

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 Waldentwicklung 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 auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.02.2026

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

Waldperioden		Klimaperioden	
		nach v. Post	nach Blytt-Sernander
2. Kiefernzeit	{ Kiefer dominiert <i>Najas flexilis</i> Leitfossil Fichte und Tanne wandern ein	heranrückende Wärmezeit	praeboreal
1. Birkenzeit	{ Birke dominiert Kiefer, Weide, Hasel als Pioniere des Waldes		

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

In diesem Abschnitt wird eine vergleichende Behandlung der postglazialen Waldgeschichte auf Grund der pollenanalytischen Ergebnisse an Mooren auf der Nord- und Südseite der Alpen versucht. Die vorliegenden Resultate aus dem Piemont, der Lombardei und aus Venetien ergänzen die bisherigen Untersuchungen an Tessiner-Mooren und solchen der zentralalpinen Täler Graubündens (K e l l e r, 1930), in Verbindung mit den früheren Ergebnissen an Mooren der Vor-alpen und des Mittellandes (K e l l e r, 1928, 1929) zu einem Profil in Süd-Nordrichtung durch die Alpenkette. Ich habe aus einer Auswahl von 45 Mooren der einzelnen Regionen «pollenanalytische Profile durch die Alpen» ausgearbeitet. Dabei sind unseren Untersuchungen noch die Resultate der pollenanalytischen Durchforschung von Süd-deutschland (B e r t s c h, P a u l - R u o f f, S t a r k) beigelegt worden. Verwendet wurden folgende Diagramme:

Norditalien-Tessin:

Laghetto di Lugana	75 m ü. M. (Abb. 25)
Barche di Solferino	131 m ü. M. (Abb. 21)
Brabbia-Varese	250 m ü. M. (Abb. 11)
Lago di Pusiano	270 m ü. M. (Abb. 16)
Ivrea-Ronchesse	280 m ü. M. (Abb. 7)

Coldrerio	343 m ü. M.
Locarno	400 m ü. M.
Lago d'Origlio	421 m ü. M.
Lago di Ganna	452 m ü. M. (Abb. 13)
Mte. Ceneri	560 m ü. M.
Astano	680 m ü. M.
Mte. Mottarone	850 m ü. M. (Abb. 10)

Misox:

Lago d'Osso	1646 m ü. M.
Mte. Savossa	1710 m ü. M.

Alpen:

Oberalp	2030 m ü. M.
Bernina	2220 m ü. M.
Bernhardin	2100 m ü. M.
Maran	1990 m ü. M.
Maloja	1830 m ü. M.
Arosa	1740 m ü. M.
Davos-Laret	1550 m ü. M.

Voralpen-Vorarlberg:

Bieler Höhe	1980 m ü. M. (Firbas, 1926)
Riedboden	1870 m ü. M. (Firbas, 1926)
Stelsersee	1700 m ü. M.
Hauptje	1600 m ü. M.
Tannenboden	1400 m ü. M. (Furrer, 1927)
Dreihütten	1300 m ü. M.
Oberes Toggenburg	1100 m ü. M.
Wachseldornmoos	1000 m ü. M.
Zugerberg	930 m ü. M.
Einsiedeln	890 m ü. M.

Mittelland:

Andwil	795 m ü. M.
Thun	630 m ü. M.
Hauptwil	590 m ü. M.
Sirnach	568 m ü. M.
Wauwil	505 m ü. M.

Sulgen	460 m ü. M.
Krutzelried	450 m ü. M.
Niederwil	412 m ü. M.

S ü d d e u t s c h l a n d :

Allgäu	620 m ü. M. (B e r t s c h, 1925)
Allgäu	580 m ü. M. (B e r t s c h, 1925)
Degersee	480 m ü. M. (R u o f f in Gams, 1924)
Schönmoos	470 m ü. M. (B e r t s c h, 1929)
Konstanz	416 m ü. M. (S t a r k, 1925)
Konstanz	400 m ü. M. (S t a r k, 1925)

Bei den Mooren ohne Autornamen handelt es sich um eigene Untersuchungen, die sich verteilen auf K e l l e r (1928, 1929, 1930) und die vorliegenden Ergebnisse.

Für die Darstellung der pollenanalytischen Profile durch die Alpen zur Kiefernzeit, Haselzeit, Eichenmischwaldzeit und Buchenzeit wurde die gleiche graphische Darstellungsweise benützt, die erstmals für den Vergleich des Waldbildes des Atlantikums vom Mittelland über die Voralpenregion bis in alpine Moore (K e l l e r, 1929) angewendet wurde. Im pollenanalytischen Profil durch die Schweizer-Alpen, das aus den Durchschnittsspektren von 23 Mooren konstruiert wurde (K e l l e r, 1930) fand diese Darstellungsweise eine weitere Anwendung. In diesem Abschnitt werden nun die beiden erwähnten Abbildungen durch weitere Untersuchungen ergänzt und nicht mehr als ein einziges Profil zur Darstellung gebracht, sondern es werden die Hauptepochen der postglazialen Waldgeschichte auseinander gehalten. Dadurch wird der Vergleich der Verhältnisse auf den beiden Abdachungen der Alpen und im Innern des Alpenkranzes wesentlich erleichtert und zeigt neben den durch die Lage der einzelnen Moore bedingten Verschiedenheiten doch deutlich den «regionalen Parallelismus» (nach v. P o s t, 1930).

Wie in den beiden zitierten Arbeiten sei auch hier eine kurze Erklärung der Darstellungsweise der pollenanalytischen Profile vorausgeschickt: Die morphologischen Formen der von der Untersuchung berührten Gegenden (Norditalienische Ebene, Tessin, Misox, Alpenpässe und Alpentäler, Voralpen, Mittelland und Süddeutschland) bleiben in dieser Darstellungsweise unberücksichtigt. Die Pro-

file sind reine Schemata. Diese dienen nur dem Vergleich der Durchschnittsspektren der einzelnen Entwicklungsabschnitte: Kiefernzeit, Haselzeit, Eichenmischwaldzeit und Buchenzeit. Die oben genannten Gegenden oder Hauptgebiete wurden in den Profilen zu rechtwinkligen Dreiecken zusammengefasst, deren Hypothenuse jeweils die Richtung des Gefälles des betreffenden Gebietes angibt. Die horizontalen Abstände dieser Dreiecke sind willkürlich gewählt, sie geben uns kein Bild von den wirklichen Entfernungen der untersuchten Moore; es sind keine Horizontalabstände. Die einzigen Ordnungsgrößen der Profile sind die Höhen über Meer der einzelnen Moore, nach welchen deren Durchschnittsspektren angeordnet sind. Die Höhen über Meer stehen in keinem Verhältnis zu den wirklichen Entfernungen der einzelnen Moore, da diese so angeordnet wurden, um die Moore, d. h. deren Durchschnittsspektren, möglichst weit auseinander halten zu können. Damit konnte die Uebersicht wesentlich erhöht werden. Trotz der schematischen Anordnung kommt der morphologische Charakter der von der Untersuchung berührten Gebiete doch noch etwas zum Ausdruck: die relativ flache Natur des oberitalienischen Alpenrandes von Venetien über die Lombardei bis nach dem Piemont, die etwas stärker ansteigenden Hänge des Tesin und die sehr steile Beschaffenheit des Misox, dieses südlichen Alpentaales des Kantons Graubünden. Der Charakter der Alpenpässe soll im flachen Scheitel des doppelseitigen Alpendreiecks seinen Ausdruck finden. Ihm gegenüber ist dann die Hypotenuse des Vor-alpen-Dreiecks steiler gehalten, um die nach Norden oft beträchtlich abfallenden Hänge der Voralpen zu veranschaulichen. Die nur noch mässig geneigten Hügel des Mittellandes und der süddeutschen Hochebene kommen in den flachen Hypotenusen dieser beiden Dreiecke zum Ausdruck.

