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
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

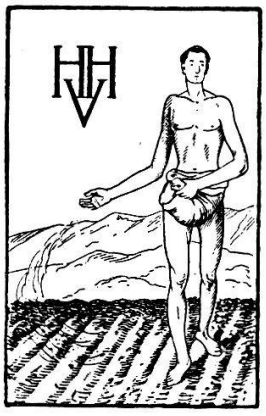
Download PDF: 12.10.2025

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

Veröffentlichungen
des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
9. Heft

Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien

Von
Dr. PAUL KELLER



VERLAG HANS HUBER BERN-BERLIN
1931

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung, vorbehalten
Nachdruck verboten
Verlag Hans Huber, Bern-Berlin 1931

INHALT.

Seite

Einleitung 7

Untersuchungsergebnisse 15

A. *Moore des Piemont:*

Moore bei Avigliana 15

1. Moor am Lago Piccolo d'Avigliana 16
2. Moor am Lago Grande d'Avigliana 18

Moore in der Gegend von Ivrea 21

3. Moor bei San Giovanni 22
4. Moor bei Alice superiore 24
5. Moor bei Rochesse-Montalto Dora 29
6. Moor bei Roda-Ivrea 31
7. Moor am Lago di Viverone 34
8. Moor am Mte. Mottarone 37

Zusammenfassung der Moore des Piemont . . . 42

B. *Moore der Lombardei:*

Moore bei Varese 45

9. Moor Brabbia bei Varano 46
10. Moor bei Cazzago 49
11. Moor am Lago di Ganna 52

Moore der Brianza 59

12. Moor bei Albate-Como 59
13. Moor am Lago di Alserio 62
14. Moor am Lago di Pusiano 66
15. Moor am Lago di Annone 69
16. Moor am Lago d'Iseo 72

Moore am Garda-See: 77

17. Moor Saltarino sotto 80
18. Moor Saltarino sopra 83
19. Moor Barche di Solferino 86
20. Moor bei Rande-Solferino 90
21. Moor am Laghetto di Castellaro 93
22. Moor bei Castel Venzago 96

Zusammenfassung der Moore der Lombardei . . 99

Seite

C. *Moore von Venetien:*

23. Moor am Laghetto di Lugana 104
24. Moor am Lago di Fimon 107
25. Moor an der Quelle der Livenza bei Polcenigo . . 112

Moore im Becken des Tagliamento 117

26. Moor bei Collalto 118
27. Moor bei Borgo Zurini-Tarcento 121
28. Palude di Magnano 125
29. Moor bei Maiano-San Daniele 128
30. Moor bei Casasola-Maiano 132

Zusammenfassung der Moore von Venetien . . 135

Die postglazialen Waldperioden in Norditalien und die Frage der Klimaänderungen 138

1. Die Birkenzeit 138
2. Die Kiefernzeit 139
3. Die Eichenmischwaldzeit 142

Vergleich der postglazialen Waldentwicklung auf der Nord- und Südseite der Alpen 149

1. Profil zur Kiefernzeit 153
2. Profil der Haselzeit 156
3. Profil der Eichenmischwald- bezw. Fichtenzeit . . 159
4. Profil zur Buchenzeit 163

Vergleich der postglazialen Klimaperioden auf der Nord- und Südseite der Alpen 166

1. Die heranrückende Wärmezeit 167
2. Die Kulmination der Wärmezeit 170
3. Die abnehmende Wärmezeit 174

Literaturverzeichnis 183

EINLEITUNG.

Die bisherigen pollenanalytischen Untersuchungen an Schweizer-Mooren zeigen deutliche regionale Unterschiede. Diese traten schon bei der Behandlung der Moore des schweizerischen Mittellandes (obere und untere Stufe) und des Jura klar zutage (Furrer, Keller, Spinner) und wurden um so deutlicher, je höher die Moore gelegen waren und je mehr sie sich im Innern des Alpenkranzes befanden oder auf Pass-Einsenkungen lagen. Als dann die Ergebnisse an einigen Tessiner-Mooren die pollenanalytischen Resultate zu einem Durchschnittsprofil durch die Schweizer-Alpen in Nord—Süd-Richtung vervollständigten, trat das Bedürfnis hinzu, die bisherigen Befunde der Florengeschichte unseres Landes durch die Untersuchungen an norditalienischen Mooren zu ergänzen und zu vervollkommnen.

Ueber die Torfmoore und postglazialen Profile von Norditalien ist noch sehr wenig bekannt. Seit der gründlichen Arbeit von Andersson (1910) und solchen von Senoner, Villa und Tamarelli sind vor allem in der jüngsten Zeit keine Untersuchungen an diesen Torflagern erfolgt. Da schon Andersson aus dem Aufbau einiger Moore in der Gegend der oberitalienischen Seen und aus der Bestimmung pflanzlicher Fossilien erkannte, dass nach dem Eisrückgang, vielleicht einem schmalen Birkengürtel folgend, die Waldföhre Wälder bildete, auf die dann die Eichenwälder folgten, ergab sich die Möglichkeit einer Ergänzung der bisherigen pollenanalytischen Untersuchungen. Zudem war die Möglichkeit der Anknüpfung an die archäologische Datierung der Pfahlbauten in den Torfmooren und an den Seen gegeben. Andersson und Neuweiler (1905, mit ausführlichen Literaturangaben) erwähnen zahlreiche

steinzeitliche und bronzezeitliche Pfahlbauten. Leider ist es aber nicht möglich, irgendwelche Angaben über die Tiefe der Fundhorizonte zu erhalten und die Datierung ist hier keine so einwandfreie wie die der Pfahlbauten des schweizerischen Mittellandes oder der süddeutschen Ebene. Zudem ist die Literatur über die norditalienischen Pfahlbauten schwer zugänglich und oft recht ungenau.

In sehr verdankenswerter Weise erklärte sich das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich bereit, diese Untersuchungen zu unterstützen. Ich möchte dessen Initianten, Prof. Dr. E. Rübel, auch an dieser Stelle meines aufrichtigen Dankes versichern. Er ist es gewesen, der mir die pollenanalytische Durchforschung unseres Landes, von den Mooren des Mittellandes bis zu den höchstgelegenen Passmooren und denen der südlichen Alpentäler, sowie des angrenzenden Teiles von Norditalien ermöglichte.

Im Sommer 1929 durchwanderte ich über 30 Moore am norditalienischen Alpenrand. Von den lieblichen, rebenbekränzten Gegenden des Piemont kam ich in das Gebiet der herrlichen insubrischen Seen, in dem sich zahlreiche Torfmoore und in Verlandung begriffene kleine Seen befinden, die alle innerhalb der Zungenbecken der letzten Vereisung gelegen sind und deren postglaziales Alter dadurch gegeben ist. Weiter nach Osten gelangte ich in die Moore von Venetien, vor allem zu denjenigen im Becken des Tagliamento bei Udine. Dadurch hatte ich auch aus dem östlichen Zipfel der venetianischen Ebene einige Diagramme. Zwischen dem westlichen Piemont und dem östlichsten Moor in Venetien ist dem Alpenrand entlang gemessen eine Entfernung von über 500 km.

Bei der Vorbereitung und bei der Ausführung dieser Exkursion durfte ich mich der Anteilnahme und Hilfsbereitschaft zahlreicher italienischer Kollegen erfreuen, vorab seien Prof. Dr. R. Pampanini in Florenz und Dr. L. Fenaroli in Brescia genannt, die nicht müde wurden, mir Aufschluss über die zu besuchenden Moore zu geben. Wertvolle Auskunft über die Pfahlbauten in den besuchten Provinzen und über die italienische archäologische Chronologie verdanke ich Prof. Dr. Ducati in Bologna, Dr. G. Kraft in Freiburg i. Br. und Dr. H. Reinerth in Tübingen. Ihnen und allen übrigen sei nochmals herzlich gedankt. Daneben durfte ich mich der freundlichen Aufnahme und oft der Gastfreundschaft der ansässigen Bevölkerung erfreuen. Ihr kommt kein geringer Teil am Gelingen

dieser Exkursion zu. Mit ihrem stets freundlichen, wohlwollenden und fröhlichen Wesen haben mir diese herrlichen Leute die Reise durch die sonnigen Landstriche erleichtert und verschönert. Von vielen Seiten wurde ich gewarnt, mit Torfbohrer und Torfmesser mich in die italienischen Moore zu wagen. Doch was erlebte ich: Noch auf keiner Exkursion ist mir soviel Interesse und freundschaftliche Hilfe entgegengebracht worden und bin ich so wenig Gegenstand der Neugierde gewesen. Ordnung und Zuvorkommenheit sind bis in die kleinsten und entlegenen Dörfer zu spüren und erleichtern heute das Reisen ungemein. Ueberall traten mir die Segnungen des faszistischen Italien zutage. Die Leute zeigen emsigen Fleiss, die Felder werden besser bebaut und gedüngt, Entsumpfungen weiter Gebiete und der Torfmoore, grossangelegte Aufforstungen kahler Berge, ausgezeichnete Verbauungen von Wildbächen werden angelegt.

Gerne gedenke ich hier noch des Entgegenkommens des italienischen Generalkonsuls in Zürich, Sign. B i a n c h i, der meine Exkursion in freundschaftlicher und sehr entgegenkommender Weise förderte.

Die Uebersichtskarte (Abb. 1) zeigt die Verteilung der untersuchten Moore in Oberitalien. Bei der Behandlung der pollenanalytischen Ergebnisse sind die einzelnen Moore nach den Provinzen des Landes eingeteilt worden. Es gehören zur Provinz P i e m o n t die Moore 1—8:

1. Moor am Lago Piccolo d'Avigliana
2. Moor am Lago Grande d'Avigliana
3. Moor bei San Giovanni-Ivrea
4. Moor bei Alice superiore-Ivrea
5. Moor bei Ronchesse-Montalto Dora-Ivrea
6. Moor bei Roda-Ivrea
7. Moor bei Lago di Viverone
8. Moor am Mte. Mottarone ob dem Lago Maggiore.

Der grösste Teil der besuchten Moore liegt in der Provinz L o m b a r d e i, nämlich die Moore 9—22:

9. Moor Brabbia bei Varese
10. Moor Cazzago bei Varese
11. Moor am Lago di Ganna bei Varese

12. Moor bei Albate-Como in der Brianza
13. Moor am Lago di Alserio in der Brianza
14. Moor am Lago di Pusino in der Brianza
15. Moor am Lago di Annone in der Brianza
16. Moor am Lago d'Iseo
17. Moor Saltarino sotto-Padenghe am südlichen Garda-See
18. Moor Saltarino sopra-Padenghe » » » »
19. Moor Barche di Soferino » » » »
20. Moor Rande bei Solferino » » » »
21. Moor am Laghetto di Castellaro » » » »
22. Moor bei Castel Venzago » » » »

In der östlichen Provinz Venetien liegen noch 8 Moore (22—30), wobei deren 5 sich im Becken des Tagliamento bei Udine befinden:

23. Moor am Laghetto di Lugana am südlichen Garda-See
24. Moor am Lago di Fimon bei Vicenza
25. Moor an der Quelle der Livenza bei Polcenigo
26. Moor bei Collato im Becken des Tagliamento
27. Moor bei Borgo Zurini » » » »
28. Palude di Magnano » » » »
29. Moor bei Maiano-San Daniele » » » »
30. Moor bei Casasola-Maiano » » » »

Bei der Feldarbeit, der Probenentnahme und der Behandlung der Torfstratigraphie (Abb. 2) bin ich gleich verfahren wie in früheren Arbeiten. Durch die Anwendung der schwedischen Methoden nach v. Post (1910) kommt den Ergebnissen eine Vergleichsmöglichkeit zu, die in Arbeiten, welche auf einer anderen Methodik fussen, meist erst mühevoll herausgeschält werden muss. Es steht zu hoffen, dass neben der jetzt ziemlich allgemeinen Anwendung der v. Post'schen Zeichen für die Baumkurven in den Diagrammen (Abb. 2) auch für die Charakterisierung der Torfarten die Methode des schwedischen Forschers bei uns Anwendung finden möge. Hinsichtlich der Aufstellung der Diagramme bin ich gleich verfahren wie in früheren Untersuchungen. Neue Baumarten wurden keine gefunden. Für die Kastanie *(Castanea)* wurde das Zeichen wieder verwendet, das von Keller (1930) eingeführt worden ist. Hasel und Weide wurden, wie jetzt allgemein üblich, wiederum geson-

