

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 9 (1931)

Artikel: Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien
Autor: Keller, Paul
Kapitel: Vergleich der postglazialen Klimaänderungen auf der Nord- und Südseite der Alpen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306975>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Weise an die Ergebnisse an Schweizer-Mooren der entsprechenden Höhenlagen anschliessen und durch die unsere vorliegenden Kurven in östlicher Richtung in wünschenswerter Weise ergänzt worden sind.

Im schweizerischen Mittelland fällt die Buchenzeit in das Spät-Neolithikum, was an zahlreichen Stationen nachgewiesen werden konnte. In Süddeutschland ist die Buchenzeit etwas jünger und wird von den Autoren B e r t s c h, G a m s, R u o f f in die Bronzezeit verlegt. Hierin sehen wir wieder den Einwanderungsweg der Buche, als von Westen nach Osten verlaufend.

Für den weiteren Verlauf der Waldentwicklung wurde kein Profil mehr ausgearbeitet, da die regionalen Unterschiede nun sehr grosse sind und durch die Beeinflussung des Waldbildes durch den Menschen in historischer Zeit die Vergleichsmöglichkeiten verwischt werden.

Vergleich der postglazialen Klimaänderungen auf der Nord- und Südseite der Alpen.

(Abb. 38 u. 39 auf Seite 181/182.)

Im vorigen Abschnitt ist die postglaziale Waldgeschichte auf der Nord- und Südseite der Alpen vergleichend dargestellt worden (Abb. 34, 35, 36, 37), ohne die Klimaänderungen mit in den Vergleich zu ziehen. Wie bei der Behandlung der pollenanalytischen Untersuchungen der Moore der Schweiz (K e l l e r 1928) erachte ich es als zweckmässig, diese beiden Veränderungen der Postglazialzeit, Vegetations- und Klimaänderungen, möglichst getrennt zu besprechen. Während wir für die ersteren noch relative, zahlenmässige Veränderungen nachweisen können, müssen wir uns bei den Klimaänderungen mit dem Vergleich ganzer Perioden begnügen. Zahlenmässige Anhaltspunkte, selbst auch relative, fehlen uns, und wir müssen uns auf die klimatischen Veränderungen in bezug auf die vorangegangene und die nachfolgende Phase eines bestimmten Entwicklungsabschnittes beschränken.

Um den «regionalen Parallelismus» (nach v. P o s t) deutlich hervortreten zu lassen, sind die Baumkurven in den Diagrammen der

einzelnen Gebiete gesondert aufgezeichnet worden (Abb. 38 u. 39 auf Seite 181/182), wie bei der Besprechung der Waldgeschichte am Südfuss der Alpen (Abb. 33). Aus den bisherigen Untersuchungsgebieten wurden folgende Diagramme ausgewählt:

Mittelland: Diagramm aus dem Pfahlbau «Weiher» - Thayngen (Keller, 1928).

Voralpen: Diagramm aus dem Moor Dreihütten-Toggenburg (Keller, 1929).

Alpen 3.: Diagramm aus dem Moor Lej marsch-Engadin (Keller, 1930).

Alpen 2.: Diagramm aus dem Moor an den Berninaseen (Keller, 1930).

Alpen 1.: Diagramm aus dem Moor auf dem Bernhardinpass (Keller, 1930).

Misox: Diagramm aus dem Moor am Mte. Savossa (Keller, 1930).

Tessin: Diagramm aus dem Moor am Lago d'Origlio (Keller, 1930).

Norditalien: Durchschnittsdiagramm aus dem Piemont, siehe Abb. 33.

Durchschnittsdiagramm aus der Lombardei, siehe Abb. 33.

Durchschnittsdiagramm aus Venetien, siehe Abb. 33.

Es soll nun versucht werden, den Wechsel der klimatischen Verhältnisse der Postglazialzeit an diesen Diagrammen, die ebenfalls ein Profil durch die Schweizer-Alpen darstellen, vergleichend zu betrachten. Dabei zeigt es sich, dass die Aenderungen des Klimacharakters der einzelnen Entwicklungsabschnitte sich auch in unseren Untersuchungsgebieten in eine Dreigliederung des Klimawechsels einordnen lassen, wie v. Post voriges Jahr auf dem V. Internationalen Botaniker-Kongress in Cambridge vorgeschlagen hat. Diese Dreigliederung soll als Grundlage für das System der postglazialen Klimaänderungen in Mitteleuropa dienen.

1. Die heranrückende Wärmezeit.

In allen untersuchten Mooren können wir zu Beginn der Moorbildung eine grosse Waldarmut übereinstimmend nachweisen. Es ist die Birke, die als erster Waldbaum auftritt, vergesellschaftet mit der Weide. In diese Epoche haben wir schon früher (Keller, 1928) die Einwanderung der östlichen Steppenpflanzen verlegt. Die Pflanzenwelt, die ursprünglich eine arktisch-alpine war (Brock-