Im unteren Teil der Profile wurden die Durchschnittsspektren der betreffenden Moore für die einzelnen Waldperioden aufgezeichnet. Für die Kiefernzeit wurden die Werte vom Anstieg der Kiefernkurve bis zu ihrem Schnittpunkt mit der Haselkurve verwendet und die Durchschnittsprozente für die einzelnen Waldbäume hieraus berechnet. Für die Haselzeit galten diejenigen zwischen dem Schnittpunkt der Haselkurve mit derjenigen der Kiefer und dem mit der Eichenmischwaldkurve. Für das Profil der Eichenmischwald-

zeit wurden die Werte verwendet, die zwischen den Schnittpunkten der Eichenmischwaldkurve mit derjenigen der Hasel und der Buche lagen. In die Buchenzeit wurden alle Werte gezählt, welche zwischen den Schnittpunkten der Buchenkurve mit der des Eichenmischwaldes einerseits und der der Tanne oder der Fichte anderseits, lagen. Für die höher gelegenen Moore gilt das für den Eichenmischwald Gesagte in gleicher Weise für die Fichte, und die Buchenzeit der tieferen Lagen fällt dort mit der erneuten Ausbreitung der Kiefer zusammen.

Auf Abszissen sind diese Durchschnittsprozentwerte der einzelnen Waldbäume von 0—90%, für die Hasel bis zu 40%, abgetragen und die Ordinaten der einzelnen Moore ergeben somit jeweils das Durchschnittsspektrum der betreffenden Waldphase.

Da der Anteil der Erle in allen Spektren ein sehr geringer ist, er schwankt zwischen 2—15%, wobei letzterer Wert aber nur zweimal erreicht wird, so wurde die *Alnus*-Kurve nicht in die Profile eingetragen. Die Birke erreicht nur in der Kiefernzeit einen beträchtlichen Anteil an den Durchschnittsspektren, in den übrigen Waldperioden bleibt ihr Anteil auf 2—18% beschränkt. Diese letzteren Werte sind aber ebenfalls nur zweimal zu verzeichnen. Ihre Kurve ist deshalb auch nicht in die Profile aufgenommen worden, mit Ausnahme des ersten Profils zur Kiefernzeit. Das Gleiche gilt für die Kurven von *Salix* und *Carpinus*. Die Durchschnittsspektren sind also nicht vollständig, es fehlen ihnen jeweils die geringen Prozentwerte der genannten Baumarten. Diese Unvollständigkeit hat aber eine viel grössere Uebersichtlichkeit der Profile zur Folge, was eine leichtere Lesbarkeit mit sich bringt; deshalb wurde an dieser Auslassung der genannten Baumarten festgehalten.

Wie jetzt allgemein üblich, wurde auch in dieser Darstellungsweise der Anteil des Haselstrauches wiederum gesondert berechnet, als dem Unterholz angehörend, und er steigt daher im Profil zur Haselzeit auf der Nordseite der Alpen auf über 100%, wie das schon aus den Einzeluntersuchungen der betreffenden Gebiete bekannt ist.

1. Profil zur Kiefernzeit.

(Abb. 34.)

Die relative Waldarmut, die dieser frühesten postglazialen und allgemein zu verfolgenden Waldperiode eigen ist, drückt sich

in allen Durchschnittsspektren aus. Das Profil zeigt ein sehr einheitliches Bild in allen Untersuchungsgebieten, eine völlige Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der einzelnen Spektren, wie wir sie in den folgenden Profilen mit den regionalen Verschiedenheiten nicht mehr haben. In allen Mooren, von der lombardischen Ebene über das Tessin, die Alpenpässe und Täler im Innern des Alpenkranzes, über die Voralpen in das Mittelland hinunter und nach Süddeutschland, überall dominiert die Kiefer. Es ist übereinstimmend in den tieferen Lagen die Waldföhre (*P. silvestris*), die den Hauptanteil an den Kiefern-spektren bestreitet und mit 86—95% vorhanden ist. In den höher gelegenen Voralpenmooren und denen des Vorarlbergs (F i r b a s, 1926), sowie in den inneralpinen Tälern tritt neben der Waldföhre auch die Bergföhre (*P. montana*) in beträchtlichen Werten auf, die aber auch in den höchst gelegenen Alpenmooren nicht zu dominierenden Prozentsätzen anwachsen. In jenen Mooren tritt neben den Kiefern auch noch die Arve (*P. cembra*) auf. Ihr Anteil ist ein um so grösserer, je höher das Moor gelegen ist (Davos, Arosa, Maran, Maloja, Bernhardin, Bernina). Das Verbreitungsareal der Arve war im frühen Postglazial ein weit grösseres und reichte in den Alpentälern oft beträchtlich weit nach Norden und in tiefere Lagen hinunter, wie die Beobachtungen von Rikli (1909) in seiner schönen Arven-Monographie und die Untersuchungen der Moore des Prätigaus ergeben haben.

Die Waldbäume, die den vorherrschenden Kiefernwald begleiten, zeigen nun in ihrer Verbreitung schon deutliche regionale Unterschiede. In Norditalien und im Tessin sind neben der Birke schon die Komponenten des Eichenmischwaldes vorhanden, unter denen die Eiche die Führung hat. Nach ihnen verzeichnet die Hasel Werte bis zu 17%. In den höher gelegenen Mooren des Tessin und des Piemont ist die Fichte schon in den Spektren vorhanden, ihr Anteil bewegt sich zwischen 5—10%. Das Gleiche gilt für die Moore im Becken des Tagliamento bei Udine in Venetien, die aber nicht in dieses Profil aufgenommen worden sind. Der Fichtenanteil ist dann sogar noch im Misox und bis in die Moore der Alpen zu verfolgen, wohin er aber sicherlich durch Windverfrachtung gelangt ist. Aus dem Fehlen der *Picea*-Pollenkörner auf der Nordseite der Alpen, während der Kiefernzeit ergibt sich mit Deutlichkeit, dass die Fichte

am Südrande der Alpen früher erschienen ist, und dass von da ihr Vordringen in die südlichen Alpentäler und gegen die Einsenkungen der Pässe erfolgt ist. Diese Wanderung zeigen dann die folgenden Profile noch recht deutlich.

Auf der Nordabdachung der Alpen, in den Voralpen und im Alpenvorland (Mittelland und Süddeutschland) ist die Zusammensetzung der Spektren eine sehr einfache. Neben der weitaus dominierenden Kiefer ist nur noch die Birke vorhanden, von der die Vorrherrschaft im Waldbild an die Kiefer übergegangen ist. Im Unterholz sind der Haselstrauch und die Weide vorhanden, wobei ersterer schon beträchtlichere Werte zu verzeichnen hat, als am Südfuss der Alpen.

Zu ganz übereinstimmenden Befunden haben die Untersuchungen von Fischer und Lorenz (1931) und Harder und Lorenz (1929) geführt, die ebenfalls ein pollenanalytisches Profil durch die Alpenkette, östlich dem unsrigen, herausgearbeitet haben. Die Resultate von Firbas (1923) aus den Ostalpen und diejenigen von Gams (1927, 1929) an den Lunzer Seen und Mooren, sowie am Lünernersee im Rätikon schliessen sich den besprochenen Verhältnissen völlig an.