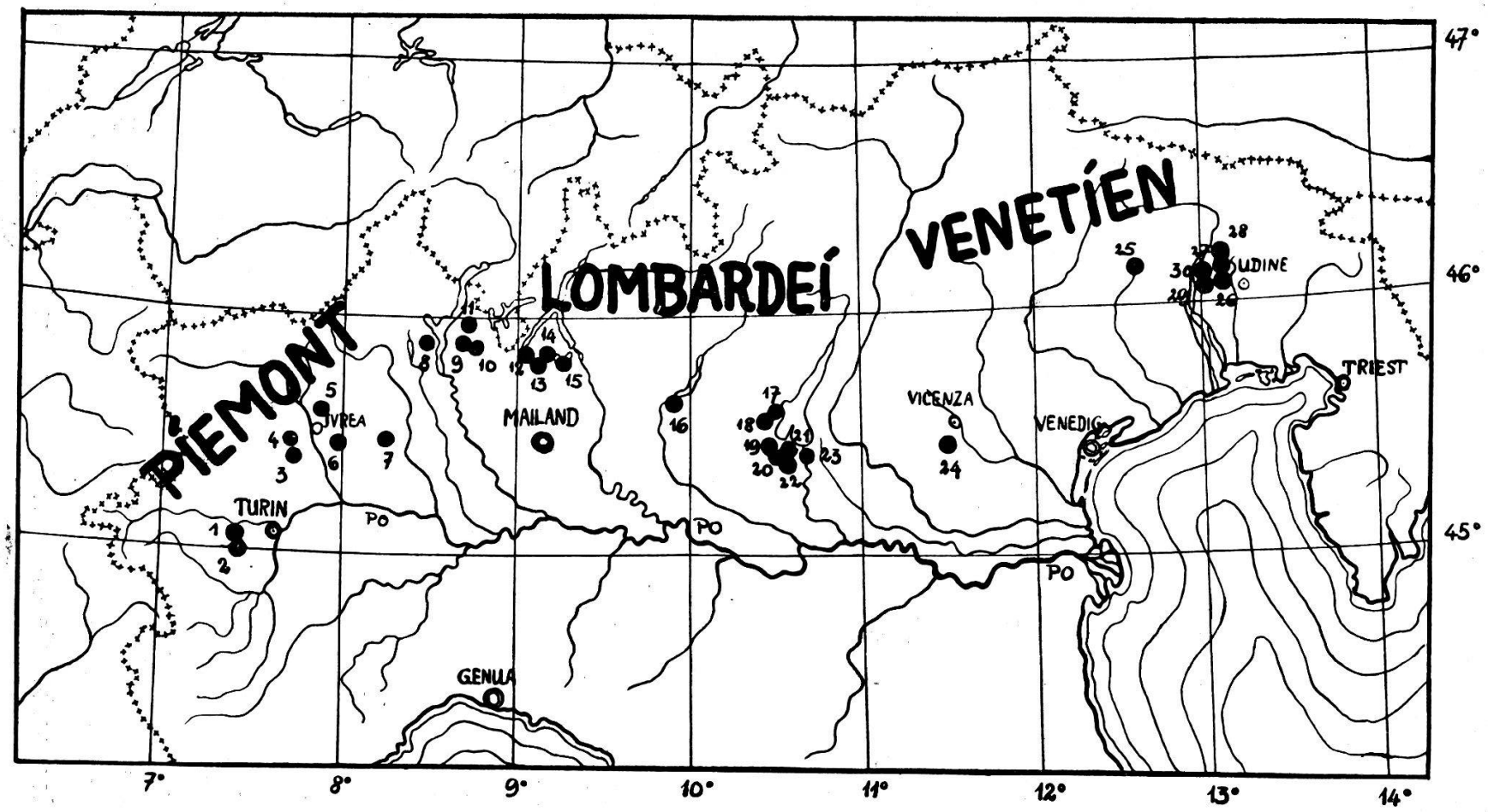


Abb. 1. Uebersichtskarte der untersuchten Moore in Norditalien.

1 : 2,500,000.

dert berechnet, im Gegensatz zur sogenannten Waldbaumpollensumme, worauf Gams (1930) und v. Post (1930) erneut in überzeugender Weise hingewiesen haben. Für den Eichenmischwald kommt in den vergleichenden graphischen Darstellungen stets die Abkürzung EMW zur Anwendung.

Alle besuchten Moore haben in den vergangenen Jahrzehnten und vor allem während der Kriegsjahre eine starke Torfnutzung erlebt, so dass uns heute vielfach nur noch die basalen Ablagerungen (Lebertorf-Gyttja, Seekreide) erhalten geblieben sind. Die Oberflächenvegetation ist bis auf ganz vereinzelte Ausnahmen zerstört worden und zeigt auf den noch genutzten Mooren die Zusammensetzung der Flora eines Torfauslegeplatzes. Auf anderen Mooren ist diese durch den Menschen zu einem Streueried oder schon bis zu Weide- und Ackerland kultiviert worden, das meist bis auf einen schmalen Streifen an die in Verlandung begriffenen Seen oder die stehengebliebenen Torflager heranreicht. In einzelnen Mooren ist die Oberflächenvegetation nicht gänzlich zerstört, sondern noch in einigen Fragmenten erhalten. Die Beschreibung dieser fragmentarischen Verlandungsstadien darf keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, es soll dabei nur versucht werden, den allgemeinen Gang der Sukzessionen auf einigen norditalienischen Mooren zu skizzieren. Bei den Aufzeichnungen bin ich nach der Methode von Braun-Blanquet (1921) und seinen Schülern verfahren.

Für die Darstellung der postglazialen Waldperioden in Norditalien sind Durchschnittsdiagramme für die einzelnen Provinzen gezeichnet worden (Abb. 33). Die Konstruktion solcher Durchschnittsdiagramme ist bei Erdtman (1923) eingehend beschrieben, es sei auf seine Ausführungen verwiesen. In unsern Diagrammen, die dem Vergleich der Wald- und Klimaperioden dienen (Abb. 33, 38, 39), wurden die einzelnen Baumkurven gesondert aufgetragen und nicht in einem einheitlichen Diagramm vereinigt, eine Darstellung, wie sie von v. Post und seinen Schülern recht oft angewendet wird und die für die einzelnen Baumkurven eine ausgezeichnete Vergleichsmöglichkeit bietet. Diese Darstellungsweise soll dann vor allem im letzten Abschnitt der vergleichenden Behandlung der Klimageschichte auf der Nord- und Südseite der Alpen herangezogen werden, wobei sie die gute Brauchbarkeit auch für unsere Ge-

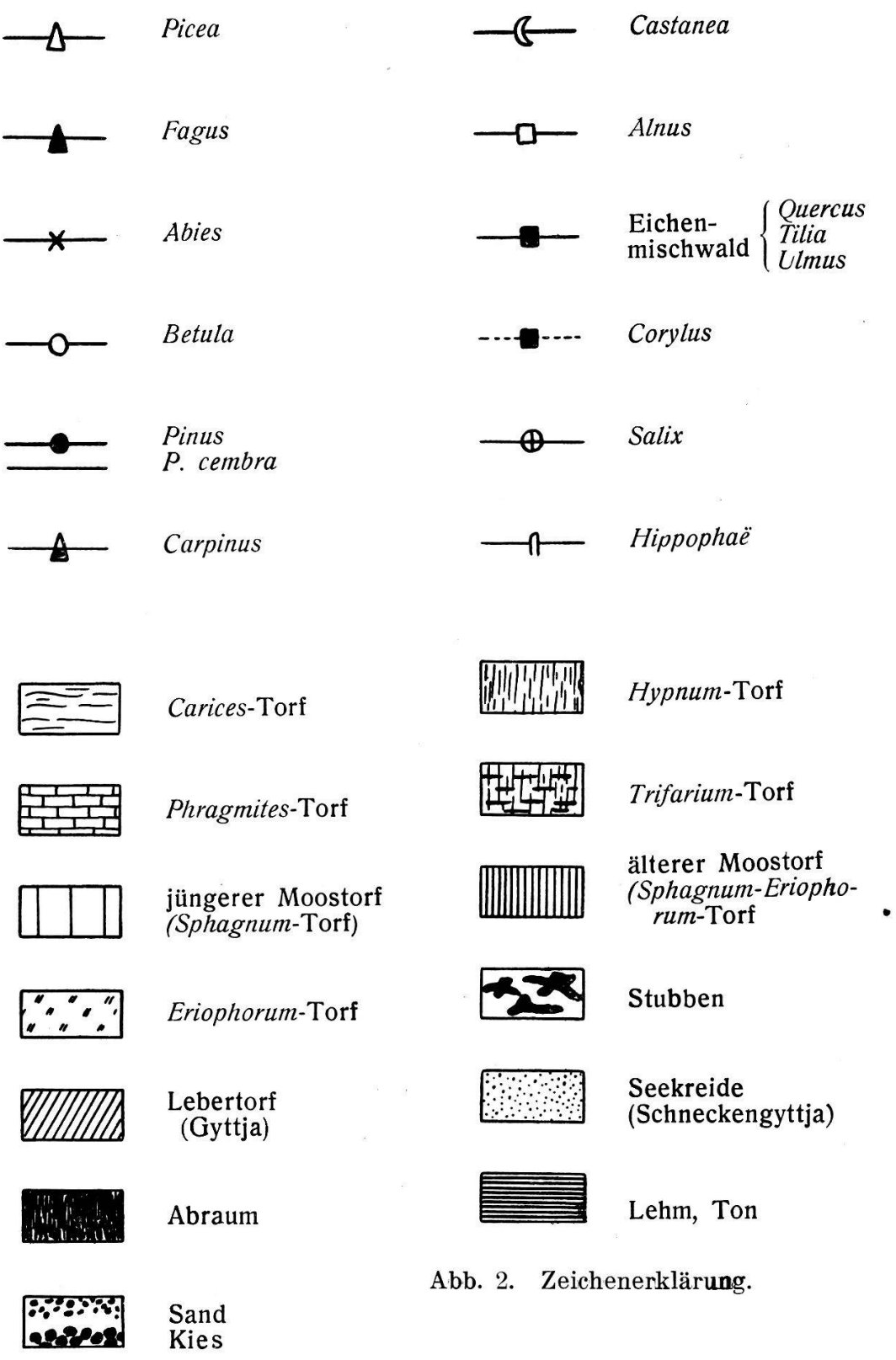


Abb. 2. Zeichenerklärung.

biete beweist. Die Tabellen 1—7, die den Zusammenfassungen der Ergebnisse der Moore der einzelnen Provinzen beigegeben sind, stellen Durchschnittsspektren für die Waldperioden dar, die aus den Zählprotokollen der betreffenden Moore berechnet worden sind.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.

A. Moore des Piemont.

Moore bei Avigliana.

Westlich von Turin liegen in einem Seitental der Dora Riparia die beiden Seen von Avigliana. Sie sind in eine Mulde der Würm- und Postwürm-Moränen eingebettet, die sich zwischen Giaveno und Avigliana ostwärts erstrecken. Im Westen schliessen sie direkt an die granitischen Gneisse des Gran Paradiso-Massives an, die sich auf der rechten Talseite des Dora Baltea-Tales bis in diese Gegend vorschieben.

Das Tal der Dora Riparia ist nach Penck und Brückner (1910) das südlichste des Piemonts, in dem ein Gletscher die Alpen verlassen hat. Die Moränen bilden das anmutige Hügelland von Rivoli im Westen von Turin. An der Talenge von S. Ambrogio, 6 km nördlich der Seen, erreichte der Ripariagletscher den Fuss der Alpen und begann sich seitwärts auszubreiten. Er hatte dort eine Höhe von gegen 900 m. Ein Arm dieses Riparia-Gletschers deckte dann die Gegend der Seen von Avigliana zu und schob sich in das Tal des Sangone. Das Gefälle des Gletschers am Südfuss der Alpen war nach obigen Autoren mehr als doppelt so gross als das Gefälle der grossen nordalpinen Eisfächer. Daher geschah dann das Abschmelzen und der Rückgang der Würmgletscher hier relativ rascher als auf der Nordseite der Alpen.

Die beiden Seen von Avigliana liegen im Zungenbecken des Gletschers. Sie sind voneinander und vom Tal der Dora Riparia

durch Moränenwälle getrennt. Ihre Tiefe beträgt 26 m bezw. 12 m beim kleinen See. Da die Seen also innerhalb der Endmoränen der Würm-Vereisung liegen, ist die Moorbildung an den Ufern der beiden Seen sicher postglazial. Nach welchem Rückzugsstadium diese aber einsetzte, darüber fehlen uns die Anhaltspunkte. Die Spuren der Stadien sind auf der Südseite der Alpen sehr spärlich und fehlen oft ganz oder sind nur noch in den Talhintergründen einigermassen zu verfolgen.

1. Lago Piccolo d'Avigliana (356 m ü. M.).

Etwa 2½ km südlich des malerischen Städtchens Avigliana, ziemlich genau in der Mitte zwischen Avigliana und Trana, das schon im Tale des F. Sangone liegt, breitet sich hart an der Staatsstrasse der Lago Piccolo aus. Früher wurden seine flachen Ufer reichlich nach Torf genutzt. Die mächtigen Torflager, die sich auf bedeutende Seekreideschichten aufbauen, deuten auf eine grössere Seefläche, die durch die fortschreitende Verlandung verringert wurde. Nach Aussagen einheimischer Bauern wurde stellenweise über 1,5 m Torf abgebaut. Heute ist das ganze Umgelände bis hart an den See kultiviert, ist zu Roggen-, Weizen- und Maisfeldern umgewandelt worden. Der Graswuchs ist auf dem moosigen Boden ein sehr spärlicher, und das wenige Heu wird von den dortigen, in ärmlichen Verhältnissen lebenden Bauern, nur mit Stecken gewendet und aufgehäuft.

Am Südende des Sees ergab sich das folgende Profil:

0— 18 cm moorige Ackererde, locker und teilweise recht sandig, Abraum.

18— 82 cm Caricestorf bei 30 cm H_2 B_1 R_1 V_0 F_0
bei 50 cm H_3 B_{1-} R_1 V_0 F_0
bei 75 cm H_{3-4} B_{1-2} R_1 V_0 F_0
} mit zahlreichen Sandkörnern

82 —272 cm Seekreide mit zahlreichen Molluskenschalen. In den untersten Proben ist die Bergföhre *(P. montana)* vereinzelt nachzuweisen. Daneben die gleichen *Diatomaceen* wie am Lago Grande d'Avigliana (siehe dort).

