Die Vegetationsentwicklung seit dem Rückzug der Gletscher in den mittleren Alpen und ihrem nördlichen Vorland : mit Ausblicken auf die Ost- und Westalpen

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **- (1954)**

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-377553

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

beschäftigt, eine Vegetationskarte des Landes zu entwerfen mittels Aufnahmen von Flugzeugen aus, ergänzt durch Expeditionen auf dem Boden. Es soll der Bestand folgender Vegetationstypen erfaßt werden:

Hileia Amazonica	Mata pluvial (Regenwald) Mata secca (Trockenwald) Capoeira (Sekundärwald)	Speziell im Amazonengebiet
Hileia Amazonica	mit Hevea brasiliensis mit Hevea benthamiana	
Mata Virgem	Mata pluvial (Regenwald) Mata secca (Trockenwald)	im übrigen Brasilien
Capoeira	(Sekundärwald)	
Cerrados, Caatinga	Cerradão (Trockenbusch) Carascal (Dornbusch)	
Campos	Campo sujo (Steppe) Campo limpo (Grasland)	

Literatur:

R. Streiff-Becker: Die Küstenlandschaft von São Paulo unter dem Einfluß des Menschen. – Mitt. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich **37** 1937.
– Neue Entwicklungen in Zentralbrasilien. Geogr. Helv. **5** 1950 (171–180).

DIE VEGETATIONSENTWICKLUNG SEIT DEM RÜCKZUG DER GLETSCHER IN DEN MITTLEREN ALPEN UND IHREM NÖRDLICHEN VORLAND

MIT AUSBLICKEN AUF DIE OST- UND WESTALPEN

Von Werner Lüdi, Zürich

Eiszeit

In der Würmvereisung stießen die Gletscher zwar weniger weit ins Vorland vor als in der Rißvereisung, erreichten aber zur Zeit des Hochstandes in der westlichen Schweiz den Jura, wo sie weit in die Täler eindrangen. Bis unterhalb Solothurn lehnte sich der Gletscher an den Jura an, wich dann ins Mittelland zurück und folgte gegen Osten in einiger Entfernung auf der östlichen Seite dem Laufe der Aare bis zum Rhein, der in der Gegend von Schaffhausen gegen Norden hin überschritten wurde. Somit war das zwischen Alpen und Jura gelegene Molasseland größtenteils vom Eis überdeckt. Unter dem Eis wurde die Vegetation vollständig zerstört. An den Rändern der Gletscher und auf den aus dem Eis auftauchenden Gebirgsteilen konnte sich pflanzliches Leben erhalten. Über seine Beschaffenheit gehen aber die Mei-

nungen weit auseinander. H. Brockmann-Jerosch hat seinerzeit die Ansicht vertreten, ein mesophytischer Laubwald von Eiche, Linde, Ahorn, Hasel und anderen Gehölzen und bedeutenden Wärmeansprüchen habe sich in ziemlich gleichmäßiger Beschaffenheit während der Interglazial- und Glazialzeiten über Mitteleuropa ausgebreitet und bis an die Ränder der Gletscher gereicht. Diese Annahme hat sich nicht bestätigt, und heute nehmen die meisten Forscher an, das eisfreie Land habe in Mitteleuropa zur Zeit des Gletscherhochstandes eine Tundrenvegetation getragen und sei baumlos gewesen, vielleicht mit Ausnahme besonders begünstigter Lokalitäten, in denen anspruchslose, krüppelige Birken (Betula pubescens und vielleicht auch B. pendula) und Föhren (Pinus silvestris und mugo) ihr Leben fristen konnten. In das Tundra-Gebiet ist auch das eisfreie Gebiet im Alpeninnern eingeschlossen, die südlichsten und südöstlichsten Teile ausgenommen. Neben den Ergebnissen der Pollenanalyse sprechen besonders auch pedologische Untersuchungen und allgemeine Klimavergleiche für die Baumlosigkeit dieses Gebietes während des Hochstandes des Würmgletschers.

Daneben wird aber immer noch die Meinung geäußert, in den Refugien vor dem Gletscherrand und im Innern der Alpen hätte Baumwuchs in beträchtlichem Umfange und auch anspruchsvollere Gehölze umfassend, die letzte Vereisung überstanden. P. Keller, der 1928 (S. 132) ganz allgemein von Refugialstandorten der Nadelhölzer im Alpeninnern spricht, nimmt dies 1930 (S. 468) ausdrücklich wieder zurück. Recht weit geht P. Müller (1950), der meint, im Gletscherrandgebiet des Aargaus habe in Gletschernähe Waldwuchs bestanden, in dem Picea abies eine dominante Rolle spielte und zeitweise Abies alba reichlich vorkam. M. Welten (1952, S. 100) vermutet, die Arve (Pinus cembra), heute ein Baum von Hochlagen der inneren Alpen, habe in günstigen Tief- und Hügellagen die Eiszeit überdauert. K. Rubner (1954) ist der Ansicht, die Lärche (Larix decidua) habe die letzte Vereisung in den gletschernahen Refugien der Alpen überdauert. Heute findet er solche Refugienstandorte allerdings nur von der NE-Schweiz gegen Osten hin. Gegen Westen sollen sie fehlen, weil das Klima dort heute für diesen Baum zu ozeanisch sei. Das ist nicht überzeugend; denn erstens lehrt ein Blick auf die Niederschlagskarte, sowie der Vergleich der Vegetation, daß die mittlere Schweiz nicht ozeanischer ist als das Säntisgebiet und Vorarlberg, in dem Rubner seine Lärchen-Reliktstandorte eingezeichnet hat. Anderseits gedeiht die Lärche heute im schweizerischen Mittellande angepflanzt sehr gut und meidet, zum mindesten in gewissen Rassen, das ozeanische Klima keineswegs, bildet sie doch in dem ausgesprochen niederschlagreichen Insubrien ausgedehnte Wälder und vielerorts die Waldgrenze, während die Arve dort völlig fehlt.

Es ist schwer, diese Annahmen über glazialen Baumwuchs in den eiszeitlichen inneralpinen und alpenrandlichen Refugien zu beurteilen. Rubner stützt sich besonders auf H. Merxmüller (1952), der neuerdings vom ostalpinen Blickpunkt aus die Refugienfrage untersucht hat und aus der Betrachtung der heutigen Artenverbreitung zum Schlusse gelangt, in den nördlichen Ostalpen sei der Refugialcharakter der Flora viel stärker als man bisher angenommen habe. Jedermann wird damit einverstanden sein, daß die Arten, die heute in der nivalen und alpinen Höhenstufe ihren Entwicklungszyklus normal abwickeln können, innerhalb und am Rande der Alpen die Eiszeit überdauern konnten. Darüber hinaus gibt es ein bedeutendes Kontingent von Arten, von denen angenommen werden kann, daß sie an lokalklimatisch besonders begünstigten Stellen aushalten konnten. Merxmüller geht in dieser Hinsicht allerdings recht weit, indem er auch einzelne ausgesprochen thermophile Arten submediterraner Verbreitung, die heute nicht über warme, lokalklimatisch begünstigte Gebiete der Buchenstufe aufsteigen, wie Hypericum coris, unter die glazialen Refugianten einreiht.

Was den Baumwuchs anbetrifft, so fehlt bis heute ein direktes Beweismittel für sein Vorhandensein innerhalb der Alpen und im Vorland der mittleren Alpen während der Würm-Hocheiszeit. P. Müllers Diagramme kann man auch anders erklären (vgl. W. Lüdi, 1950). Makrofossilien von Baumpflanzen fehlen.

Es ist aber in Betracht zu ziehen, daß auch in der Eiszeit die Sonne während des Sommers im Alpengebiet höher stund als in Nordeuropa und infolgedessen ihre Einwirkung wesentlich kräftiger gewesen sein muß, was sich vor allem durch die Ausbildung günstiger Lokalklimate auswirkte. Dadurch wurde das Fortkommen anspruchsvollerer Pflanzen begünstigt. So erscheint es glaubhaft, daß Pinus mugo und Baumbirken an begünstigten Lokalitäten bestehen konnten. Auch für Waldföhre, Fichte, Arve und Lärche dürfte das Vegetieren möglich gewesen sein. Ob sie es aber durch die ganze Eiszeit aushalten konnten, ist doch recht zweifelhaft, da unter ungünstigen Klimaverhältnissen die Reproduktion herabgesetzt wird.

Nacheiszeit

Über das Pflanzenleben des Spätglazials und die darauffolgenden Zeiten sind wir soweit unterrichtet, daß die Hauptzüge der Vegetationsentwicklung feststehen. F. Firbas hat uns kürzlich (1949, 1952) darüber für Mitteleuropa eine Darstellung gegeben, die das gesamte Schrifttum berücksichtigt. Wir stellen die Verhältnisse im schweizerischen Teile der Alpen und ihres Vorlandes in den Mittelpunkt unserer Betrachtung und bringen im Literaturverzeichnis eine Zusammenstellung der wichtigeren Arbeiten über dieses

Gebiet. Im wesentlichen sind es pollenanalytische Untersuchungen. Sie haben die älteren, vor allem auf die heutige Artenverbreitung gegründeten Anschauungen über die Vegetationsentwicklung unseres Gebietes (vgl. von neueren Arbeiten z. B. J. Briquet, 1907, J. Braun-Blanquet, 1916 u. 1923) präzisiert und auf festere Basis gestellt. Wertvolle Ergebnisse brachten auch die makroskopischen Fossilien und vor allem die sehr zahlreichen Bestimmungen subfossiler Hölzer. E. Neuweiler, der hier für unser Gebiet eine bedeutende Lebensarbeit geleistet hat, versuchte wiederholt, die Wald- und Vegetationsgeschichte, gestützt auf die Makrofossilien, zu rekonstruieren (vgl. z. B. 1905, 1910, 1925). Wir verweisen auch auf H. Gams und R. Nordhagen (1923) und auf die eingehende Darstellung der Geschichte der Pflanzenwelt von W. Rytz (1949), in der namentlich den Kulturpflanzen ein breiter Raum gegeben ist.

Das schweizerische Alpenvorland (Mittelland, Molasseland), ca. 300–700 (–1000) m ü. M. Das Spätglazial war im wesentlichen noch baumlos, und der Baumwuchs folgte dem Abschmelzen des Eises in den ersten Zeiten nur langsam. Die Vegetation war tundrenartig, was zuerst von A. Nathorst (1874) und C. Cchröter (1882) durch Makrofossilienfunde festgestellt wurde (Spalierweiden, Dryas octopetala, Loiseleuria procumbens, Betula nana u. a.), wozu die Pollenanalyse noch manche Art oder Artengruppe von ähnlichem Charakter hinzufügte (Gramineen, Cyperaceen, Helianthemum alpestre, Artemisia, Thalictrum, Plantago). G. Lang (1952) gibt eine Zusammenstellung aller Pflanzenfunde, die in Südwestdeutschland im Spätglazial gemacht worden sind (von K. Bertsch, E. Oberdorfer, F. Firbas, I. Müller und von Lang selber). Für das schweizerische Alpenvorland ist eine ganz ähnliche Flora anzunehmen, obschon die Zahl der gefundenen Arten kleiner ist (vgl. dazu auch Lüdi, 1953).

In der baumlosen Zeit lebten auch Strauchweiden, Hippophaë rhamnoides und Arctostaphylos uva ursi, die daraufhin deuten, daß in den Sommermonaten die Lebensverhältnisse für die Pflanzen schon frühzeitig nicht mehr ungünstig waren. Diese Erkenntnis wird unterstützt durch die gemeinsam mit den Dryasfloren gefundenen Wasserpflanzen (Potamogeton natans und filiformis, Myriophyllum spicatum und alterniflorum, Ceratophyllum demersum, Phragmites communis u. a.). Noch mehr spricht in dieser Richtung der überraschende Fund von Ephedra (distachya), deren Pollen von G. Lang in Mooren nördlich des Bodensees, von M. Welten im Bernerland und neuerdings von uns im Zürichsee angetroffen wurde. Artemisia, Hippophaë, Ephedra und der ebenfalls regelmäßig gefundene Chenopodiaceenpollen werden oft als Zeichen einer „Steppenvegetation" angesehen. Leider ist der Begriff der Steppe sehr vieldeutig. Falls aber darunter Vegetationsverhältnisse

wie heute in Südrußland verstanden werden, so geht m. E. der Schluß doch zu weit. Dieses Spektrum kann auch unter anderen Umweltsverhältnissen entstanden sein: Von Artemisia gibt es alpine und hochalpine Arten, die auch zur Massenvegetation neigen, und die „Steppenarten" dieser Gattung erreichen heute im Wallis mindestens 2000 m Meereshöhe; der Sanddorn, der allem Anschein nach kurz vor der Ausbreitung der Baumbirken zu starker Verbreitung gelangte (Hippophaë-Gipfel der Pollendiagramme), gedeiht heute an der Nordsee in Massenvegetation auf Sandboden; Ephedra distachya findet sich in der Gironde im warm-maritimen Klima der Stranddünen und blüht dort reichlich; Chenopodiumpollen kann z. B. das Chenopodium bonus henricus repräsentieren, das heute in den Alpen über die Baumgrenze ansteigt.