mann, Nathorst, Schröter), wovon uns die reichen *Dryas*-funde Zeuge sind, geht allmählich in eine Steppenflora über. Während wir wohl an einzelnen Orten die erste Dryasflora noch in die Zeit der Rückzugsstadien der Gletscher rechnen müssen, fällt dann wohl die nachfolgende Birken-Kiefern-Periode in die eigentliche Postglazialzeit. Die östlichen Steppenpflanzen dieses Entwicklungsabschnittes haben sich in isolierten Kolonien an den Deckenschotterhängen des Bodenseegebietes, an den Hegauvulkanen und in der schwäbischen Alb bis heute erhalten (Bertsch, Braun-Blanquet, Gams, Naegeli, Stark u. a.). Der Beginn der heranrückenden Wärmezeit entspricht also noch den spätglazialen Erscheinungen (Stadien und Interstadialzeiten). Der darauffolgende Abschnitt ist gekennzeichnet durch das Auftreten und die erste Ausbreitung von relativ wärmeliebenden Pflanzen der verschiedensten Arten. Unter den Waldbäumen ist vor allem die Kiefer in mächtiger Ausbreitung begriffen, was in den basalen Schichten der meisten Moore übereinstimmend zu verfolgen ist. Wo diese Kiefernverbreitung fehlt, hat die Moorbildung später eingesetzt. Die Kiefernzeit ist auf der Südseite der Alpen, in den Mooren des Misox, des Tessin und denen der lombardischen Ebene stärker ausgebildet und erstreckt sich über einen längeren Entwicklungsabschnitt als auf der Nordabdachung der Alpen, im Mittelland, in Süddeutschland und in den Voralpen bzw. des Allgäu und des Vorarlbergs. Hierin sehen wir, dass die Waldentwicklung am Südfuss der Alpen wohl früher einsetzen konnte zufolge des früheren Rückzuges der stadialen Gletscher, worauf wir im Vorstehenden schon hingewiesen haben. Wir sehen aber auch, dass die weitere Waldentwicklung erst später, übereinstimmend auf beiden Seiten der Alpen eingesetzt hat. Schon zur Zeit der relativen Waldarmut, in der Kiefernphase, macht sich der regionale Parallelismus in überzeugender Weise geltend. Das kann nur der Fall sein, wenn auf beiden Abdachungen des Alpenkranzes die gleichen klimatischen Bedingungen herrschten. Wir kommen also zur Annahme, dass die warm-trockene Kiefernzeit sich auf beiden Seiten zur gleichen Zeit ausgebildet hat. Natürlich können sich auf der Südseite schon geringe, aber deutliche Schwankungen der Klimakurve herausgebildet haben, die regionale Verschiedenheiten hervorbrachten, die aber den allgemeinen Gang der Klimaentwicklung nicht zu verdecken, noch zu beeinflussen vermochten.

In diesen Abschnitt der heranrückenden Wärmezeit, in die Kiefernvorherrschaft, fällt noch die Einwanderung der xerothermen Arten in die Alpentäler, worauf auf Grund pflanzengeographischer und pollenanalytischer Ergebnisse schon wiederholt hingewiesen worden ist (Bertsch, Braun-Blanquet, Keller). Die Hauptausbreitung dieser Arten fällt dann aber schon in den Uebergang zu der nachfolgenden kulminierenden Wärmezeit. Gegen das Ende der heranrückenden Wärmezeit wird das Waldbild schon reichhaltiger. Auf der Nordseite der Alpen sind die Laubhölzer des Eichenmischwaldes erschienen, angeführt von Linde und Eiche, ebenso die Erle und in den höheren Lagen, in den Passmooren, die Fichte (*Picea*). Diese wird in den jenseits der Passmulden gelegenen Mooren häufiger. Am Südfuss der Alpen sind die Komponenten des Eichenmischwalds schon sehr zahlreich und haben teilweise die Führung im Waldbild von der Kiefer übernommen. Die Erle ist in den südlichen Mooren ebenfalls zahlreicher. In der Ausbreitung dieser Bäume macht sich deutlich ein Wechsel des Klimas gegenüber demjenigen zur Zeit der Kieferndominanz geltend, in dem Sinne, dass die Wärme zunimmt, nicht aber die Trockenheit, da sich mesophile Laubwaldgesellschaften auszubreiten beginnen. Zu der herrschenden Wärme gesellt sich eine zunehmende Feuchtigkeit. Recht deutlich kommt der gleiche Klimaverlauf auf den beiden Seiten des Alpenkranzes zum Ausdruck. Die regionalen Verschiedenheiten spiegeln sich in der früheren Einwanderung und dem mächtigen Auftreten der Eichenmischwälder auf der Südseite der Alpen, in dem frühen Auftreten der Fichte in den südlichen Alpentälern bis gegen die Passmoore und in der starken Ausbreitung der Hasel auf der Nordseite der Alpen. Das Verhalten des Haselstrauches (*Corylus*) ist recht bemerkenswert. Im schweizerischen Mittelland und in den Vor-alpengebieten erreicht er am Ende der heranrückenden Wärmezeit, im Uebergang zum kulminierenden Abschnitt derselben, eine überragende Verbreitung, die in schöner Uebereinstimmung auch aus den Mooren der Nachbargebiete bekannt ist (Bertsch, Broche, Gams, Paul-Ruoff, Stark u. a.). In den alpinen Mooren tritt an die Stelle des Haselstrauches der Sanddorn (*Hippophaë*), der aber keine so markante Ausbreitung erfahren hat. Zu ganz den gleichen Ergebnissen sind in jüngster Zeit Fischer und Lorenz in den Ostalpen (Dolomiten) gekommen. Diese mächtige Haselaus-

breitung auf der Nordseite der Alpen und die Eichenmischwälder am Südfuss, die beide eine Zunahme der Wärme und damit verbundene Abnahme der Trockenheit erkennen lassen, leiten nun in den folgenden Abschnitt der Klimageschichte über.

