter Reihenfolge als solche auf. Um nun aus einer stetigen Sukzessionsreihe einzelne Stadien als Vegetationstypen herausheben zu können, müssen wir zu dem künstlichen Hilfsmittel greifen, mittels der Dominanzen die Serien in Teilstrecken zu zerlegen. Da wir also zur Kennzeichnung der Einheiten nur die konstanten und dominanten Arten benützen, sind diese als Soziationen zu bezeichnen. (Der einzige Unterschied gegenüber jenen der nordischen Forscher ist, daß sie meist erst mittels größerer Probeflächen faßbar sind.) Auf diese Weise können wir auf dem trockenen Moränenschutt des Hintereisvorfeldes folgende Soziationen und Hauptserien unterscheiden (s. S. 226):

<i>Cerastium uniflorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chrysanthemum alpinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cardamine resedifolia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Linaria alpina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga bryoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerastium strictum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Epiobium alpinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerastium trigynum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alsine Linnei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Arenaria biflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium pallescens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salix herbacea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Silene acaulis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Minuartia recurva</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sedum alpestre</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gnaphalium supinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leontodon hispidus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euphrasia minima</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Senecio abrotanifolius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thymus serpyllum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium badium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bartschia alpina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium Thalii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa laxa-Cerastium unifl.-Soziation</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Agrostis rupest.-Polytr. junip.-Soz.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifol. pallescens-Polytr. junip.-Soz.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cerastium uniflorum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chrysanthemum alpinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gnaphalium supinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Linaria alpina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Saxifraga bryoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Minuartia sedoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polygonum viviparum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica alpina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phytanoma hemisphaericum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hieracium alpinum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potentilla erecta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ligusticum mutellina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa laxa-Cerastium unifl.-Soziation</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Agrostis rupest.-Racomitr. can.-Soz.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Silene acaulis-Polytr. pilif.-Soz.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Herbiden

Auf der Schattseite

1. Zone *Poa laxa-Cerastium uniflorum*-Soziation
2. Zone { *Agrostis rupestris-Rhacomitrium canescens*-Soziation
 Silene acaulis-Polytrichum piliferum-Soziation
3. Zone *Festuca Halleri*-Soziationen

Auf der Sonnseite

1. Zone *Poa laxa-Cerastium uniflorum*-Soziation
2. Zone { *Agrostis rupestris-Polytrichum juniperinum*-Soziation
 Trifolium pallescens-Polytrichum juniperinum-Soziation
3. Zone *Festuca varia*-Soziationen

Wie sind nun die einzelnen Soziationen im Vorfeld verteilt? Wenn wir zunächst aus der Betrachtung die geringen Flächenanteile hygrophiler und schneebodenartiger Vegetation ausscheiden, so können wir das übrige große Gebiet des Vorfeldes fast ganz als Bereich der oben genannten beiden einander sehr ähnlichen Serien betrachten. Es wäre ganz falsch, zu erwarten, daß die einzelnen Entwicklungsstadien streng nach Alterszonen des Bodens angeordnet seien, ihre Grenzen also früheren Gletscherstandslinien entsprächen. Im allgemeinen sind nur die Stadien der ersten Zone streng zonal verteilt. Je weiter wir uns aber von der Gletscherstirn entfernen, desto mehr verwischt sich die zonale Anordnung, desto unregelmäßiger verläuft die Grenze zwischen den Vegetationsstadien. Aber auch innerhalb des Bereiches einer Soziation treten mit zunehmender Gletscherentfernung immer mehr Inseln abweichender Vegetationsentwicklung auf. Es mischen sich Flecken vorausseilender und Inseln nachhinkender Stadien bei. Fig. 2 soll die Art des Ineinandergreifens der Stadien, deren zunehmende Reife durch immer dichtere Schraffierung angedeutet ist, an einem Beispiel, das vom Vernagtgletscher stammt, schematisch darstellen. Das Schema zeigt, daß eine ältere, ökologisch mehr oder weniger homogene Gletscherstandszone nicht mehr durch eine bestimmte Soziation, sondern durch einen mosaikartigen Komplex mehrerer verschieden fortgeschrittener Soziationen gekennzeichnet ist. Dabei bleibt oft die Entscheidung willkürlich, ob wir eine in sich stark inhomogene Pflanzengesellschaft oder einen Komplex mehrerer Soziationen vor uns haben. Die Ursache der zunehmenden Verwischung der Gletscherstandszonation in der Pflanzen-

decke ist leicht einzusehen. Die Geschwindigkeit der Entwicklung ist mannigfaltigen Schwankungen unterworfen und der Ablauf einer Sukzessionsserie verändert anfangs das Bild der Vorfeldvegetation stark und dann immer langsamer und schwächer. Darum muß die Wirkung geringfügiger ökologischer Verschiedenheiten bald die Wirkung wenigjähriger Altersunterschiede übertreffen. Kleine Rutschungen und Aufschüttungen können außerdem die Vegetation lokal immer wieder an den Anfangszustand zurückwerfen (radikale Regressionen).