Die allgemeine Bewaldung erfolgte durch Birken und Föhren, und es ist anzunehmen, daß früh im Spätglazial hochstämmige Birken, Bergföhren und Waldföhren im eisfreien Gebiet verstreut und in günstigen Lokalitäten auch angereichert auftraten. Zuerst herrschten in unserem Gebiet Birken vor, bald die Föhren, wobei das Verhältnis der beiden in Betracht fallenden Föhrenarten nicht völlig geklärt ist. Die einen Forscher (vgl. z. B. Welten 1944, Firbas 1949, Lang 1952) vermuten, die Waldföhre habe von Anfang an einen bedeutenden, wahrscheinlich dominierenden Anteil genommen. Bertsch (1952) dagegen meint, in Oberschwaben sei zuerst die Bergföhre eingewandert und die Waldföhre erst viel später. Ob andere Bäume bereits im Spätglazial einwanderten, ist nicht gesichert. In Betracht fallen die Arve (Pinus cembra), die Lärche (Larix decidua) und die Fichte (Picea abies). Für alle drei ist nach ihren heutigen Klimaansprüchen anzunehmen, daß sie in dieser Zeit der raschen Aufwärmung im Alpenvorland gedeihen konnten. Es macht aber eher den Anschein, als sei ihre Ausbreitung in den Alpen durch die Alpen selber von Osten und Süden her erfolgt. Von Picea gibt E. Neuweiler (1910) Funde von Holzkohlen in Magdalénienschichten des Keßlerloches bei Schaffhausen an. In einem Diagramm aus der Nähe dieser Siedlung (Lüdi 1951) fehlt aber in den Schichten des Spätglazials und des Mesolithikums der Picea-Pollen völlig. Über Pinus cembra liegen Angaben von mesolithischen Kohlenfunden aus dem Schwäbischen und Fränkischen Jura vor, die aber von F. Firbas (1949, S. 123) als unwahrscheinlich bezeichnet werden. Bertsch (1952) dagegen betrachtet sie als gesichert und glaubt, auch in Oberschwaben Arvenpollen gefunden zu haben. Von Larix gibt es m. W. keine Holzfundangaben, und der Pollenfund von Gams (cit. nach Bertsch) von der Schussenquelle nördlich des Bodensees wird von Bertsch (1954) bezweifelt. Firbas (1949) betrachtet nach der damaligen Verbreitung der Lärche im nördlichen Karpathengebiet ihr Vorkommen nördlich der Alpen als gut möglich.

Wir kommen auf die Vegetations- und Klimaprobleme des Spätglazials nochmals zurück.

Von der Zeit der ersten Bewaldung an blieb das Alpenvorland andauernd Waldland bis in die Gegenwart, mit Ausnahme derjenigen Lokalitäten, die aus edaphischen Gründen nicht Baumwuchs tragen konnten. Waldfreie Gebiete größeren Ausmaßes sind unterhalb der Waldgrenze stets das Produkt menschlicher Tätigkeit gewesen. Für das schweizerische Alpenvorland hat P. Keller zuerst (1928) eine Übersicht über die Waldgeschichte gegeben, die später von ihm selber und von anderen Autoren ergänzt und erweitert wurde. Es ergibt sich in großen Zügen die nachstehende Waldfolge:

Tundra mit Zwerggehölzen → Bewaldung durch Betula und bald darauf durch Pinus → Pinuszeit (im Bodenseegebiet durch Betulagipfel unterteilt), gegen das Ende oft kleiner Betulagipfel → Einwanderung und Ausbreitung von Corylus, (Pinus-)Corylus-Zeit → Einwanderung und Ausbreitung von Quercus, Ulmus, Tilia, Alnus (incana und glutinosa), Fraxinus excelsior = Eichenmischwald-Coryluszeit → Eichenmischwaldzeit (= EMW) mit Einwanderung und am Schluß Ausbreitung von Abies und Fagus sowie Alnus-Anstieg → Fagus-Abieszeit → Fagus-Abies-Piceazeit, lokal mit viel Pinus.

Auf der beiliegenden Tafel (S. 43) wurde versucht, diese Waldzeiten in die Waldperioden von Firbas (1949), sowie in die vorgeschichtliche Chronologie einzubauen und den Klimacharakter und die Höhe der Waldgrenze anzugeben.

Der ältere Teil dieses Grunddiagrammes, der mit der EMW abschließt, ist in unserem Alpenvorland recht allgemein und gleichmäßig vorhanden. Immerhin ist die Lage des Corylus-Gipfels schwankend. Er kann an der klassischen Stelle zwischen Föhrenzeit und EMW-Zeit liegen, ist aber häufiger in den älteren Teil der EMW verschoben. Im jüngeren Teil dagegen zeigen die Diagramme sehr viele lokale Abweichungen. Häufig geht der Ausbreitung von Abies und Fagus ein erster Gipfel von Alnus parallel oder voraus, der wohl allgemein-klimatisch, als Feuchterwerden des Klimas, zu deuten ist. Der Rückgang des EMW wird durch den Abfall der Kurven von Ulmus und Tilia eingeleitet, die oft beinahe aus dem Spektrum verschwinden. Quercus, die mancherorts später als Ulmus und Tilia zu stärkerer Ausbreitung gekommen ist, erhält sich besser und bleibt in den wärmeren Gebieten, vor allem an den Seen, immer eine wichtige Baumart. Carpinus ist durch Pollen und Hölzer sporadisch vom Subboreal, vielleicht schon vom Atlantikum an vertreten und bildet nur bei Genf (Diagramm aus dem Genfersee) eine zusammenhängende Kurve.

Der Beginn der Fagus-Abieszeit im schweizerischen Alpenvorland läßt sich nach den vorgeschichtlichen Funden ungefähr datieren: Die spätneolithischen Pfahlbauten des Mittellandes werden zeitlich auf ca. 2600–1800 v. Chr. eingesetzt. Sie sind wohl alle buchen-tannenzeitlich. Die Ausbreitung der meso-

philen und schattenertragenden Buche und Tanne erfolgte also zu Beginn des Subboreals oder vielleicht schon zu Ende des Atlantikums.

Tanne und Buche können sehr wechselnde Dominanzen zeigen. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß in den Gebieten, die den Alpen oder dem Jura nähergelegen sind, die Tanne vor der Buche und wieder nach ihr dominant wird, die Buchenzeit sich auf einen Teil des Subboreals beschränkt (also: EMW → Ta → Bu → Ta [Bu] → Bu-Ta-Fi), während in den alpenferneren Gebieten die Dominanz der Buche, eventuell mit einem Alnusgipfel, direkt an die EMW-Zeit anschließt, und die Buche auch späterhin stärker in Erscheinung bleibt (also: EMW → Bu → Bu-Ta → Bu-Ta-Fi). Aber innerhalb kleinem Raume können sich mancherlei besondere Kombinationen bilden, oft mit kurzfristigem, raschem Wechsel verbunden. Welten (1944) unterscheidet am Thunersee 5 Buchengipfel, in Verbindung mit Tanne- und Fichte-Anstiegen. Die Fichte ist in diesem bereits am Alpenrande gelegenen Gebiete durch Streuung aus den höheren Lagen von wesentlichem Einfluß auf die Spektrenbildung.

Die zahlreichen Abweichungen vom Schema der Waldentwicklung dürften einerseits naturgegeben sein, durch Wechsel in der Bodenbeschaffenheit und in der Morphologie des hügeligen bis bergigen Landes, die bedeutende lokalklimatische Unterschiede schafft und auch die Wanderung und Ausbreitung der Arten mehr oder weniger hemmt. Anderseits macht sich vom Neolithikum an, das mit der späteren EMW-Zeit beginnt, der Einfluß des Menschen immer stärker geltend. Er rodete sich Kulturland, oft um es bald wieder sich selbst zu überlassen; er bevorzugte gewisse Gehölzarten als Nutzbäume, wie die Eiche und wohl auch die Hasel und die Esche und förderte dadurch ihre Ausbreitung. Alle diese Einflüsse führen in den Pollenspektren bisweilen zu ganz launenhaften Besonderheiten, welche die richtige Interpretation der Diagramme und auch ihre Verwendung zur genauen Altersbestimmung von Ablagerungen oder Fossilien sehr erschweren.

Entfernen wir uns mehr vom Fuße der Alpen, so gelangen wir im Westen in den Schweizerjura, im Norden in das süddeutsche Gebiet jenseits des Rheines und des Bodensees.

Aus dem Schweizerjura liegen bisher pollenanalytische Untersuchungen aus dem Neuenburgerjura und Bernerjura vor (Spinner 1925, 1930, Furrer 1927, Keller 1928, Ischer 1935, Joray 1942, Eberhardt und Krähenbühl 1952). Es ergibt sich in manchen Mooren eine ähnliche Waldfolge wie im alpennäheren Mittelland: nach der EMW-Zeit eine starke und lange dauernde Abieszeit, dann eine meist wenig ausgeprägte Buchenzeit (Fagus-Abieszeit), während der die Piceakurve und später die Pinuskurve ansteigen, und schließlich neue Dominanz von Abies in Verbindung mit Picea und der

Übersicht über die Vegetationsentwicklung in den Alpen und im nördlichen Alpenvorland seit der Würmvergletscherung

	Spätglazial			Postglazial	
	I	II	III	IV	V
Chronologie (meist nach Firbas)	ältere Dryaszeit langsamer Rückzug der Gletscher ins Alpeninnere	Alleröd Rückzug der Gletscher in die Hochlagen, ca. 9800–8800 v. Chr.	jüngere Dryaszeit Schlußvereisung im Alpeninnern 8800–8100 v. Chr.	Präboreal Vorwärmezeit 8100–6800 v. Chr.	Boreal frühe Wärmezeit 6800–5500 v. Chr.
	Palaeolithikum	Palaeolithikum	Palaeolithikum-Mesolithikum	Mesolithikum	Mesolithikum
Vegetationscharakter	Tundra NBP dominiert (Gramineen, Cyperaceen, Artemisia, Helianthemum alpestre), Zwergweiden, Betula nana. Hochsträucher und Bäume nur vereinzelt und lokal (Betula, Pinus), gegen Ende hin zunehmend und Ausbreitung von Hippophaë	Bewaldung zuerst durch Betula und bald durch Pinus (im Osten zum Teil von Anfang an Pinus-Dominanz); Ausbreitung xerischer Arten	Leichter Rückgang der Bewaldung Wälder offen; Senkung der Waldgrenze Vermutlich Zunahme von Pinus mugo und Abnahme von Pinus silvestris	Pinuswälder Gegen Ende oft vorübergehende Betula-Ausbreitung. Dann Einwanderung von wärmeliebenden Laubhölzern, besonders Corylus. In den Ostalpen Einwanderung von Picea	Zeit der Corylus-Wälder Pinus-Corylus — EMW-Corylus (im EMW der Berglagen zuerst Dominanz von Ulmus, dann Tilia) Hochlagen Pinus-Dominanz, zum Teil mit Corylus und EMW. In den Ostalpen starke Ausbreitung von Picea, weniger Corylus
Waldgrenze verglichen mit heute		— ± 500 m	— ± 800 m	± 0	+ 100
Klimacharakter	kalt-kontinental, aufwärmend	wärmer, trocken	etwas kälter, trocken	aufwärmend, trocken	warm, trocken

		Postglazial				
		VI	VII	VIII	IX	X
Chronologie (meist nach Firbas)		älteres Atlantikum Wärmezeit 5500–4000 v. Chr.	jüngeres Atlantikum Wärmezeit 4000–2500 v. Chr.	Subboreal späte Wärmezeit 2500–800 v. Chr.	älteres Subatlantikum Nach-Wärmezeit 800 v. Chr.–1000 n. Chr.	jüngeres Subatlantikum Nachwärmezeit seit ca. 1000 n. Chr.
		Mesolithikum	Altneolithikum, Vollneolithikum	Spätneolithikum, Bronze	Hallst. La Tène, Röm., Mittelalter	Neuzeit
Vegetationscharakter	Schweiz. Alpenvorland und Voralpen	EMW (+ Corylus) Einwanderung von Fagus und Abies	Ausbreitung von Abies und Fagus; EMW abnehmend (besonders Ulmus und Tilia), im SW früher als im NE; gegen das Ende viel Alnus	Fagus-Dominanz, z. T. Fagus-Abies, in milden Lagen reichlich Quercus Einwanderung von Picea	Abies-Fagus (Picea)	Fagus-Abies-Picea; Rodung; starke Bewirtschaftung. Steigende Begünstigung von Picea, zeitweise von Quercus
	Schweizer Jura	EMW (nicht stark entwickelt) zuerst mit Pinus- dann mit Abies-Dominanz	Abies-Dominanz	Fagus (kurze Dominanz)-Abies Ausbreitung von Picea	Abies-Picea (+Fagus)	Picea-Abies (-Fagus), Picea durch Weidewirtschaft begünstigt
	Schweizer Alpen	EMW + Abies + Pinus	Abies (im Osten Picea + Pinus)	Abies, Picea (+ Pinus)	Picea (+Pinus+Alnus)	Picea (+Pinus)
	Ostalpen und Vorland	Picea + EMW	Picea-Dominanz Einwanderung von Abies und Fagus	Fagus, Abies-Picea stärkste Ausbreitung und oft Dominanz von Fagus und Abies	Picea-Fagus-Abies letztere besonders in höheren Berglagen	Picea-Fagus-Abies-Pinus Picea im Vorland in starker Ausbreitung
	Westalpen	EMW + Cor., im Süden noch Pinus	EMW, dann Ausbreitung von Abies; im Süden stets Dominanz von Pinus	Abies-Dominanz	in Hochlagen Picea; tiefer Mischwald starker menschlicher Einfluß	
Waldgrenze verglichen mit heute		+ 100 – 200	+ 200 – 300	+ 300 (– 400)	+ 100 (–200)	± 0
Klimacharakter		warm, feuchter werdend	warm, feucht	Abnehmende Wärme, zeitweise trocken	kühl, feucht	kühl, feucht

Bemerkung: Waldgrenze in Anlehnung an die Auffassung von M. Welten (vgl. S. 47).

lokal herrschenden Pinus. So fand es z. B. M. Joray in seinen Profilen vom Etang de la Gruyère im Bernerjura 1000 m über Meer. In anderen Mooren (vgl. Keller, Eberhardt und Krähenbühl) ist die EMW-Zeit nur schwach angedeutet; der Abiesanstieg schließt unmittelbar an den Abfall der Pinuskurve an, und der Maximalwert der EMW-Kurve fällt bereits unter die Dominanz von Abies. A. Ischer stellte in seinen Profilen im Tal von Les Ponts de Martel einen richtigen EMW-Gipfel fest, der im Mittel 24%, im Maximum 36%, im Minimum 8% betrug. Er war aber nur vereinzelt selbständig, sondern wurde von der Pinuskurve, in einzelnen Fällen von der aufsteigenden Abieskurve überdeckt. Wir dürfen wohl schließen, daß infolge der relativ schwachen und ungleichen Verbreitung der Arten des Eichenmischwaldes die Föhre der Borealzeit sich lange halten und die Tanne sich sogleich ausbreiten konnte, als im Atlantikum das Klima ihr günstig wurde. Die Annahme von F. Bertsch (1935), der Anstieg der Tannenkurve sei im Neuenburgerjura schon lange vor der Zeit des Haselgipfels (mittleres Boreal) erfolgt, geht wohl etwas zu weit. Es scheint, daß die Tanne bereits früh in der Haselzeit eingewandert ist (immerhin kann man sich fragen, ob nicht einzelne borealzeitliche Tannenpollen in den Diagrammen von Verunreinigungen herstammen); aber ihre Ausbreitung erfolgte nicht vor der EMW-Zeit (Atlantikum). Weitere Untersuchungen in diesem moorreichen Gebiet, besonders auch im Waadtländerjura, sind sehr erwünscht.