272 cm — Lehm

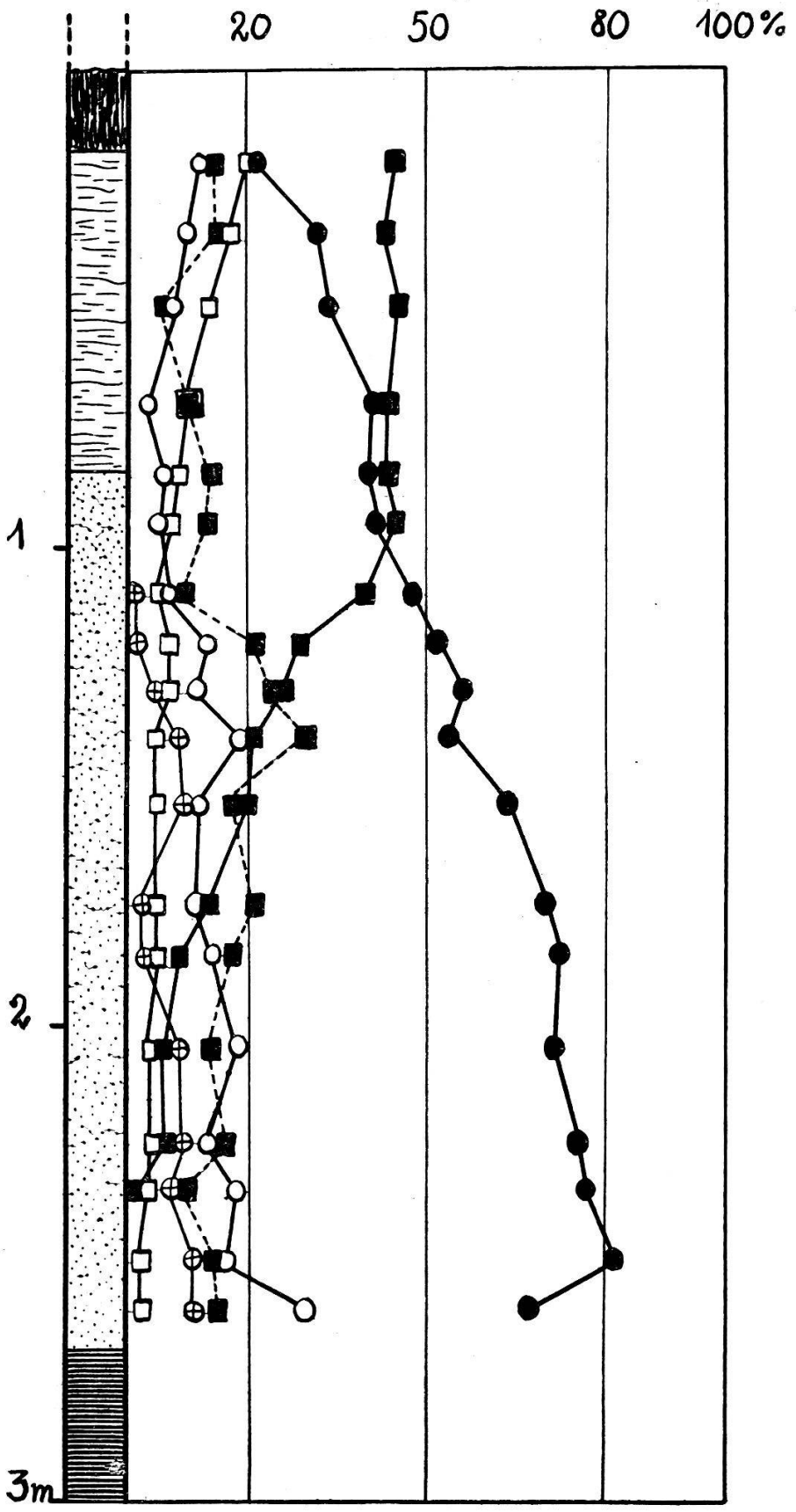


Abb. 3. Lago Piccolo d'Avigliana.

Die Abb. 3 zeigt uns den Entwicklungsgang des postglazialen Waldbildes in der Gegend der Seen von Avigliana. In einer ausgesprochenen Kiefernzeit hat die Moorbildung eingesetzt. Neben der Kiefer (*P. silvestris*, *P. montana* ist nur sehr spärlich in den untern Proben vorhanden und dürfte eingeweht worden sein) finden sich noch die Birke und die Erle, im Unterholz die Hasel und die Weide. Der Anstieg der Birkenkurve, den wir in ihrem basalen Verlauf erkennen, zeigt uns, dass die Birke in frühester Postglazialzeit in der Gegend eine grössere Verbreitung besass und mit zu den Pionieren des Waldbildes zu zählen ist. Sehr früh erscheinen die Laubhölzer des Eichenmischwaldes, angeführt von der Eiche, gefolgt von der Linde und nach einigen Spektren noch von der Ulme. Der Anteil der Kiefer nimmt auf Kosten der Laubhölzer stetig ab. Im Uebergang zur Laubwaldzeit notieren wir eine vermehrte Ausbreitung der Hasel, die aber nicht an dominierende Stelle vorrückt. Dann bestimmen die Laubhölzer das Waldbild, wir sind in der Eichenmischwaldzeit, die bis in die obersten Spektren andauert. Es ist stets die Eiche, die den Hauptanteil an diesen Proben ausmacht. Durch den stattgehabten Abbau der Torfschichten rings um den kleinen See ist uns der weitere Verlauf der Waldentwicklung nicht mehr erhalten. Wir haben diesen im Diagramm des Lago Grande zu verfolgen.

2. Lago Grande d'Avigliana (352 m ü. M.).

Die flachen Ufer des Lago Grande d'Avigliana sind fast völlig der Torfausbeutung anheim gefallen. Diese hat vor langer Zeit schon stattgefunden, die einheimischen Bauern wissen nur noch durch die mündliche Ueberlieferung von der Torfnutzung. Auf weite Flächen bedeckt eine Torfschicht von nur 15—25 cm die mächtigen Seekreidelager, worauf sich eine spärliche Vegetation hat ansiedeln können. Diese ist vom Charakter der Torfauslegevegetation, oder ist zu spärlicher Maiskultur umgewandelt worden. Zahlreiche Gebüsche aus *Frangula alnus*, *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. caprea* finden sich an tiefgründigeren Stellen. Da wo der Boden entwässert und noch weniger genutzt ist, findet sich gutes Weideland. Die umgebenden Hänge gegen den westlich ansteigenden Mte. Ciabergia (1178 m) sind von Kastanien-Hainen eingenommen, in denen *Castanea sativa*, *Corylus*

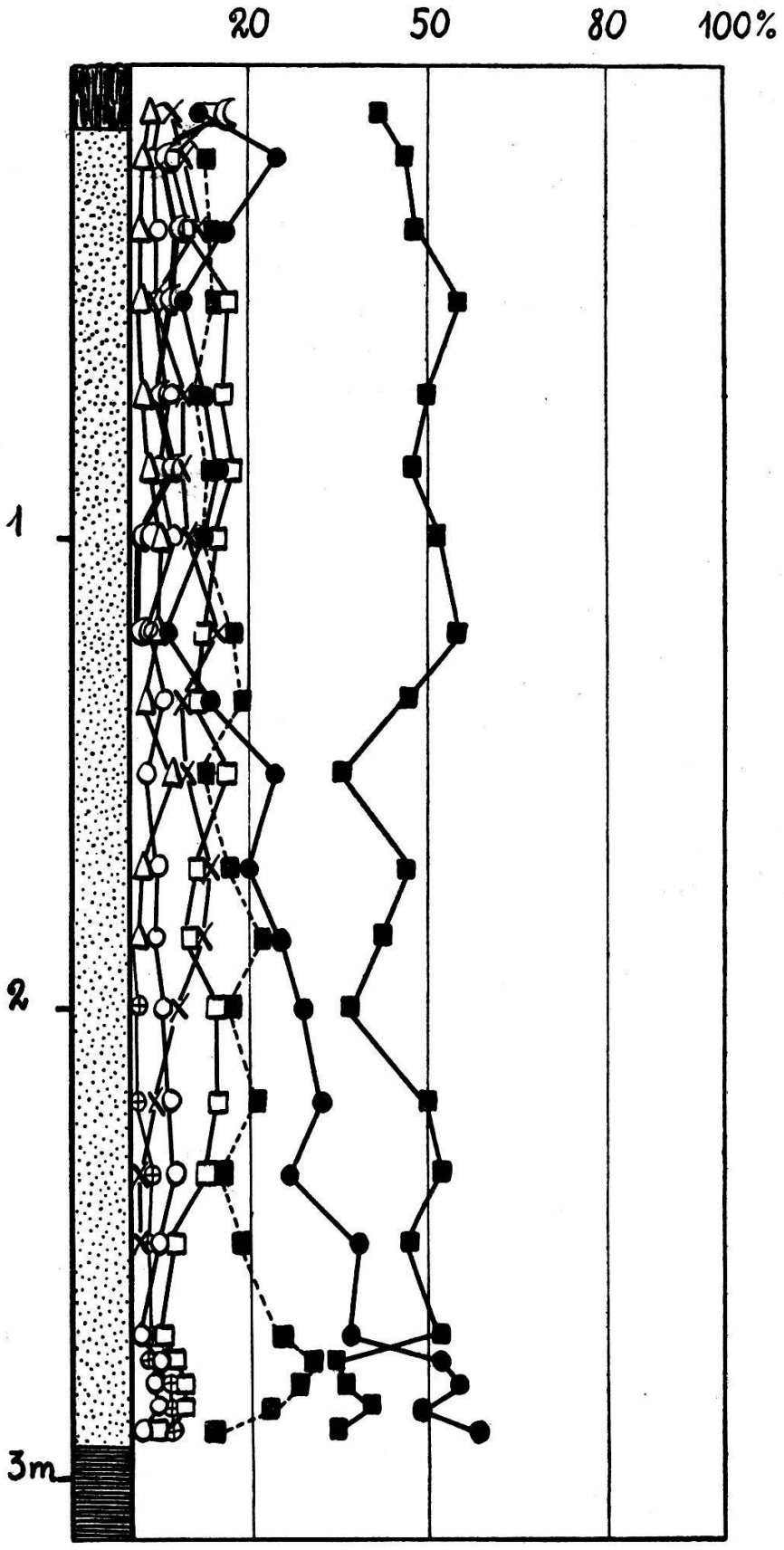


Abb. 4. Lago Grande d'Avigliana.

avellana, Robinia pseudacacia neben *Quercus robur* und *Betula pendula* vorwiegen.

Als Schichtwechsel ergab sich an der Bohrstelle:

0— 15 cm Abraum, rezente spärliche Vegetationsdecke.

15—297 cm S e e k r e i d e mit zahlreichen zertrümmerten Molluskenschalen: *Bythinia tentaculata, Limnaea ovata, Valvata alpestris, Pisidium spec.* In den oberen Proben überwiegen noch die Radizellen der *Gramineen* und *Cyperaceen*, sowie deren Pollenkörner. In den reinen Seekreideproben finden sich sehr häufig *Diatomaceen*, vor allem *Pinnularia* spec., *Navicula* spec., *Cymbella* spec., *Epithemia* spec., neben sehr spärlichen Radizellen.

297 cm — blauer, zäher Glazial l e h m.

Im Diagramm vom Lago Grande (Abb. 4) haben wir nun die Ergänzung zum Entwicklungsgang des Waldbildes, wie er uns im Diadramm des Lago Piccolo (Abb. 3) gegeben war.

Wir sind in der K i e f e r n z e i t, als sich die untersten Seekreideschichten an der Untersuchungsstelle bildeten. Wie der weitere Verlauf zeigt, ist es die ausklingende Kiefernzeit, in der die Laubbäume des Eichenmischwaldes schon sehr zahlreich vertreten waren. Die Seekreideablagerung hat am Nordufer des Lago Grande später eingesetzt als am Lago Piccolo. In die Zeit des Ueberganges von der Kiefernperiode zur Laubwaldzeit fällt ebenfalls die vermehrte Ausbreitung der H a s e l. Die Erle, die Birke und die Weide sind mit nur ganz geringen Werten vorhanden. Dann folgt die E i c h e n m i s c h w a l d z e i t, die bis in die rezentren Spektren in einwandfreier Dominanz andauert. Schon in der frühen Eichenmischwaldzeit tritt die Tanne auf, der dann bald die Fichte folgt. Beide Nadelbäume zeigen aber in keiner Probe eine bemerkenswerte Verbreitung. Die Buche ist nur ganz sporadisch nachzuweisen gewesen und wurde nicht in das Diagramm aufgenommen. Die zahme Kastanie erscheint sodann und verzeichnet einen stets wachsenden Anteil, der aber erst in der obersten Probe den der Kiefer übertrifft und dem vorherrschenden Eichenmischwald am nächsten kommt. Damit leitet das Diagramm in die heutige Waldzusammensetzung über.

Für die Seen von Avigliana und ihre Umgebung ergeben sich folgende Abschnitte des postglazialen Waldbildes:

1. Kiefernzeit mit der Ausbreitung der Laubbäume des Eichenmischwaldes.
2. Vermehrte Haselverbreitung im Uebergang zur Laubwaldperiode.
3. Eichenmischwaldzeit, mit dem Auftreten von Tanne, Fichte, Buche und Kastanie und der nehmenden Verbreitung der Kastanie in den subrezenten Spektren.

Moore in der Gegend von Ivrea.

Am Ausgang des Aostatales, da wo die Dora Baltea sich in vielen Serpentinen träge in die Ebene hinaus ergiesst, finden sich in der Umgebung des Städtchens Ivrea zahlreiche Torflager. Sie liegen auf beiden Seiten des Tales der Dora Baltea auf den Terassen mit den Würm-Moränen und sind in deren Mulden eingebettet. Im Westen und Norden schliessen diese Würm- und Postwürm-Moränen direkt an die Gneisse des Sesia-Val di Lanzo-Massives an, während sie im Osten und Süden von der Dora Baltea und ihren Zuflüssen zu den Alluvionsterassen erodiert worden sind.