Die Kiefernzeit ist in allen bis jetzt untersuchten Mooren postglazial. Sie ist auf eine Birkenzeit gefolgt, die aber nur in einigen Mooren nachgewiesen werden konnte. Trotz der wenigen Diagramme, die uns eine solche zeigen, darf diese aber vor allem wegen des Verhaltens der Birkenkurve in den basalen Schichten zur frühen Kiefernzeit als gesichert erachtet werden und zwar für die lombardische Ebene, wie für die Voralpen, das schweizerische Mittelland und Süddeutschland, sowie für den Jura und den Schwarzwald. In den übrigen Gebieten ist in zahlreichen Diagrammen eine vermehrte Birkenausbreitung in den untersten Proben nachzuweisen, worin sich wahrscheinlich die vorangegangene Birkenperiode andeutet, die Moorbildung in diesen Mooren hat später eingesetzt und die ausgesprochenen Birkenspektren sind uns hier nicht erhalten. Der Beginn der Waldentwicklung in den hoch gelegenen alpinen Mooren muss nach den Befunden auf der Maloja und in der Landschaft Davos in die Zeit nach dem Daun-Rückzugsstadium verlegt werden (Keller, 1930). In den tief gelegenen Tessiner Mooren

(342—560 m) kann die Waldentwicklung schon früher eingesetzt haben. Zu dieser Erkenntnis führten der Nachweis der langandauernden Kiefernzeit und das Vorhandensein reichlicher Laubhölzer des Eichenmischwaldes in diesem Entwicklungsabschnitt. Die Kiefernzeit der Tessiner-Moore, deren Beginn uns in keinem Diagramm erhalten ist, kann wahrscheinlich noch einem Rückzugsstadium der höheren alpinen Passlagen entsprechen (K e l l e r, 1930). Diese Vermutungen fanden nun in den Untersuchungen der Moore am Iseo-See und um den südlichen Garda-See ihre Klärung. Diese Moore am norditalienischen Alpenrand ergaben als Beginn der Waldentwicklung die Zeit n a c h dem Bühl-Rückzugsstadium. Zu ganz übereinstimmenden Ergebnissen haben die pollenanalytischen Untersuchungen an den Mooren der Voralpen (K e l l e r, 1928, 1929), denen des Mittellandes und in Süddeutschland (B e r t s c h, 1929; G a m s, 1924; K e l l e r, 1928; S t a r k, 1925/27) geführt. Hier hat die Wiederbesiedelung der eisfrei gewordenen Mulden und Gehänge ebenfalls schon vor dem letzten Rückzugsstadium eingesetzt. Im oberen Toggenburg und im Becken der Sihl bei Einsiedeln (nach den geologischen Angaben in D ü g g e l i) konnte gezeigt werden, dass diese in den höheren Lagen der Voralpen aber erst n a c h der Bühl-Ver eisung eingesetzt hat. Die Schneegrenzen des Gschnitz- und Daun-Rückzugsstadiums sind in den Voralpen auf die Talhintergründe und in das Gebiet der heutigen Schneegrenze beschränkt gewesen und haben die Entwicklung des postglazialen Waldes nicht mehr zu beeinträchtigen vermocht. In den alpinen Mooren konnte diese dagegen erst nach dem letzten Rückzugsstadium einsetzen, wie die oben erwähnten Untersuchungen gezeigt haben.

2. Profil zur Haselzeit.

(Abb. 35.)

Schon in diesem Profil ist die Gleichförmigkeit des Waldbildes, wie wir diese im vorigen Profil zur Kiefernzeit hatten, keine so ausgeprägte mehr. Es treten hier nun schon die regionalen Verschiedenheiten hinzu, die von diesem Entwicklungsabschnitt an stets zu verfolgen sind. In Norditalien ist der Eichenmischwald herrschend. Von seinen Komponenten verzeichnet die Eiche in allen Spektren den grössten Anteil, gefolgt von Linde und Ulme. Diesen Laubhölzern kommt der Haselstrauch im Unterholz am nächsten. Der Anteil

der Kiefer ist in den tief gelegenen Mooren der lombardischen und venetianischen Ebene recht gering geworden und übersteigt 20% nicht mehr. In den höher gelegenen Mooren des Piemont und des Tessin ändern sich die Verhältnisse in der Weise, dass dort der Haselstrauch an dominierende Stelle vorrückt. Doch ist seine Vorherrschaft keine so überragende wie auf der Nordseite der Alpen. Die Laubbäume des Eichenmischwaldes stehen hier an zweiter Stelle. Die Kiefernwerte steigen mit zunehmender Höhenlage, ganz in Uebereinstimmung mit den Befunden am Nordabhang der Alpen. Der Haselstrauch behauptet zwar nicht in allen Mooren des Tessin und der höheren Lagen Norditaliens die Führung im Waldbilde, der Eichenmischwald tritt wieder an seine Stelle und verdrängt ihn auf den zweiten Platz in der Waldzusammensetzung. Es ergibt sich somit als allgemeine Tatsache, dass die Hasel auf der Südseite der Alpen nicht eine so grossartige Verbreitung nach der Kiefernzeit erlebte, wie eine solche aus allen bis jetzt untersuchten Mooren vom Nordhang der Alpen bekannt ist.

Im höher gelegenen Misox tritt die Kiefer an erste Stelle im Waldbild, die Komponenten des Eichenmischwaldes sind hier nur spärlich vorhanden, ihre Werte sind dem Ferntransport des Pollens zuzuschreiben. In den alpinen Mooren verschwinden diese ganz. Die Fichte, die während der Kiefernzeit schon in fast allen Spektren vorhanden war und in höher gelegenen Mooren grössere Werte verzeichnete, erlebt nun in der Haselzeit schon eine recht beträchtliche Ausbreitung. In den Mooren des Misox überflügelt die Fichte die Laubhölzer des Eichenmischwaldes, und in den alpinen Mooren erreicht diese schon zum Teil die Werte der dominierenden Kiefer. In den Voralpen-Mooren geht der Anteil der Fichte mit fallender Höhenlage stetig zurück, um in den obersten Mooren des Mittellandes ganz zu verschwinden. In dem Kurvenverlauf der Fichte erkennen wir deutlich den Weg ihrer Ausbreitung im Postglazial. Vom südlichen Alpenrand, wo die Waldbäume schon relativ früh erschienen sind, zufolge des schnellen Eisfreiwerdens dieser Gebiete, ist die Fichte dann in die südlichen Alpentäler eingewandert und beginnt nun die Alpenpässe zu überwandern. Im Anstieg der Fichtenkurve gegen die alpinen Moore können wir ein Anzeichen für die postglaziale Wärmezeit erkennen, wir befinden uns in der «heranrückenden

Wärmezeit» (nach v. Post), wie wir dann im folgenden Abschnitt der vergleichenden Betrachtung der postglazialen Klimaänderungen eingehender ausführen wollen.