Das süddeutsche Grenzgebiet dagegen wurde waldgeschichtlich sehr intensiv bearbeitet. Eine Zusammenfassung mit vollständiger Literaturangabe finden wir bei F. Firbas (1949 und 1952), grundlegende Arbeiten lieferten für das Bodenseegebiet und das nördlich anstoßende Oberschwaben P. Stark (1923–1927), K. Bertsch (viele Arbeiten zwischen 1924 und 1954; wir zitieren nur die für uns wichtigsten), F. Firbas (1935), Inge Müller (1947), G. Lang (1952), für den südlichen Schwarzwald P. Stark (1924, 1928), W. Broche (1929), E. Oberdorfer (1931), E. Oberdorfer und G. Lang (1953), G. Lang (1954), für die Südvogesen P. Hatt (1937), E. Oberdorfer (1937), F. Firbas und Mitarbeiter (1948). Die Waldgeschichte ist der des schweizerischen Mittellandes ähnlich mit einigen Veränderungen. So ist nördlich vom Bodensee und in Oberschwaben die Dauer der EMW-Zeit gegenüber dem schweizerischen Mittellande bereits wesentlich verlängert. Sie dauert nach Bertsch dort durch das ganze Neolithikum. Erst gegen das Ende des Neolithikums steigt die Buchenkurve an und führt dann zu einer sehr lange dauernden und ausgeprägten Buchenzeit, da Abies zurücktritt und meist erst im höheren Bergland stärker zunimmt. Die Buche herrscht, anfänglich noch mit sehr viel EMW, vom Anfang der Bronzezeit bis gegen die Gegenwart hin, wo dann Picea und Pinus zur Dominanz

kommen. K. Bertsch unterscheidet drei Buchengipfel, den ersten und stärksten an der Grenze zwischen Bronzezeit und Hallstatt. I. Müller dagegen findet diese Gipfel im Federseegebiet und am unteren Bodensee nur wenig deutlich ausgebildet. P. Stark hat am unteren Bodensee eine ganze Reihe von Diagrammen aufgestellt. Sie geben in der atlantischen Zeit hohe Corylus-EMW- und Alnuswerte, was wohl ein mildes Klima andeutet. Es ist auffallend und entspricht der oben als kennzeichnend für die starke klimatische Kleingliederung des schweizerischen Mittellandes angegebenen Eigenheit, daß auch in dem kleinen, klimatisch relativ einheitlichen und morphologisch wenig gegliederten Untersuchungsgebiet Starks am unteren Bodensee die Anteile von Quercus, Ulmus und Tilia in der EMW-Zeit und die von Fagus und Abies im darauffolgenden Zeitabschnitt in den verschiedenen Diagrammen sehr starke Verschiedenheiten aufweisen.

Der südliche Schwarzwald zeigt große Übereinstimmung mit dem höhergelegenen Teil des schweizerischen Mittellandes und dem Schweizerjura: eine hohe Haseldominanz in den jüngeren Teilen der Föhrenzeit und in den älteren Teilen der in den tieferen und mittleren Höhenlagen kräftig entwickelten EMW, in der zuerst Ulmus, dann Tilia und zuletzt Quercus zur Dominanz kommen. In den Hochlagen zeigt sich die starke Reduktion der EMW-Kurve, wie in manchen Diagrammen der Jurahochtäler (vgl. Broche, Feldberggebiet). Abies und Fagus wandern während der älteren EMW ein. Zuerst breitet sich Abies aus und herrscht nach älterer Annahme (Stark, Broche, Oberdorfer) im Atlantikum und wahrscheinlich bis ins Subboreal in ausgeprägter Weise. Im Subboreal wird Abies von Fagus mehr oder weniger zurückgedrängt (Fagus-Abieszeit), kommt aber im Subatlantikum wieder zu stärkerer Dominanz, während zur gleichen Zeit sich Picea und schließlich Pinus ausbreiten. In einzelnen Profilen steigt die Piceakurve zugleich mit der Faguskurve an, und vereinzelt erreichen Alnus oder Betula in der späten EMW-Zeit und in der Abieszeit hohe Werte. E. Oberdorfer und G. Lang (1953) und weiterhin G. Lang (1954) haben Moore des südlichen Schwarzwaldes eingehend mit modernen Methoden untersucht. Sie rücken die jüngeren Waldperioden viel näher: die Abieszeit in das Subboreal und die Zeit des Hochstandes der Buchenkurve in das ältere Subatlantikum. Lang findet aber vor dem Anstieg der Abieskurve in den tiefer gelegenen Mooren (730 und 850 m) einen kurzdauernden Buchengipfel, der in den Anfang der Subborealzeit fällt und von dem er vermutet, er könne einer trokkeneren Klimaperiode entsprechen, die in den tieferen Lagen zu Buchenwald führte, während in den Hochlagen die Tanne herrschte. Picea wanderte nach Lang im Gebiet der höher gelegenen Moore (über 900 m) im Subboreal ein, in der Umgebung der tiefer gelegenen erst in der historischen Zeit. Durch

C^{14}-Bestimmung ist es G. Lang (1955) gelungen, für das Giersbachermoor (850 m) im südlichen Schwarzwald den Beginn der Tannenzeit auf den Zeitraum von 3000–2500 v. Chr. und ihr Ende (= Beginn der Buchendominanz) auf 1000–800 v. Chr. zu datieren. Das bestätigt das soeben genannte Ergebnis der Forschungen dieses Autors, daß die Tannenzeit im südlichen Schwarzwald im wesentlichen subborealen Alters gewesen sei, und frühestens gegen Ende des Atlantikums einsetzte. Sie begann also beträchtlich später als im Schweizer Hochjura, aber ungefähr zur gleichen Zeit wie die ersten Tannen- (resp. Tannen-Buchen-) Dominanzen im Schweizer Mittelland.

Die Diagramme aus den Südvogesen sind von denen des Schwarzwaldes und des Schweizerjuras etwas verschieden. Im trocken-warmen Talboden des Rheines bei Kolmar (ca. 180 m über Meer) behält in den spätglazialen Pollenspektren die Föhre wie am Ostalpenrand andauernd ihre Dominanz bei. Die Birkenkurve bildet unter der Föhrenherrschaft ihre charakteristischen beiden Gipfelchen, die in den feuchteren Vogesentälern wieder zu richtigen Birkenzeiten auswachsen. Die EMW-Zeit ist sehr schön entwickelt. Quercus beginnt schon früh in der EMW-Zeit zu dominieren, und Abies und Fagus sollen nach E. Oberdorfer und P. Hatt im Atlantikum, nach F. Firbas (1952) erst im Subboreal (Zone VIII) zu starker Ausbreitung gelangen. Fagus tritt gegenüber Abies stärker vor, namentlich auch in hohen Lagen. Picea fehlt bis in die jüngsten Moorhorizonte. Sie ist wahrscheinlich erst im Spätmittelalter durch den Menschen eingeführt worden.

Nähern wir uns vom Alpenvorland den Alpen, so gelangen wir in größere Höhen, und die Pollendiagramme ändern sich gesetzmäßig: Corylus und der Eichenmischwald nehmen ab; in letzterem dominiert ausgesprochen Ulmus, oft mit reichlicher Tilia, während Quercus in den höheren Lagen immer sehr zurücktritt. Abies nimmt zu, Fagus nimmt ab; Picea verbreitet sich früher und stärker. Doch finden wir mit Bezug auf die Dominanzen der wärmeliebenden Gehölze recht große Unterschiede. In den Nordalpen halten Eichenmischwald und Hasel oft in dominierender Stellung bis in beträchtliche Höhen aus, z. B. Egelsee bei Diemtigen, 1000 m (Welten 1952), Zugerberg, 950 m, Einsiedeln ca. 900 m (Lüdi 1939), Bocken bei Näfels, 1300 m, Riedmatt am Kärpf, 1680 m (Hoffmann 1943, 1946). Vielleicht wird diese Erscheinung durch aufsteigende Luftströmungen und massenhaften Ferntransport aus dem Vorland verstärkt. Gegen das Alpeninnere hin nimmt ganz allgemein der Anteil der Laubgehölze am Pollenspektrum ab. Es kommt nicht mehr zur Ausbildung einer Eichenmischwaldzeit, und Faguspollen kann in den Spektren sehr selten werden oder fehlen. Nur Alnus hält sich gut, wobei die baumförmige Alnus incana und die strauchige Alnus viridis vertreten sind. Welten (1952, S. 102) spricht mit Bezug auf das Simmental

von einer Massenentfaltung der Grünerle im Atlantikum und wieder im Subatlantikum. Doch dominieren Nadelhölzer während der ganzen Zeit. Picea breitet sich relativ früh aus. So ergibt sich in den höheren Lagen des Alpeninneren nachstehende Waldfolge:

Pinus → Pinus-Corylus → Pinus-Corylus-EMW → Abies-Pinus (stärkeres Ansteigen von Alnus, hier und im EMW-Teil) → Picea → Picea-Pinus, wobei Pinus im Corylus-EMW und in den Abies- und Picea-Abschnitten stark zurückgehen kann.

M. Welten hat dies in seiner Simmentalerarbeit 1952 eingehend dargestellt, früher auch P. Keller 1930 für Graubünden, 1935 für das Wallis, W. Lüdi 1932 für die Grimsel, 1954 für den Oberalppaß, 2030 m. In den Hochlagen, namentlich der kontinentalen Gebiete (z. B. im Engadin, 1800–2200 m, nach P. Keller, oder Wallis, Keller 1935), bleibt schließlich noch: Pinus → Picea → Pinus oder gar andauernde Pinusdominanz mit einem vorübergehenden Ansteigen von Picea und ganz schwacher Beteiligung des Pollens anderer Baumarten. Anderseits zeigt in den feuchten nördlichen Alpen noch das Moor beim Bachalpsee (Faulhorn, Berneroberland, W. Lüdi, unveröff.) in 2280 m Höhe gute Abies- und Piceazeiten.

Im Pinuspollen der alpinen Hochlagen dürften unsere drei Pinus-Arten von Anfang an beteiligt sein, vermutlich mit wechselnder Menge, in älterer Zeit mehr Pinus silvestris und in den neueren Zeiten mit wachsendem und dominantem Anteil von Pinus mugo. Daneben ist Pinus cembra stark vertreten, nimmt aber in der jüngeren Zeit auch beträchtlich ab, wohl vor allem infolge der Alpweiderodung durch den Menschen, vielleicht auch weil der ozeanischer werdende Klimacharakter die Ausbreitung der Fichte begünstigte. Eine etwas geheimnisvolle Rolle spielt die Lärche, heute in den zentralen Hochalpen der verbreitetste Waldbaum und mit der Arve die Baumgrenze bildend. Fossile makroskopische Reste von ihr (Holz, Samen, Zapfen) wurden meist nur spärlich gefunden, und Pollen wird nur sehr vereinzelt und z. T. unter Vorbehalt von Gams (1927) und Firbas (1932) in den Ostalpen, von Lüdi (1932) an der Grimsel, von Dubois (1940) und Becker (1952) aus den Westalpen angegeben. Ähnlich verhalten sich auch die heute Massenbestände bildenden Alpenrosen Rhododendron ferrugineum und hirsutum. Ph. Guinier (1951, S. 37) vertritt die Ansicht, die meisten Lärchenwälder der Alpen seien künstlich vom Menschen geschaffen.

Was die Klimaverhältnisse der höheren Alpen anbetrifft, so dürfen wir wohl annehmen, daß das postglaziale Wärmeoptimum der Hasel-Eichenmischwaldzeit entspricht, da wo diese im Diagramm vertreten ist. Das Zurücktreten oder Ausfallen des EMW bewirkte sowohl eine längere Dauer der Pinuszeit als auch ein früheres Eintreten der Abieszeit. EMW-Zeit und Abieszeit bedeuten in diesen Gebieten den Hochstand der postglazialen

Waldentwicklung. Die Picea-Ausbreitung dagegen fällt in den Schweizeralpen allgemein auf die Zeit nach dem Wärmemaximum.

Das Wachstum der Alpenmoore erfolgte nach gleichartigen Angaben von Gams, Firbas, Keller und andern Forschern hauptsächlich in der postglazialen Wärmezeit. Es konnte erst nach der Schlußvereisung einsetzen (in den mittleren Lagen nach Gschnitz, in den Hochlagen nach Daun) und endigte im allgemeinen mit der Subborealzeit. Welten (1952, S. 97) vertritt demgegenüber die Ansicht, das Wachstum der Alpenmoore sei im Subboreal und Subatlantikum am stärksten gewesen und seine Simmentalermoore, auch die höchstgelegenen (Sewlenboden, 2120 m), hätten ihr Wachstum bis in die Gegenwart hinein fortgesetzt, oder würden doch ohne die vom Menschen ausgehende Hemmung weiterwachsen. So allgemein gefaßt scheint mir Weltens Annahme zu weit zu gehen. Die meisten hochgelegenen Alpenmoore sind heute ganz offensichtlich tot, bedeckt mit Rasen von Trichophorum caespitosum, Nardus stricta, Carex curvula, in tieferen Lagen auch mit azidophilem Zwerggesträuch. Viele sind in starkem, erosivem Abbau begriffen.