2. Die Kulmination der Wärmezeit.

In den tiefer gelegenen Mooren haben wir als Zeugen dieser kulminierenden Wärmezeit die Samenfunde wärmeliebender Pflanzen, die in älteren und jüngeren Schichten fehlen, nur in diesen Horizonten zu finden sind und heute in der Umgebung dieser Moore nicht mehr anzutreffen sind. Ihre nächsten Fundorte sind im schweizerischen Mittelland die weit entfernten Hänge des nordzürcherischen und schaffhauserischen Trockenheitsgebietes. Einzelne Pflanzen aber, so vor allem die Wassernuss (*Trapa natans*), fehlen heute im ganzen Gebiet nördlich der Alpen und finden sich vereinzelt erst im Tessin wieder, um noch weiter südlich, in der lombardischen Ebene, ihren heutigen Verbreitungsbezirk zu haben (Gams - Nordhagen, Keller, Neuweiler). Wäre man schon durch die zahlreichen Samenfunde wärmeliebender Pflanzen in den Mooren des Mittellandes und der süddeutschen Ebene berechtigt, eine postglaziale Wärmezeit als gesichert anzunehmen, so erhalten wir neue und zwingende Beweise einer solchen an den höher gelegenen Mooren. Die Moore des oberen Toggenburgs zeigen uns in einer Höhe von 1000—1300 m ü. M. eine Verbreitung des Eichenmischwaldes, die deutlich höhere Verbreitungsgrenzen zeigt, als diejenigen der folgenden Entwicklungsabschnitte (Keller, 1929). Zu ganz übereinstimmenden und überraschenden Ergebnissen haben die Untersuchungen der hoch gelegenen Moore des Prätigaus in 1570—1680 m ü. M. geführt (Keller, 1930), wo ebenfalls für diesen Abschnitt auf eine um ca. 300 m höhere Waldgrenze, wie im oberen Toggenburg, auf Grund der pollenanalytischen Resultate geschlossen werden konnte. Firbas (1926) hat für das Vorarlberg und Gams (1929) hat für den Lünersee im Rätikon dieselbe Erhöhung der Waldgrenze gefunden.

In den alpinen Mooren finden wir weitere, deutliche Anhaltspunkte für eine Kulmination der Wärmezeit. Die durchgehend zu verfolgende grossartige Ausbreitung der Fichte in den Zentralalpen

Graubündens Harder und Lorenz, 1929; Keller, 1930), im Vorarlberg (Firbas, 1926), in den Dolomiten (Fischer und Lorenz, 1931) und in den Ostalpen (Firbas, 1923), denen sich dann noch die Untersuchungen von Gams in den Tiroler-Alpen anschliessen werden, lässt eine beträchtliche höhere Waldgrenze zu dieser Zeit annehmen. Einer freundlichen Aussage von Nordhagen (am V. Internationalen Botaniker-Kongress in Cambridge 1930) entnehme ich, dass sich bei der Untersuchung von Schneetälchenböden in ca. 2500 m ü. M. am Berninapass in den basalen Schichten selbst noch Fichtenpollen in Werten bis zu 56% pro Probe vorfanden. Ein Ferntransport ist hier wie in den tiefer gelegenen Mooren nicht allein vorhanden, es muss aus diesen Befunden auf eine höhere Waldgrenze geschlossen werden; denn sonst wäre diese Fichtendominanz auch in anderen Proben, tieferen und höheren der Torfprofile, vorhanden. Das Gleiche gilt für alle hoch gelegenen Moore der Alpen, die sich zum Teil über der heutigen Waldgrenze befinden. Obwohl wir annehmen müssen, die heutige Wald- und Baumgrenze stelle in fast allen bewirtschafteten Tälern der Alpen kaum noch die natürliche, durch die klimatischen Bedingungen geschaffene Grenze dar, so ersehen wir doch aus den pollenanalytischen Ergebnissen eine um mehrere Hundert Meter (bis über 400 m) höhere Waldgrenze. Diese ist später kaum nur durch den Menschen herabgedrückt worden, da dieser erst sehr spät die Alpentäler und die Hänge dauernd besiedelte; es ist eine allgemein zu verfolgende klimatische Änderung gewesen, die diese höhere Waldgrenze wieder heruntergedrückt hat. Eine Erhöhung der Waldgrenze in den verschiedenen Alpentälern der Ost- und Zentralalpen um den ungefähr gleichen Betrag spricht deutlich dafür, dass allgemeine gleiche Klimabedingungen im Gebiete des Alpenkranzes diese Verschiebung hervorgerufen haben. Die Alpentäler waren damals noch unbesiedelt, die Bevölkerung unseres Landes hatte sich erst an den Ufern der Seen und Flüsse im Alpenvorland niedergelassen, von wo aus sich der neolithische Mensch ausbreitete.

Vergleichen wir das heutige und das damalige Vorkommen der Wassernuss (*Trapa natans*), so finden wir einen beträchtlichen Breitenunterschied in der Nordgrenze des Verbreitungsareals. In der kulminierenden Wärmezeit war diese in der Nordschweiz recht häufig

(Früh und Schröter, 1904; Neuweiler, 1901, 1905; Waldvogel, 1900), heute kennt man diese in der Schweizer-Flora nur von einem einzigen Standort im Tessin. Dieser Breitenunterschied lässt sich auf 2° veranschlagen. Berücksichtigen wir dabei noch die höhere Waldgrenze, die bis an die heutigen Passmoore reichte, so müssen wir wohl einen Breitenunterschied für die Kulmination der Wärmezeit von 2—3° annehmen. Nach einer mündlichen Mitteilung von v. Post hat man in Schweden auf Grund der fossilen *Trapa*-Funde für die postglaziale Wärmezeit einen Breitenunterschied von 4° berechnet. Die Uebereinstimmung ist eine brauchbare.