Die Tanne ist auf der Südseite der Alpen ebenfalls schon erschienen, sie hat in den tiefer gelegenen Mooren den Fichtenanteil überflügelt, nimmt dann mit zunehmender Höhenlage ab, um in den alpinen Mooren gänzlich zu verschwinden. Die geringen Werte, die in solchen Spektren vereinzelt noch vorhanden sind, müssen aber dem Ferntransport des Pollens zugeschrieben werden. Die Tanne fehlt dann in den Mooren der Voralpen und des Mittellandes, tritt aber in den Mooren der weiter östlich gelegenen süddeutschen Hochebene wieder auf. Im Verlauf der Tannenkurve erkennen wir erneut die Tatsache, dass die Tanne am Süd- und Nordabhang der Alpen von Osten her eingewandert ist, um von da in die südlichen Alpentäler bzw. in die Voralpengebiete im folgenden Entwicklungsabschnitt vorzudringen. Die Tanne hat aber die Alpenpässe nicht überschritten.

Im Gebiet der Voralpen nimmt der Anteil der Kiefern ab, die in den Alpentälern noch vorherrschen, es erfolgt hier das Auftreten und die langsame Ausbreitung des Eichenmischwaldes, die um so stärker ist, je mehr wir uns dem Mittelland nähern. Hier sind Linde und Eiche die Laubhölzer, die den Eichenmischwald vorwiegend vertreten, gefolgt von der Ulme. Eine markante Ausbreitung erfährt nun der Haselstrauch des Unterholzes, der von den geringen Werten in den alpinen Tälern, die der Windverfrachtung zugeschrieben werden müssen, nun auf über 50% anwächst. Mit der Abnahme der Fichtenwerte in den tieferen Lagen der Voralpen macht sich eine erneute Ausbreitung der Kiefer geltend, die aber nun in einem rapiden Anstieg der Haselkurve von dieser überholt wird. Der Haselstrauch gewinnt dauernd an Ausbreitung, je näher wir dem Mittelland kommen, wo seine Werte 150% übertreffen. Wir erhalten Prozentsätze von über 100%, weil die Haselpollen, wie schon einleitend erwähnt worden ist, nicht zur Waldbaumpollensumme gezählt werden, sondern gesondert berechnet werden, als das sogenannte Unterholz. In diesen Spektren hat es nun bedeutend mehr *Corylus*-Pollenkörner als solche aller Waldbäume zusammen. An die Stelle der Kiefer der Voralpen tritt im Mittelland in überzeugender Weise der

Eichenmischwald. Dieser wird in zahlreichen Mooren von der Linde angeführt und die Eiche übernimmt erst im weiteren Verlauf die Führung in dieser Laubbaumpollensumme. Die Kiefernkurve kommt derjenigen des Eichenmischwaldes am nächsten, ohne diese aber in einem der untersuchten Moore zu schneiden. In den höheren Mooren Süddeutschlands (Allgäu) ist der Haselstrauch erst in Ausbreitung begriffen. Er hat die unumstrittene Führung im Waldbild, ohne aber schon die beträchtlichen Werte der späteren Spektren erreicht zu haben, oder aber an die des Mittellandes heranzureichen. In späteren Spektren erreicht die Hasel auch in diesen Gebieten ihre markante Ausbreitung mit Werten bis über 200%.

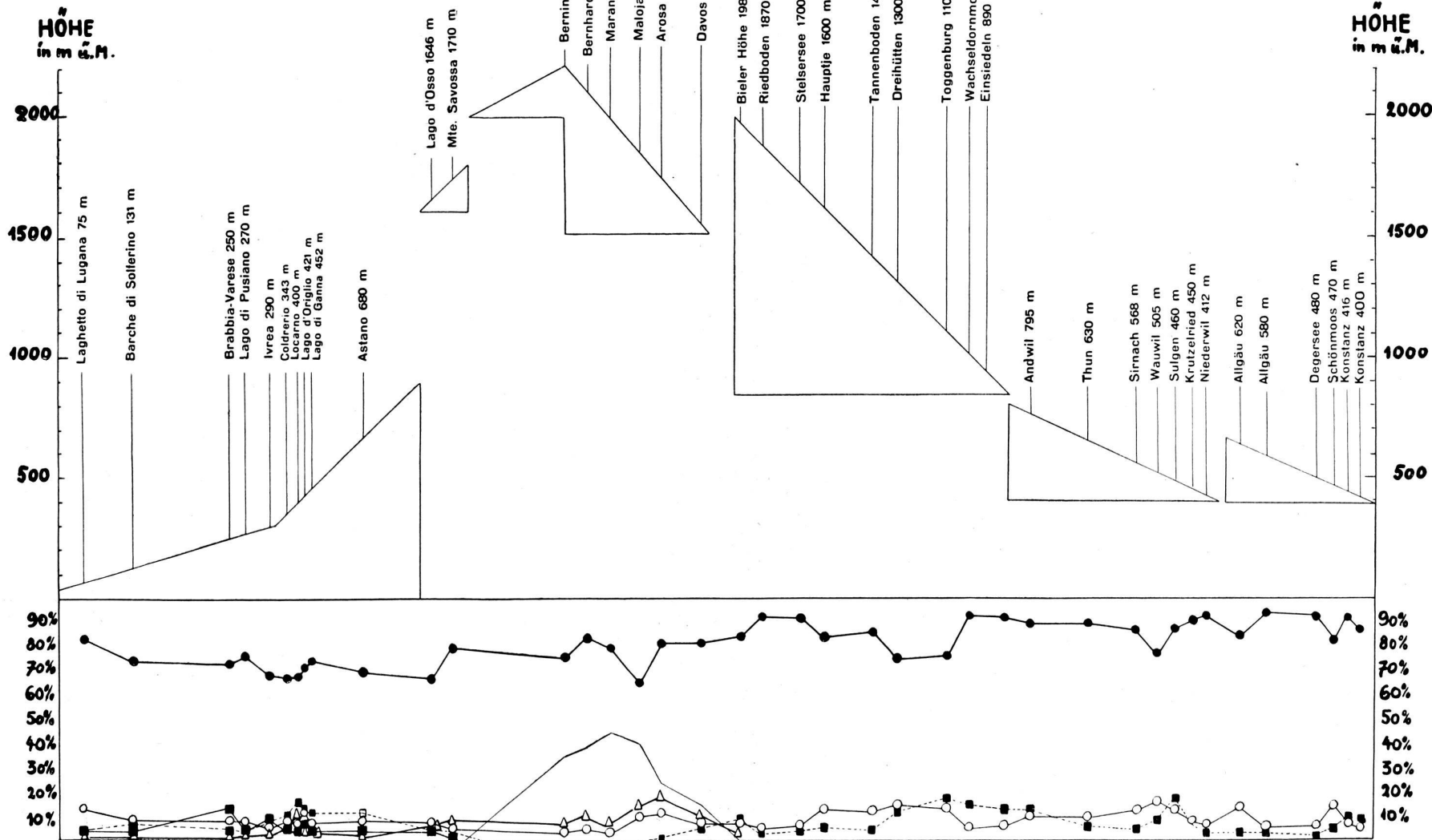
Zeitlich fällt die Haselperiode auf der Nordseite der Alpen in den Hiatus zwischen Azilien und Frühneolithikum, in das sogenannte Campignien, das dem Zeitalter der nordischen Kjökkenmöddinger entspricht, wie die Untersuchung der Silex-Fundstelle vom Moosbühl bei Bern (Keller, 1928) ergeben hat.