Die Höhe der Waldgrenze geht nach Welten im Simmental mit dem wärmezeitlichen Temperaturmaximum nicht parallel. Sie lag zur Eichenmischwaldzeit beträchtlich tiefer als in der darauf folgenden Tannenzeit. Er führt dies auf einen Wechsel im Klimacharakter zurück. Im Atlantikum kamen als Waldgrenze bildende Arten Pinus cembra, P. mugo (und Abies) in Betracht. Pinus silvestris stieg kaum so hoch, und Picea war im westlichen Alpengebiet noch nicht wesentlich vertreten. Der atlantische Klimacharakter sagte aber der Arve nicht zu, so daß ihre Ausbreitung gehemmt war. Im folgenden Subboreal wurde das Klima trockener, kontinentaler, was der Arve zugute kam, ihre Lebenskraft steigerte und ihr ermöglichte, sich stark auszubreiten und höher hinaufzusteigen. Zusammen mit der Tanne bildete sie im Neolithikum einen weiten, subalpinen Waldgürtel. Damals begann auch die Fichte sich weithin auszubreiten. In der zweiten Hälfte des Subboreal wurde sie zum beherrschenden Waldbaum. Wenn die Baumgrenze im Atlantikum zwischen 1700 und 1900 m lag (loc. cit. S. 90), so stieg im Subboreal der Bergföhren-Arvenkampfgürtel auf 2200–2400 m, die Fichtenwaldgrenze auf 2200–2300 m (loc. cit. S. 99–100), um im Subatlantikum wieder auf 1800–1900 m zu fallen (loc. cit. S. 127). Abies alba, die im Subboreal bis ca. 2200 m hinauf dominierte, ging später sehr zurück, und der Arven-Bergföhrengürtel verschwand beinahe gänzlich.

Welten kann seine Beweisführung auf die eingehende und mit modernen Methoden durchgeführte Untersuchung einer großen Zahl von Mooren im äußeren Teil der westlichen Berneralpen gründen, die dieses Gebiet mit

Bezug auf die Waldgeschichte zum bestbekannten des ganzen Alpenbogens gemacht hat. Trotzdem bedürfen seine Schlüsse noch der Nachprüfung in anderen Gebieten. Warum soll im besonderen (WELTEN spricht gewöhnlich nur vom „Kiefernwald", doch kommen in den Hochlagen nur Arve und Bergföhre in Betracht) die Bergföhre nicht fähig gewesen sein, das Klima des Atlantikums zu ertragen? Bildet sie doch heute in den perhumiden Gebieten der Alpenrandkette zwischen dem Thuner- und Vierwaldstättersee mit über 2000 mm Niederschlägen in gutem Gedeihen die Waldgrenze. Dagegen dürfte der humide Klimacharakter des Atlantikums dem Hochsteigen des Baumwuchses ganz allgemein ungünstiger gewesen sein, als der etwas kontinentalere der folgenden Zeitperiode. Äußere und zentrale Alpenteile können sich verschieden verhalten haben. Bei der Untersuchung der Waldgeschichte des Oberalppasses gelangte ich zum Ergebnis (LÜDI 1954), es sei in der späteren Wärmezeit eine allmähliche Senkung der Waldgrenze eingetreten.

Das Klima des Subboreals, des Endes der Wärmezeit, bietet immer noch Schwierigkeiten, trotzdem diese Zeit nicht fern liegt und vorgeschichtlich gut bekannt ist. Die älteren Ansichten (vgl. H. GAMS und R. NORDHAGEN 1923), nach denen in dieser Zeit, im besonderen in der Bronzezeit, die postglaziale Wärmezeit gipfeln sollte, sind zwar verlassen. Der Rückgang des EMW, die Ausbreitung der Buche und namentlich auch der Tanne sprechen für ein kühleres und relativ feuchtes Klima. Demgegenüber verlangen aber Urgeschichtsforscher wie H. REINERTH, O. PARET und E. VOGT, gestützt auf archäologische Befunde, im Spätneolithikum und in der Bronzezeit mindestens zeitweilig einen außerordentlich tiefen Stand der Seen im Alpenvorland. Dadurch kämen zwar die Pfahlbauten auf das trockene Land zu liegen, aber die meisten dieser Seen müßten, nach den heutigen Abflußschwellen beurteilt, abflußlos gewesen sein. Ursache dieser tiefen Seestände sollen starke und lange dauernde Trockenzeiten gewesen sein. Die Analyse der Vegetation der Bronzezeit des schweizerischen Alpenvorlandes (LÜDI 1955) ergibt einen Vegetationscharakter, der dem heutigen ähnlich gewesen ist, vermutlich etwas wärmer und trockener. Trockenzeiten von katastrophalem Ausmaß lassen sich nicht erkennen. Doch sind die Probleme der Klimaschwankungen dieser Zeit noch weiterhin abzuklären; denn Seetiefstände, Mooraustrocknungen und bedeutende Wasserstandsschwankungen scheinen doch vorhanden gewesen zu sein, und die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß auch die Ergebnisse der Pollenanalyse keineswegs übereinstimmend sind.

Vegetation der Gegenwart

H. und M. BROCKMANN-JEROSCH haben im Jahre 1910 versucht, eine Darstellung der natürlichen Wälder der Schweiz zu geben, die in der Folge

wesentlich ergänzt und vertieft worden ist. Der größte Teil des schweizerischen Alpenvorlandes befindet sich augenscheinlich immer noch in der Fagus-Abies-Picea-Zeit mit einer sehr weiten Ausbreitung von Picea abies. Nur in den tiefstgelegenen und wärmsten Teilen, wie am Rhein und den untersten Teilen seiner Zuflüsse sowie am Genfersee tritt das Nadelholz ganz zurück. Hier breiten sich im Wald neben Fagus als bestandbildende Arten Quercus robur, Quercus petraea und Carpinus betulus sehr aus. Nach oben hin nimmt in den feuchteren Voralpengebieten Fagus gegenüber Abies alba stark ab, während sie sich in den sonnigeren Lagen und ganz besonders auf Kalkböden gut behauptet bis in 1000 oder 1200 m Meereshöhe, vereinzelt noch höher hinauf. In höherer Lage findet sich im ganzen Nordalpengebiet bis zur Waldgrenze die Dominanz der Fichte und der mit ihr ökologisch verwandten Pflanzengesellschaften. Über der Fichtenwaldgrenze breitet sich auf den gereiften Böden das Zwerggesträuch der Vaccinien und des Rhododendron ferrugineum aus als Übergang zu der alpinen Rasenstufe. An wenigen Stellen sind noch Bestandesreste von Pinus cembra vorhanden, die in den zentralen Alpen mit Larix decidua den natürlichen Oberwuchs der azidophilen Zwergstrauchheiden bildet. Auch Pinus mugo ist in dem Gebiet des Fichtengürtels beheimatet, im Westen hauptsächlich die aufrechte, baumbildende Bergföhre (ssp. uncinata), die zwischen dem Thunersee und dem Vierwaldstättersee in der Alpenrandkette den oberen subalpinen Waldgürtel und die Baumgrenze bildet, gegen Osten hin mehr und mehr die Legföhre (ssp. pumilio und mughus sowie Zwischenformen zu uncinata).

Wir erhalten also auf der Alpennordseite und in den nördlichen Alpen von unten nach oben folgende Klimaxgebiete, die sich im wesentlichen mit den Vegetationsgürteln von E. Schmid (1940) decken:

Querceto-Carpinetum-Klimaxgebiet (entspricht zur Hauptsache dem Quercus-Tilia-Acer- oder Laubmischwald-Gürtel von Schmid). Seine Grenzen gegen die Voralpen hin sind noch näher zu klären. H. Etter (1947) teilt ihm einen großen Teil des Mittellandes zu. Colline Höhenstufe.

Fagus-Abies-Klimaxgebiet, im tieferen Teil mit wenig Abies, im höher gelegenen Teil Abies vielfach vorherrschend. Wälder heute stark, oft dominant von Picea durchsetzt. Montane Höhenstufe.

Picea-Klimaxgebiet. Subalpine Höhenstufe, unterer Teil.

Rhodoreto-Vaccinietum-Klimaxgebiet. Subalpine Höhenstufe, oberer Teil (Larix-Pinus cembra-Gürtel von Schmid).

Loiseleuria-Vaccinium uliginosum-Klimaxgebiet. Untere alpine Höhenstufe (Tundrengürtel von Schmid).

Carex curvula-Elyna-Klimaxgebiet. Obere alpine Höhenstufe.

Neben diesen Klimaxgesellschaften, die auf den gereiften Böden und unter mittleren Klimaverhältnissen der betreffenden Stufe große Flächen bedecken, findet sich in allen Höhenstufen eine große Zahl von Pflanzengesell-

schaften, die genetisch zum Teil als Anfangs-, Übergangs- oder Dauergesellschaften der lokalen Vegetationsentwicklung zu deuten sind, teils auch Reliktgesellschaften aus früheren Waldperioden darstellen, die sich an besonders zusagenden Lokalitäten auch über die nachfolgenden Zeiträume zu erhalten vermochten. Wir erwähnen von Gesellschaften der ersten Art aus den untersten Gürteln die fluß- und seenbegleitenden Auenwälder und die Flachmoore, in denen an Bäumen vor allem Alnus incana, in den Tieflagen auch Alnus glutinosa vorherrschen, neben Salix-Arten, Fraxinus excelsior, Betula pendula, Pinus silvestris, Picea abies und vielerlei Gebüsch (nie aber Fagus und Abies). Auf den Flußalluvionen finden sich in den Anfangsstadien der Entwicklung stellenweise in Menge Hippophaë rhamnoides, Berberis vulgaris und Myricaria germanica. Hieher gehören auch Baumbestände auf wasserzügigen Böden oder in ausgesprochenen Schattenlagen, besonders charakterisiert durch Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Acer platanoides, Tilia platyphyllos und Alnus incana. Im Fichtengürtel und bis weit in den Rhododendrongürtel hinein breiten sich auf wasserzügigen Hängen Hochstauden und Alnus viridis-Gebüsche aus, auf trockenem Kalk oder Dolomitgestein, seltener auf Silikatgestein die Bestände von Pinus mugo.

Als Relikte sind zu werten im feuchtwarmen Klima der Föhntäler die Tilia cordata- (weniger T. platyphyllos-) Wälder mit Quercus robur, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus; in warmen, trockenen Lagen des Jurafußes Fragmente der submediterranen Quercus pubescens-Gehölze; an trockenen, sonnigen, flachgründigen Hängen Bestände von Pinus silvestris mit xerischer Begleitflora, und im oberen Teil des Buchengebietes und im Fichtengebiet die Hochmoore mit einer ausgesprochenen Reliktflora, oft im Austrocknungsstadium und mit Pinus mugo, Betula, Vaccinien und Calluna bewachsen.

Der Jura ist im wesentlichen dem Fagus-Abies-Klimaxgebiet zuzurechnen, dessen Wälder hier eine bemerkenswert reiche, von M. Moor (1952) erforschte Gliederung aufweisen. Besonders bemerkenswert ist in den Hochlagen die ausgedehnte Verbreitung eines hochstaudenreichen mesophytischen Waldes (Acereto-Fagetum), der m. E. als edaphisch bedingte Dauergesellschaft zu werten ist. Gut charakterisierte Picea-Wälder, z. T. mit Unterwuchs von Rhododendron ferrugineum, sind in den Hochlagen da und dort anzutreffen, aber doch spärlich und sehr zurücktretend nach meiner Ansicht, weil auf dem durchwegs extremen Kalkgrund der Hochlagen die Vorgänge der Bodenreifung, die in dem ausgesprochen kühl-humiden Klima zu völliger Auslaugung und Versauerung führen müssen, nur sehr lokal zum Ende gekommen sind. Die üppigen Acereto-Fageten, die einen nährstoffreichen, neutralen oder nur wenig sauren Boden notwendig haben, können in diesen Höhenlagen m. E.

nicht den klimatischen Klimax bilden. M. Moor anerkennt aber keine Picea-Klimax im Jura.[1]

Die zentralen Alpenteile sind auch heute ausgezeichnet durch die Vorherrschaft der Nadelwälder. Von den Laubgehölzen sind nur Quercus (petraea und pubescens) in den Tieflagen, Alnus incana an ähnlichen Standorten wie in den Nordalpen, und Betula (pendula und pubescens) an wasserzügigen Hängen bis gegen die Baumgrenze hin von Bedeutung. In der collinen Stufe dürften Eichenwälder als Klimaxbestände in Frage kommen, ebenso in den tieferen Teilen der Montanstufe. In diesen Gebieten herrscht aber heute im Wald bei weitem Pinus silvestris vor, mit einer ausgesprochen xerischen Begleitflora. Die Föhrenwälder sind als lokalklimatische und edaphische Dauergesellschaften zu werten, und es erscheint zweifelhaft, ob ihnen stellenweise die Bedeutung als Klimaxvegetation zukommt. Alle günstigeren Lagen mit gereifteren Böden sind in Kulturland übergeführt. Sowohl im Wallis als auch im Rheintal sind kleine Bestände von Fagus und Abies, zerstreut an lokalklimatisch begünstigten Stellen, bis weit ins Talinnere zu finden. Der Übergang von der nordalpinen mesophytischen Vegetation in die zentralalpine mit ihrem xerophytischen Charakter geht bei weitem nicht so plötzlich vor sich, wie es beim raschen Durchreisen den Anschein erweckt. Nach oben schließt noch in der montanen und dann in der subalpinen Stufe das Picea-Klimaxgebiet an, die Wälder wieder durchsetzt von Pinus-Beständen, unten Pinus silvestris, oben Pinus mugo uncinata. Dieser inneralpine Picea-Gürtel steigt weniger hoch als in den äußeren Alpen, obwohl die Vegetationsgrenzen bedeutend höher liegen (Baumgrenze 2100–2400 m, gegenüber 1700–2000 m in den äußeren Alpen). Der obere Teil der subalpinen Stufe wird von den Pinus cembra-Larix-Wäldern mit Rhodoreto-Vaccinietum-Unterwuchs eingenommen. Dieser Vegetationsgürtel dehnt sich hier reich entwickelt aus. Hochstauden und Alnus viridis-Gebüsche sind weniger häufig, als in den nördlichen Alpen, während Pinus mugo-Bestände stärker vortreten, im Westen aus der baumförmigen P. uncinata, gegen Osten hin immer mehr aus der Legföhre bestehend. Diese steigt nur wenig über die Baumgrenze auf. Die höheren Vegetationsgürtel stimmen im wesentlichen mit denen der nördlichen Alpen überein. Doch treten auch hier, wie in den tieferen Lagen, eine Reihe von Pflanzengesellschaften auf, die in den nördlichen Alpen fehlen oder nur angedeutet sind, während einzelne nordalpine Gesellschaften selten oder untypisch werden.