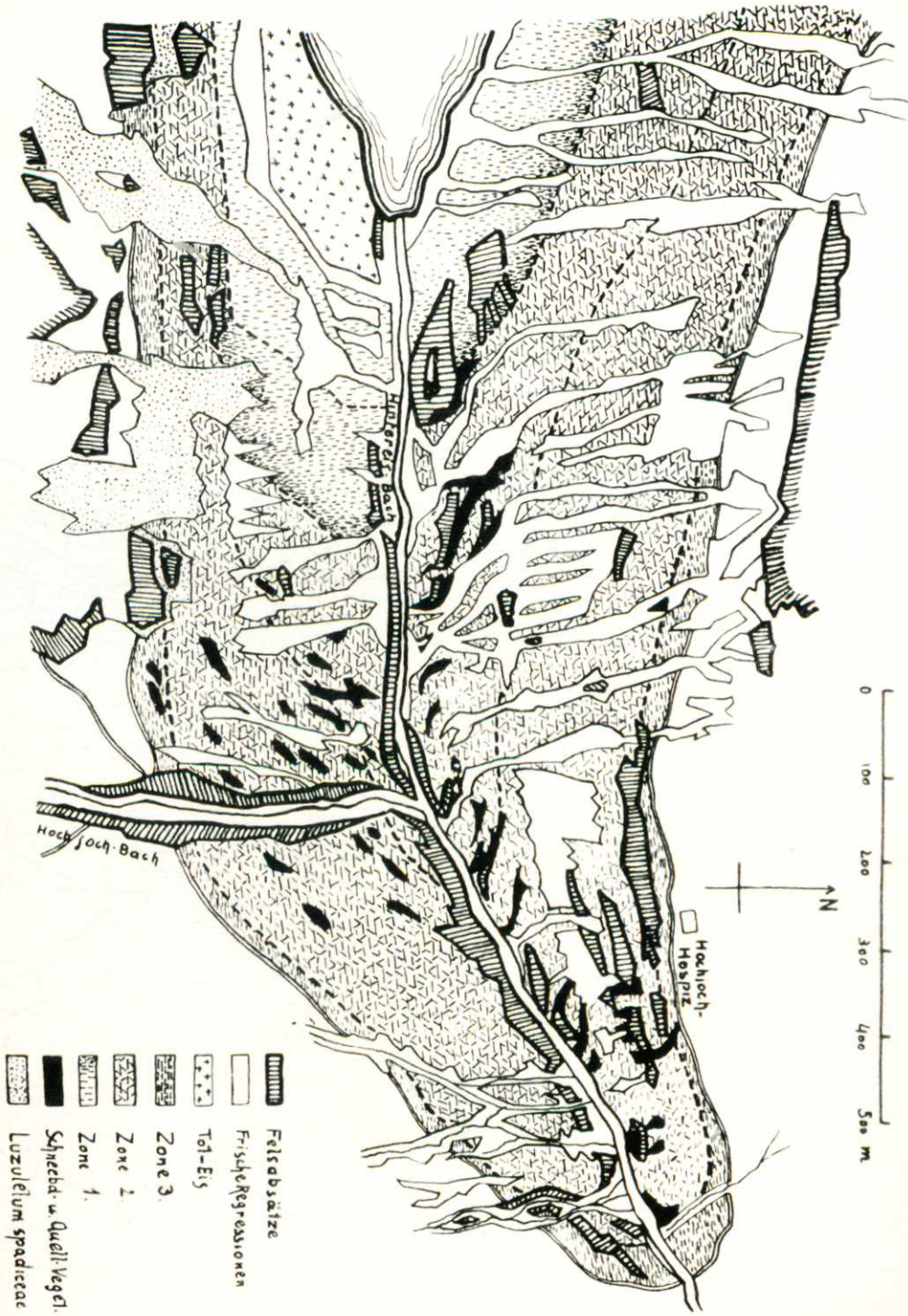
Wollte man die Entwicklung der Vegetation kurvenmäßig als Funktion der Zeit darstellen, so müßte man folgendermaßen vorgehen: In einer großen und genügend genauen Karte des Vorfeldes werden, soweit bekannt, Gletscherstandlinien eingetragen und die Vegetation kartiert. Zur Auswertung müssen die beiden Talhänge des Vorfeldes



Fig. 2

und der Gletscherboden getrennt behandelt werden. In jedem dieser Teile wird wieder das Areal jeder einzelnen Sukzessionsserie getrennt bearbeitet. Nun wird das prozentuale Flächenverhältnis jeder einzelnen Soziation in jeder Alterszone planimetrisch bestimmt und kurvenmäßig dargestellt. Für den Hintereisgletscher fehlen mir noch die kartographischen Grundlagen dafür, die Karte der Fig. 3 kann nur als ungefähre Skizze gewertet werden. Sie zeigt in groben Zügen die drei Vegetationszonen und das Vorkommen nicht zonal verteilter Soziationen. Die zweite Zone ist noch unterteilt in das Gebiet, in dem *Agrostis rupestris*-Soziationen vorwiegen, und in jenes, wo die *Trifolium pallescens*- und die *Silene acaulis*-Soziationen größeren Raum einnehmen. Die Grenze zwischen ihnen entspricht ungefähr einem Gletscherstand um 1890.