3. Profil zur Eichenmischwald- bzw. Fichtenzeit. (Abb. 36.)

Die regionalen Verschiedenheiten der einzelnen Gebiete kommen in diesem Profil am deutlichsten zum Ausdruck. Die Uebereinstimmung der Waldentwicklung ist in den Mooren der betreffenden Gegenden eine überraschend gute. In Norditalien und in den Tessiner-Mooren ist der Eichenmischwald der unumstrittene Herrscher in der Walddzusammensetzung. Es ist durchwegs die Eiche, welche den Hauptanteil an diesen Pollenniederschlag liefert, in beträchtlichem Abstand von der Linde und der Ulme gefolgt, wie auf Seite 143 ausgeführt worden ist. Mit steigender Höhenlage geht in den Tessiner-Mooren der Anteil des Eichenmischwaldes zurück. An seine Stelle tritt am Mt. Mottarone (850 m) die Tanne. Diese hat ihren Anteil bis zu 15%, den sie zur Haselzeit erreichte, in den tieferen Lagen beibehalten und verzeichnet erst in den höher gelegenen Mooren eine vermehrte Ausbreitung, die im erwähnten Moor ob dem Lago Maggiore die Tanne an die führende Stelle im Waldbilde bringt. Die Dominanz der Tanne bleibt aber auf der Südseite der Alpen auf dieses eine Moor beschränkt, da keine weiteren Moore in dieser Höhenlage untersucht worden sind. Dem in den übrigen Mooren vorherrschenden Eichenmischwald am nächsten kommt noch

der Haselstrauch, als Nachwirkung der vorausgegangenen Haselzeit. Die Kiefernwerte sind noch weiter gesunken und erreichen nur mehr vereinzelt Ansätze über 10%. Neu ist die Buche hinzugetreten, die in einzelnen Mooren schon mit bis zu 10% in der Zählung vorhanden ist. Diese Werte sind wohl noch dem Ferntransport des Pollens zuzuschreiben, sie lassen aber doch auf eine sehr frühe Einwanderung der Buche schliessen. Mit dem Uebergang in die hochgelegenen Moore des Misox und alsdann in die alpinen Moore tritt ein äusserst markanter Wechsel im Waldbild ein: an die Stelle des Eichenmischwaldes der norditalienischen Ebene und des Tessin, sowie der Tanne der höheren Moore, tritt nun in eindrucksvoller Weise die Fichte. Der Anstieg der Fichtenkurve von den hochgelegenen Tessiner-Mooren zu denjenigen des Misox ist ein prächtiges Gegenstück zur rasch abnehmenden Kurve des Eichenmischwaldes. Die Fichte dominiert nun in überragender Weise, wir sind in der Fichtenperiode, der postglazialen Wärmezeit, wie im folgenden Abschnitt noch näher auszuführen sein wird. Nur im Moor an den Bernina-Seen (2220 m) reicht der Fichtenanteil nicht ganz an den der Kiefern (Bergkiefer, Arve) heran; die starke Verbreitung dieses Nadelbaumes selbst in dieser hohen Region ist unverkennbar. Die Kiefernkurve zeigt nun in diesem einzigen Moor eine Vorzugsstellung mit einer Kulmination über der Fichtenkurve. Nördlich (Engadin) und südlich (Puschlav) dieser Passeinsenkung geht die Kiefernkurve wieder stark zurück und macht der herrschenden Fichte Platz. Auf der Nordseite der Pass-Moore, in den zentralalpinen Tälern ist die Fichtendominanz ebenfalls noch eine sehr ausgesprochene, mit 43 bis 60% *Picea*. Die Kurve der Kiefer fällt noch mehr mit dem Uebergang in tiefer gelegene alpine Moore. Im Voralpengebiet ist die Kiefer zur Fichten - Tannenzeit in keinem Spektrum mit mehr als 20% vertreten. Der Anteil der Fichte nimmt deutlich mit fallender Höhenlage ab, was ihren Einwanderungsweg kennzeichnet. Die Tanne, die auf den Pass-Mooren und in denen innerhalb des Alpenkranzes nur unbedeutende Werte, bis zu vereinzelt Anteilen von 20% zu verzeichnen hatte, erlangt nun im Gebiet der Voralpen und im Vorarlberg nach F i r b a s (1926) eine beträchtliche Ausbreitung. Diese führt in den Mooren in einer Höhenlage von 800—1400 m zur deutlichen Tannenvorherrschaft. Die Tanne überflügelt in diesen

MITTELLAND SÜD-DEUTSCHLAND



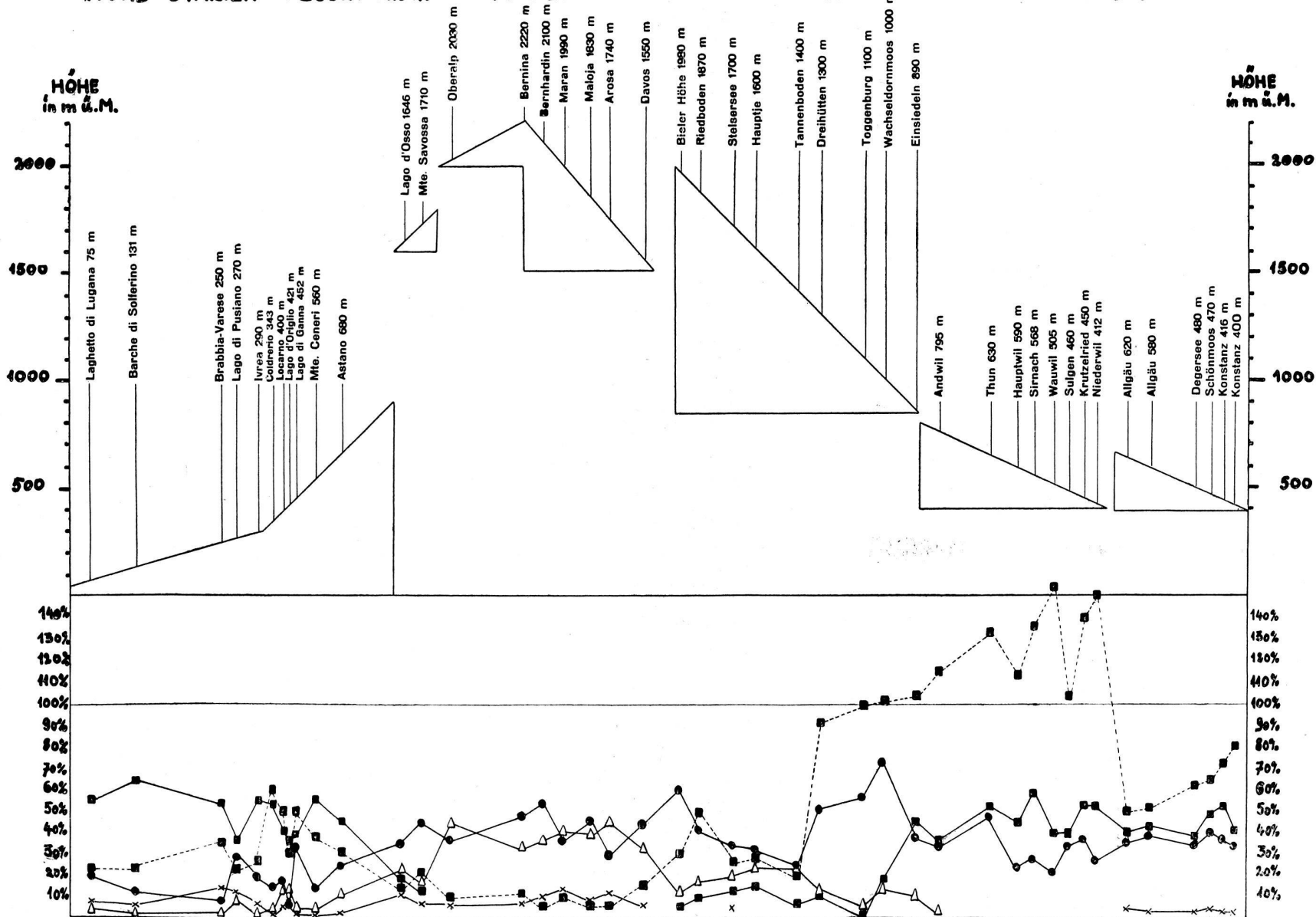
Profil zur Kiefernzeit.