Zeitlich fallen die Wärmeperioden in Nordeuropa und im Gebiet des Alpenkranzes zusammen. Durch die Funde im Moosbühl bei Bern (Keller, 1928) haben wir das Alter der frühen Eichenmischwaldzeit. Die Haselperiode fällt in den Hiatus zwischen dem Palaeolithikum und dem Neolithikum, in das Tardenoisien bis Campignien der französischen Forscher, die beide den Kjökkenmöddingern der nordischen Forder gleichaltrig sind. Die darauffolgende Eichenmischwaldzeit ist jünger und fällt in die Steinzeit und in den Beginn des Atlantikums im System der Klimaperioden nach Blytt-Sernander. Auf der Nordseite der Alpen, im schweizerischen Mittelland, reicht das neolithische Waldbild bis zur Ausbreitung der Tanne. Der Höhepunkt der Eichenwälder ist dort voll-neolithisch, während die nachfolgende Buchenzeit in das Spät-Neolithikum zu verlegen ist. In der süddeutschen Ebene ist die Eichenmischwaldperiode ebenfalls neolithisch, die Ausbreitung der Buche gehört dagegen schon der Bronzezeit an. Von der Südseite der Alpen ist bis jetzt erst in einem Moor die Anknüpfung einzelner Spektren an die Chronologie der Steinzeit gegeben: im Moor von Coldrerio im südlichsten Tessin (Keller, 1930). Dort fallen die Eichenmischwald-Spektren ebenfalls in das Neolithikum, die vermehrte Haselausbreitung dagegen ist noch nicht steinzeitlich. Die Buchenverbreitung und die Einwanderung der Kastanie gehören dort in die Bronzezeit.

Wie verhalten sich in ihrem Alter nun schweizerisches und italienisches Neolithikum? Es herrscht unter den Archaeologen die Ansicht, dass die italienischen Kulturperioden etwas jüngere, spätere sind, als die entsprechenden schweizerischen und süddeutschen. Zur

Zeit der Bronzeleute auf der Nordseite der Alpen hatten die Bewohner der lombardischen Ebene noch steinzeitliche Kultur. Die Besiedlung der Ufer der norditalienischen Seen und der Moore erfolgte aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Steinzeitleute aus dem nördlichen Alpenvorland. Diese Wanderung, die von Reinerth (nach brieflicher Mitteilung) in das späte Neolithikum verlegt wird, erfolgte sowohl über die Pässe der Ostalpen, als auch über die Schweizer-Pässe. Die ältesten oberitalienischen Pfahlbauten sind also wesentlich jünger als viele der ältesten Schweizer-Pfahlbauten. Jetzt werden uns auch die bronzezeitlichen Spektren von Cazago und von Barche di Solferino verständlich. Die Pollenanalyse dieser Proben ergab ein Waldbild der sich ausbreitenden Kastanie bzw. die Zeit der grössten Ausbreitung der Buche. Da die italienische Bronzezeit nach der Auffassung der Archaeologen jünger ist als die entsprechende Kulturepoche auf der Nordseite der Alpen, so fallen diese bronzezeitlichen Kulturschichten in diesen späten Abschnitt der sich ausbreitenden Kastanie. Auf eine zahlenmässige Altersvergleichung der einzelnen Kulturabschnitte auf beiden Seiten der Alpen, wie sie von Reinerth (briefliche Mitteilung) und von Vouga (Tabelle im Historischen Museum in Neuchâtel) versucht wird, verzichte ich hier, da sich unsere postglazialen Waldperioden nicht gut in solche «absoluten» Zahlenbereiche einfügen lassen, wie das für archaeologische Funde gilt.

Das Neolithikum am Nord- und Südhang der Alpen fällt in die kulminierende Wärmezeit. Der Nachweis des massenhaften Auftretens wärmeliebender Pflanzen, wie *Trapa natans*, *Vitis vinifera*, *Cornus mas*, den Andersson für zahlreiche norditalienische Moore in solchen Kulturschichten erbringen konnte, liefert uns neben den pollenanalytischen Ergebnissen einen sicheren Anhaltspunkt für diese Ansicht. Es bleibt den Untersuchungen höher gelegener Moore der südlichen Alpentäler und weiterer Passmoore, vor allem im östlichen Alpenkranze, vorbehalten, den Nachweis einer höheren Waldgrenze auch für diese Gebiete zu erbringen, als weitere Stütze der kulminierenden Wärmezeit. Die schönen Ergebnisse von Fischer und Lorenz (1931) haben einen versprechenden Anfang gemacht.