Die Gegend von Ivrea ist nach Penck und Brückner (1910) das ansehnlichste der zahlreichen Moränenamphitheater im padanischen Gebiet. Sein Südsaum kommt bei Caluso dem Hügelland von Turin, also dem vorhin besprochenen Moränengebiet des Dora Riparia-Gletschers auf 16 km nahe. Mehr als die Hälfte der Poebene ist hier von dem gewaltigen Eisfächer der Dora Baltea eingenommen gewesen. Der Gletscher verliess das Gebirge bei Borgofranco, 5 km nördlich Ivrea, dessen Oberfläche muss nach den Ufermoränen zu urteilen, dort nach Penck und Brückner, denen auch die folgenden Angaben entnommen sind, über 800 m hoch gelegen gewesen sein. Beim Austritt der Dora Baltea aus dem Moränengebiet aber war sie nur noch wenig über 300 m hoch. Das ergibt ein beträchtliches Gefälle von 21 ‰ für den Baltea-Gletscher, während dasjenige des Riparia-Gletschers am Austritt aus dem Tal mehr als 33 ‰ betragen hat. Wir sehen auch hier einen weit grössern Abfall des Eisfächers gegenüber den Eisabdachungen auf der Nordseite der Alpen. Die grösste Moräne gehört in dieses Moränentheater: es ist die 852 m hohe Serra, die sich nördlich von Ivrea an den

Abfall der Alpen lehnt. In östlicher Richtung erstreckt sich als Abstufung der Serra eine Moränenzunge und umspannt den 50 m tiefen Lago di Viverone, aus dessen moorigem Ufergelände ebenfalls ein Diagramm (Abb. 9) stammt. Die Tiefe dieses Sees gibt einen Anhaltspunkt für die Mächtigkeit der Aufschüttung.

Eine Abstufung der rechten Ufermoräne hat den kleinen 11 m tiefen See von Alice abgegliedert. Zwischen den einzelnen Moränenwällen treffen wir mehrere ausgedehnte Moorflächen, so bei San Giovanni (Abb. 5) und in der Gegend von Alice (Abb. 6). Zwischen dem mächtigen Moränenwall der Serra und dem heutigen Bett der Dora Baltea liegt ein Gebiet prächtiger Rundhöcker. Das dort anstehende Urgestein (Hornblende-Granit) ist vom Gletscher in eine prächtige Rundbuckellandschaft umgeformt worden, dessen Formen heute noch sehr frisch sind. Zwischen den Rundhöckern erstrecken sich fünf dunkelspiegelige Seen, in deren Umgebung sich einige Torflager finden, deren eines ein ziemlich vollständiges Diagramm geliefert hat (Abb. 7). Die Dora Baltea hat dann nach dem Rückzug der Gletscher das von den Jung-Endmoränen umschlossene Zungenbecken eingeebnet. In diesem Gebiet liegt das Moor von Roda (Abb. 8.).

Alle untersuchten Moore aus dem Moränenamphitheater von Ivrea liegen innerhalb der Jung-Endmoränen, die Moorbildung ist also p o s t g l a z i a l. Ueber die Rückzugsstadien sind uns bis jetzt keine Angaben bekannt. Die Spuren dieser Stadien beschränken sich auch hier auf die hinteren Talgehänge des Aostatales und seiner Nebentäler. Infolge des starken Gefälles des Eisfächers am Austritt aus dem Alpental in die Poebene ist dieser beim Rückzug des Gletschers rasch geschmolzen und ist der Rückzug des Dora Baltea-Gletschers wohl relativ rasch erfolgt.

3. M o o r b e i S a n G i o v a n n i (405 m ü. M.).

Südlich der Staatsstrasse von Ivrea nach Castellamonte im Tal des T. Orco liegt bei San Giovanni, etwa 10 km südwestlich von Ivrea, ein ausgedehntes Torfmoor in einer Moränenmulde der letzten Vereisung. Der weite flache Boden der Mulde ist heute fast gänzlich nach Torf abgebaut und zu Roggen- oder Gerstenäckern oder Maisfeldern umgewandelt, das Weideland ist nur spärlich vor-

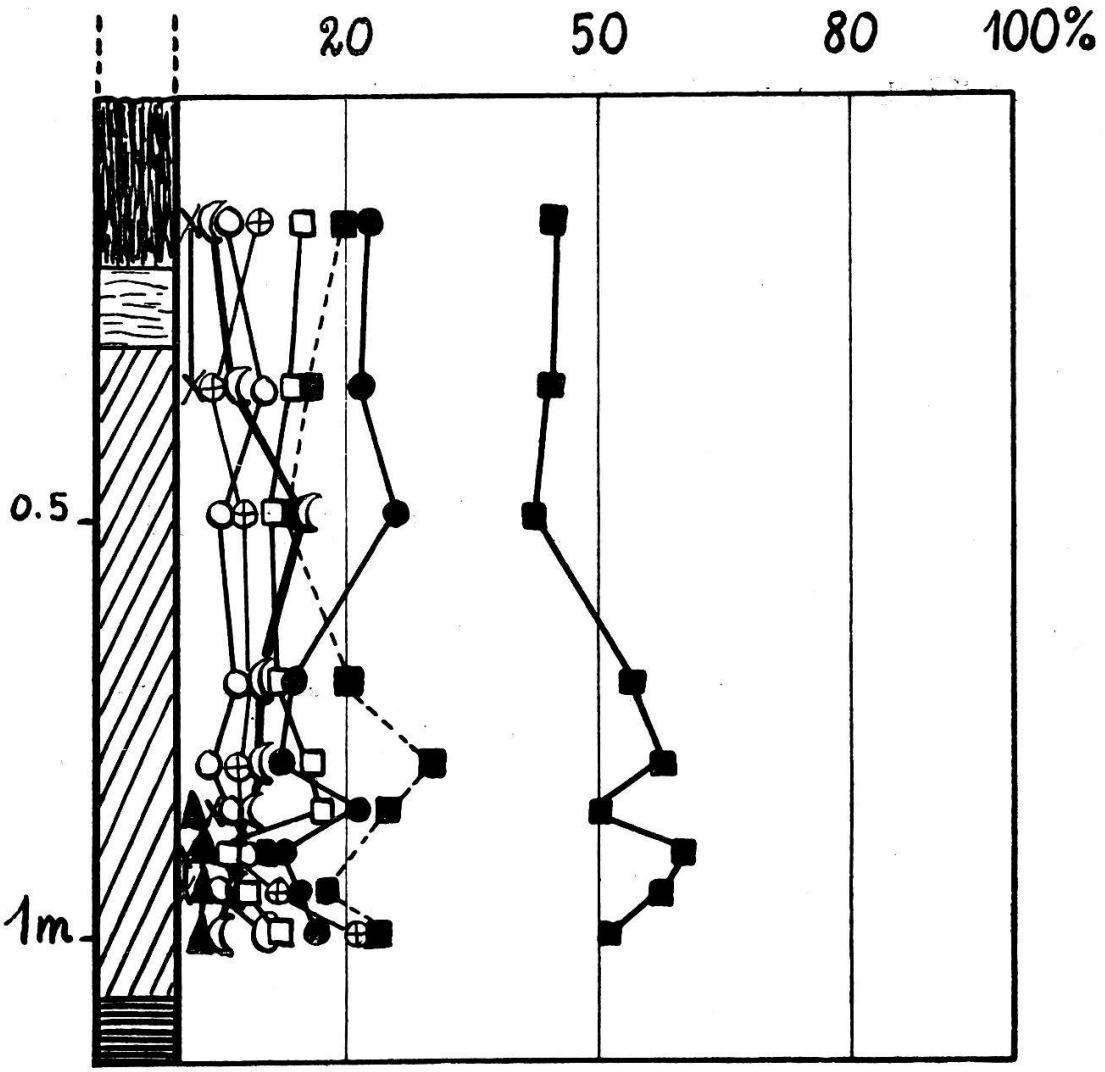


Abb. 5. San Giovanni-Ivrea.

handen. Nur noch im südlichsten Teil gegen San Martino wird heute noch der letzte Rest des einst mächtigen Torflagers abgebaut. Die Torfstiche sind kaum mehr mächtiger als 1,5 m. An einer zufolge der geringen Mächtigkeit des Torfes noch weniger genutzten Stelle ergab sich bei der Probeentnahme das folgende Profil:

0— 20 cm Abraum, rezente Vegetationsdecke, die nur spärliches Weideland liefert.

20— 24 cm Caricestorf, H_{5-6} B_1 R_1 V_0 F_0, schon stark lebertorfhaltig. Die Proben wurden an der Luft steinhart. Ein Abbau kann deshalb hier nicht stattfinden.

24—108 cm L e b e r t o r f, mit häufigem Vorkommen von Kieselalgen, vor allem von *Navicula* spec.

108— blauer, plastischer Glazial l e h m.

In diesem wenig mächtigen Torflager ist uns nur ein Teil der Waldgeschichte dieses Gebietet erhalten geblieben. Wir sind in der E i c h e n m i s c h w a l d z e i t, die während allen Proben andauert, wie die Abb. 5 zeigt. Am nächsten kommen den Laubwaldprozenten die Haselwerte, die eine vermehrte Hasel-Ausbreitung andeuten. Recht bemerkenswert ist das Vorhandensein der Kastanie und der Buche. Hieraus dürfen wir wohl schliessen, dass wir uns schon in der zweiten Hälfte der Eichenmischwaldzeit befinden, in die das Auftreten und die Ausbreitung der zahmen Kastanie fällt. Wie in den Diagrammen von den Seen bei Avigliana (Abb. 3 und 4) können wir in diesem Abschnitt ebenfalls eine erneute vermehrte Haselausbreitung erkennen. Obwohl dort die Haselwerte 20% nicht übersteigen, so übertreffen sie doch alle Waldbaumpollen mit Ausnahme des Eichenmischwaldes. Die stärkere Verbreitung der zahmen Kastanie in den subrezenten Schichten ist uns hier zufolge der stattgehabten Nutzung nicht mehr erhalten.

4. M o o r e b e i A l i c e s u p e r i o r e (580—650 m ü. M.).

Auf der Terrasse bei Alice superiore, 8 km westlich von Ivrea, finden sich die Reste eines ausgedehnten Torflagers. In den Kriegsjahren wurden die mächtigen Torfschichten von der Autofabrik Ansaldo fast gänzlich abgebaut, so dass heute nur noch wenige zerfallene Stichwände daran erinnern. Zufolge der zerstörten Lagerung durch den Zerfall der Wände oder die Auffüllung einzelner Torf-Aushubflächen habe ich auf eine Probenentnahme verzichtet. In letzter Zeit ist das Projekt aufgetaucht, das ganze Becken zu einem Stausee umzuwandeln, der den Maschinenfabriken im Tale der Chiusella genügend Energie liefern könnte.

Der Aufbau der noch mehr oder weniger intakten Teile ist folgender:

0— 20 cm Abraum, meist Streueried oder Auslege-Vegetation.

20— 45 cm C a r i c e s t o r f, sehr trocken zufolge des allseitigen Abbaues;
bei 40 cm H_3 B_{0-1} R_1 V_1 F_0

65—117 cm Lebertorf, der oft sandige Zwischenlagen und Holzreste (V_{1-2}) zeigt. V = *Alnus*.
117 cm — Glaziallehm.

Ein weiteres beträchtliches Torflager findet sich am Lago d'Alice (650 m ü. M.), der sich östlich von Alice hinzieht und wohl früher einmal das ganze Becken erfüllte und dessen Verlandung das mächtige, oben beschriebene Torfabbaugebiet geschaffen hat. Die Staatsstrasse von Alice superiore nach Lestolo-Ivrea geht ganz nahe am Südufer des Sees vorbei, demzufolge ist dort die Ufervegetation keine ursprüngliche mehr. Am Nord- und Westufer ergaben sich die folgenden Verlandungsstadien:

Im offenen Wasser herrschen vor: *Nymphaea alba, N. lutea, Myriophyllum* spec., *Potamogeton natans, Hippuris vulgaris, Utricularia* spec. Dann folgt als erstes Stadium der Verlandung auf dieses fragmentarische *Nymphaeetum - Myriophylletum* ein Röhricht, das Scirpeto-Phragmitetum nach Koch, Messikommer, u. a. mit:

Schoenoplectus lacustris	*Phragmites communis*
Typha angustifolia	*Nymphaea alba*
Ranunculus lingua	*Veronica anagallis*
Alisma plantago	*Hippuris vulgaris*

Auf den Schilfwall folgt ein *Caricetum elatae* mit:

Carex elata	*Carex Davalliana*
Peucedanum palustre	*Phragmites communis*
Poa palustris	*Caltha palustris*
Equisetum palustre	*Valeriana officinalis*
Mentha aquatica	*Agrostis alba*
Lysimachia vulgaris	*Schoenoplectus lacustris*
Myosotis palustris	*Iris pseudacorus*

Aus der Böschenspaltgesellschaft, die vom schwankenden Wasserstand des Lago d'Alice sehr beeinflusst ist, entwickelt sich über einzelne nicht näher zu charakterisierende, nur fragmentarisch ausgebildete Stadien das *Molinietum coeruleae*. Dieses ist hier vertreten durch:

Molinia coerulea	*Lysimachia vulgaris*
Sanguisorba officinalis	*Carex Hostiana*
Inula salicina	— *panicea*
Lysimachia vulgaris	— *Davalliana*
Eriophorum angustifolium	— *elata*
Euphrasia Rostkoviana	*Lythrum salicaria*
Phragmites communis	*Viola palustris*
Potentilla erecta	*Agrostis alba*
Anthoxanthum odoratum	*Orchis morio*
Mentha verticillata	*Myosotis palustris*
Trifolium pratense	*Primula farinosa*

An trockeneren Stellen tritt schon *Calluna vulgaris* hinzu, wir bemerken den Uebergang zur Blütenbildung, die durch *Sphagnum acutifolium* eingeleitet wird. An Sträuchern treten *Frangula alnus*, *Alnus incana*, *Betula pendula* hinzu. Es wäre hier die natürliche Entwicklung zu einem *Calluna*-Stadium und weiter zu einem *Frangula-alnus*-Stadium zu verfolgen, das dann zum Moorwald überleiten würde; aber der menschliche Einfluss hat dieser Sukzession Halt geboten und das *Molinietum* zu Weideland umgewandelt. Wir haben in diesen fragmentarischen Angaben einen ähnlichen Verlauf der Verlandung, wie ihn Koch und Messikommer für die Nordschweiz, Selma Ruoff für die Moore des bayerischen Alpenvorlandes beschreiben:

Plankton
↓
Nymphaeetum-Myriophylletum
↓
Scirpeto-Phragmitetum
(Röhricht)
↓
Caricetum elatae
↓
Molinietum coeruleae — kultiviert ➤ Weide
↓
Calluna-Stadium mit *Sphagneen*
↓
Frangula alnus-Stadium
↓
Moorwald
(Klimax)

Im Flachmoorkomplex ergab sich der folgende Schichtwechsel:

0— 18 cm Abraum, rezente Vegetationsdecke.