NORD-ITALIEN TESSIN MISOX

ALPEN

VORALPEN

MITTELLAND SÜD-DEUTSCHLAND



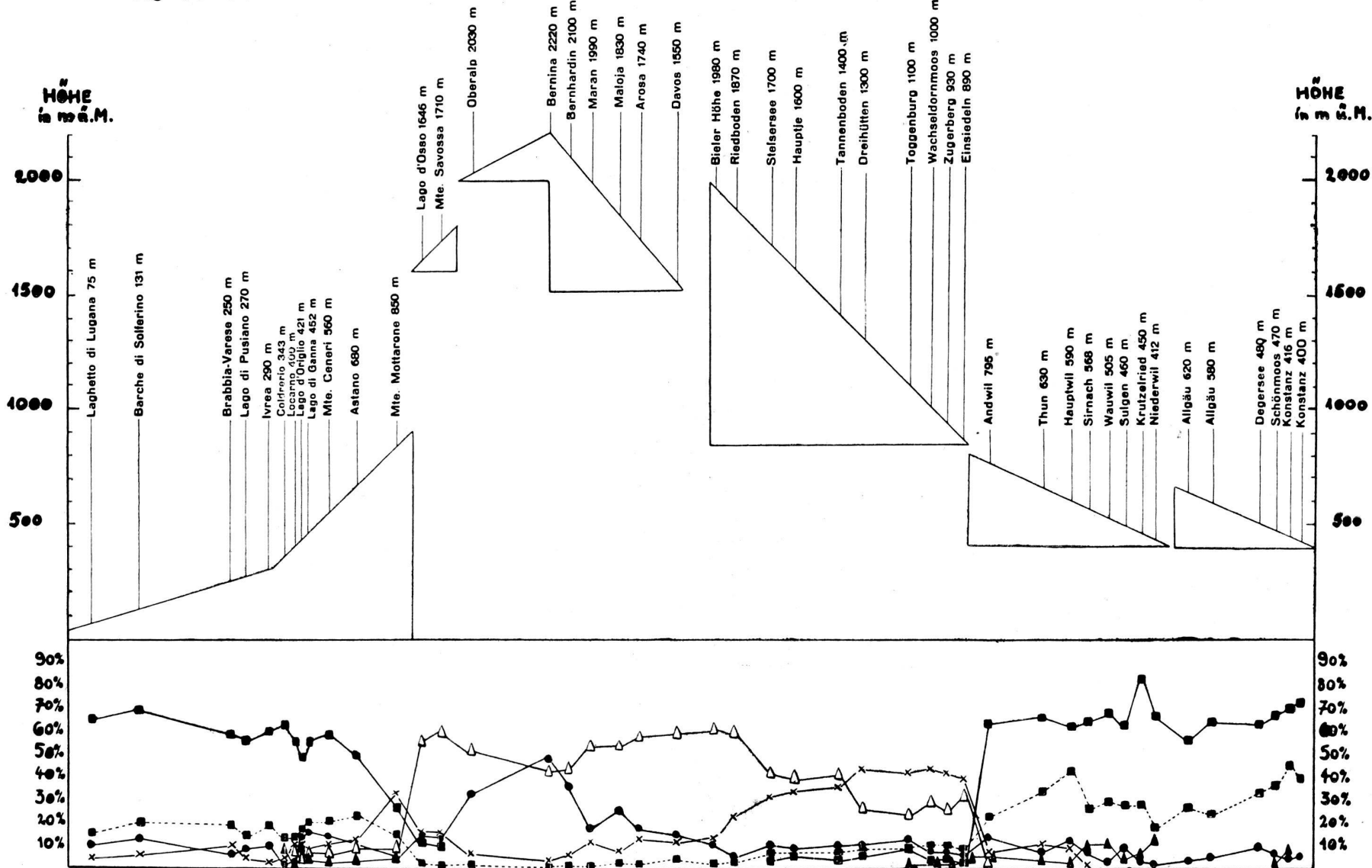
Profil zur Haselzeit.