3. Die abnehmende Wärmezeit.

Die dritte Periode der abnehmenden Wärmezeit entspricht im System der Klimaänderungen nach Blytt-Sernander der subborealen und subatlantischen Zeit und leitet in die Gegenwart über. Sie ist auf der Nordseite der Alpen vor allem durch die Ausbreitung der Buche gekennzeichnet. Mit der Buche haben wohl auch noch andere feuchtigkeitsliebende Arten sich ausgebreitet, so die Esche (*Fraxinus*) und die Eibe (*Taxus*), die aber durch die Pollenanalyse nicht erfasst werden können. Eine Verschiebung der Temperatur bedingt auch eine Verschiebung der Trockenheit bzw. der Feuchtigkeit. Die Abnahme der maximalen Wärme, durch die sich der vorausgegangene Abschnitt ausgezeichnet hatte, hat eine Zunahme der Feuchtigkeit zur Folge gehabt, die in der Ausbreitung der oben genannten Bäume seinen Ausdruck findet. Die Bestimmung der vielen Holzfunde aus den Pfahlbauten im schweizerischen Mittelland und in Süddeutschland, durch die sich vor allem Neuweiler verdient gemacht hat, hat unsere Ergebnisse in weitgehendem Masse ergänzt, besonders durch die von der Pollenanalyse nicht erfassbaren Baumarten, und auch bestätigt, was vor allem der Vergleich der Zusammensetzung des prähistorischen Waldbildes aus Laubbäumen und Nadelhölzern auf Grund der Holz- und Samenfunde nach Neuweiler, sowie der pollenanalytischen Resultate gezeigt hat (Keller, 1928, S. 147). Neben diesen Bäumen hatte das atlantische Florenelement überhaupt eine grössere Verbreitung, die aber gegen die historische Zeit abgenommen hat und in der Gegenwart ein erneutes Zurückweichen an den östlichen Verbreitungsgrenzen erfährt, worauf Braun-Blanquet (1923) in seiner gründlichen Arbeit überzeugend hinweist.

In den Mooren der Voralpen breitet sich ebenfalls die Buche aus, in den höheren Lagen sind es die Nadelhölzer, denen die Vorherrschaft des Waldbildes weiterhin zukommt. An die Stelle der Fichte ist die feuchtigkeitsliebendere Tanne getreten; ein weiterer Anhaltspunkt für die Annahme der abnehmenden Wärme und der damit verbundenen zunehmenden Feuchtigkeit. Die Laubhölzer, die während der Kulmination der Wärmezeit in diesen Höhenlagen eine bemerkenswerte Verbreitung besessen hatten, weichen stark zurück und bleiben von da ab auf ihre heutigen Verbreitungsbezirke beschränkt.

In den Alpen folgt auf die grossartige Fichtenausbreitung ein erneutes Vorherrschen der Kiefern, wir treten in die sekundäre Kiefernzeit ein. Für diese Nadelhölzer (Bergkiefer, Arve) liegen die Verbreitungsgrenzen seit der abnehmenden Wärmezeit, bis in die Gegenwart, innerhalb der heutigen Grenzen. Eine höhere Waldgrenze ist nur für die Kulmination der Wärmezeit nachweisbar. Gerade das Zurückweichen der Fichtenwerte der hoch gelegenen Moore zu Beginn dieses Klimaabschnittes ist uns ein deutlicher Hinweis dafür, dass die grossen Fichtenprozentage des vorangegangenen Abschnittes der Kulmination der Wärmezeit keine zufälligen und keine durch den Ferntransport hergewehten waren, sondern dass sie uns die grössere Fichtenausbreitung widerspiegeln, die damals vor allem in den höheren Lagen Platz gegriffen hatte. Die Holz- und Samenfunde in den Passmooren, durch die sich die atlantischen Torfschichten auszeichnen (Keller, 1930), fehlen in den subborealen und subatlantischen Torflagern, d. h. in den zur abnehmenden Wärmezeit gebildeten Torfschichten.

Am Südfuss der Alpen, im Tessin (Abb. 38) und in Norditalien (Abb. 33) ist dieser Klimaabschnitt ebenfalls durch die Ausbreitung der Buche gekennzeichnet. Diese tritt hier aber später auf und erlangt keine so grosse Verbreitung, wie am Nordabhang der Alpen. Die stärkere Ausbreitung der Buche war aber doch eine grössere im Vergleich zu ihrer heutigen, da ihre Werte in den jüngsten Spektren wieder deutlich geringere sind. Damit stimmen auch die Angaben von Arcangeli (1894) überein, der die Buche in der heutigen Verbreitung erst für die höheren Lagen des Alpenlandes angibt. Im Verlauf der abnehmenden Wärmezeit hatte die Buche in Oberitalien ein grösseres Verbreitungsareal. Dieses ist durch die sich mächtig ausbreitende Kastanie verringert worden. Die Kastanie überholt die Buche und reicht in einigen Spektren schon nahe an den Anteil des Eichenmischwaldes heran, der dauernd dominiert. Die massenhafte Ausbreitung der Erle, die in allen Diagrammen diesen Abschnitt ebenfalls kennzeichnet, deutet auch auf eine Zunahme der Feuchtigkeit auf Kosten der Wärme, welche die vorausgegangene Periode charakterisierte, in der die Hasel dem Eichenmischwald am nächsten kam, welche Stelle in diesem Abschnitt die Erle übernommen hat.

Der Beginn der abnehmenden Wärmezeit fällt in verschiedene Kulturepochen auf der Nord- und Südseite der Alpen. Da wir aber