18—145 cm Caricestorf, in den obersten Schichten schon sehr reich an *Sphagnum*resten;

bei 20 cm	H_3	B_1-	R_1	V_0	F_0	*Sphagnum*-reich
bei 40 cm	H_{3-4}	B_2	R_2	V_0	F_0	
bei 70 cm	H_4	B_2	R_1	V_0	F_0	
bei 105 cm	H_5	B_2	R_2	V_1	F_0	V = *Alnus*
125—140 cm				V_2		

145—202 cm Lebertorf, mit reichlich eingelagerten Holzresten, deren Bestimmung Erlenholz ergab.

202 cm — Lehm.

Die Abb. 6 veranschaulicht den Entwicklungsverlauf des Waldbildes, der hier deutliche regionale Unterschiede zeigt. Zur ausklingenden Kiefernzeit setzt die Untersuchung ein. Neben der Kiefer *(P. silvestris)* sind die Tanne, die Komponenten des Eichenmischwaldes und die Erle, sowie im Unterholz der Haselstrauch und die Weide vorhanden.. Die Kurve der Hasel zeigt in ihrem untersten Verlauf einen Anstieg, der die vermehrte Haselausbreitung am Ende der Kiefernzeit noch andeutet. Dann erfährt die Tanne eine starke Zunahme und dominiert deutlich in der Probe aus 195 cm Tiefe. Auf dieser erhöhten Terrasse hat nach der Kiefer die Tanne vor dem Eichenmischmalde die Vorherrschaft im Waldbilde besessen. In die Probe fällt das erste Auftreten der Fichte, die aber in keinem Spektrum beträchtliche Werte zu verzeichnen hat und nach dem Erscheinen der Buche verschwindet. Die Laubhölzer des Eichenmischwaldes gewinnen an Ausbreitung und führen in die Eichenmischwaldzeit. Es ist die Eiche, welcher der Hauptanteil zukommt, gefolgt von Ulme und Linde. Der Tannenanteil sinkt und übersteigt in keiner Probe mehr 20 %. Während der Eichenmischwaldzeit verzeichnet die Erle eine stärkere Verbreitung, sie überholt den Anteil der Laubbäume in zahlreichen Proben. In der Gegend des Sees von Alice superiore, der damals wohl eine weit grössere Fläche eingenommen hat, dominierten die Erlen, während in der weiteren Umgebung die Laubhölzer des Eichenmischwaldes vorherrschten. Die zahlreichen Holzfunde in den Lebertorfschichten und den un-

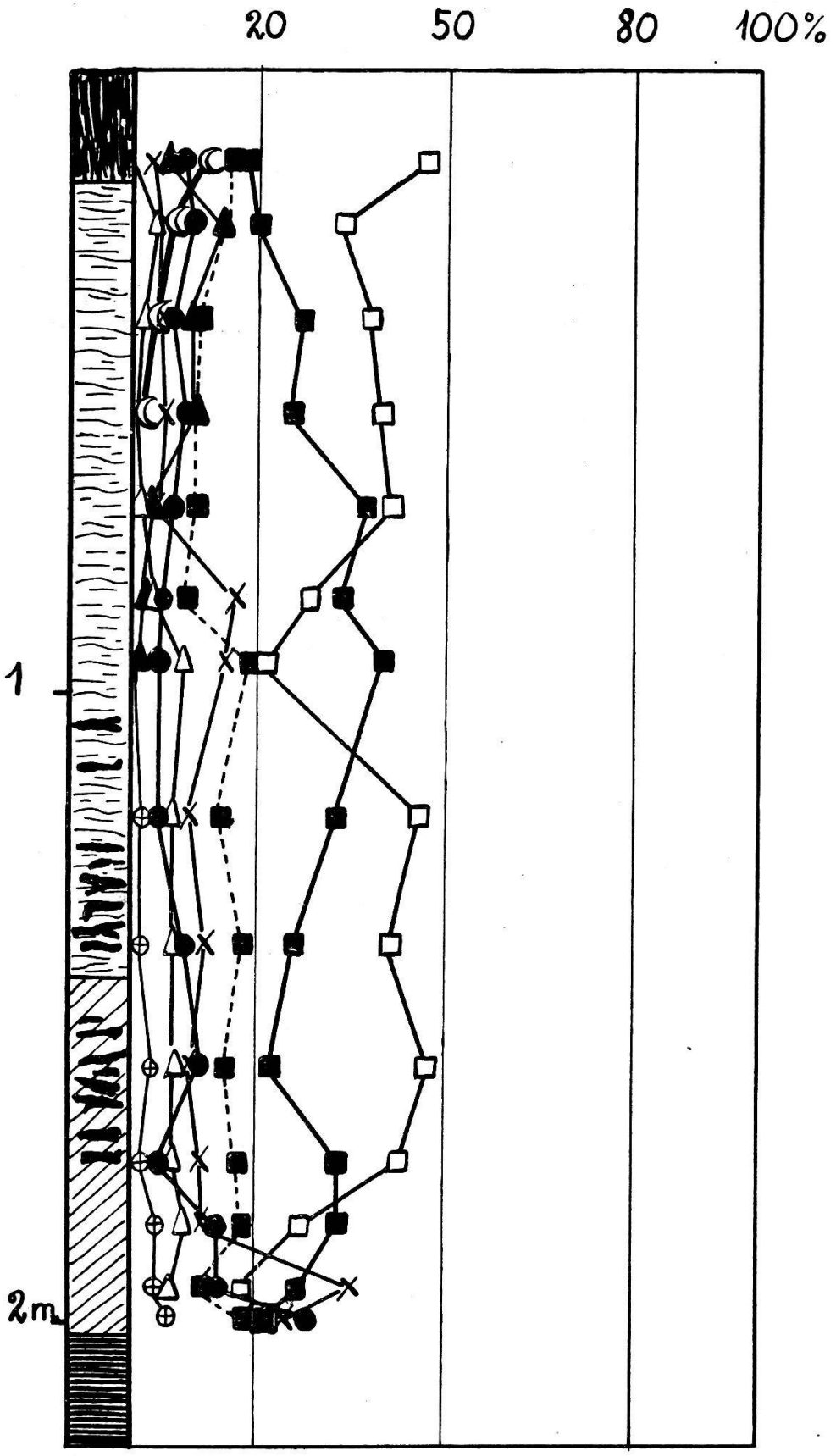


Abb. 6. Alice superiore-Ivrea.

tersten *Carices*torfproben rühren aus diesen Erlen-Auenwäldern her, die den See umsäumten. Der Eichenmischwald erobert sich neuerdings die führende Stelle im Waldbild. In diesen Abschnitt fällt das Erscheinen der Buche, deren Anteil aber nur in einer Probe 10% übersteigt. Den Rest des Entwicklungsganges bestreitet wiederum eine Erlen-Dominanz. Die zahme Kastanie, die in dieser Zeit auftritt, ist erst in vermehrter Ausbreitung begriffen.

Für die Terrasse von Alice superiore können wir die Waldgeschichte in folgende Abschnitte gliedern:

K i e f e r n z e i t, mit vermehrter Haselausbreitung zu Ende derselben.

T a n n e n z e i t im Uebergang zur Laubwaldperiode.

E i c h e n m i s c h w a l d - E r l e n - Z e i t, mit dem Auftreten von Buche und Kastanie und vermehrter Ausbreitung der letzteren.

5. M o o r b e i R o n c h e s s e - M o n t a l t o D o r a (280 m. ü. M.).

Nördlich des Hügels von Ivrea, den der alte Castellazo, ein verfallenes Schloss mit hohen Backsteintürmen krönt, liegen zahlreiche kleine Seen zwischen waldigen Hügeln. Zwischen dem Lago Pistono und dem Lago di San Giuseppe liegt das einst mächtige Torflager Ronchesse, unweit des prächtigen, zinnenbekrönten Schlosses von Montalto. Während des Krieges wurde hier reichlich Torf abgebaut, heute ist die Nutzung erloschen und ein dichtes Gestrüpp, von den umliegenden Wäldern vordringend, hat das Moor überdeckt, bestehend aus:

Frangula alnus
Betula alba spec.
Alnus incana
Calluna vulgaris
Juniperus communis
Euphorbia cyparissias
Melica uniflora
Molinia coerulea
Lysimachia vulgaris
Inula salicina
Ranunculus breyninus

Als Schichtfolge ergab sich:

0—15 cm Abraum

15—370 cm L e b e r t o r f mit zahlreichen Radizellen und Pollenkörnern von *Cyperaceen* und *Gramineen.*

370 cm Lehm, zäher, plastischer Glaziallehm.

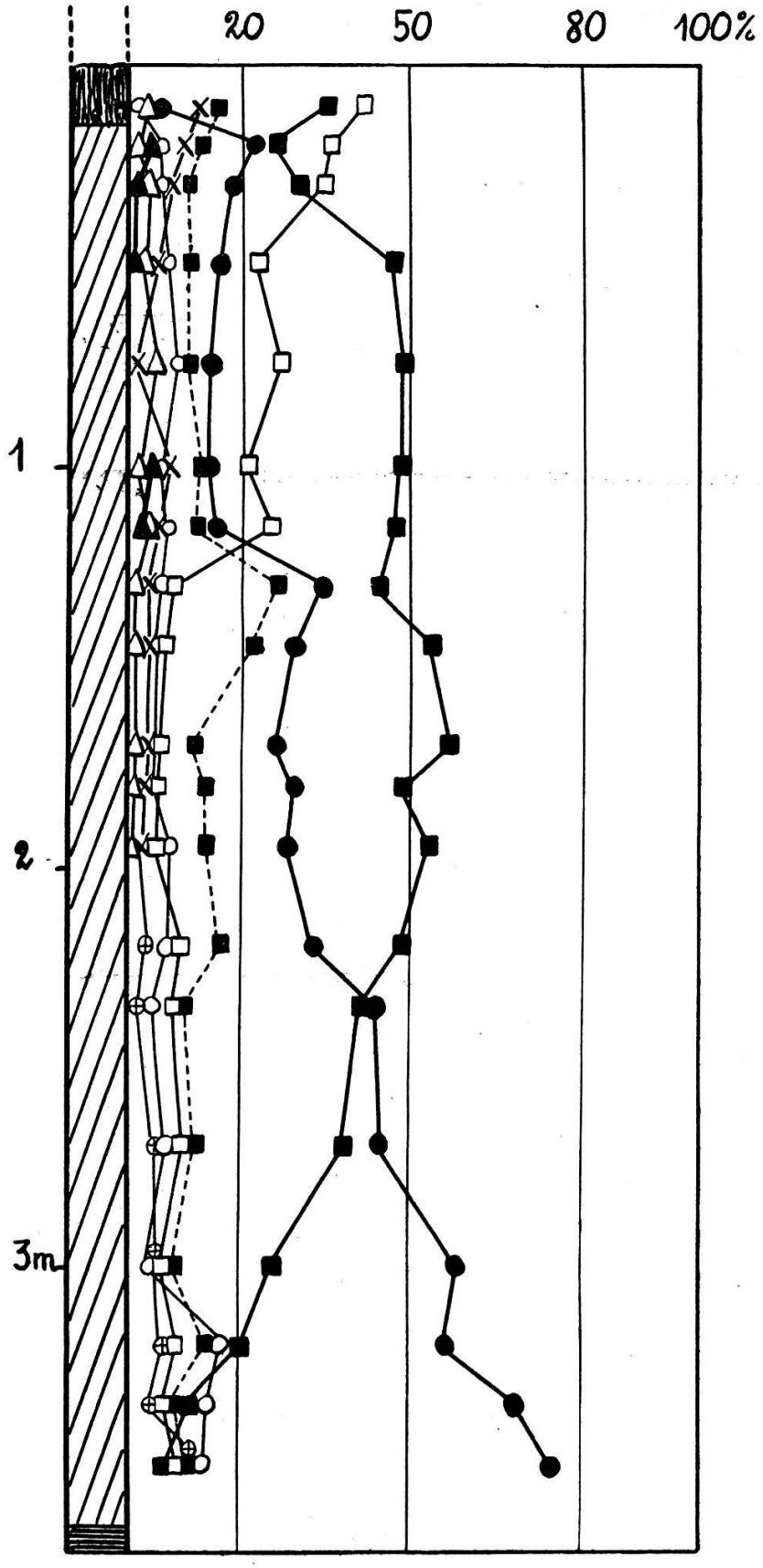


Abb. 7. Ronchesse-Montalto Dora.