Oben wurde ausgeführt, daß die Gletscherstandszonation sich mit der Zeit verwischt. Wo allerdings an einer Linie das Bodenalter sprunghaft zunimmt, kann diese als schärfere Vegetationsgrenzlinie im Ge-



H. Friedel, Die Pflanzenbesiedlung im Vorfeld des Hintersteiners
 Fig. 3

lände länger kenntlich bleiben. Eine solche Grenze (Regressionslinie) ist z. B. ein Gletscherstand, bis zu dem sich die Gletscherstirn zurückgezogen hat und dann längere Zeit stillgestanden ist oder bis zu dem sie vorübergehend vorgestoßen ist. Je älter eine Grenzlinie, an der sich das Bodenalter sprunghaft ändert, ist, desto größer muß der Alterssprung sein, damit sie noch als relativ scharfe Linie in der Pflanzendecke verfolgbar ist. Immer wenn in der Vegetation scharfe Grenzlinien ohne ersichtliche ökologische Gründe auftreten, muß man eine geschichtliche Ursache, nämlich ehemalige scharf umgrenzte Zerstörung der Vegetation durch Abtragung oder Überschüttung des Bodens

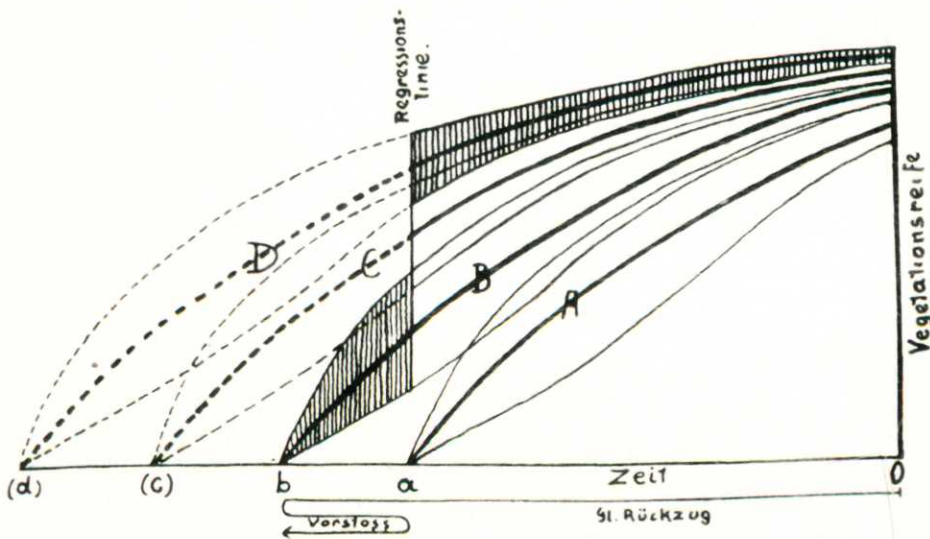


Fig. 4

(Gletschervorstoß, Bergsturz u. a.), d. h. radikale Regression annehmen. In dem Pflanzenkleid des Hintereisvorfeldes ist eine junge Regressionslinie gut zu erkennen und eine ältere gerade noch angedeutet. Erstere ist wohl auf den Vorstoß von 1920, letztere auf den um 1890 zurückzuführen. Auch die äußere Umgrenzungslinie des ganzen Vorfeldes ist eine solche Pflanzenregressionslinie, deren Schärfe auf den gewaltigen Alterssprung des Bodens an dieser Grenze zurückzuführen ist. Denn der älteste Vorfeldboden reicht bis zum Höchststand des Gletschers im vorigen Jahrhundert zurück, während der Boden außerhalb des Vorfeldes seit dem Ende des Daunstadiums eisfrei ist.

In Fig. 4 sollen diese Verhältnisse schematisch zur Anschauung gebracht werden. Die Abszisse gibt die Zeit (das Bodenalter und,

wenn gleichförmige Geschwindigkeit in der Bewegung des Gletscherzungenendes vorausgesetzt wird, die Entfernung vom Gletscher), die Ordinate die Entwicklungsreife des Bewuchses an. Die stark ausgezogenen Kurven sollen den durchschnittlichen Entwicklungsverlauf der Pflanzendecke andeuten und den Erfahrungen entsprechend eine zuerst schnelle, dann immer langsamere Veränderung des Vegetationsbildes in einer Hauptserie zeigen. Die obere und untere schwächer ausgezogene Kurve gibt die jeweils größte und kleinste Vegetationsreife, ihr Vertikalabstand also die Schwankungsbreite oder die Streuung der Vegetation und damit im umgekehrten Verhältnisse ihre Ausprägung und Homogenität an. Diese Schwankungsbreite nimmt anfangs bis zu einem Maximum stark zu und dann wieder allmählich ab. Der Gletscherstand *o* soll die Grenze des Vorfeldes, also der ehemalige Höchststand des Gletschers sein. Zieht sich das Zungenende bis zum Stand *a* zurück, so entwickelt sich während dieses Rückzuges eine Pflanzenbesiedlung, die durch die Kurvengruppe *A* gekennzeichnet ist. Geht der Gletscher weiter bis *b* zurück, so entwickelt sich die Pflanzendecke bis zum Zustande *B*. Stößt der Gletscher nun wieder bis zum Stande *a* vor, so wird die Vegetation *B* bis zu diesem Stande *a* zerstört, der übrige Teil des Vorfeldes entwickelt sich währenddessen bis zur Reife *C*. Ein neuerlicher Rückzug bis *b* läßt die Vegetationsreife außerhalb *a* bis *D* wachsen und innerhalb *a* eine solche vom Zustande *B* wieder neu entstehen. Der ehemalige Gletscherstand *a*, eine Gletschervorstoßgrenze, ist an der Pflanzendecke als Vegetationsrückzugsgrenze, als Regressionslinie kenntlich, an der das Bodenalter nach außen sprunghaft zunimmt (Altersunterschied $b-a$). In je reiferer Vegetation sich ein gleich großer Alterssprung vorfände, desto undeutlicher würde er kenntlich sein, wie sich auch aus Fig. 3 ergibt, wenn man sich in dieser an verschiedenen Stellen gleich breite Querstreifen aus der Pflanzendecke herausgeschnitten denkt.