nicht annehmen können, dieser Klimaabschnitt hätte auf den beiden Abdachungen der Alpen zu verschiedenen Zeiträumen eingesetzt, da uns die Kulmination der Wärmezeit eine sehr gute zeitliche Uebereinstimmung auf beiden Seiten der Alpen ergeben hat, mit dem durchgehend zu verfolgenden Breitenunterschiede von 2 bis 3°, so sehen wir in der eben erwähnten Verschiedenheit das verschiedene Alter der Kulturabschnitte für das nördliche Alpenvorland und für den Südfuss der Alpen. Im schweizerischen Mittelland fällt die Buchenausbreitung, die die abnehmende Wärmezeit einleitet, in das Spät-Neolithikum, in der süddeutschen Hochebene sind wir ebenfalls im Spät-Neolithikum zu Beginn der abnehmenden Wärmezeit, wobei aber die Buche erst spärlich vertreten ist und ihre mächtige Ausbreitung etwas später erfährt. Am Südfuss der Alpen (Tessin) sind wir noch im Voll-Neolithikum (Abb. 38). Die vermehrte Haselausbreitung, die dort in den Anfang der Eichenmischwaldzeit fällt, gehört schon der Kulmination der Wärmezeit an. In der Chronologie der Archaeologen ist diese vermehrte Haselverbreitung aber noch kein Neolithikum, wie die Untersuchung des Pfahlbaues von Coldrerio (Keller, 1930) ergeben hat, da die steinzeitlichen Schichten erst nach diesen *Corylus*-Spektren anzutreffen sind. Die Früh-Steinzeit am Südfuss der Alpen fällt in das Ende der kulminierenden Wärmezeit. Hierin sehen wir eine Bestätigung der Ansicht der Archaeologen, die die Besiedlung von Norditalien durch die Steinzeitleute des nördlichen Alpenvorlandes annehmen, worauf im vorstehenden Abschnitt der Behandlung der Kulmination der Wärmezeit eingetreten worden ist.

Auf die Buchenzeit folgt auf der Nordseite der Alpen die Vorherrschaft der Tanne, die im Mittelland in die Bronzezeit fällt, während die Ausbreitung der Fichte schon eisenzeitlich ist und in die historische Zeit überleitet. Am Südfuss der Alpen folgt auf die Buchenausbreitung das Auftreten der Kastanie, das wir nach den vorstehenden Ausführungen in die Bronzezeit zu verlegen haben, während im Mittelland die Buchenausbreitung noch neolithisch ist. Obwohl wir in den Diagrammen auf den ersten Blick keine Verschiebung der Kulturperioden gegen die historische Zeit im Vergleich mit den entsprechenden am Nordabhang der Alpen erkennen, so ist diese aus den oben erwähnten Beobachtungen (Pfahlbau Coldrerio

im südlichen Tessin) doch nachzuweisen und lässt uns die italienische Bronzezeit durch die Ausbreitung der Kastanie charakterisieren. Wir haben also folgende allgemeine Befunde: Auf der Nordseite der Alpen ist der Beginn der abnehmenden Wärmezeit spätneolithisch, die Bronzezeit ist durch die Ausbreitung der Tanne im Mittelland und der Buche in Süddeutschland gekennzeichnet.

Am Südfuss der Alpen ist der Beginn der abnehmenden Wärmezeit vollneolithisch, die Bronzezeit fällt mit der Ausbreitung der Kastanie zusammen.

In die Bronzezeit fällt in Norditalien die Einwanderung der Kastanie. Dieser Kulturabschnitt entspricht ungefähr der Eisenzeit (Hallstatt und La Tène) auf der Nordseite der Alpen. Dort hat sich also die Kastanie weit früher ausgebreitet als am Nordabhang, wo sie erst zur Römerzeit erstmals aufgetreten ist, wie die Untersuchung der Moore des St. Gallischen Rheintales (Keller, 1929) deutlich ergeben hat. Die Ansicht kann wohl zu Recht bestehen, dass die zahme Kastanie durch die Römer über die Alpenpässe in unsere geschützten Lagen (St. Galler-Rheintal, Walensee, Zugersee, Vierwaldstättersee) gebracht worden ist, da diese in der norditalienischen Ebene zu jener Zeit sehr häufig war und neben der Eiche der hauptsächlichste Bestandteil des Waldbildes ausmachte, wie die jüngsten Spektren zeigen. Die Auffassung von Engler (1901) wird durch die neuesten Untersuchungen bestärkt.

Für die Bronzezeit wird ein vorgeschichtlicher Verkehr über die Alpenpässe angenommen. F. Weber (1905, in Gams und Nordhagen, 1923) schliesst aus dem Fehlen von steinzeitlichen Funden auf den Alpenpässen, dass der neolithische Mensch sich noch nicht auf die Berge wagte. Die Spuren des neolithischen Menschen beschränken sich auf die Gestade der Voralpenseen, auf die Tallandschaften und die Nähe der Flüsse, es sind Pfahlbauten oder Besiedelungen geschützter Hügel oder schützender Felsen. Einzelfunde sind bis in die zentralalpinen Täler zu verfolgen, so bis in das Domleschg bei Thusis, in das obere und untere Inntal, in die Talkessel von Innsbruck, Salzburg u. a. Obwohl diese Fundstellen nirgends

auf eigentliche Höhenlagen hinaufgehen, schliesst das nicht aus, dass die Steinzeitleute schon Verkehr über die Alpenpässe hatten, was Weber erst für die spätere Kultur der Bronze annimmt. Wir haben am Südfuss der Alpen ebenfalls steinzeitliche Siedlungen (Coldrerio im südlichen Tessin), was einen Verkehr mit den Siedlungen im Domleschg über den Bernhardin möglich erscheinen lässt. Die archaologischen Funde rühren meistens von Siedlungen her und nur selten von Wasserstrassen, so dass aus dem Fehlen von steinzeitlichen Funden noch nicht auf das Fehlen eines Verkehrs der Steinzeitleute über die Alpenpässe geschlossen werden kann. Zudem war ein solcher vorgeschichtlicher Verkehr im Neolithikum über die Pässe vom Klima (Kulmination der Wärmezeit) sehr begünstigt, wie im betreffenden Abschnitt ausgeführt worden ist. Anders wird nach F. Weber das Bild zur Bronzezeit. Die Spuren des Menschen steigen nun auf bedeutende Höhen hinan, so dass für diesen Abschnitt an einen ständigen Verkehr über die vielbegangenen Pässe und Uebergänge gedacht werden muss. Obiger Autor spricht in der Bronzezeit nicht bloss von einem Durchgangsverkehr auf den bekannten Pass- und Saumwegen von Nord nach Süd und umgekehrt, sondern auch von einem regen Lokalverkehr von Tal zu Tal, da ein solcher nicht bloss durch Einzelfunde, sondern auch durch Grabstätten belegt sei. Mit diesem Verkehr ist dann nach Gams und Nordhagen (1923) auch der Bergbau in die Alpentäler eingezogen, in zahlreiche Täler, in denen dieser heute längst wieder erloschen ist.