NORD-ITALIEN TESSIN MISOX

ALPEN

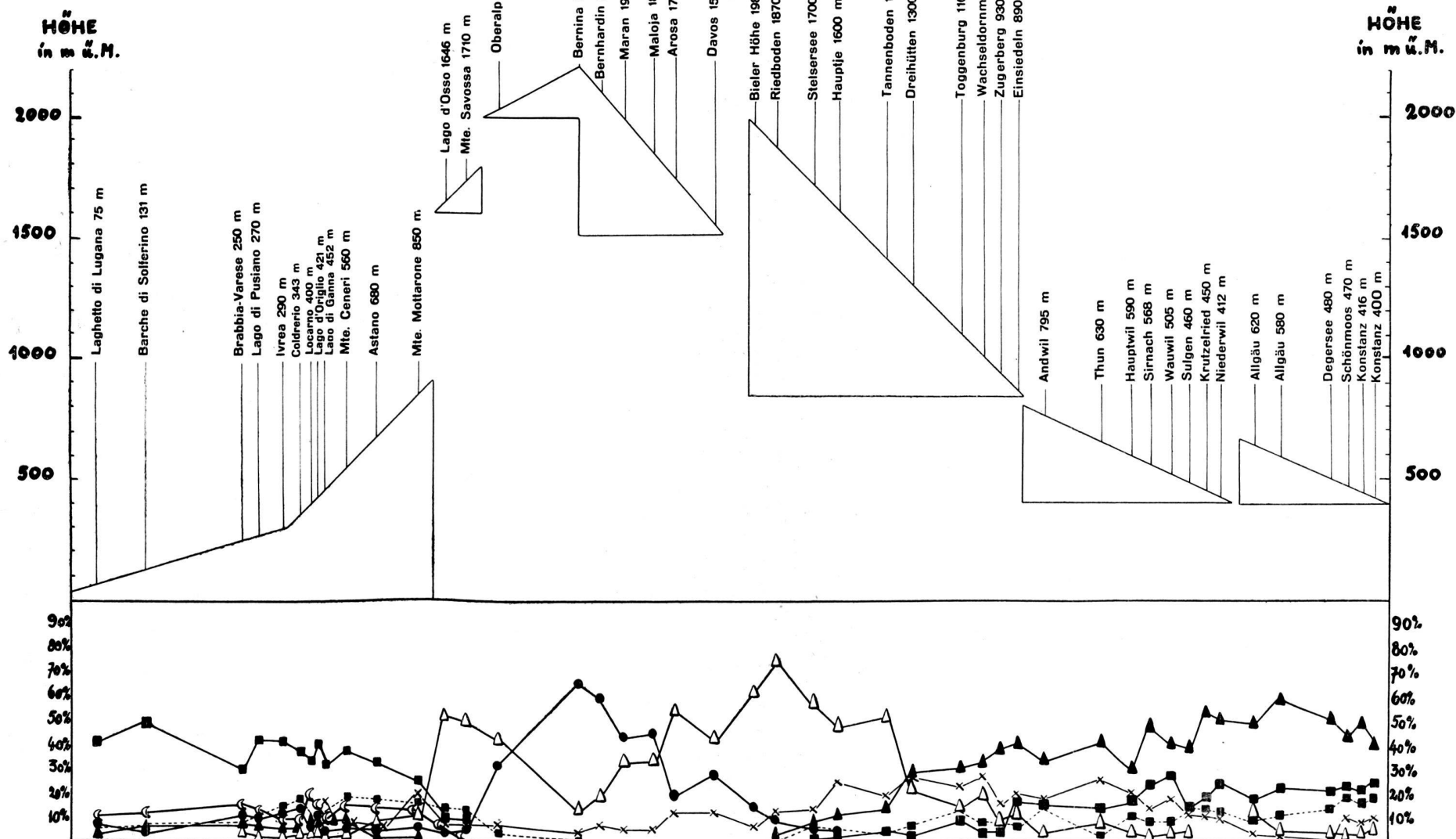
VORALPEN

MITTELLAND SÜD-DEUTSCHLAND



Profil zur Eichenmischwaldzeit.

NORD-ITALIEN TESSIN MISOX ALPEN VORALPEN MITTELLAND SÜD-DEUTSCHLAND



Profil zur Buchenzeit.

Regionen die dominierende Fichte. In den unteren Voralpen gliedert sich die Eichenmischwaldzeit des Südfusses der Alpen, sowie des Mittellandes und Süddeutschlands, wie uns aus allen bisherigen Untersuchungen bekannt ist, in eine Fichten-Tannenphase. In den hochgelegenen Mooren entspricht diesem Entwicklungsabschnitt die reine Fichtenzeit. Der Uebergang ist recht deutlich: in den oberen Voralpen (1400—1980 m) dominiert die Fichte und die Tanne steht in der Waldzusammensetzung an zweiter Stelle. In den unteren Voralpen (800—1400 m) wechseln diese beiden Kurven kreuzweise miteinander ab. Die Tannenkurve tritt an dominierende Stelle, während diejenige der Fichte auf den zweiten Platz in den Spektren verdrängt wird. Der Anteil der Fichte reicht zudem nicht mehr so nahe an den der Tanne heran, wie das in den oberen Voralpen mit Tanne und dominierender Fichte der Fall gewesen war. Die Hasel ist in diesem Abschnitt in den Voralpen nur mehr spärlich vorhanden, es sind Werte, die von ferntransportiertem Pollen herrühren können. Interessant ist das Auftreten der Komponenten des Eichenmischwaldes in den Spektren der Voralpen. Obwohl diese anfänglich und in den höheren Regionen dauernd nur sehr spärlich sind, und der Luftverfrachtung zugeschrieben werden müssen, so geben sie uns dennoch einen Anhaltspunkt für das gleiche Alter der Fichten-Tannenperiode der Voralpen und der Eichenmischwaldzeit des Mittellandes. Es sind hier ebenfalls die Linde und die Eiche, wie im Mittelland, die den Laubwald der tieferen Lagen ankünden, gefolgt von der Ulme. In einzelnen Mooren der Voralpen hat der Eichenmischwald im Anfang dieser Epoche, kurz nach der Haselausbreitung eine merkliche Verbreitung besessen. Davon sind uns vor allem im Toggenburg zahlreiche fossile Baumstrünke in hochgelegenen Torfmooren sprechende Zeugen (B a u m g a r t n e r, 1900; K e l l e r, 1928, 1929).

Im Uebergang von den Voralpen in das Mittelland und in die süddeutsche Hochebene macht sich wiederum ein äusserst auffallender Wechsel im Waldbilde bemerkbar: an die Stelle der Nadelhölzer in den voralpinen Gebieten treten nun die Laubbäume des Eichenmischwaldes. Dieser Wechsel kam schon im pollenanalytischen Profil durch die Schweizer-Alpen (Abb. 9 in K e l l e r, 1930) deutlich zum Ausdruck, wobei aber die einzelnen Waldperioden noch

nicht auseinandergehalten worden sind. Im vorliegenden Profil zur Eichenmischwaldzeit (Abb. 36) ist der Wechsel der einzelnen Baumkurven noch markanter und einschneidender. Wie am Südrand der Alpen, dominiert auch im nördlichen Alpenvorland in eindrucksvoller Weise der Eichenmischwald. Linde und Ulme leiten diesen ein, ihnen gesellt sich bald in vorherrschender Weise die Eiche bei, die dann die Führung im Waldbilde beibehält. Im Gegensatz zum Eichenmischwald am Südfusse der Alpen sind aber hier auf der Nordabdachung die Werte der Linde und der Ulme im Verlaufe dieses Entwicklungsabschnittes stets noch recht beträchtliche, die Vorherrschaft der Eiche ist keine so überragende wie in den italienischen und Tessiner-Mooren. Als Nachwirkung der mächtigen Haselausbreitung in diesen Mooren, während des vorangegangenen Abschnittes (Abb. 35), sehen wir zur Eichenmischwaldzeit noch recht beträchtliche Haselwerte. Diese kommen mit 20—47% dem dominierenden Eichenmischwald am nächsten. Hierin unterscheidet sich diese Waldphase auf der Nordseite des Alpenkranzes deutlich von derjenigen am Südrande. Tanne und Fichte sind mit nur unmerklichen Werten vorhanden, ebenso die Kiefer. Bemerkenswert ist das Verhalten der Buche: Diese ist in den Mooren des Mittellandes und dort vorab in denen des westlichen Teiles schon mit über 10% vertreten; sie fehlt aber den süddeutschen Mooren noch fast völlig. Obwohl auch diese Buchenwerte wie diejenigen der tiefgelegenen Moore der Voralpen auf den Ferntransport des Pollens zurückgeführt werden müssen, erkennen wir in diesem Befund den Einwanderungsweg der Buche als von Westen gegen Osten verlaufend, worauf wir schon in früheren Arbeiten hingewiesen haben und was sich hier erneut zeigt.

Die Eichenmischwaldzeit ist der erste, auf Grund zahlreicher Untersuchungen, genau datierte Entwicklungsabschnitt. Uebereinstimmend hat sich ergeben, dass die Eichenmischwaldzeit dem Früh- bis Vollneolithikum im schweizerischen Mittelland entspricht, während in Süddeutschland dieser Abschnitt bis in das Spätneolithikum andauert. In diesem letzteren Zeitalter war aber im Mittelland schon die Buche der herrschende Waldbaum. Auf der Südseite der Alpen fällt die Eichenmischwaldzeit nach der ersten Kulmination ihrer Kurve ebenfalls in das Neolithikum, wie die vorliegenden Untersuchungen gezeigt haben. Doch ist eine genauere Einteilung dieses

steinzeitlichen Alters in Norditalien nicht gut möglich, da die dortigen Stationen und ihre Fundhorizonte nicht genügend genau beschrieben sind.

Zu ganz den gleichen Ergebnissen sind Firbas, Fischer, Harder und Gams in ihren Untersuchungen an Mooren der Ostalpen und der Dolomiten gekommen. Ueberall entspricht die Fichtenperiode der höher gelegenen Moore der Alpen der Eichenmischwaldzeit am Nord- und Südfuss des Alpenkranzes, wobei letztere auch in anderen Mooren übereinstimmend datiert werden konnte und sich als steinzeitlich erwies.