---

[1] M. Moor hält in seiner Arbeit über die Fichtenwälder im Schweizerjura (Vegetatio **5/6** 1954, Festschrift für J. Braun-Blanquet, S. 543) an dieser Auffassung fest und lehnt meine Deutung ausdrücklich ab. Ich kann aber seiner Beweisführung nicht zustimmen.

Einen besonderen Hinweis verlangen die Picea-Bestände in den tieferen Lagen. Wir wissen, daß die Fichte dort spät eingewandert ist und ihre heutige Massenausbreitung den waldbaulichen Maßnahmen des Menschen verdankt. Aber es ist wohl sichergestellt, daß dieser Alpenbaum auch ohne den Schutz durch den Menschen im Mittelland, vor allem in den höheren Teilen, verbreitet sein würde, und daß seine natürliche Ausbreitung seit dem Subboreal starke Fortschritte gemacht hat. In den Flußauen, den Sümpfen, auf minderwertigen Böden, in lokalklimatisch ungünstigen Lagen kann die Fichte sich halten. In guten Lagen ist ihre natürliche Verjüngung im Quercus-Carpinus Laubmischwald-Gürtel und im Fagus-Abies-Gürtel (ausgenommen die höher gelegenen Teile) fehlend oder gering. Die natürliche Ausbreitung dieses Baumes unterhalb der subalpinen Höhenstufe ist gefördert worden durch die seit der Subborealzeit eingetretene Verschlechterung des Klimas und wohl noch in besonderem Maße durch die im humiden Klima auftretende und sich im Laufe der Zeit immer mehr steigernde Bodenauslaugung, die von Natur aus ärmere Böden zur Vermagerung und Versauerung bringt. F. Firbas (1948, 1949) hat für deutsche Mittelgebirge eine sehr junge, erst im 14.–17. Jahrhundert erfolgte starke Ausbreitung der Fichte, verbunden mit Rückgang von Buche und Tanne, wahrscheinlich gemacht, die auf eine kleine Klimaverschlechterung zurückgeführt wird. In den Alpen bilden die Gletscherschwankungen eine Parallele dazu, da sie vom 16.–19. Jahrhundert zu den stärksten Gletschervorstößen seit der ausgehenden Eiszeit führten. Über ihre Einwirkung auf die Waldgrenze wissen wir aber kaum etwas Sicheres. Der bedeutende Rückgang der Waldgrenze seit ihrem postglazialen Maximalstand und die parallelgehende starke Ausbreitung der Fichte erfolgten viel früher, zu Beginn des Subatlantikums. Die seit dem Mittelalter in den Alpen beobachtete Senkung der Waldgrenze, die bestimmt noch im 19. Jahrhundert weiter ging, wird der menschlichen Tätigkeit zugeschrieben (Weiderodung, Holzgewinnung für die Bedürfnisse der Weidewirtschaft). Ob und wie weit eine Klimaverschlechterung mitspielt, ist schwer zu ergründen.

K. Brehme (1951) hat versucht, dieses Problem mittels der Jahrringuntersuchung von Lärchenholz im Gebiet von Berchtesgaden (Südostbayern) anzugreifen. Er prüfte die Zuwachsleistungen an Lärchenstämmen und an Balken, die bis ins 14. Jahrhundert zurückgehen, in Höhenlagen von ca. 1400–1900 m (Röth, Funtensee) und glaubt nachweisen zu können, daß diese zwischen 1400 und 1600 beträchtlich kleiner geworden seien, als in der vorangehenden Zeit. Er führt diese Erscheinung auf die von Firbas und Losert angenommene Klimaverschlechterung zurück. Die zeitliche Parallelität stimmt gut, da dem starken Gletschervorstoß, der um die Mitte des 16. Jahrhunderts registriert wurde, bereits eine längere Zeit des Vorrückens der

Gletscher vorausgegangen sein muß. Nur dauerte diese Zeit des hohen Gletscherstandes nicht nur bis um 1600, sondern bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts. Es erscheint sehr wichtig, daß solche Untersuchungen des Holzzuwachses in weitem Umfange fortgesetzt werden.

Seit der Mitte des letzten Jahrhunderts sind die Gletscher sehr stark und, abgesehen von einer kurzen Periode des Vorstoßes zwischen 1915 und 1925, andauernd zurückgegangen, was ebenfalls allgemeinklimatisch bedingt ist. Die Baumgrenze hat in den Schweizer Alpen darauf noch nicht mit allgemeinem Anstiege geantwortet. Aber es gibt doch Anzeichen, daß die Bäume in der Nähe der Baumgrenze besser gedeihen. Schneller reagieren Krautpflanzen auf günstigere Klimaverhältnisse durch Höhersteigen im Gebirge, und verschiedentlich sind in den letzten Jahrzehnten diesbezügliche Beobachtungen veröffentlicht worden (vgl. z. B. J. Braun-Blanquet, 1951, S. 501–505, 1955, kritisch auch W. Lüdi, 1939).

Ost- und Westalpen

Wir wollen die Waldgeschichte im mittleren Teil der Alpen noch kurz mit derjenigen der östlichen und westlichen Alpen vergleichen, die mit Ausnahme der äußersten Teile, die wir hier außer Betracht lassen, eine ähnliche Vergletscherung aufwiesen wie die Schweizeralpen. Diese großen Gebiete weisen naturgemäß eine bedeutende Vielgestaltigkeit auf, und wir beschränken uns auf den Versuch, die wichtigeren Gesetzmäßigkeiten von regionalem Charakter darzustellen.

In den Ostalpen hat in der Gegend von Lunz in Oberösterreich H. Gams gearbeitet (1927), in Salzburg und Nordsteiermark F. Firbas (1923), im weitgedehnten Alpenvorland Bayerns, von Salzburg bis zum Bodensee H. Paul und S. Ruoff (1927, 1932), in den Tiroleralpen H. Gams (zusammenfassend 1950) mit seinen Schülern P. Feurstein (1933) und R. von Sarnthein (1936, 1940, 1948), im Vorarlberg F. Firbas (1925) und H. Gams (1929). Eine eingehende Übersicht und zusammenfassende Betrachtung gab uns F. Firbas 1952.

Ein recht auffallender Unterschied zu den Schweizeralpen ergibt sich durch das verschiedenartige Verhalten der Fichte. Diese wandert im Osten bereits im ältesten Postglazial, in der präborealen Föhrenzeit, ein und erlangt rasch eine bedeutende Verbreitung. Das geschieht nicht nur in den Hochlagen des Alpeninneren, sondern bis in das Alpenvorland hinaus, so z. B. noch in den Mooren der Umgebung von München (Dachauermoor, Maisachermoor, Haspelmoor). Refugien der Fichte sind allem Anschein nach den östlichen Nordalpen sehr benachbart gewesen. Picea löst in der Regel die Föhre als dominanten Waldbaum ab, so daß die EMW-Zeit, die zwar stets vorhanden,

aber meist nicht stark entwickelt ist, unter eine Fichtendominanz fällt. Corylus ist in der Regel nicht sehr vortretend.

Die mächtige Fichtendominanz hält in manchen Profilen durch die ganze jüngere Postglazialzeit an. Doch kommen Tanne und Buche nach der EMW-Zeit zu stärkerer Ausbreitung, vorwiegend zuerst die Tanne und später die Buche. Beide können dominieren und die Fichte stark zurückdrängen, sodaß auf eine Fichtenzeit gutentwickelte Tannen- und Buchenzeiten folgen. In den jüngsten Teilen der Diagramme finden wir in der Regel wieder Dominanz von Picea in Verbindung mit Pinus. Der Birkenpollen ist wenig bedeutend, nach Paul und Ruoff mit zwei kleinen Maxima, das eine vor dem Haselmaximum, das zweite in der EMW-Zeit. Auch die Erle tritt wenig hervor, was sehr absticht gegen die mächtige Entwicklung der Erlenpollenkurve in der Nach-EMW-Zeit des Bodenseegebietes. Doch machen einige östliche Moore eine Ausnahme, so Chiemsee, Kollermoos, Kolbermoor, die als lokal zu werten ist.

Das ostalpine Pollendiagramm ergibt also folgende Reihe: Pinuszeit → Picea-EMW-Zeit → Picea-Abieszeit → Fagus-Abies-Piceazeit → Picea-Pinus-Faguszeit. Wir haben versucht, diese Waldfolge in unsere Tabelle einzugliedern.

Im einzelnen zeigen sich manche Besonderheiten, von denen wir nur wenige, für unsere Fragestellung wesentliche, hervorheben wollen. Die Haselzeit ist im bayrischen Alpenvorland gegen Westen hin stärker vertreten. Paul und Ruoff geben dem Haselgipfel vor der Kulmination der EMW-Kurve in den Durchschnittsdiagrammen im Inngebiet 32%, im Isargebiet 48% und im Allgäu 45% (bezogen auf die Gesamtzahl der Baumpollen = 100%). Auch die EMW-Zeit ist gegen Westen hin stärker entwickelt. Immerhin gibt es Ausnahmen. So zeigt z. B. in Osttirol der Schwarzsee bei Kitzbühel eine gut ausgebildete Dominanz der EMW-Kurve, verbunden mit schönem Corylusgipfel. Diese EMW-Zeit liegt vor der Piceadominanz. Feurstein fand die vor der Piceadominanz liegende EMW-Zeit auch am Seerosenweiher von Innsbruck, und am Achensee stellte Sarnthein die vor der Piceadominanz liegende und in anderen Profilen die von der Piceadominanz überdeckte EMW-Zeit fest. Auch im bayrischen Alpenvorland sind beide Typen nebeneinander zu finden. Paul und Ruoff geben in ihren Durchschnittsdiagrammen die Unterstellung der EMW-Zeit unter die Piceakurve nur für das östliche Südbayern an; für das Isargebiet und das Allgäu zeichnen sie einen sehr kurzen EMW-Gipfel von 34% vor dem Piceagipfel ein.

Buchen- und Tannendominanzen können mehrmals miteinander wechseln. Im allgemeinen ist in den alpennäheren Gebieten und in den Alpen die Tanne stärker entwickelt, in den alpenferneren und den mehr gegen Osten gelegenen

die Buche. Am alpenfernen Eß-See zwischen Starnbergersee und Ammersee schließt eine schöne und langdauernde Buchenzeit direkt an die EMW-Zeit an, und Picea kommt erst später zur Entwicklung. Auch im Bernriedermoor am Starnbergersee ist die ältere Piceazeit nur schwach entwickelt. Das sind bereits Anklänge an den Typus des schweizerischen Alpenvorlandes.

Der Übergang zu dem letzteren vollzieht sich stufenweise und doch überraschend. Im westlichen Südbayern (Allgäu) ergibt sich aus den Diagrammen von Paul und Ruoff eine starke Abschwächung des Piceaanteils, so in einem Moor im Kemptenerwald und in den Mooren gegen den Bodensee hin. Im Gebiet südlich des Walensees (Ostschweiz, westlich des Rheines) hat A. Hoffmann-Grobéty in noch nicht veröffentlichten Untersuchungen ausgesprochene Übergänge von der östlichen Waldfolge (Picea vor Abies) zu der westlichen (Abies vor Picea) gefunden. Der östliche Teil des Kantons Graubünden gehört bereits dem östlichen Waldfolgetyp an. Grob betrachtet, macht die Rheinlinie von Chur zum Bodensee die Grenze.

In den hochgelegenen Gebieten der östlichen Nord- und Zentralalpen zeigen die Pollendiagramme die gleichen Veränderungen wie in den mittleren Alpen, so daß sie weitgehend mit diesen übereinstimmen. Nur tritt in den östlichen Hochalpen, entsprechend der Vegetationsentwicklung in den tieferen Lagen, Abies später auf und weniger hervor, Picea dagegen mehr hervor als in den Schweizeralpen. Pinus bleibt eher etwas zurück, was namentlich beim Vergleich mit den Engadinermooren auffallend ist.

Es ist nicht leicht, eine Erklärung für die Unterschiede in der Waldentwicklung zwischen den östlichen Alpen und den Schweizeralpen, namentlich für das unterschiedliche Verhalten von Fichte und Tanne, zu geben. Man wird in erster Linie an ungleiche Einwanderung denken. Wir sahen, wie die Fichte in den Ostalpen sehr frühzeitig, teilweise schon zu Beginn des Postglazials einwanderte. Paul und Ruoff stellen eine deutliche Verspätung von Osten gegen Westen hin fest. Aber v. Sarnthein nimmt für Tirol auch direkte Einwanderung von Süden über die Alpenpässe an. In den Schweizeralpen tritt sie später auf, nicht vor dem Spätboreal oder Atlantikum. Nach P. Keller (1930) wanderte sie in Graubünden am Ende des Boreals von Süden her über die Alpenpässe ein, in den Hochlagen früher als in den tiefer gelegenen Gebieten. Weiter im Westen und im Vorlande geschah ihre Einwanderung nicht vor dem Ende des Atlantikums. Tanne und Buche sind von Westen und Osten her in die Nordalpen eingewandert, mit Ausnahme des äußersten Ostens wohl eher von Westen her. Paul und Ruoffs Durchschnittsdiagramme lassen dies für Südbayern sehr deutlich hervortreten: im Osten treten sie im mittleren Atlantikum auf, im Westen schon im mittleren Boreal.