Die dritte Vegetationszone des Vorfeldes ist von der zweiten sehr undeutlich abgetrennt. Sie bildet die älteste Bodenzone, die schon in den ersten ein bis zwei Dezennien nach dem Höchststand der Gletscher im vorigen Jahrhundert eisfrei geworden ist. In ihr tritt vielfach schon Vegetationsschluß ein. Der Bewuchs besteht zum größten Teil aus Übergängen zur Dauervegetation der Umgebung des Vorfeldes. *Festuca varia*- und *Halleri*-Soziationen herrschen vor. Da diese Zone im Hintereisvorfeld schmal und stark gestört ist, stelle ich sie hier zurück.

Neben den angeführten Soziationen der schattseitigen und sonnseitigen Hauptserien auf trockenem Moränenschutt gibt es in der

zweiten und dritten Zone noch mannigfaltige weitere, aber weniger verbreitete Pflanzengesellschaften in verschiedenen Entwicklungsstufen. An sehr trockenen, windausgesetzten Stellen, wo die feineren Bodenkörner vom Regen ausgewaschen und von trockenen Winden ausgeblasen werden, da findet sich eine *Sedum alpestre*-*Polytrichum piliferum*-Soziation, von der folgende Aufnahme als Beispiel diene:

<i>Sedum alpestre</i>	3	<i>Agrostis rupestris</i>	1
<i>Saxifraga bryoides</i>	2	<i>Polytrichum piliferum</i>	3
<i>Hieracium pilosella</i>	1	<i>Rhacomitrium canescens</i>	2
<i>Silene rupestris</i>	1	<i>Cetraria nivalis</i>	+
<i>Alsine sedoides</i>	1	<i>Thamnotia vermicularis</i>	+
<i>Minuartia recurva</i>	+		

Wo der Mangel an Feinerde extremer wird, da tritt eine sekundäre Verarmung der Bestände ein, bis sich nur noch Reinbestände meist von *Polytrichum piliferum* oder von *Rhacomitrium* und *Stereocaulon* halten (vgl. FAEGRI). In Blockanhäufungen trifft man neben den Konstanten

<i>Polytrichum juniperinum</i>	<i>Poa compressa</i>
<i>Rhacomitrium canescens</i>	<i>Agrostis rupestris</i>

häufig die Farne

<i>Polystichum lonchitis</i>	<i>Dryopteris Linnaeana</i>
<i>Athyrium alpestre</i>	<i>Dryopteris spinulosa</i>

Auf dem Schutt der am tiefsten gelegenen Teile des Vorfeldes tritt *Allosorus crispus* und *Hieracium intybaceum* auf. Interessant ist, daß sich auf der Schattseite von den felsigen Hängen außerhalb des Vorfeldes seit dem Beginn des Gletscherrückzuges bis weit in die zweite Zone herunter mehrere Steinschlaghalden vorgebaut haben. Sie sind mit wohlausgeprägtem *Luzuletum spadiceae* mit *Saxifraga Seguerii* und viel *Doronicum Clusii* bewachsen; der umgebende Moränenschutt dagegen ist trotz der gleichen Gesteinszusammensetzung und Exposition und trotz des nicht geringeren Bodenalters mit der unausgeprägten *Agrostis rupestris*-Soziation bedeckt. Beide Gesellschaften entsprechen sich also nach ihrem Alter.

Von den Pflanzengesellschaften feuchterer Standorte wurde die schneebodenartige *Gnaphalium supinum*-*Polytrichum alpinum*-Soziation schon angeführt. In nassen Schwemmsandwannen trifft man die *Pohlia gracilis*-*Angstroemia*-Assoziation:

<i>Pohlia gracilis</i>	4	<i>Haplomitrium Hookeri</i>	+
<i>Angstroemia longipes</i>	3	<i>Salix herbacca</i>	1
<i>Pohlia</i> sp.	1	<i>Deschampsia caespitosa</i>	1
<i>Cephalozia</i> sp.	1	<i>Poa laxa</i>	1
<i>Polytrichum sexangulare</i>	1	<i>Poa compressa</i>	+

<i>Poa alpina</i>	+	<i>Saxifraga stellaris</i>	+
<i>Agrostis rupestris</i>	+	<i>Carex brunescens</i>	+

An den zahlreichen Quellrieseln findet sich eine Assoziation, für die folgende Aufnahme typisch ist:

<i>Philonotis fontana</i>	5	<i>Epilobium alpinum</i>	2
<i>Bryum sp.</i>	1	<i>Montia rivularis</i>	1
<i>Pohlia div. sp.</i>	1	<i>Cerastium trigynum</i>	1
<i>Eucalyx obovatus</i>	+	<i>Gnaphalium supinum</i>	+
<i>Scapania undulata</i>	1	<i>Cardamine alpina</i>	+
<i>Solorina crocea</i>	1	<i>Sagina Linnæi</i>	+
<i>Saxifraga stellaris</i>	3	<i>Epilobium alsinifolium</i>	+