Dieser rege vorgeschichtliche Verkehr und Bergbau in den Alpen stellt also die Fortsetzung der Begehung der Alpenpässe im Neolithikum dar. Für den Arlberg (1802 m) nehmen Gams und Nordhagen (1923) ebenfalls an, dass er wohl seit der Steinzeit ununterbrochen begangen worden ist. Die gleichen Autoren bringen in ihrem viel beachteten Buch «Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa» (1923) eine Zusammenstellung der zur Bronzezeit begangenen Pässe, diese liegen in Höhen bis über 2500 m. Trotz der weniger hohen Waldgrenze als im vorangegangenen Klimaabschnitt sind die Alpenpässe wie in der Gegenwart begangbar gewesen. Die klimatischen Befunde der Pollenanalysen liefern keinen Anhaltspunkt gegen diese Ansicht, sie besagen nur, dass die vorangegangene Epoche der Kulmination der

Wärmezeit für den vorgeschichtlichen Verkehr noch günstiger gewesen ist, dieser aber zufolge der geringeren Besiedelung der Alpentäler und der grösseren Entfernung der nächsten Siedlungen im Alpenvorland kein so lebhafter war, wie zur Bronzezeit.

In den älteren Stufen der Eisenzeit (Hallstattzeit) hat dann dieser Verkehr noch andauert, wie aus den zahlreichen Funden von F. Weber geschlossen wird. Die Römerstrassen stellen nach diesem Autor keineswegs neu angelegte Wege dar, sondern nur die, für die Bedürfnisse des römischen Reiches erweiterten und verbesserten Saumpfade der einheimischen Stämme, die seit der Bronzezeit und nach den neueren Untersuchungen seit der Steinzeit benützt worden waren.

Am Ende der Periode der abnehmenden Wärmezeit wird eine Aenderung zu einer vierten Periode angenommen. Zu dieser Auffassung haben zahlreiche pflanzengeographische Beobachtungen geführt: Die Bereicherung der Gipffluren (Braun-Blanquet, 1913), das Zurückweichen der atlantischen Arten an ihrer östlichen Verbreitungsgrenze (Braun-Blanquet, 1923; Naegeli, 1905), das Vordringen mediterraner und sarmatischer Arten gegen Norden nach den Beobachtungen von Braun-Blanquet (1923), Christ (1897, 1920), Naegeli (1917, 1920), Kelhofer (1915, 1920), Koch und Kummer (1924—1930). In den Pollenspektren konstatieren wir die Ausbreitung der Fichte auf der Nordseite der Alpen, der Kastanie an ihrem Südfuss, verbunden mit einem Zurückgehen der frostempfindlichen Tanne im nördlichen Alpenvorland und einem Abnehmen der Buchenwerte auf beiden Abdachungen der Alpen. Hierbei sind aber die menschlichen Einflüsse nicht ausser Acht zu lassen, es sind aber sicher klimatische Aenderungen, die diesen allgemein zu verfolgenden Wechsel im Waldbild hervorrufen. Der Wechsel in der Zusammensetzung ist aber kein so einschneidender wie bei dem Uebergang von der Periode I zur Periode II, das ist von der heranrückenden Wärmezeit zur Kulmination der Wärmezeit, oder von der Periode II zur Periode III, das ist von der Kulmination der Wärmezeit zur abnehmenden Wärmezeit. Eine solche Phase der Waldentwicklung, wie sie sich durch die oben erwähnten Befunde andeutet, ist wohl nur von kurzer Dauer und entspricht nur einer Schwan-

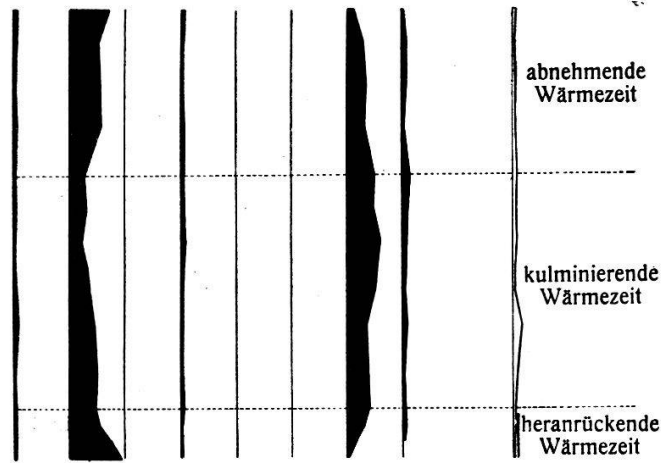
kung der Klimakurve, einer Oszillation derselben, die noch nicht zur Abschnürung einer neuen Periode IV berechtigt.