Doch kann der Wanderweg für sich allein zur Erklärung der Unterschiede in der Ausbreitung der maßgebenden Waldbäume nicht ganz befriedigen, da bei ungehemmter Wanderung ein viel rascherer Ausgleich hätte erfolgen können und sich immer wieder zeigt, daß diese Arten längere Zeit in einem Gebiete lebten, bevor sie zur Ausbreitung gelangten. Wir müssen wohl annehmen, daß die Wanderung durch den bereits bestehenden Waldwuchs gehemmt wurde, die Einwanderung vorerst nur zu einer punktförmigen Verbreitung führte, die Massenverbreitung erst einsetzen konnte, wenn die klimatischen oder edaphischen Verhältnisse sich sehr zugunsten des unterdrückten Baumtypus verschoben hatten. Veränderungen in der Bodenbildung kommen zur Förderung der Ausbreitung von Buche und Tanne kaum in Betracht. Da die Bodenreifung in dem humiden Gebiete zu langsamer Bodenverschlechterung führt, wirkt sie sich für diese beiden Arten eher in ungünstigem Sinne aus, konnte aber für die jüngste Ausbreitung von Fichte und Föhre von Bedeutung sein, wie dies von Firbas und neuestens von Oberdorfer und Lang (1953) für den Klosterwald im südöstlichen Schwarzwald wahrscheinlich gemacht worden ist.

Man wird auch an regionale Klimaunterschiede denken müssen, an ein Kontinentalerwerden des Klimas längs der Alpen von Westen gegen Osten. Dieses wäre geeignet, die Unterschiede in der Waldzusammensetzung weitgehend zu erklären. Aber das Klima ist heute im ganzen Gebiet bei gleicher Lage nicht wesentlich verschieden, sondern überall ausgesprochen humid, in den Temperaturen gleichartig, mit der Ausnahme, daß der Winter gegen Osten hin etwas kälter wird. Dadurch wird vermutlich die Fichte begünstigt. Vielleicht ist auch die größere Spätfrostgefahr des Ostens von Einfluß. Ob die klimatische Übereinstimmung von West und Ost im Laufe der Postglazialzeit immer gleich gewesen ist wie in der Gegenwart, wissen wir nicht.

Die Waldgeschichte der französischen Westalpen wurde von G. und C. Dubois (1938, 1940) und G. Lemée (1950) angeschnitten, und dann hat Jeanne Becker vor kurzem (1952) eine grundlegende Arbeit veröffentlicht. Sie untersuchte ca. 100 Moore, die sich von Savoyen bis zu den Seealpen verteilen. Während in den Ostalpen Picea frühzeitig zur Vorherrschaft kommt, ist es in den nördlichen Teilen der Westalpen Abies, die in einer langen und ausgeprägten Dominanzperiode an die mit sehr viel Hasel verbundene Eichenmischwaldzeit anschließt, während Fagus in den Alpen und alpennahen Gebieten allgemein nur wenig hervortritt. Diese Abieszeit dauert nur bis zur La Tènezeit (ca. 500 v. Chr.). Darauf tritt ein scharfer Wechsel in der Waldzusammensetzung ein. In den tiefer gelegenen Gebieten folgt ein Mischwald von Laubgehölz (reichlich Alnus, Fagus, Quercus, Juglans regia,

etwas Castanea, Betula, Fraxinus, Carpinus) und Nadelgehölz (Picea, Pinus, Abies) als Produkt von starker, frühzeitiger menschlicher Beeinflussung des natürlichen Abies-(Fagus-Quercus-)Waldes. In den höheren Lagen dagegen, etwa von 800 m an aufwärts, tritt nach der Abieszeit ganz allgemein eine ausgeprägte und anhaltende Picea-Dominanz ein. Becker betrachtet diese Ausbreitung von Picea zur Vorherrschaft im Anschluß an Guinier und Engler vor allem als Folge der menschlichen Waldwirtschaft, was doch etwas gewagt erscheint. Die Einwirkung einer Klimaänderung ist gerade in diesem Zeitabschnitt nicht außer acht zu lassen. Über die eiszeitlichen Refugien und die Zeit der Einwanderung der Fichte in den Westalpen ist noch nichts Näheres bekannt. Becker fand schon im baumlosen Spätglazial einzelner gegen Westen vorgeschobener Moore 3–5% Piceapollen. Doch fragt es sich, ob dort nicht umgelagerter Interglazialpollen vorlag und die Einwanderung von Picea nicht erst abieszeitlich erfolgte (von Osten her?).

In den südlichen Teilen der Westalpen wird der Pinuspollen in den Pollenspektren aller postglazialen Zeiten immer mehr vorherrschend, wohl als Ausdruck eines trockenen Klimas, das sich dem Mediterranklima nähert.

Es ergibt sich nach Becker die Waldfolge:

Birken-Föhrenzeit → Föhren-Birkenzeit → Hasel-Föhrenzeit → Hasel-Eichenmischwaldzeit → Tannenzeit → Fichtenzeit, resp. Mischwaldzeit.

Wir sind noch weit davon entfernt, die Geschichte der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung der Schweizeralpen und ihres Vorlandes in den wünschbaren Einzelheiten zu kennen. So sind die lokalen Abweichungen der Waldentwicklung, die in diesem Gebiet, wie bereits erwähnt, sehr ausgeprägt sind, in ihrer Bedeutung, in ihrem Zusammenhang mit Lokalklima, Bodenverhältnissen, Pflanzenwanderung und menschlichen Einwirkungen nur sehr wenig bekannt. Ebenso ist die Datierung der Diagramme zu sichern[1] und sind die Schwankungen der Baumgrenzen noch näher abzuklären.

Spätglazialzeit

Ein besonders schwieriges Problem betrifft die Vegetationsentwicklung im Spätglazial. Untersuchungen im nordwestlichen Europa haben mit Sicherheit gezeigt, daß die Klimaverbesserung am Ende der Eiszeit nicht gradlinig vor sich gegangen ist, sondern von Rückfällen begleitet war. Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen (vgl. Lit. bei Firbas 1949, H. Gams 1950, H. Gross 1954) folgte auf eine in der Vegetation nur durch einen leichten Baumbirkenvorstoß angedeutete Klimaverbesserung (Bölling-

[1] Auf weiterem Raume hat sich neuestens wieder F. Firbas (1954) mit diesem schwierigen Problem beschäftigt.

zeit) ein Rückschlag (ältere Dryaszeit), daraufhin eine zweite, viel deutlichere Verbesserung mit Bewaldung durch Birken und Föhren (Allerödzeit), dann ein zweiter Rückschlag (jüngere Dryaszeit), der mehr oder weniger neue Waldlosigkeit herbeiführte, und erst nachher ergab sich im Präboreal die dauernde Klimaverbesserung mit der Einwanderung wärmeliebender Laubgehölze.

Auch in den Alpen und in ihrem Vorland wurde viele und hartnäckige Arbeit darauf verwendet, die letzten Zuckungen der Würmeiszeit, die in der Morphologie der Landschaft durch die Rückzugsmoränen der eiszeitlichen Gletscher bekannt sind, vegetationsgeschichtlich zu erfassen (Gams seit 1927, K. Bertsch seit 1925, Firbas 1935 und später, Sarnthein 1936–1948, Inge Müller 1947, Welten 1944 und 1952, Lang 1952 u. a.). Die älteren Pollendiagramme aus dem Alpenvorland fangen unten mit der Föhrenzeit an oder zeigen, namentlich im westlichen Gebiet, noch eine darunterliegende Birkenzeit, und man nahm an, die Bewaldung sei ohne Rückschlag vor sich gegangen. K. Bertsch vertritt noch 1952 die Ansicht, ein Einfluß der letzten Stadien der Eiszeit sei in Oberschwaben nicht festzustellen und die Vegetationsentwicklung sei ganz geradlinig erfolgt.

R. v. Sarnthein fand in Tirol an der Basis seiner Pollendiagramme eine Waldzeit mit reichlichem Anteil von thermophilen Waldbäumen, die von einem Wald aus Pinus und Betula abgelöst wurde. Parallel ging oft ein Wechsel der Sedimentation und der Pollenfrequenzen. Er betrachtete den Wald mit wärmeliebenden Gehölzen als allerödzeitlich und den daraufhin folgenden Birken- und Föhrenwald als der jüngeren Dryaszeit zugehörig. Auch H. Gams fand in den Ostalpen ähnliche Verhältnisse. Doch wurden gegen diese Deutung verschiedene Einwendungen erhoben. W. H. Zagwijn (1952) versuchte, am Lansersee bei Innsbruck (800 m Meereshöhe), an einer von Sarnthein untersuchten Stelle eine neue Bohrung, bei der er tiefere, von Sarnthein nicht mehr erbohrte Schichten erreichte. Er fand zuunterst Ablagerungen einer Waldzeit von Betula und dann von Pinus mit Betula, darüber eine neue Zunahme von Betula, verbunden mit starker Zunahme des Pollens von Salix und des Krautpollens, einer Abnahme der Pollenfrequenzen und einer Veränderung der Sedimentation, indem Seekreide ersetzt wurde durch mergelige und tonige Ablagerungen. Darauf folgte deutlich und dauernd ein ausgeprägter und dauernder Rückgang des Krautpollens, Dominanz der Föhre und starke Zunahme der Pollenfrequenzen. Zagwijn nimmt an, seine Bohrung habe die ältere Dryaszeit nicht erreicht; seine unterste Schicht sei allerödzeitlich, die mittlere jüngere Dryaszeit und die obere präboreal. Die jüngere Dryaszeit sei durch eine Strauchzeit (Juniperus, Hippophaë) eingeleitet und abgeschlossen worden, habe aber in ihrem Maximum zur völligen Waldlosigkeit der Umgebung des Moores geführt.

Pollen wärmeliebender Gehölze tritt in ZAGWIJNS Spektren nur ganz vereinzelt auf. Seine Anreicherung in den Profilen von SARNTHEIN wird von verschiedenen Forschern als Fremdkörper erklärt, von IVERSEN als umgelagerter interglazialer Pollen, von FIRBAS als während der Eiszeit von fern herantransportiert, in das Eis eingelagert, bei der Eisschmelze freigeworden und in den Wasseransammlungen angereichert. Meiner eigenen Erfahrung nach dürften es zumeist Verunreinigungen sein, die mit dem Bohrer aus höheren Schichten des Profils in die Tiefe verschleppt wurden und sich erst in sehr pollenarmen Schichten bemerkbar machten. Ich fand die gleiche Erscheinung in vielen spätglazialen Profilteilen des ostschweizerischen Alpenvorlandes (noch nicht veröffentlicht), solange mit dem Kammerbohrer gearbeitet wurde. Der Pollen wärmeliebender Gehölze verschwand aber bei Kontrollbohrungen mit der Dachnowski-Sonde.

Weiter im Westen haben F. FIRBAS, I. MÜLLER und G. LANG in Südwestdeutschland, M. WELTEN in der Schweiz (Berneroberland), E. OBERDORFER im Südschwarzwald und in den Südvogesen, J. BECKER in den französischen Alpen übereinstimmend festgestellt, daß der Allerödzeit der Eintritt der Bewaldung mit Betula und mit Pinus entsprechen muß. E. OBERDORFER (1937) fand im Alleröd des Oberrheintales auch eine geringe Beimischung von wärmeliebendem Laubgehölz, was in Mitteleuropa in diesem tiefgelegenen (180 m über Meer) und vom Klima besonders begünstigten Gebiet am ehesten zu erwarten ist. LANG hat diese früheste Waldperiode zeitlich gesichert, als er in Mooren des südlichen Schwarzwaldes eine Bimstuffschicht fand, die von der Asche eines Eifelvulkans herstammt und die im mittleren Deutschland als allerödzeitlich bestimmt worden ist.

Im Bodenseegebiet und im nördlich anschließenden Oberschwaben (Federsee) zeigte sich, daß in der Waldentwicklung sich nicht einfach eine Birkenzeit und eine Föhrenzeit folgten, sondern daß die Föhrenzeit durch einen Birkengipfel zweigeteilt ist. Eva v. LÜRZER (1954) fand die gleiche Erscheinung in den östlichen Ostalpen (nordöstlich von Salzburg). Es ergibt sich also die Folge: Birkendominanz → Föhrendominanz → Birkendominanz → Föhrendominanz mit Übergang in das Präboreal. Die von Föhrenzeiten eingeschlossene Birkenzeit wird auf verschiedene Weise erklärt. K. BERTSCH (1952) faßt sie bei geradliniger Entwicklung auf als Stufe zwischen Bergföhren- und Waldföhrenwäldern: Tundra (mit Betula nana = 1. Birkengipfel) → Pinus mugo → Betula (Baum) → Pinus silvestris → Corylus u.a. wärmeliebende Gehölze. Meist aber wird zur Erklärung eine klimatische Änderung beigezogen. F. FIRBAS (bei I. MÜLLER 1947) und neuestens auch E. v. LÜRZER nehmen als wahrscheinlich an, daß die Birkenschwankung der Schlußvereisung entspreche und der jüngeren Dryaszeit gleichzusetzen sei, die darunter-

liegende ältere Föhrenzeit der Allerödzeit. G. Lang (1952) verteilt etwas anders: zur Zeit des unteren Birkengipfels beginne die Bewaldung mit Baumbirken (vorausgehend ein kurzes Hippophaë-Stadium), die bald durch Föhren (Pinus silvestris) zurückgedrängt wurden. Diese erste Waldzeit, in der der Wald bis auf 700–800 m Meereshöhe stieg, sei die Böllingzeit Dänemarks. Die später folgende zweite Birkendominanz erfolge durch den Klimarückschlag der älteren Dryaszeit, während der aber die Bewaldung in den tieferen Lagen erhalten blieb. Der neue Föhrenanstieg setzte mit der Allerödzeit ein. Die jüngere Dryaszeit falle in die jüngere Föhrenzeit. Sie prägt sich also im Waldbild nicht mehr aus.