In der ausgesprochenen Kiefernzeit setzt die Untersuchung für die Gegend nördlich von Ivrea ein, wie die Abb. 7 zeigt. Die Kiefer dominiert mit 74% in eindrucksvoller Weise. Von den übrigen Komponenten des Waldbildes verzeichnen nur noch die Birke, der Haselstrauch und die Weide Werte über 10%, diese sind auch hier zu den Pionieren des postglazialen Waldes zu zählen. Die Laubbäume des Eichenmischwaldes sind schon in der untersten Probe vorhanden und zeigen nun stets wachsenden Anteil auf Kosten der Kiefer, der Birke und der Erle, die erst in einer späteren Periode an Ausbreitung gewinnt. Die Werte für Kiefer und Eichenmischwald sind einander in einigen Proben fast gleich, eine Waldzusammensetzung, wie wir ihr schon im Diagramm vom Lago Piccolo d'Avigliana (Abb. 3) begegnet sind. Dann folgt die Eichenmischwaldzeit, in deren erster Hälfte der Haselstrauch eine vermehrte Ausbreitung bekundet. Tanne und Fichte treten auf, halten sich in ihren Werten stets unter 10% bis in die subrezentren Spektren. Die Buche ist ebenfalls nachzuweisen, sie verschwindet dann wieder; ihr Auftreten ist der Pollenverfrachtung zuzuschreiben. Nach der vermehrten Haselausbreitung zeigt die Erlenkurve einen deutlichen Anstieg, der aber hier erst in den obersten Spektren einsetzt mit Werten, welche die der Laubbäume des Eichenmischwaldes übertreffen. Da uns die Torfschichten, in denen der weitere Verlauf der Waldentwicklung erhalten ist, hier zufolge des stattgehabten Abbaues fehlen, schliesst die Untersuchung mit der Erlendominanz ab.

Vergleichen wir das Diagramm von Ronchesse mit demjenigen vom Lago d'Alice (Abb. 6), so erkennen wir deutlich, dass die Erlenvorherrschaft der zweiten Erlendominanz auf der Terrasse von Alice superiore entspricht. Der Eichenmischwald steht an zweiter Stelle, ihm kommen die Haselwerte am nächsten; Buche, Fichte und Tanne, nicht aber die Kastanie sind ebenfalls schon vorhanden. Von diesen zeigt die Tanne in beiden Diagrammen gut übereinstimmende Werte von 14—18%.

6. Moor bei Roda-Ivrea (235 m. ü. M.).

Zwischen Bollengo, dessen malerisches Castello weithin die Lande beherrscht, und Albiano d'Ivrea liegt das Torbiere di Roda. Es ist von Ivrea 5 km in südöstlicher Richtung entfernt und ist schon ganz

in der weiten Ebene der Dora Baltea gelegen. In den Kriegsjahren wurde hier in grosszügiger Weise Torf abgebaut, heute jedoch ist jede Torfnutzung erloschen. Durch umfangreiche Entwässerungsanlagen ist das ganze Gebiet von ca. 8 ha zu Weide- und Kulturland umgewandelt worden. Die Moorvegetation ist gänzlich verschwunden und nur an den Bachanschnitten erkennt man noch die Torfunterlage. Auf einer frisch gemähten Wiese ergab sich folgendes Profil:

0— 25 cm Abraum, rezentes Wurzelgeflecht.

25— 75 cm Caricestorf, bei 30 cm H_3 B_0- R_2 V_0 F_0, trockene, moosreiche Schichten.
bei 70 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0

75—105 cm Phragmitestorf, bei 80 cm H_2 B_1 R_2 V_1 F_0
mit zahlreichen plattgedrückten Schilfrhizomen.
bei 100 cm H_3 B_1 R_2 V_{1-2} F_0
V = *Alnus*.

105—150 cm Caricestorf, mit zahlreichen *Hypnum*resten,
bei 110 cm H_4 B_{1-2} R_1 V_0 F_0

150—187 cm Lebertorf, mit vielen Holzresten. V_{1-2} = *Alnus*.

187 cm — blauer, plastischer Lehm.

Im Diagramm von Roda-Ivrea (Abb. 8) ist uns nur ein Teil des Entwicklungsganges des postglazialen Waldbildes enthalten, die Eichenmischwaldzeit. Wir sind in der zweiten Hälfte der Eichenmischwald-Periode, als die Untersuchung einsetzt. Die Kiefernwerte gehen auf Kosten des stets mehr vorherrschenden Laubwaldes, vorwiegend aus der Eiche bestehend, zurück. Vergleichen wir mit diesem Diagramm dasjenige von Ronchesse-Montalto Dora (Abb. 7), die beiden Moore liegen 6 km von einander entfernt, so finden wir unverkennbar ganz übereinstimmende Züge. In jenem Diagramm sehen wir, wie in der ersten Hälfte der Eichenmischwaldzeit die Kiefer noch dauernd einen bedeutenden Anteil an den Eichenlaubwäldern hat, dann aber zugunsten der Erle zurücktritt. In dieser Epoche der Eichenzeit beginnt die Waldentwicklung bei Roda-Ivrea. Die Uebereinstimmung im Kurvenverlauf der Diagramme ist eine sehr gute. Die Buche tritt in beiden Mooren auf, erreicht jedoch keinen bemerkenswerten Anteil; desgleichen auch die Tanne nicht.

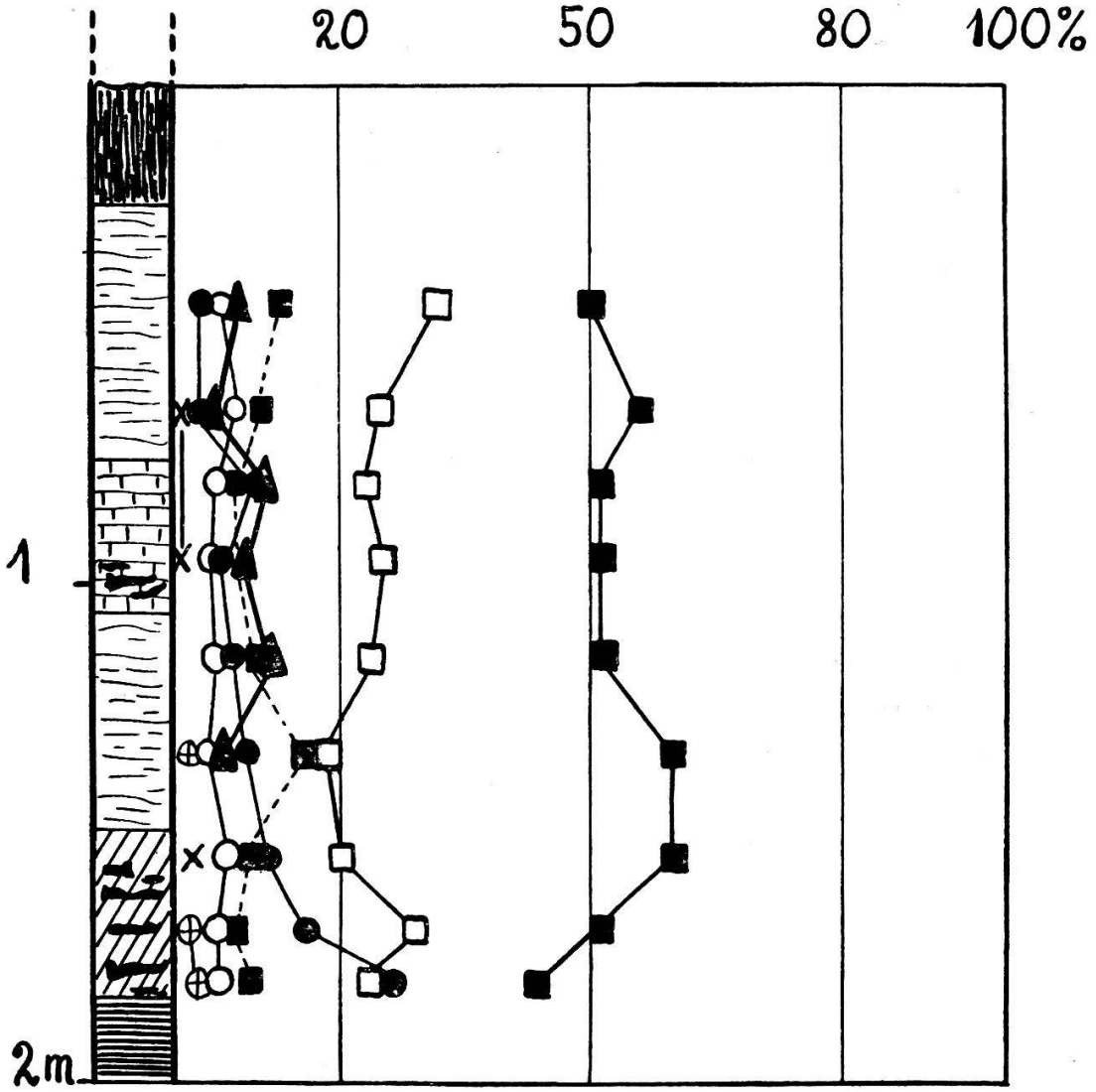


Abb. 8. Roda-Ivrea.

In beiden Diagrammen fehlen uns die obersten Schichten, aus denen sich das Auftreten und die Ausbreitung der zahmen Kastanie ergeben hätte. Im Diagramm von Ronchesse-Montalto Dora zeigen die oberen Spektren die Vorherrschaft der Erle. In der Untersuchung von Roda-Ivrea ist die Waldentwicklung jedoch nicht so weit gediehen, die Kurven schliessen mit der vermehrten Erlenausbreitung, die etwa dem Abschnitt aus 40 cm Tiefe im Profil von Ronchesse-Montalto entsprechen mag.

7. Moor am Lago di Viverone (230 m ü. M.).

An der Staatsstrasse von Ivrea nach Santhià liegt beim Dorf Viverone der gleichnamige See, dessen Ufer von Torfmooren eingenommen werden. Da an diesem See zahlreiche Pfahlbaufunde gemacht wurden, so besuchte ich diesen See ebenfalls, um die Vergleichsmöglichkeit der Ergebnisse des Piemont mit denen der Urgeschichte zu haben.

Am Westufer des Lago di Viverone reichen die Aecker und das Weideland heute bis auf eine schmale Randpartie an das Seeufer heran. Durch zahlreiche Kanäle und Entwässerungsgräben ist die Moorvegetation sehr beeinflusst und in ihren Entwicklungsstadien gestört worden.

In den breiten Gräben finden sich Fragmente eines Röhrichts *(Scirpeto-Phragmitetum)* mit:

Nymphaea alba
— *lutea*
Typha angustifolia
Schoenoplectus lacustris
Ranunculus lingua
Myriophyllum spec.
Iris pseudacorus
— *sibirica*
Menyanthes trifoliata
Hippuris vulgaris
Carex elata

Die Kanäle sind stets von mächtigen *Carex elata*-Horsten umsäumt.

Aus diesem Röhricht entwickelt sich meistens ein *Caricetum elatae*, vertreten durch:

Carex elata
Peucedanum palustre
Poa palustris
Iris pseudacorus
Mentha aquatica
Convolvolus sepium
Molinia coerulea
Equisetum palustre
Phragmites communis
Lythrum salicaria
Caltha palustris
Carex acutiformis
— *panicea*
Lysimachia vulgaris
Agrostis alba
Alnus incana

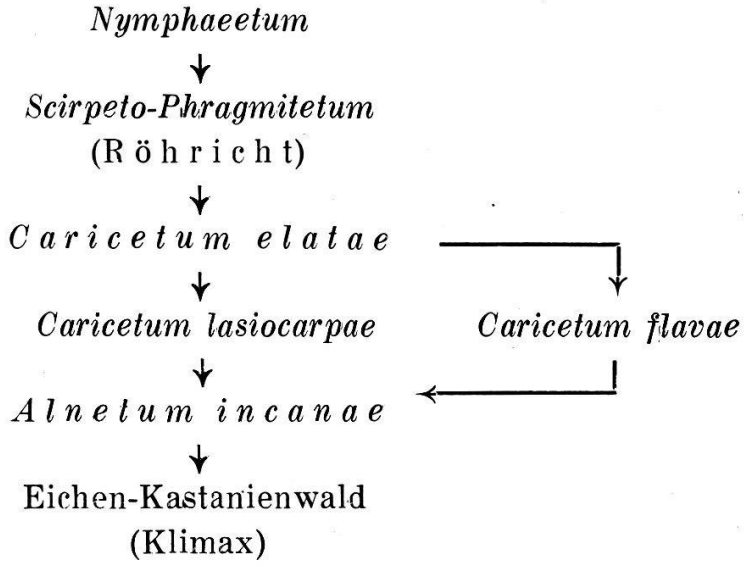
An einzelnen Stellen lässt sich die Weiterentwicklung des *Caricetum elatae* zu einem *Caricetum lasiocarpae* verfolgen, wie Koch für die Linthebene ebenfalls beschrieben hat, dieses ist hier aber

schon durch den Einfluss des Menschen stark verarmt, es fanden sich noch:

Carex lasiocarpa
— *fusca*
Schoenus ferrugineus
Pinguicula vulgaris
Eriophorum angustifolium
Potentilla erecta
Phragmites communis
Lythrum salicaria
Galium palustre
Polygala amara
Lotus corniculatus
Molinia coerulea
Thalictrum flavum
Equisetum palustre
Carex elata
— *panicea*
— *Hostiana*
— *Davalliana*
Mentha aquatica
Valeriana dioeca
Carex flava
— *echinata*

Sobald die Sträucher *(Alnus incana, Salix purpurea, S. alba, S. cinerea, Frangula alnus, Betula alba)*, die sich hernach einstellen, grösser werden, verarmt infolge der Beschattung der Unterwuchs, es stellen sich reichlich die Farne ein *(Dryopteris thelypteris, D. filix mas, Athyrium filix femina)* und bilden mit *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur* den Uebergang zum *Alnetum incanae*, dem «Auenwald» der schweizerischen Flüsse und Seen.