In der Quellflur unterhalb des Hochjochhospizes, von dem aus das Wasser etwas gedüngt wird, tritt auch auf

<i>Juncus triglumis</i>	<i>Parnassia palustris</i>
<i>Saxifraga aizoides</i>	<i>Mesca trichodes</i>
<i>Carex capillaris</i>	

Am Rande der Riesel, wo das Wasser nicht mehr fließt, nur noch den Boden durchnäßt, wächst folgende Soziation, die, wie ein Besuch am frühen Morgen überzeugt, stark durch Kammeisbildungen beansprucht wird:

<i>Anthelia Juratzkana</i>	3	<i>Salix herbacea</i>	1
<i>Gymnomitrium varians</i>	2	<i>Gnaphalium supinum</i>	1
<i>Aneura pinguis</i>	1	<i>Cardamine alpina</i>	+
<i>Polytrichum sexangulare</i>	1	<i>Sibbaldia procumbens</i>	+
<i>Solorina crocea</i>	1		

Alle diese hygrophileren Gesellschaften erreichen schon in der Zone 2 eine etwas höhere Ausprägung und entwickeln sich in ihr bis zum vollen Vegetationsschluß. Der Deckungsgrad ist hier eben vielmehr als vom Bodenalter von der Bodenfeuchtigkeit abhängig, soweit das Wasser nicht aufschüttend oder erodierend wirkt. Andererseits kann zu lange Schneebedeckung den Deckungsgrad bis auf null herabdrücken. Der Gesamtdeckungsgrad kann eben nur bei sorgfältigster Erwägung aller Umstände zur Altersschätzung eines Moränenbodens mitbenützt werden.

Die drei Zonen des Hintereisvorfeldes, die sich in anderen Vorfeldern von West- und Ostalpengletschern in ähnlicher Art wiederfinden, sind gekennzeichnet durch die Stadien der Hauptserien, die auf trockenen Moränenschutt ablaufen, indem jede Zone Sukzessionskomplexe mit bestimmten vorherrschenden Soziationen aufweist: In der ersten Zone die *Poa laxa-Cerastium uniflorum*-Soziation, in der zweiten *Agrostis rupestris*-Soziationen, später *Silene acaulis*- und *Trifolium pallescens*-Soziationen, in der dritten Zone *Festuca varia*- und *Halleri*-Soziationen, wobei sich

ziemliche Unterschiede zwischen dem sonnseitigen und dem schattseitigen Hang ergeben. In der ersten Zone herrschen Scheingesellschaften, in der zweiten Vorgesellschaften, in der dritten Halbgesellschaften, außerhalb des Vorfeldes Vollgesellschaften. Scheingesellschaften (z. T. Solitärpflanzensiedlungen E. SCHMID's) sind offene Gesellschaften von Pflanzen, die sich gegenseitig und ihren Standort kaum beeinflussen, deren Vegetationsschluß durch stark hemmende und auslesende Extremfaktoren verhindert wird, aber große Konstanz und Treue unter ihren Arten aufweisen können, mittlere Soziabilität, relativ große Homogenität, stetige Übergänge, relativ unstetige Sukzessionen haben. Vorgesellschaften (Neulandsiedlungen E. SCHMID's) sind offene Gesellschaften von Pflanzen, die ebenfalls vollständig autökologisch bestimmt sind, mit großer Variabilität und Streuung ihrer Zusammensetzung und Struktur, relativ geringer Konstanz und meist fehlender Treue unter ihren Arten, mit großer Soziabilität der Arten, sehr geringer Homogenität, stetigen Übergängen und Sukzessionen. Halbgesellschaften sind geschlossene Pflanzengesellschaften, die die Merkmale der nächsten Klasse noch nicht in voller Ausbildung aufweisen. Vollgesellschaften sind geschlossene Pflanzengesellschaften mit großer Homogenität, Konstanz und Treue, meist unstetigen Übergängen, also ziemlich scharfen Grenzen, unstetigen Sukzessionen, starker Beeinflussung des Standortes. Während in der zweiten Zone den trockenen Moränenschutt Vorgesellschaften besiedeln, erreichen hygrophile Soziationen hier schon die Ausprägung von Halbgesellschaften. In anderen alpinen Vorfeldern finden sich in dieser Alterszone oft entwickelte Hochstaudenfluren, die übrigens auch außerhalb von Neuländern nicht über den Zustand von Halbgesellschaften hinaus gelangen.

Auch die Bodenentwicklung ist in den drei Zonen des Vorfeldes verschieden. In der ersten haben wir einen locker aufgehäuften Moränenschutt mit zahlreichen großen Hohlräumen darin, so daß der Boden durch Zusammensinken und Rutschung immer wieder örtlich in Bewegung kommt, bis er sich endlich so weit gefestigt hat, daß ihn nur noch starke Niederschläge oder Lawinen an den steileren Stellen in Bewegung setzen können. Dies ist dann der Ruhschutt der zweiten Zone. Den Schutt der ersten Zone möchte ich Lockerschutt nennen. Die Beweglichkeit dieses Materials wirkt als auslesender Extremfaktor auf die Vegetation. Seine Wirksamkeit auf die ihn besiedelnden Pflanzen ist offenbar gleich der des Fließschuttes stark tätiger Steinschlaghalden, wie die Ähnlichkeit der Vegetation erschließen läßt. Das Extrem der