Im schweizerischen Mittelland, im Jura und im Gebiet des Simmentales wurde bisher meist nur ein Birkengipfel gefunden, eingeleitet durch das Auftreten von Hippophaë. Soweit die Frage der Bewaldung näher geprüft wurde (vgl. M. Welten 1944, 1952, W. Lüdi 1951), zeigte sich, daß sich der Wald in dieser Birkenzeit ausbreitete. Die oft in den Diagrammen vorangehende Föhrendominanz entspricht einer waldlosen Zeit und kann durch Ferntransport des Föhrenpollens oder durch das Vorhandensein einzelner Föhrengruppen in der im wesentlichen waldlosen Tundra zustande gekommen sein. Welten (1952) vermutet vor der Birkenzeit eine schwache und vorübergehende Klimaverbesserung, die der Böllingzeit zuzurechnen wäre. Sie ist in den Diagrammen aber nicht sicher zu erkennen. Eine Ausnahme macht ein Diagramm aus dem Genfersee bei Genf, 375 m über Meer (Lüdi 1939) mit zwei Birkengipfeln. Doch ist der jüngere kaum ganz gesichert, da er in einer einzigen Probe gefunden wurde und nicht nachgeprüft werden konnte. Ebenso zeigen einige meiner noch unveröffentlichten Diagramme aus der Umgebung von Zürich (400–450 m) in der ersten Föhrendominanz einen mehr oder weniger deutlichen Birkenanstieg, der noch in die waldlose Zeit fällt (Betula nana).

Es steht fest, daß im Alpenvorland und im Simmental die jüngere Dryaszeit nur sehr wenig in Erscheinung trat. In ziemlicher Verbreitung läßt sich nach der Allerödzeit ein Rückgang der organogenen Sedimentation und der Pollenfrequenzen oder auch nur eine dieser Erscheinungen feststellen (G. Lang 1952, M. Welten 1952, W. Lüdi in Tiefenprofil aus dem Zürichsee und einzelnen andern unveröffentlichten Profilen aus der Umgebung Zürichs). In der Brügglihöhle im Tal der Birs oberhalb Basel (ca. 370 m ü. M.), wo M. Welten bei der Pollenanalyse der Höhlensedimente (in H. G. Bandi und Mitarbeiter, 1954) ebenfalls die Folge Ältere Dryaszeit → Alleröd → Jüngere Dryaszeit fand, ist die letztere gegenüber der Allerödzeit im wesentlichen nur durch ein schwaches Ansteigen der Nichtbaumpollenkurve, das eher eine Verzögerung des im Alleröd erfolgenden Abstieges der Nichtbaumkurve be-

deutet, gekennzeichnet. Nach den Befunden von Elisabeth Schmid, die die Höhlensedimente untersuchte, ist die Jüngere Dryaszeit weder im Sediment noch im Molluskengehalt zu erkennen.

Eine „Dryasflora" wurde bisher in diesem Zeitabschnitt nicht gefunden. Der Föhrenwald blieb bestehen. Die Waldgrenze lag tiefer als vorher und nachher; der Wald war wahrscheinlich lockerer; vielleicht wurde teilweise Pinus silvestris durch Pinus mugo ersetzt. Aber er blieb bis hoch in die Berge hinauf. Die jüngere Dryaszeit führt hier ihren Namen mit Unrecht.

Die Waldgrenze während der Allerödzeit wird von Firbas und Lang für Südwest-Deutschland (Schwarzwald) auf rund 1000 m geschätzt, und ihre Senkung während der jüngeren Dryaszeit beträgt nach Lang 200 m bis maximal 500 m. Welten gelangt für das Gebiet des Simmentales während der Allerödzeit zu einem Ansteigen des Waldes bis auf mindestens 1250 m und glaubt, daß die Waldgrenze sich in der jüngeren Dryaszeit in ungefähr der gleichen Höhe hielt, aber der Wald in den Hochlagen einen mehr offenen Charakter annahm (in der Abbildung auf Seite 129 seiner Veröffentlichung liegt für Pinus die Grenze während des Alleröd in ca. 1500 m, während der jüngeren Dryaszeit in ca. 1250 m). Zagwijn gibt für die Gegend von Innsbruck während der jüngeren Dryaszeit eine Waldgrenze an, die niedriger gewesen sei als 800 m und vielleicht höher als 450 m.

Die jüngere Dryaszeit wird mit den letzten Vorstößen der Eiszeit in den Alpen in Verbindung gebracht und die Allerödzeit vor die Schlußvereisung gesetzt. Zagwijn weist darauf hin, daß die Moorbildung bei Innsbruck zwischen dem Bühlstadium und dem von Klebelsberg neuerdings aufgestellten Schlernstadium habe einsetzen können. Er nimmt an, die jüngere Dryaszeit seiner Lansersee-Untersuchung sei durch den Schlernvorstoß der Gletscher bewirkt worden. Die letzten spätglazialen (nach Rathjens 1954 bereits postglazialen) Gletschervorstöße von Gschnitz und Daun würden sich demnach im Pollenspektrum überhaupt nicht mehr bemerkbar machen oder vielleicht durch den häufig auftretenden kleinen Birkengipfel am Ende der Föhrenzeit, unmittelbar vor dem starken Anstieg der Haselkurve, gekennzeichnet sein.

Das Schlernstadium, das leider in den Schweizeralpen noch nicht genau erforscht ist, entspricht einer Schneegrenzenerniedrigung um 900 m, das Gschnitzstadium einer solchen um 600 m. Gegenwärtig liegt die Waldgrenze bei Innsbruck bei ca. 2000 m, im Simmental bei ca. 1800 m. Nehmen wir an, sie habe sich im Spätglazial parallel zur Schneegrenze erniedrigt, so gelangen wir im Simmental für das Gschnitzstadium ungefähr auf den von Welten pollenanalytisch gefundenen Wert, während bei Innsbruck auch während des Schlernstadiums die von Zagwijn angenommene Waldgrenze zu tief liegt (2000–900 = 1100 m). Nun macht allerdings F. Firbas (bei I. Müller 1947,

ebenso 1949, S. 78) geltend, die Wirkung des Klimarückschlages der jüngeren Rückzugsstadien auf die Vegetation sei, analog den hochglazialen Vorgängen, vermutlich sehr viel größer gewesen, als nach der Schneegrenzendepression zu erwarten wäre. Mir scheint der Vergleich mit den Zuständen zur Hocheiszeit nicht richtig. Zur Zeit der Schlußvereisung war das weite Inlandeis bereits verschwunden; die Gletscher hatten sich ganz in das Innere der Alpen zurückgezogen (auch im Schlernstadium), und ihr Einfluß auf die Vegetation des Vorlandes dürfte bereits dem heutigen ähnlich gewesen sein.

Für eine niedrige Waldgrenze in der jüngeren Dryaszeit der Ostalpen scheinen die Buckelwiesen bei Mittenwald in Südbayern zu sprechen. J. L. Lutz und H. Paul (1947) kamen zum Schluß, diese seien eine periglaziale Bildung, entstanden bei einer Jahrestemperatur von nicht höher als −2.5°C. Nach Rathjens (1954) können sie sich nicht früher als zur Zeit des Schlernstadiums gebildet haben. Heute liegt die Waldgrenze in den Nordalpen bei ca. +1.5–2°, in den kontinentalen Zentralalpen bei ±0°. Übertragen wir diese Zahlen auf die Spätglazialzeit und nehmen wir eine Zunahme der Wärme um ca. 0.5° mit Abnahme der Meereshöhe um 100 m an, so muß die Waldgrenze bei den Buckelwiesen, für die Lutz und Paul in einer Abbildung 950 m Meereshöhe angeben, in der jüngeren Dryaszeit zwischen 450 m und 0 m über Meer gelegen haben. Ob das aber stimmen kann?

Schließlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß ein Waldwechsel von herrschender Föhre zu herrschender Birke nicht unbedingt einer Klimaverschlechterung gleichzukommen braucht. Die Möglichkeit des Ersatzes von Pinus mugo durch Betula würde eher dem umgekehrten Vorgang entsprechen. Aber der Dominanzwechsel von Pinus silvestris zu Betula pubescens oder pendula kann auch durch bloßes Feuchterwerden des Klimas bedingt sein. Und in der Folge würden sich auch die übrigen Veränderungen einstellen, die als kennzeichnend für die Klimaverschlechterung angesehen werden: stärkere Erosion infolge der größeren Niederschläge; im Birkenwald ein grasig-krautiger Unterwuchs, wie er heute zum Beispiel für die skandinavischen Birkenwälder charakteristisch ist, und dadurch größerer Anteil des Krautpollens im Pollenniederschlag, aber geringere Pollenfrequenzen, weil die Birke weniger Pollen erzeugt als die Föhre.

Verzeichnis der zitierten Literatur

Bandi, H. G., C. Lüdin, W. Mamber, S. Schaub, E. Schmid, M. Welten: Die Brüglihöhle an der Kohlholzhalde bei Nenzlingen (Kt. Bern), eine neue Fundstelle des Spätmagdalénien im untern Birstal. Jahrb. Bern. Histor. Museums **32/33** 1952/1953 (46–76).

BECKER, Jeanne: Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises. – Mém. Service de la Carte Géol. d'Alsace et de Lorraine **11**, Strasbourg 1952 (63 S., 18 Fig.).

BERTSCH, F.: Das Pfrungerried und seine Bedeutung für die Florengeschichte Südwestdeutschlands. – Beih. Bot. Centralblatt **54** Abt. B 1935 (185–243, 27 Abb.).

BERTSCH, K.: Klima, Pflanzendecke und Besiedlung Mitteleuropas in vor- und frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Forschung. – Ber. d. Röm.-Germ. Komm. **18** 1928 (67 S., 50 Abb.).

– Waldgeschichte des württembergischen Bodenseegebietes. – Schriften d. Vereins zur Geschichte des Bodensees **56** 1929 (50 S., 14 Abb.).

– Palaeobotanische Monographie des Federseegebietes. – Bibl. Bot. **103** 1931 (127 S., 11 Taf., 26 Textabb.).

– Geschichte des deutschen Waldes. – 2. Aufl. Jena 1949 (108 S., 94 Abb.).

– Die Waldentwicklung in der ältesten Nacheiszeit Oberschwabens. – Jahresheft f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg **1952** (137–145, 3 Abb.).

– Die zeitliche Stellung der Renntierjäger an der Schussenquelle. – Schriften des Vereins f. Geschichte des Bodensees **72** 1954 (19–30).

BRAUN-BLANQUET, J.: Die Föhrenregion der Zentralalpentäler insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. – Verh. Schweiz. Nat. Ges. **98** 1916 (59–86).

– Über die Genesis der Alpenflora. – Verh. Nat. Ges. Basel **35** I 1923. Festband Hermann Christ (243–261).

– Pflanzensoziologie. 2. Aufl. 1951, Verlag Springer, Wien (631 S.).

– Die Vegetation des Piz Languard, ein Maßstab für Klimaänderungen. Svensk Bot. Tidskrift **49** 1955 (1–8).

BREHME, K.: Jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an Hochgebirgslärchen des Berchtesgadener Landes. Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft **14** 1951 (65–80).

BRIQUET, J.: Les réimmigrations postglaciaires des flores en Suisse. – Actes Soc. Hélv. Sc. Nat. **90** 1907 (112–133, 5 Taf.).

BROCKMANN-JEROSCH, Heinrich: Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. – Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. **1908/09** 1910 (1–189).

–, H. und M.: Die natürlichen Wälder der Schweiz. Ber. Schweiz. Botan. Ges. **19** 1910 (171–224).

BROCHE, Walter: Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwaldes und der Baar. – Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. **29** 1929 (243 S., 26 Abb.).

COSANDEY, Florian et KRAFT, Marie-Madeleine: Analyse pollinique de la tourbière des Tenasses. – Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. **64** (1948) (1–54, 18 Abb.).

DUBOIS, G. et C.: Sur quelques revêtements tourbeux de Haute-Tarentaise. – C.R.A.Sc. **207** 1938 (2 S.).

– Etude pollenanalytique de tourbières de la vallée de Chamonix. – R.S.N.A., N.S. **6** 1940 (53–80, 6 fig.).

EBERHARDT, Alb. et KRÄHENBÜHL, Ch.: La tourbière des Pontins sur St. Imier. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1951** 1952 (87–122, 3 Fig.).

ETTER, H.: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. – Mitt. Schweiz. Anstalt f. forstl. Versuchswesen **25** 1947 (144–210).

FEURSTEIN, S. Pankratia: Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweihers an den Lanserköpfen bei Innsbruck. – Beih. Bot. Centralblatt **51** Abt. II 1933 (477–526, 3 Taf., 11 Textabb.).

FIRBAS, Franz: Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. – Lotos **71** 1923 (187–242, 14 Abb.).

– Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. – Zeitschr. f. Botanik **18** 1925/26 (545–587, 1 Taf., 3 Abb.).
– Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. – Bibl. Bot. **112** 1935 (68 S., 12 Abb.).
– Zur spätglazialen Waldentwicklung Oberschwabens. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **59** 1941 (310–319).
– Über die spätglazialen Verschiebungen der Waldgrenze. – Die Naturwissenschaften **34** 1947 (5 S.).
– Über das Alter der Fichtenstufe in den Mittelgebirgen nördlich der Alpen und über den Ausklang der postglazialen Wärmezeit. – Nachr. Akad. d. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1948 (19–23).
– Waldgeschichte Mitteleuropas. – 2 Bde. G. Fischer, Jena. 1. Bd. 1949, Allgemeine Waldgeschichte (480 S., 157 Abb.); 2. Bd. 1952, Waldgeschichte der einzelnen Landschaften (256 S., 18 Abb.).
– Über die nachwärmezeitliche Ausbreitung einiger Waldbäume. – Forstw. Centralblatt **73** 1954 (8 S., 3 Abb.).
– Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme. Danmarks Geol. Unders. II. R. **80** 1954 (12–21).

Firbas, F., Grünig, G., Weischedel, I., Worzel, G.: Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. – Bibl. Bot. **121** 1948 (76 S., 12 Abb.).

Furrer, Ernst: Pollenanalytische Studien in der Schweiz. – Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **72** 1927 Beiblatt No. 14 (38 S., 7 Abb.).

Gams, Helmut: Die Waldklimate der Schweizeralpen, ihre Darstellung und ihre Geschichte. – Verh. Nat. Ges. Basel, Festbd. H. Christ, **35** I 1923 (262–276).
– Die Geschichte der Lunzerseen, Moore und Wälder. – Int. Revue der gesamt. Hydrobiologie und Hydrographie **18** 1927 (305–387, 12 Abb., 4 Taf.).
– Die Wandlungen der alpinen Baumgrenze. – Aus der Heimat **40**, Stuttgart 1927 (176–184).
– Die postarktische Geschichte des Lünersees im Rätikon. – Jahrb. Geolog. Bundesanstalt Wien **79** 1929 (531–570, 10 Abb., 8 Taf.).
– Beiträge zur Kenntnis der Alpenmoore. – Abh. Nat. Verein Bremen **28** 1932 (18–42, 1 Abb., 6 Taf.).
– Pflanzenwelt Vorarlbergs. – Heimatkunde von Vorarlberg Heft 3, Wien und Leipzig 1935 (74 S.).
– Aus der Geschichte der Alpenwälder. – Zeitschr. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins 1937 (157–170, Abb.).
– Die bisherigen Ergebnisse der Mikrostratigraphie für die Gliederung der letzten Eiszeit und des Jungpalaeolithikums in Mittel- und Nordeuropa. – Quartär **1** 1938 (75–96, 7 Abb.).
– Die nacheiszeitliche Geschichte der Alpenflora. – Jahrb. d. Vereins z. Schutze d. Alpenpflanzen **10** 1938 (9–34).
– Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moorwachstums in den Alpen. – Abh. Nat. Verein in Bremen **32** 1942 (115–133).
– Die Allerödschwankung im Spätglazial. – Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie **12** 1950 (162–171).

Gams, Helmut und Nordhagen, Rolf: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. – Landeskundl. Forsch. herausg. v. Geogr. Ges. München **25** 1923 (336 S., Taf., Abb.).

Gross, Hugo: Das Alleröd-Interstadial als Leithorizont der letzten Vereisung in Europa und Amerika. – Eiszeitalter u. Gegenwart **4/5** 1954 (189–209).

Guinier, Philibert: Pour comprendre les forêts des Alpes. – Bull. Soc. Bot. France **98** 1951 78e sess. extraordinaire, Coupe bot. des Alpes du Tyrol à la France (32–37) 1950.

Härri, Hans: Blütenstaubuntersuchung bei der bronzezeitlichen Siedlung „Sumpf" bei Zug. – Zuger Neujahrsblatt **1929** (68–72).
– Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses und ihre Verknüpfung mit den vorgeschichtlichen Siedlungen. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel **17** 1940 (104 S., 58 Abb.).
– Die Waldgeschichte des Baldeggerseegebietes. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1944** 1945 (113–120, 2 Abb.).
Hatt, Pierre: Contribution à l'analyse pollinique des tourbières du Nord-Est de la France. – Bull. du Service de la carte géol. de l'Alsace et de Lorraine **4** 1937 (1–79, 68 Fig.).
Hoffmann-Grobety, Amélie: La tourbière de Bocken. Ct. de Glaris. – Bericht Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1945** 1946 (11–41, 12 Abb.).
– Etude d'une tourbière de la terrasse de Riedmatt, dans le massif du Kærpf (Alpes Glaroises). – Bericht Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1942** 1943 (82–88, 3 Abb.).
Joray, Marcel: L'Etang de la Gruyère, Jura Bernois. – Mat. pour le levé géobot. de la Suisse **25** 1942 (117 S., 44 Abb.).
Ischer, Adolphe: Les tourbières de la vallée des Ponts de Martel. – Bull. Soc. Neuchâteloise des Sc. Nat. **60** 1935 (77–164, 4 Taf., 10 Abb.).
Keller, Paul: Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren und ihre florengeschichtliche Deutung. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **5** 1928 (159 S., 27 Abb.).
– Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Ostschweiz. – Beih. z. Botan. Centralblatt **45** 1928 Abt. II (181–219, 12 Abb.).
– Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. – Beih. z. Botan. Centralblatt **46** 1930 Abt. II (395–489, 3 Taf., 28 Abb.).
– Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des Wallis. – Vierteljahrsschrift Nat. Ges. Zürich **80** 1935 (17–74, 15 Abb.).
– Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Westschweiz. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1933** 1934 (33–40, 1 Abb.).
Lang, Gerhard: Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. – Flora **139** 1952 (243–294, 11 Abb.).
– Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. – Beitr. z. naturkundl. Forschung in SW-Deutschland **13** 1954 (42 S., 2 Taf., 7 Textabb.). – II. Das absolute Alter der Tannenzeit im Südschwarzwald. Ibid. **14** 1955 (24–31).
Lemée, G.: Contribution à la connaissance de l'évolution forestière postglaciaire des Alpes Méridionales. Analyses polliniques dans la Haute Roya. – C. R. somm. Séances Soc. Biogéogr. **1950** n° 234 (57–61, 1 Abb.).
Lüdi, Werner: Die Waldgeschichte der Grimsel. – Beih. z. Botan. Centralblatt **49** Erg.-Bd., 1932 (190–226, 9 Abb.).
– Das Große Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **11** 1935 (244 S., 13 Taf., 47 Textabb.).
– Waldgeschichte und Klimaveränderungen im Schweizerischen Mittellande während der jüngeren Postglazialzeit. – Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **80** 1935 (139–156).
– Analyse pollinique des sédiments du lac de Genève. – Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève **41** (467–497, 8 Abb.) 1939.
– Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **15** 1939 (95 S., 9 Taf., 22 Textabb.).
– Die Gipfelflora des Flüela-Schwarzhorns bei Davos. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1938** 1939 (50–53).
– Paul Müllers Pollendiagramme von Weiherbach, Luzern. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1949** 1950 (94–101, 1 Abb.).

– Ein Pollendiagramm aus der neolithischen Moorsiedlung Weiher bei Thaingen (Kt. Schaffhausen). – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1950** 1951 (96–107, 1 Taf.).
– Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizeralpen. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **27** 1953 (208 S., 21 Abb.).
– Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse im schweizerischen Alpenvorland während der Bronzezeit. Aus: Das Pfahlbauproblem. Herausgeg. v. d. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte. Schaffhausen 1954 (89–109).
– Eine wärmezeitliche Senkung der Waldgrenze am Oberalppaß, Schweiz. Vegetatio **5/6** 1954 (161–168, 2 Abb.).
Lürzer, Eva v.: Das Spätglazial im Egelseegebiet (Salzach-Vorlandgletscher). – Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie **3** 1954 (83–90).
Lutz, J. L. und Paul, H.: Die Buckelwiesen bei Mittenwald. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **27** 1947 (98–138, 25 Abb.).
Merxmüller, Hermann: Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. – München 1952 (105 S., viele Abb.).
Moor, Max: Die Fagion-Gesellschaften im Schweizerjura. – Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz **31** 1952 (201 S., 10 Taf., Abb. im Text).
Müller, Inge: Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. – Planta **35** 1947 (70–87, 5 Textabb.).
– Über die spätglaziale Vegetations- und Klimaentwicklung im westlichen Bodenseegebiet. – Planta **35** 1947 (57–69, 3 Textabb.).
Müller, Paul: Die Geschichte der Moore und Wälder am Pilatus. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **24** 1949 (94 S., 28 Abb.).
– Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach, Luzern. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1949** 1950 (67–94, 10 Abb.).
Nathorst, Alf.: Sur la distribution de la végétation arctique en Europe au nord des Alpes pendant la période glaciaire. – Arch. Sc. Phys. et Nat. Genève, 2e pér. **51** 1874 (52–64).
Neuweiler, Ernst: Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde. – Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **50** 1905 (24–110). – Nachträge: I ibid. **80** 1935 (98–122); II ibid. **91** 1946 (122–136).
– Untersuchung über die Verbreitung prähistorischer Hölzer in der Schweiz. Ein Beitrag zur Geschichte unseres Waldes. – Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich **55** 1910 (156–202).
– Die Hölzer der prähistorischen Fundstellen. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **3** Festschrift C. Schröter 1925 (509–519).
Oberdorfer, Erich: Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). – Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. **31** 1931 (1–85, 14 Abb.).
– Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Oberelsasses und der Vogesen. – Zeitschr. f. Botanik **30** 1937 (513–572, 12 Abb.).
Oberdorfer, E. und Lang, G.: Waldstandorte und Waldgeschichte der Ostabdachung des Südschwarzwaldes. – Allg. Forst- und Jagdzeitung **124** 1953 (169–172, 2 Abb.).
Paul, H. und Ruoff, S.: Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. – Ber. Bayr. Botan. Ges.: 1. Teil (südöstliches Bayern) **19** 1927 (1–84, 7 Taf., 32 Textabb.), 2. Teil (Isargebiet und Allgäu) **20** 1932 (264 S., 7 Taf., 113 Textabb.).
Rathjens, Carl: Das Schlernstadium und der Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum. – Eiszeitalter u. Gegenwart **4/5** 1954 (181–188).
Rubner, K.: Zur Frage der Entstehung der alpinen Lärchenrassen. – Zeitschr. f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung **3** 1954 (49–51, 1 Abb.).
Rytz, Walter: Neue Wege in der prähistorischen Forschung mit besonderer Berücksichtigung der Pollenanalyse. – Mitt. Antiquar. Ges. Zürich **30** 1930 (58–77, 8 Abb.).

– Die pflanzlichen Funde. – In: P. Beck, W. Rytz, H. G. Stehlin, O. Tschumi: Der neolithische Pfahlbau Thun. Mitt. Nat. Ges. Bern **1930** 1930 (54 S., 9 Taf., 6 Textabb.).
– Die Pflanzenwelt. – In: O. Tschumi, Urgeschichte der Schweiz, 1. Bd. 1949 (15–119).
Sarnthein, Rudolf, Graf v.: Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroleralpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. – I. Teil, Brennergegend und Eisacktal. Beih. z. Botan. Centralblatt **55** Abt. B 1936 (544–631, 6 Taf., 23 Textabb.); II. Teil, Seen der Nordtiroler Kalkalpen. ibid. **60** 1940 (437–492, 1 Taf., 17 Textabb.); III. Teil, Kitzbüheler Alpen und unteres Inntal. Österr. Botan. Zeitschrift **95** 1948 (1–85, 23 Abb.).
Schmid, Emil: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. – Beitr. z. Geobot. Landesaufnahme der Schweiz **21** 1936 (190 S., Taf., Tab., 1 Karte).
– Die Vegetationskartierung der Schweiz im Maßstab 1 : 200000. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **1939** 1940 (76–85).
Schröter, C.: Die Flora der Eiszeit. – Neujahrsblatt der Nat. Ges. Zürich **85** (1883) 1882 (41 S., Taf.).
Spinner, Henri: Analyse pollinique de la tourbe de deux marais de la Vallée de la Brévine. – Bull. Soc. Neuchât. Sc. Nat. **50** 1925 (95–100, 2 Taf.).
– Nouvelle contribution à l'analyse pollinique des tourbières de la Vallée de la Brévine–La Chaux du Milieux. – Ibid. **54** 1930 (3–36, 6 Abb.).
Stark, Peter: Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarzwaldhochmooren. – Zeitschr. f. Botanik **16** 1924 (593–618, 2 Abb.).
– Die Moore des badischen Bodenseegebietes. I. Die nähere Umgebung von Konstanz. – Ber. Nat. Ges. Freiburg i. Br. **24** 1925 (1–123, 2 Abb.). II. ibid. **28** 1927 (1–238, 24 Abb.).
Welten, Max: Pollenanalytische, stratigraphische und geomorphologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **21** 1944 (201 S., 30 Abb.).
– Pollenprofil Burgäschisee, ein Standard-Diagramm aus dem solothurnisch-bernischen Mittelland. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1946** 1947 (101–111, 2 Taf.).
– Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchungen und chronologische Bestimmungen am Burgäschisee. – Jahrb. f. Soloth. Gesch. **20** 1947 (116–132, 9 Abb.).
– Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales, sowie die frühgeschichtliche und historische Wald- und Weiderodung auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **26** 1952 (135 S., 24 Abb.).
Zagwijn, W. H.: Pollenanalytische Untersuchung einer spätglazialen Seeablagerung aus Tirol. – Geologie en Mijnbouw Nw. serie **14** 1952 (235–239, 1 Taf.).

BUCHBESPRECHUNGEN

H. Walter: Einführung in die Phytologie. Band III: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortslehre. 525 S., 229 Abb., DM 29.80. 2. Teil: Arealkunde. 245 S., 216 Abb., DM 16.20. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart/Ludwigsburg. 1949–1954.

In dem vierbändigen Botaniklehrbuch von Heinrich Walter, das Studierenden der Hochschulen zur Einführung dienen soll, handelt Band 1 von den Grundlagen des Pflanzenlebens und Band 2 von den Grundlagen des Pflanzensystems; Bände 3 und 4 sind einer umfassenden Darstellung der Geobotanik gewidmet. Band 3, von dem in der Folge die Rede sein wird,