Aus diesen Angaben scheint sich für die Ufer des Lago di Viverone folgendes allgemeine Schema der Verlandung zu ergeben:



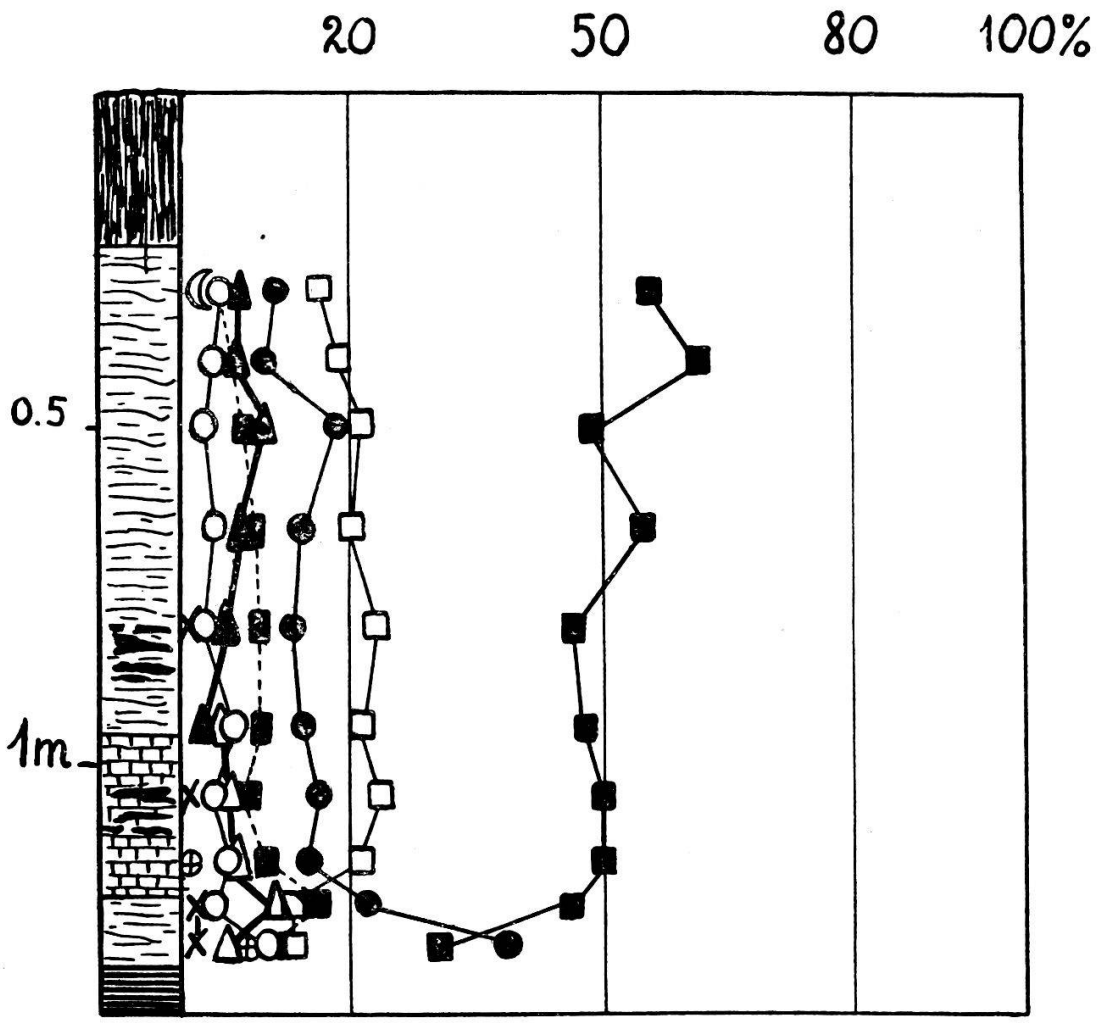


Abb. 9. Lago di Viverone.

Als Schichtwechsel ergab sich bei der Bohrung:

0— 27 cm Abraum, die Phragmiteswurzeln dringen noch bedeutend tiefer.

27— 96 cm C a r i c e s t o r f mit wenig *Phragmites*rhizomen
bei 35 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 65 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0 mit *Menyanthes*-Samen
bei 90 cm H_5 B_2 R_2 V_{1-2} F_0 V = *Alnus*

96—118 cm P h r a g m i t e s t o r f,
bei 110 cm H_3 B_2 R_2 V_{1-2} F_0 V = *Alnus*

118—130 cm C a r i c e s t o r f, mit reichlich beigemengtem Sand,
bei 125 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_{0-1} F_0

130 cm — blauer, zäher Lehm.

Die pollenanalytische Durchsicht der Proben hat ein ziemlich vollständiges Bild der postglazialen Waldentwicklung ergeben (Abb. 9). Die ausklingende Kiefernzeit ist noch in der untersten Probe erhalten. Die Komponenten des Eichenmischwaldes sind in mächtiger Ausbreitung begriffen und rücken an herrschende Stelle vor. Erle und Birke sind mit noch geringen Werten vorhanden, ebenfalls die schon auftretenden Nadelbäume Fichte und Tanne. Hierauf folgt die eindrucksvolle Eichenmischwaldzeit, die bis in die rezenten Proben andauert. Auf die anfängliche stärkere Ausbreitung der Hasel folgt die andauernde Ausbreitung der Erle, die in allen Diagrammen dieser Gegend durchgehend zu verfolgen ist. Diese Erlenperiode hat in einigen holzführenden Schichten ihre deutlichen Spuren hinterlassen. Die Buche tritt in diesem Abschnitt erstmals auf, hat aber nur geringe Werte zu verzeichnen, die nicht an die Erlenprozente heranreichen. In der obersten Probe erscheint als letztes Glied der Waldbildung die zahme Kastanie. Ihre weitere Ausbreitung fehlt uns hier, da die obersten Torfschichten als subrezente Ablagerungen uns keine einwandfreien Spektren mehr liefern können.

Die Anknüpfung der pollenanalytischen Befunde an die archaeologische Chronologie auf Grund der Kulturschichten der steinzeitlichen Siedelung am Lago di Viverone wird bei der zusammenfassenden Besprechung der Moore des Piemont versucht werden.

8. Moor am Mte. Mottarone (930 m ü. M.).

Am Ostabhang des Mte. Mottarone (1491 m) befindet sich ob Stresa im Tal der Scoccia ein ausgedehntes Torfmoor. Auf der Alp Giardino (932 m) nimmt dieses seinen Anfang und zieht sich zu beiden Seiten der Scoccia bis über die Alpe Scoccia hinaus. Seine Länge beträgt über 1 km und seine Breite 150—200 m. Das Südende ist durch den Bau der elektrischen Bahn auf den Mte. Mottarone zerstört worden. Das Moor ist von den Bergbauern in den Kriegsjahren sehr stark genutzt worden, es wurden über 1,5 m Torf gestochen, hauptsächlich in der Gegend der Alpe Scoccia. Die hohen Stichwände sind jedoch zerfallen und auf den nackten Torfflächen hat sich eine Vegetation angesiedelt, die deutliche Regenerationsstadien zum Hochmoor zeigt. Leider ist hier aber der Zutritt des Viehs zu gross, das zur Tränke an die Scoccia kommt und dadurch ist die Vegetationsdecke

zerstört worden. In den letzten Jahren wurde zudem mit der Entwässerung des südlichen Teil des Moores begonnen, tiefe Gräben durchziehen schon die Torflager.

Im südlichen Teil, in der Umgebung der Quelle der Scoccia ist die Vegetationsdecke des Moores noch eine ursprüngliche, da dort nach Aussage einheimischer Hirten schlechter, sandiger Torf vorhanden ist, der beim Trocknen auseinander fällt. Obwohl viele Teile des Moores hier ebenfalls stark vom Vieh begangen sind, so erkennt man doch noch deutliche Entwicklungsstadien der Oberflächenvegetation. An vertieften, wasserzügigen Stellen scheint als erstes Stadium das *Caricetum rostratae* ausgebildet, mit

Carex rostrata
Menyanthes trifoliata
Equisetum palustre
Eriophorum angustifolium
Juncus filiformis
Ranunculus flammula

Hieraus entwickelt sich das *Caricetum limosae*, das an einigen Stellen des Moores als erstes Stadium der Verlandung ausgebildet zu sein scheint. Es ist vertreten durch:

Carex rostrata
Menyanthes trifoliata
Trichophorum caespitosum
Carex Davalliana
— *pilulifera*
Carex rostrata
Eriophorum angustifolium
Juncus filiformis
Potamogeton coloratus (Landform)
Scorpidium scorpioides

Diese Gesellschaft geht dann in ein *Caricetum Davallianae* über, welches hier ausgebildet ist mit:

Carex Davalliana
Eriophorum angustifolium
Carex panicea
— *rostrata* (Relikt)
— *Hostiana*
— *flava Oederi*
Molinia coerulea
Pinguicula vulgaris
Caltha palustris
Trichophorum caespitosum
Potentilla erecta
Parnassia palustris
Primula farinosa
Viola palustris
Juncus filiformis
Myosotis palustris
Gentiana verna
Scorpidium scorpioides

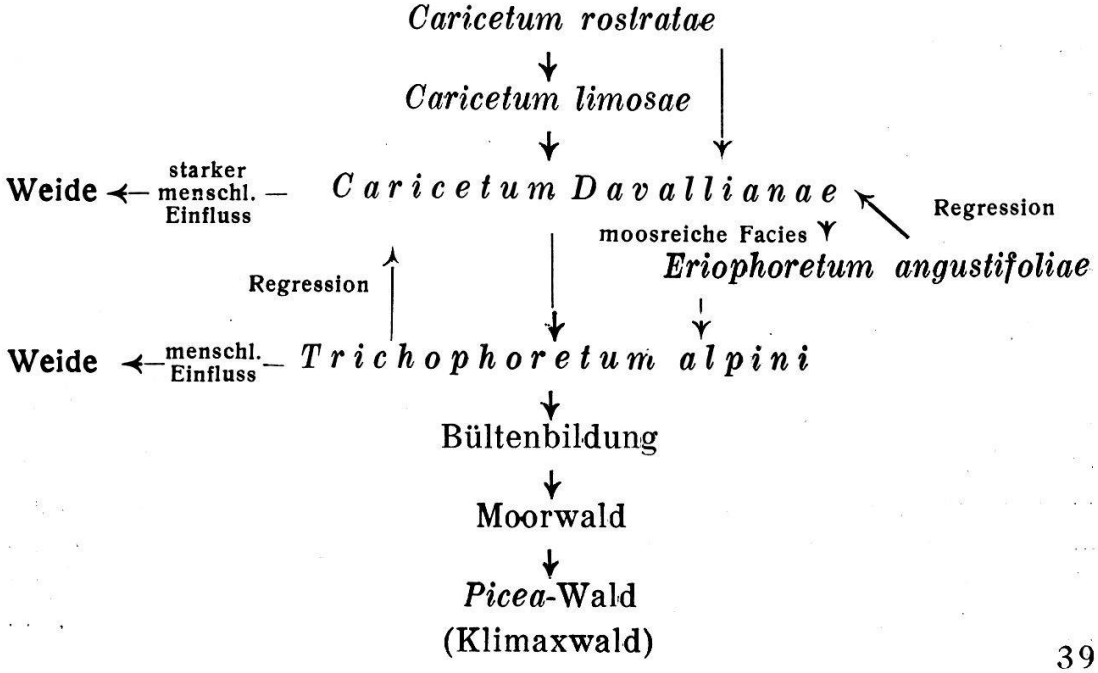
An wasserzügigen Stellen geht das *Caricetum Davallianae* in eine moosreiche Facies über, aus der sich ein *Eriophoretum angustifoliae* entwickelt, das zum *Trichophoretum alpini* überleitet mit

Trichophorum alpinum	*Equisetum palustre*
Rhynchospora alba	— *limosum*
Molinia coerulea	*Eriophorum angustifolium*
Carex panicea	*Agrostis canina*
— *flava Oederi*	*Potentilla erecta*
— *elata*	*Parnassia palustris*
— *Davalliana*	*Viola palustris*
— *fusca*	*Pinguicula vulgaris*
Drosera intermedia	*Sphagnum acutifolium*
	— *subsecundum*

Dieses *Trichophoretum alpini* enspricht wohl dem *Rhynchosporetum trichophoretosum alpini*, das von Koch für die Nordschweiz und von Früh und Schröter für die höher gelegenen Moore der montanen Stufe der Schweiz angegeben und beschrieben worden ist. Es ist in Mitteleuropa allgemein verbreitet und wird von Bertsch, Paul, Rudolph und Sigmond für die Nachbargebiete beschrieben.

An den Stellen, die durch den Bergbauern beeinflusst sind, entwickelt sich aus dieser Pflanzengesellschaft das Weideland. An unberührten, trockeneren Orten dagegen ist noch der Anfang einer Bültenbildung zu beobachten, die durch das Auftreten von *Calluna vulgaris*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum acutifolium* und *S. subsecundum* eingeleitet wird.

Als schematisches Bild der Vegetationsentwicklung der Moordecke am Mte. Mottarone ergibt sich somit:



Die Wälder sind heute im Gebiet des Moores sehr zurückgedrängt worden, um Weideland zu erhalten. Die Waldgrenze ist auf 800—850 m hinuntergedrückt worden, die Baumgrenze liegt schon bei ca. 1000 m. In den letzten Jahren sind nun grosse Aufforstungen im Gebiet des Mte. Mottarone im Gange. Aus den grossen Baumgärten bei S. Borromeo an der Mottarone-Bahn sind allein im Jahre 1928 80,000 Birken und Fichten an die kahlen Hänge des Berges gepflanzt worden, um wieder eine Bewaldung zu erhalten, die der natürlichen Waldgrenze folgt.

Bei der Probeentnahme ergab sich bei der Alpe Gardino der folgende innere Aufbau des Moores:

0— 14 cm Abraum, zum Teil noch lebendes Sphagnumpolster
14— 35 cm *Sphagnum*reicher Caricestorf H_{2-3} B_{0-1} R_2 V_0 F_0
35— 95 cm *Eriophorum*reicher Caricestorf
bei 40 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_1
bei 60 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_1
bei 90 cm H_{4-5} B_1 R_{1-2} V_0 F_1
95—112 cm Hypnumtorf H_6 B_{1-2} R_1 V_0 F_0
112—115 cm Lehm mit viel Sand und Kies
115 cm — anstehender Fels.