Bodenbeweglichkeit haben wir in den Moränendecken über Toteismassen, die durch ihr langsames Abschmelzen das lockere Deckmaterial in dauernder Bewegung halten. In der dritten, ältesten Vorfeldzone sieht man oft größere Steine durch Verwitterung zerfallen. Wie an den vielfach anzutreffenden rostbraunen Schlieren im Bodenprofil zu erkennen ist, wird hier schon Eisenoxydul hydratisiert, haben also nicht nur physikalische Verwitterung, sondern auch schon chemische Umsetzungen und damit die eigentlichen bodenbildenden Prozesse eingesetzt. Diese in den allerersten Anfangsstadien ihrer Entwicklung befindlichen Böden möchte ich Anböden nennen, die Zone könnte man auch als Anbodenzone bezeichnen, im Gegensatz zu den beiden Rohboden zonen 1 und 2.

Das Studium der Vegetation auf dem eisfrei gewordenen Neuland der Gletschervorfelder gibt uns in vieler Hinsicht Fingerzeige zum Verständnis des Wesens der Pflanzengesellschaften überhaupt. Wäre die Vorfeldvegetation ein bloßes Werk des Zufalls, so müßte sie einfach nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit zusammengesetzt sein, ohne daß die spezifischen Eigenschaften der Pflanzenarten zum Ausdruck kämen. Wir hätten dann etwa eine Gesamtzusammensetzung, in der der Anteil jeder Art proportional wäre der Summe aller Quotienten aus der Individuenzahl dieser Art in jedem Einzelbestand der näheren und weiteren Umgebung, dividiert durch das Quadrat der Entfernung des betreffenden Bestandes. Würden als einzige artspezifische Eigenschaften nur die der Intensität der Verbreitung zum Ausdruck kommen, so müßte jeder Quotient noch mit Koeffizienten versehen werden, welche die durchschnittliche Produktions-, Transport- und Keimungsfähigkeit der Diasporen zur Geltung brächte. Jede Art würde also am häufigsten mit solcher Individuenzahl in den Probestflächen des Neulandes angetroffen, wie sich aus obengenannter Quotientensumme ergibt. Die Häufigkeiten der Probestflächen mit anderer Individuenzahl würden einer Galtonkurve entsprechend verteilt sein. Jede Abundanz einer Art würde auf den Probestflächen mit jeder Abundanz der anderen Arten nach den Zufallsgesetzen in verschieden häufige Kombination treten. Der Gesamtdeckungsgrad würde durchschnittlich zwar in jeder Alterszone bis zum Vegetationsschluß dem Alter der Zone entsprechen, aber im einzelnen die volle Zufallsstreuung aufweisen.

Nach diesen Verteilungsregeln müßten im Hintereisvorfeld etwa *Carex curvula* dominieren und dann an Häufigkeit etwa Jungfichten und rostblättrige Alpenrosen folgen. Aber alle drei fehlen dort. Eine

reine Zufallsvegetation kann es eben nicht geben. Jede Pflanzenart stellt ja zum Gedeihen ihre eigenen Ansprüche an ihre Umwelt, für jede Pflanzenart hat jeder lebenswichtige Umweltfaktor seine ökologische Amplitude vom Minimum über das Optimum zum Maximum. Außerdem sind diese Faktoren in ihrer Wirkung weder voneinander unabhängig, noch gleichwertig. Wenn nicht nur die Eigenheiten der Arten, welche sich aus ihrer Fernverbreitung ergeben, sondern auch die ökologischen Ansprüche dieser Arten zur Geltung kommen, so wird die Zahl der möglichen Pflanzen auf einem Neuland gewaltig eingeschränkt. Nun müssen ökologische Unterschiede innerhalb des Vorfeldes dadurch zum Ausdruck kommen, daß die Zufallsstreuung der Arten in den Rahmen ihrer ökologischen Amplituden nach Abundanz und Vitalität eingeeengt wird. Jetzt haben wir die Möglichkeit, die Vegetation nach wichtigen Umweltfaktorenkomplexen in Soziationen zu gliedern, wiewohl diese Gliederung noch eine rein künstliche bleibt. Eine solche autökologisch bedingte Vegetation wird sich auch qualitativ in den verschiedenen Altersstufen unterscheiden, wenn sich die ökologischen Faktoren mit dem Bodenalter verändern; wir werden in ihr also Sukzessionen feststellen können.

Eine rein autökologische Vegetation ist jedoch auch nur ein idealer Grenzfall. Jede Pflanze verändert durch ihr bloßes Dasein und durch ihre Lebenstätigkeit die Lebensbedingungen in einem gewissen Umkreise kleinklimatisch, edaphisch usw. Schon bei rein zufallsmäßiger Verteilung werden die Wirkungsbereiche der Pflanzen sich zu einem gewissen Teil überschneiden und es werden dadurch neue synökologisch bedingte Wirkungen zustande kommen; je größer die Individuendichte, um so mehr; vom Vegetationsschluß an in überwiegender Maße. Nach zwei Richtungen werden nun die Lebensverhältnisse geändert: Erstens wird eine Pflanze, die sich im Wirkungsbereiche anderer befindet, nicht mehr nur gemäß ihrer ökologischen Amplitude gedeihen. Sie kann von anderen Pflanzen, die sich näher ihrem ökologischen Optimum befinden, zurückgedrängt werden oder diese, wenn sie weniger optimale Umwelt haben, zurückdrängen. Die Streuung des Gedeihens jeder Art wird zunehmend auf das optimale Bereich eingeeengt. Zweitens wird aber auch das Optimum durch die ökologischen Auswirkungen des Zusammenlebens der Pflanzen verschoben. Die Vegetation wird also in ihrer autökologischen Phase die Tendenz haben, sich mit den autökologischen Faktoren ins Gleichgewicht zu bringen, in der synökologischen Phase wird sie sich in der Richtung auf ein synökologisches Gleichgewicht entwickeln. Hier tritt als neuer wichtiger Faktor der der Zeit in Er-