4. Profil zur Buchenzeit.

(Abb. 37.)

In den Durchschnittsspektren sind nun alle durch die Pollenanalyse erfassbaren Waldbäume vertreten, wodurch die neben der Kurve des dominierenden Waldbaumes vorhandenen Kurven eine gewisse Unübersichtlichkeit hervorrufen. Der regionale Parallelismus kommt aber trotz der grossen Verschiedenheiten der einzelnen Untersuchungsgebiete deutlich zur Geltung. Am Südrand der Alpen, in der lombardischen Ebene, wie im Piemont und in Venetien ist der Eichenmischwald vorherrschend. Es ist noch wie im vorigen Entwicklungsabschnitt durchwegs die Eiche, die über Linde und Ulme weitaus dominiert, wobei aber die Werte der beiden letzteren Laubbäume zusammen schon nahe an den Anteil der Eiche hererreichen, wovon bei der Besprechung der postglazialen Waldperioden in Norditalien (Seite 146) die Rede war. In den höher gelegenen Mooren nimmt der Anteil der Laubhölzer ab, die Tanne hat eine vermehrte Ausbreitung. Im Moor am Mte. Mottarone, ob dem Lago Maggiore, reichen die Tannenwerte ganz nahe an die des Eichenmischwaldes heran. Wir sehen, dass die Tannenphase, die in diesen Höhenlagen der Eichenmischwaldperiode entspricht, während eines längeren Entwicklungsabschnittes angedauert hat und sich noch in diesem Profil zur Buchenzeit auszuwirken vermag. Neben dem markant dominierenden Eichenlaubwald vermag die zahme Kastanie (*Castanea*) nur wenig hervorzutreten, sie kommt aber doch mit ihrem Anteil von 6—20% dem herrschenden Laubwald am nächsten. Die Kastanienwerte aber nehmen mit steigender Höhenlage ab und verschwinden in den südlichen Alpentälern (Misox,

Puschlav) gänzlich. Mit der Kastanie ringt der Haselstrauch um die zweite Stelle in der Waldzusammensetzung, welche auch in einigen Spektren von den *Corylus*-Prozenten eingenommen wird. Daneben ist noch die Buche zu erwähnen, die aber in diesem Abschnitt keinen bemerkenswerten Anteil zu verzeichnen hat, ebenso nicht die Kiefer, die erst in den hochgelegenen alpinen Mooren sich an die führende Stelle emporarbeitet. Die Fichte ist, wie die Tanne, in den Mooren der tieferen Lagen nur mit ganz geringen Werten vorhanden, die erst mit beträchtlich steigender Höhenlage bedeutender werden.

Mit dem Uebergang in die subalpine Stufe des Misox (1600—1800 m) vollzieht sich ein deutlicher Wechsel im Waldbild: An die Stelle der Laubbäume des Eichenmischwaldes treten wiederum die Nadelhölzer, wobei die Fichte erneut der ausschlaggebende Baum ist. Ganz übereinstimmenden Befunden sind wir im vorigen Profil (Abb. 36) begegnet. Neben der Fichte sind nur noch spärliche Werte des Haselstrauches und des Eichenmischwaldes vorhanden, sowie vereinzelte Prozente der Kastanie und der Kiefer. Die Fichtenperiode, die auf die Haselzeit gefolgt ist, erstreckt sich also über einen längeren Entwicklungsabschnitt als die Eichenmischwaldzeit der tieferen Lagen; dies gilt für die Moore des Misox und der südlichen Alpentäler überhaupt, wie für diejenigen der höheren Voralpenstufe (1400—2000 m).

In den hochgelegenen Mooren der Alpen folgt auf die Fichtenperiode eine erneute Ausbreitung der Kiefern (Bergkiefer, wenig Arve), wobei aber die Arven das frühere Verbreitungsareal nicht mehr erreichen. Die Fichtenkurve geht merklich zurück, dagegen verzeichnet die Kiefernkurve einen starken Anstieg, der mit 67% seinen grössten Wert notiert. Die Tanne bleibt auch in diesem Abschnitt auf nur geringe Werte beschränkt, ein Zeichen, dass sie in keiner Waldperiode in den alpinen Gebieten eine grössere Verbreitung besass, sondern dass ihr mächtigeres Vorkommen auf die Hügel am südlichen Alpenrand und auf die unteren Voralpengebiete beschränkt geblieben ist. Der Haselstrauch fehlt den alpinen Mooren in diesem Abschnitt gänzlich. Nördlich der Passlücken, in den Alpentälern (Engadin), breitet sich die Fichte wieder mächtig aus und erlangt in den tieferen Talschaften (Davos, Arosa) die Führung im

Waldbilde. Ihr Anteil wird in den höheren Voralpenmooren noch beträchtlicher. Die Fichtenkurve erreicht für diese Gebiete mit 78% einen eindrucksvollen Kulminationspunkt. Der Kiefernanteil ist in stetem Sinken begriffen, während die Tanne sich erneut auszubreiten beginnt und die Kiefernwerte übertrifft. Die Buche, die im vorigen Profil erst in einigen unteren Voralpenmooren nachzuweisen war, ist in diesem Entwicklungsabschnitt in fast allen Durchschnittsspektren der Voralpen vorhanden und zeigt mit fallender Höhenlage deutlich wachsende Werte. Der Wechsel von Nadelwald zum Laubwald, der im Profil zur Eichenmischwaldzeit (Abb. 36) im Uebergang von den Voralpen in das Mittelland einsetzte, ist hier kein so einschneidender mehr. Er ist schon in den unteren Voralpenmooren zu konstatieren. Dort überholt die Buchenkurve diejenige der Fichte. Der Wechsel ist aber nicht mehr so ausgeprägt, weil in den Voralpenmooren die Tanne noch wesentlich vertreten ist, als ein Nachklang der Tannenphase am Ende des vorigen Abschnittes. Zudem sind die Buchenwerte nicht so hohe, zufolge der geringeren Pollenproduktion dieses Laubbaumes gegenüber den Nadelhölzern. Die Laubbäume des Eichenmischwaldes stellen sich in den unteren Voralpen ebenfalls wieder ein, erlangen aber erst im Mittelland eine stärkere Verbreitung.

Im Mittelland wird dann die Vorherrschaft der Buche eine unumstrittene. Der Tannenanteil geht stark zurück, an seine Stelle treten Eiche, Linde und Ulme, ohne aber der dominierenden Buche nur angenähert gleich zu kommen. Die Buche hat in den tiefst gelegenen Mooren die grössten Werte zu verzeichnen. Während die Tanne noch in allen Spektren sporadisch vorhanden ist, fehlt die Fichte den tieferen Mooren des Mittellandes, in denen sie erst in den jüngsten Spektren ihre Ausbreitung erfährt, die zum Teil schon in die historische Zeit fällt. Die Hasel ist mit 4—20% in der Zählung vorhanden, sie spielt also keine bemerkenswerte Rolle mehr. Ganz die gleichen Befunde ergeben sich aus den Untersuchungen der süddeutschen Moore, wie der noch verbleibende Verlauf der Baumkurven im Profil deutlich zeigt.

Aus den Ostalpen, den Dolomiten und den Zentralalpen liegen von F i r b a s, F i s c h e r und L o r e n z, G a m s, H a r d e r und L o r e n z Untersuchungen vor, deren Resultate sich in prächtiger

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