Die pflanzengeographischen Befunde zeigen uns den «regionalen Parallelismus» in der Vegetations- und Klimaentwicklung nicht, sie deuten nur kleine Klimaperioden für kleine Gebiete an, die in anderen, benachbarten Gebieten vielfach nur fragmentarisch ausgebildet sind und nicht allgemein verfolgt werden können, wie dies in den pollenanalytischen Ergebnissen aus den verschiedenen Regionen der Fall ist. Hierin liegt eine Bedeutung pollenanalytischer Untersuchungen und ihr Wert zur Deutung florengeschichtlicher Fragen.

ALPEN

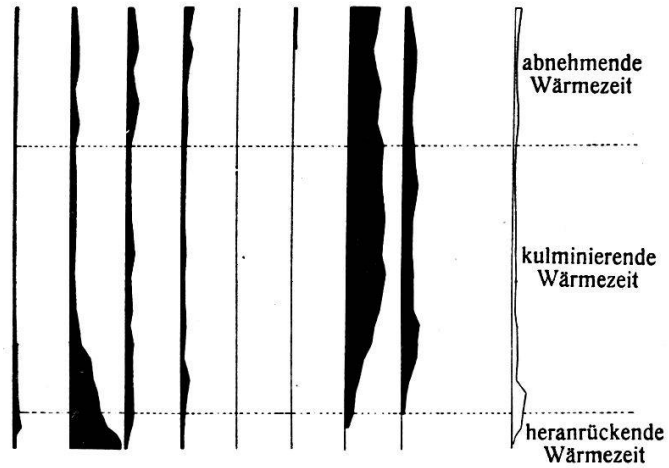
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES HIPPOPHAE

1.



MÍSOX

BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES CORYLUS



TESSÍN

BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES CORYLUS

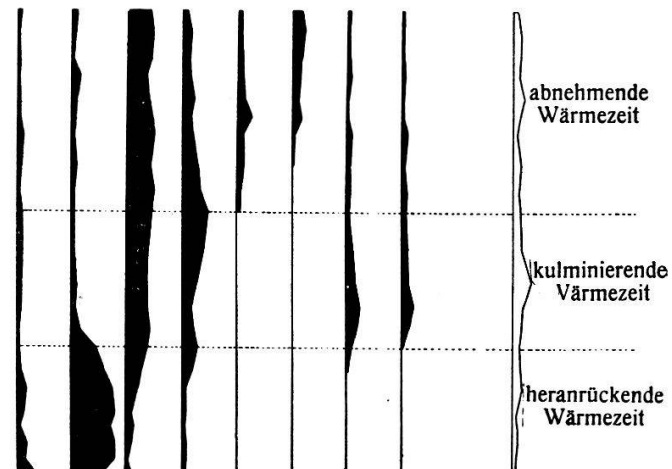
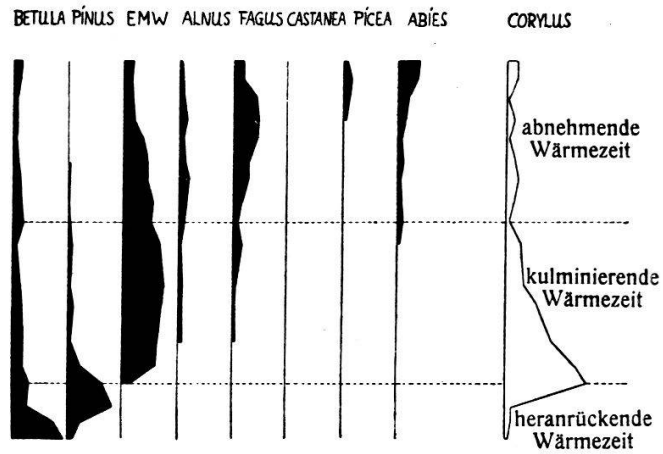
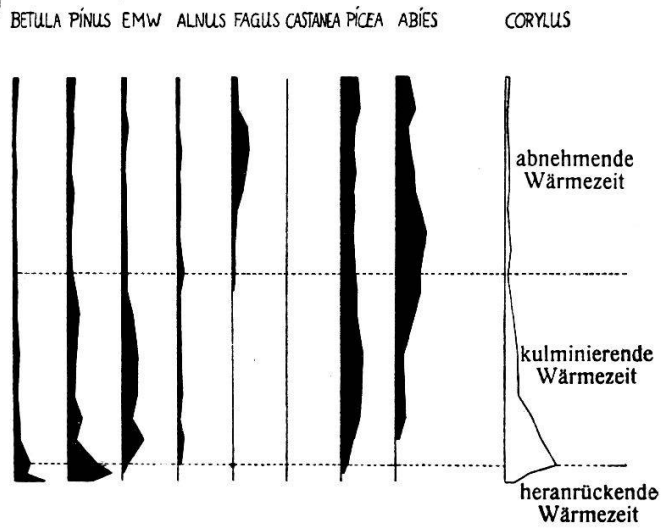


Abb. 38.

MITTELLAND

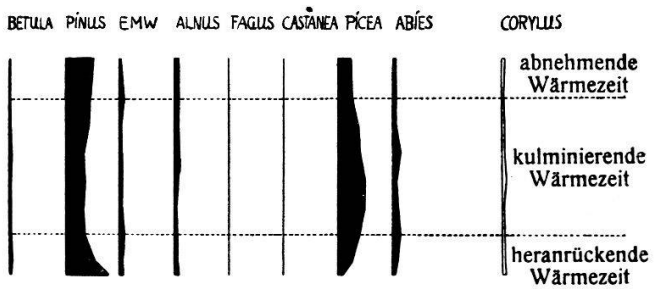


VORALPEN



ALPEN

3.



2.



Abb. 39.