scheinung. Einstellung auf ein Gleichgewicht braucht Zeit. Noch vorwiegend autökologisch bedingte offene Vegetation kann z. T. als solche überhaupt nicht mit ihrer Umwelt ins Gleichgewicht kommen, sie entwickelt sich dann zu anderen Gesellschaften mit synökologischem Gleichgewicht weiter. Solche nicht gleichgewichtige autökologische Vegetationstypen sind die *Vorgesellschaften*. Zum anderen Teil erreichen Vegetationseinheiten schon in ihrer autökologischen Phase ihr Gleichgewicht mit der Umwelt. Das sind die *Schein-gesellschaften*. Stark synökologisch bedingte Gesellschaften noch ohne Gleichgewicht nannte ich oben *Halbgesellschaften*, nahe dem Gleichgewicht heißen sie *Vollgesellschaften*. Es ist klar, daß diese Begriffe gegeneinander nicht scharf abgegrenzt sind. Da Pflanzengesellschaften aber nicht nach diesen Gesichtspunkten, sondern nach ihrer charakteristischen Artenkombination d. h. nach ihren konstanten und, wenn vorhanden, ihren treuen Konstituenten gegeneinander abgegrenzt werden, so ist klar, daß sich diese zwei verschiedenen Einteilungsprinzipien überschneiden.

So kann etwa die Pflanzendecke auf einem tätigen alpinen Steinschlagschuttkegel aus einem unreifen aber wohl ausgeprägten Oxyrietum bestehen. Der Schutt befindet sich im Zustande einer gewissen Beweglichkeit, welche der Stärke jener Steinschlagbelieferung entspricht, die von den darüber anstehenden Felsen als Quellgebiet zustande gebracht wird. Mit diesem Extremfaktor befindet sich die Vegetation im Gleichgewicht. Der Tätigkeitsgrad der Halde besteht, von kleinen Schwankungen abgesehen, wahrscheinlich seit jener Zeit, als das Gebiet nach der Glazialzeit eisfrei wurde. Die gleiche Steinschlagbelieferung kann auch für die Zukunft fortbestehen, bis das Steinschlagquellgebiet, der oben anstehende Fels, aufgebraucht ist. In dieser ganzen Zeit wird aber auch das Oxyrietum existenzberechtigt bleiben und der Begriff des Klimax hat hier nur einen sehr theoretischen Wert. Wir müssen uns vorstellen, daß am Ende der Eiszeit der größte Teil der Alpentäler und des Alpenvorlandes als riesige Vorfelder besiedelt wurde, daß hier also die schnelle, stetige Sukzession vorherrschte von unausgeprägten Pflanzensiedlungen zu einer Dauergesellschaft, die dann erst langsamer einen fortgeschrittenen Ausprägungsgrad entwickelte, als vorher die eigentliche Sukzession abgelaufen ist. Dies soll allerdings nicht ausschließen, daß es ein Aufeinanderfolgen von nahezu vollentwickelten, ausgeprägten Pflanzengesellschaften gibt. Der schnelle, stetige Ablauf von unausgeprägten Vor- und Halbgesellschaften auf Neuland kommt dadurch zustande, daß entwicklungshemmende Extrem-

faktoren fehlen, daß eben mit dem Neuland erst sehr reife Vegetationstypen ins Gleichgewicht kommen können, daß das Ungleichgewicht hier ein sehr weitgehendes ist. Wenn dagegen eine Vegetation nahezu im Gleichgewicht mit ihrer Umwelt ist und letztere sich nur sehr langsam ändert, so wird auch die Vegetation in ihrer Entwicklung nachfolgen und dabei im Bereiche ihrer synökologischen Amplitude nahezu voll ausgeprägt bleiben können bis zu einem Zeitpunkt, wo ein verhältnismäßig schneller Umschlag beginnt und eine andere Folgegesellschaft sich den Standort erobert. Durch innere Organisation und durch Beharrungstendenz bleibt eine ausgeprägte Pflanzengesellschaft weit über ihr Optimum hinaus erhalten, gerät erst bei ökologisch maximalen Standortverhältnissen aus dem Gefüge und gibt dann dadurch einer nachfolgenden Gesellschaft Raum. Wir haben in solchen Fällen nur in den Zwischenstadien minder ausgeprägte Organisationszustände und im ganzen Ablauf die oben schon erwähnten un stetigen Sukzessionen vor uns.

Offene wie geschlossene, autökologisch wie synökologisch bedingte, unreife und reife Vegetationstypen können ebensogut mit den Umweltfaktoren im Gleichgewicht sein, wie auch dieses vermissen lassen. Herrscht Gleichgewicht, so wird sich dies an dem höheren Grade der Ausprägung zeigen. Die Ausprägung ist als eine zweite Dimension der Reife (der Nähe zum Klimax) an einer Vegetation zu unterscheiden. Da nun aber jede Sukzession mangelnde Harmonie, mangelndes Gleichgewicht zwischen Vegetation und Umwelt zur Ursache hat und die Sukzession selbst ein Schritt zur Herstellung des Gleichgewichtes ist, so können wir an der Vegetationsausprägung zugleich erkennen, ob wir eine Dauergesellschaft oder eine in schneller Sukzession befindliche Pflanzengesellschaft vor uns haben.

Von einem Gletschervorfeld wissen wir, daß im allgemeinen (abgesehen von örtlichen Regressionen) von der Gletscherstirn nach außen das Bodenalter zunimmt. Wir können hier daher die Vegetation ökologisch analoger Flächen in den verschiedenen Alterszonen ohne weiteres miteinander genetisch verknüpfen. Im allgemeinen wird aber von den Pflanzenzönologen anders vorgegangen. Sie suchen für ihre Vegetationsforschung die ausgeprägtesten Typen aus und schließen immer dann aus ihrem Nebeneinander auf ein Nacheinander, wenn sich die einen Vegetationszustände aus den anderen theoretisch ableiten lassen. Dabei wird aber zu sehr das Gewicht auf die Dimension der Reife gelegt und die der Ausprägung vernachlässigt. Wenn wir jedoch diesen

zweiten Gesichtspunkt genügend mitberücksichtigen, so werden wir uns wieder mehr bewußt, daß eine, wenn auch unreife, aber vollausgeprägte Vegetation nicht einfach als Glied solcher genetischer Reihen betrachtet werden kann, wie sie von den Pflanzenzöologen gegeben werden. Ihre vorhergehenden Glieder waren wohl meist unausgeprägte Stadien, die schnell aufeinander folgten und in dem betrachteten Vegetationstyp bald und seit langem ihr ausgeprägtes Gleichgewichts- und damit Dauerstadium erreicht haben dürften. Es ist durchaus berechtigt, daß die Pflanzenzöologie zunächst das Hauptgewicht auf die Erfassung der ausgeprägten Vegetationseinheiten legt, um so zur Erkenntnis ihrer inneren Strukturgesetze und zu ihrer Systematik zu gelangen; allein eine allgemeine Vegetationskunde muß von dem Grundsatz ausgehen, daß alle natürlichen Siedlungen von Pflanzen Vegetation sind und daher Gegenstand ihrer Forschung sein sollen, zumal gerade die weniger ausgeprägten, labilen Zustände, wie dargelegt, die dynamisch wichtigsten sind. Erst wenn wir sie erfaßt haben, können wir an die von ihnen gebildeten zusammengesetzten Strukturen, die Sukzessionskomplexe, herangehen und dadurch die Erforschung geodynamisch tätiger Formengruppen, wie Gletschervorfelder, Schwemmluren, Steinschlaghalden usw. vertiefen.

Vorliegende Arbeit ist eine mehr qualitative Betrachtung der Vegetation des Hintereisgletschervorfeldes. Eine quantitative Bearbeitung seiner Vegetationsentwicklung als Funktion der Zeit, der speziellen Gletscherschwankungsgeschichte des Hintereisferners, ist erst möglich, wenn eine stereo-photogrammetrische Aufnahme des Geländes in geeignetem Maßstabe vorliegen wird.

Verwendetes Schrifttum

- BLÜMKE, A. und HESS, H., Untersuchungen am Hintereisferner. Wissensch. Ergänzungsh. Ztschr. D. u. Ö. A.-V. 1. Bd. 2. Heft. München 1899.
- COAZ, J., Erste Ansiedlung phanerogamischer Pflanzen auf von Gletschern verlassenen Boden. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1889.
- COOPER, W. S., The recent ecological history of Glacier Bay. Ecology Bd. 4. 1933.
- DÄNIKER, A. U., Die Grundlagen zur ökologischen Untersuchung der Pflanzengesellschaften. Mitt. Bot. Museum Univ. Zürich. CXXVIII, 1928.
- Die Struktur der Pflanzengesellschaft. Berichte Schweiz. Natf. Ges. Bd. 46. Bern 1936.
- FAEGRI, K., Über Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen. Bergens Museums Arbok. Nr. 7. 1933.
- FRIEDEL, H., Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken. Carinthia II. Jg. 125. Klagenfurt 1935.

- FRIEDEL, H., Boden- und Vegetationsentwicklung am Pasterzenufer. Carinthia II. Jg. 123. Klagenfurt 1934.
- Boden- und Vegetationsentwicklung im Vorfelde des Rhonegletschers. Berichte Geobotan. Forsch.Inst. Rübel 1937. Zürich 1938.
- HESS, E., Über Wuchsformen der alpinen Geröllpflanzen. Beihefte Botan. Zentralbl. XXVII. Abt. II, 1. 1909.
- KLEBELSBERG, R. v., Das Vordringen der Hochgebirgsvegetation in den Tiroler Alpen. Österr. Botan. Z. Jg. LXIII.
- LÜDI, W., Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie Abd. Handbuch Biol. Arbeitsmeth. Abt. XI, Tl. 5. 1930.
- NEGRI, G., La vegetazione delle morene del Ghiacciaio del Lys. Bollet. Comitato Glaciolog. It. Nr. 14. 1934.
- SCHMID, E., Vegetationsstudien in den Urner Reußtälern. C. Brügel, Ansbach, 1923.