Die Abb. 10 zeigt uns einen für diese Höhenlage recht interessanten Entwicklungsverlauf des Waldbodens. Während der Tannenperiode setzt die Untersuchung ein. Der Tanne am nächsten kommt die Kiefer, ihre Kurve zeigt ein markantes Fallen, worin wir die ausklingende Kiefernzeit erkennen, welche von der Tannenperiode abgelöst worden ist. Die Komponenten des Eichenmischwaldes sind mit ganz beträchtlichen Werten vertreten, die vereinzelt die Tannenprozente übertreffen. Die Erle zeigt erst im späteren Verlauf der Waldentwicklung beträchtlichere Werte. Die Fichte ist ebenfalls schon in der Zählung, sie bleibt aber auf Werte bis zu 9% beschränkt. Hasel und Weide treten im Diagramm nicht besonders hervor. Auf die Tannenperiode folgt die Eichenmischwaldzeit, die in zwei Proben von der Erle beherrscht wird. In diese Zeit fällt das Auftreten der Buche und der zahmen Kastanie. Beide sind jedoch nur mit geringen Werten vertreten, die auf Ferntransport schliessen lassen, uns aber doch die Vergleichsmöglichkeit mit den Diagrammen der Ebene geben. Die obersten Proben zeigen eine erneute Aus-

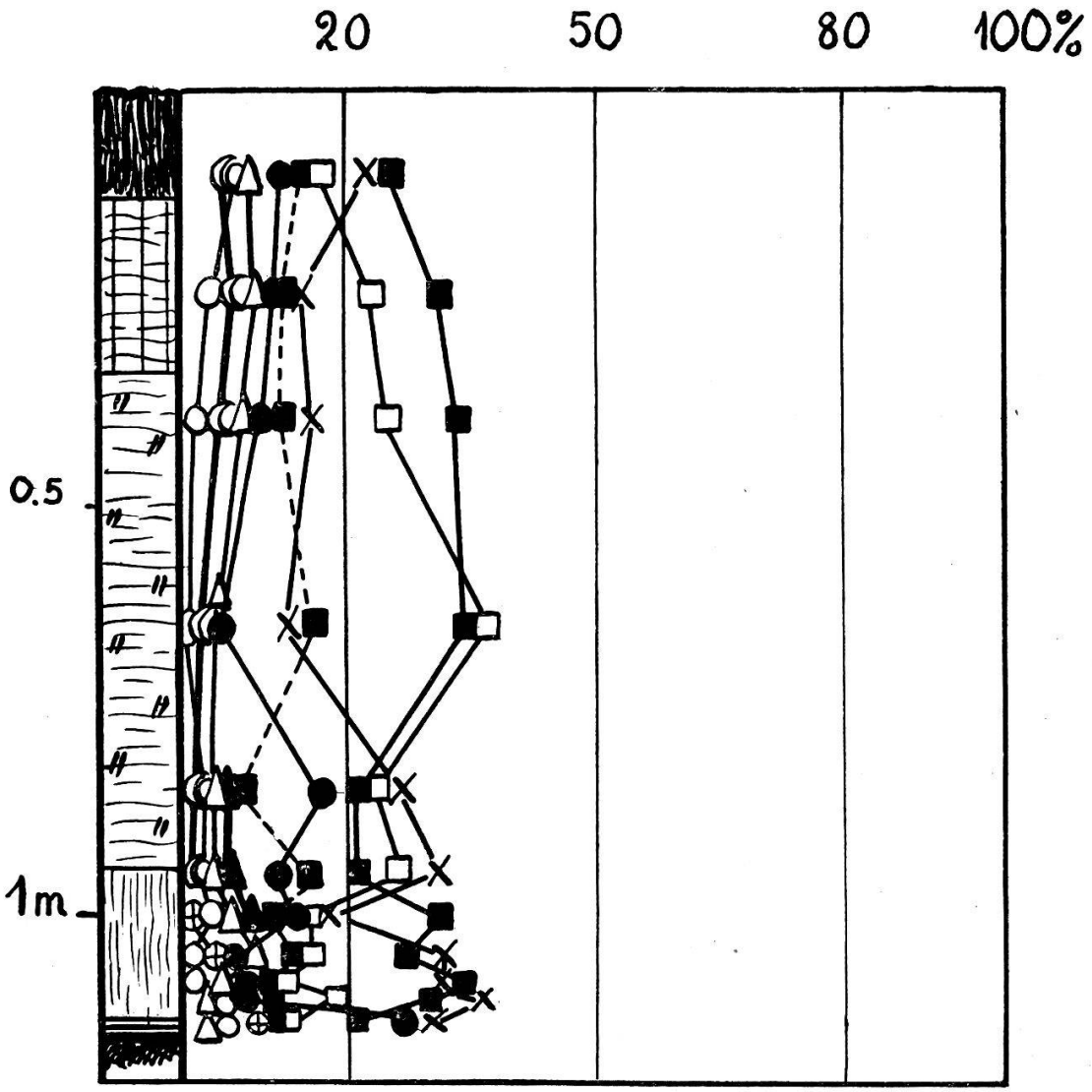


Abb. 10. Mte. Mottarone.

breitung der Nadelhölzer: *Abies*, *Pinus* und *Picea* auf Kosten der Laubhölzer des Eichenmischwaldes, womit die Untersuchung in das heutige Waldbild überleitet. Wir haben für den Mte. Mottarone die folgenden Abschnitte der Waldbildung:

1. Tannen- und Eichenmischwaldzeit, die Kiefer geht bedeutend zurück, deutet aber noch die vorangegangene Kiefernphase an. Die Buche erscheint erstmals.

2. Eichenmischwaldzeit mit vermehrter Erlen- und Haselausbreitung. Die zahme Kastanie ist nachzuweisen, hat aber

nur geringe Werte. Die obersten Spektren verzeichnen eine erneute Ausbreitung der Nadelhölzer.

Zusammenfassung der Moore des Piemont.

Alle acht untersuchten Moore des Piemont, von Turin bis an den Lago Maggiore, zeigen einen sehr gut übereinstimmenden Entwicklungslauf. Eine Birkenzeit ist nicht nachzuweisen; nur die Andeutung einer solchen ist uns in der untersten Probe des Moores am Lago Piccolo d'Avigliana gegeben mit folgendem Spektrum: *Betula* 30%, *Pinus* 68%, *Alnus* 2%. Die Moorbildung hat hier wohl später eingesetzt als in der Gegend der oberitalienischen Seen. Dann folgt die Kiefernzeit, von der uns drei Moore Zeugnis ablegen, wie aus Tab. 1 ersichtlich ist. Neben der Kiefer ist die Birke mit den grössten Werten vertreten, was recht deutlich im Durchschnittspektrum des Moores am Lago Piccolo d'Avigliana zum Ausdruck kommt. Mit fallenden Kiefernwerten erscheinen schon die Laubhölzer des Eichenmischwaldes und treten an die zweite Stelle, wie uns die Spektren der beiden andern Moore lehren. Es ist durchgehend die Eiche, welche den grössten Anteil an der Pollensumme *Quercus* + *Tilia* + *Ulmus* zu verzeichnen hat. Die Erle tritt ebenfalls auf, ohne aber 10% zu übersteigen. Im Unterholz macht sich in bemerkenswerter Weise der Haselstrauch geltend, der im Uebergang zu der folgenden Phase des Eichenmischwaldes eine grössere Verbreitung erlangt. Die Weide ist mit geringeren Werten vertreten, die in den basalen Spektren, im Höhepunkt der Kiefernzeit und vor demselben noch beträchtlichere sind.

Am übereinstimmendsten ist die Eichenmischwaldzeit ausgebildet (Tab. 2). In den tiefer gelegenen Mooren ist diese durchschnittlich mit 44—53% vertreten, während in den höheren Lagen (650 m ü. M.) der Anteil des Eichenmischwaldes auf 28—30% sinkt, aber doch noch deutlich dominiert. In allen Mooren kommt der Eiche der Hauptanteil an dieser Pollensumme zu, er ist stets bedeutend grösser als der von Linde und Ulme zusammen. Letztere bleiben sich einander fast gleich; in den Mooren von Avigliana überwiegt die Linde um wenige Prozent die Ulme, während im Becken von Ivrea das Umgekehrte der Fall ist, der Anteil der Ulme ist etwas grösser

als derjenige der Linde. Im Durchschnitt ist das Verhältnis *Quercus : Tilia : Ulmus* wie 4 : 1 : 1.

Sehr gross ist der Anteil der Erle geworden und um so grösser, je höher das Moor gelegen ist. Am See von Alice superiore übertreffen die Erlenwerte den Eichenmischwald in zahlreichen Proben, was aber wohl nur für die nähere Umgebung des Sees zutreffen mag, da auf den weiten Moorflächen, die den verlandeten, einst bedeutend grössern See darstellen, reichliche Erlenbüsche vorkommen, welche früher noch zahlreicher gewesen sein können. Die Kiefer ist noch reichlich vertreten als Zeichen der vorausgegangenen Kiefernperiode, ihre Werte werden aber zusehends geringer und verschwinden in den obersten Proben fast gänzlich. Die Birke ist nur mehr ganz unbedeutend in der Zählung vorhanden. Die Buche ist erschienen, sie verzeichnet aber nur in einzelnen Mooren Werte über 10%. Sie tritt in der westlichen Provinz Piemont später auf und hat noch nicht die Ausbreitung erlangt wie in den östlicheren Provinzen Lombardei und Venetien. Die Kastanie erscheint am Ende der Eichenmischwaldzeit und ist in stetiger Ausbreitung begriffen. In den höher gelegenen Mooren wird an Stelle der Laubbäume der Anteil der Nadelhölzer Fichte und Tanne grösser. Zur Zeit des Eichenmischwaldes übertrifft die Tanne diesen in zahlreichen Proben. Auf die Kiefernzeit folgt hier eine Tannenphase, wie wir eine solche in den höher gelegenen Mooren des schweizerischen Mittellandes und der Voralpen (K e l l e r 1928) und zum Teil in den südlichen Alpentälern haben (K e l l e r 1930). Die Fichte tritt gegenüber der Tanne ziemlich zurück und bleibt auf Werte unter 10% beschränkt. Einzig am Lago di Viverone zeigt diese grössere Werte als die Tanne. Da uns hier aber nur ein Teil der Waldgeschichte erhalten ist, haben wir keinen Anhaltspunkt, ob nicht auch in dieser Gegend noch eine Zeit grösserer Tannenausbreitung herrschte.

Im Unterholz sind die Hasel und die Weide zu erwähnen. Die Weide ist zu Anfang dieser Epoche noch regelmässig in den Proben vorhanden, in jüngeren Spektren aber fehlt sie, oder ist nur mehr sporadisch nachzuweisen. Die Hasel zeigt im Uebergang von der Kiefernzeit zur Eichenmischwaldzeit eine stärkere Verbreitung und erlebt im Laufe der Laubwaldperiode vereinzelt noch Werte über 20%. In diesen Spektren reicht sie nahe an den Anteil der Erle her-

an, die von den übrigen Waldbildern, den Eichenmischwald ausgenommen, die grössten Pollenwerte liefert.

Das Alter dieser Moorbildungen ist sicher postglazial, wie aus den Angaben von Penck und Brückner, Tamarelli u. a. hervorgeht, die bei Besprechung der einzelnen Moore angeführt worden sind. Nach welchem Rückzugstadium die Moorbildung eingesetzt hat, darüber fehlen die Anhaltspunkte, da die Moränen und Glazialerscheinungen der Stadien in den tiefen Lagen der Moore nicht mehr zu bemerken sind; sie sind meist auf die Talhintergründe und Talhänge beschränkt. Es ist aber anzunehmen, dass die Besiedelung der Mulden durch die Pflanzenwelt und die damit verbundene Moorbildung erst nach dem grössten Rückzugsstadium, dem Bühl-Stadium, eingesetzt hat, obwohl dieses seine Spuren nur noch in beträchtlichen Höhen der Alpentäler hinterlassen hat, da der Kurvenverlauf in allen Diagrammen ein kontinuierlicher ist. Dies wäre wohl nicht der Fall, wenn ein Rückzugsstadium (Bühlstadium) die Entwicklung der Pflanzenwelt und vorab die der Wälder gehindert, aufgehalten oder gestört hätte, was aber in keinem Diagramm der Fall ist.

Tabelle 1.

Kiefernzeit der Moore des Piemont.

	Lago Piccolo d'Avigliana 356 m	Lago Grande d'Avigliana 352 m	San Giovanni Ivrea 405 m	Alice superiore 650 m	Montalto-Dora 280 m	Roda-Ivrea 235 m	Lago di Viverone 230 m	Mte. Mottarone 930 m
Pinus	70%	55%			60%			
Betula	15%	4%			11%			
Eichenmischwald .	11%	34%			21%			
Quercus	7%	28%			16%			
Tilia	3%	4%			4%			
Ulmus	1%	2%			1%			
Alnus	4%	7%			8%			
Corylus	18%	21%			11%			
Salix	0%	4%			6%			

Tabelle 2.

Eichenmischwaldzeit der Moore des Piemont.

	Lago Piccolo d'Avigliana 356 m	Lago Grande d'Avigliana 552 m	San Giovanni-Ivrea 405 m	Alice superiore 650 m	Montalto-Dora 280 m	Roda-Ivrea 235 m	Lago di Viverone 230 m	Mte. Mottarone 930 m
Eichenmischwald .	44%	48%	51%	30%	45%	53%	51%	28%
Quercus	33%	37%	35%	18%	36%	31%	31%	18%
Tilia	6%	7%	8%	8%	5%	9%	9%	5%
Ulmus	5%	4%	8%	4%	4%	13%	11%	2%
Alnus	11%	12%	12%	35%	19%	24%	20%	21%
Pinus	37%	23%	18%	10%	24%	10%	15%	12%
Betula	8%	5%	7%	3%	5%	6%	4%	4%
Fagus			1%	4%		6%	5%	2%
Picea		3%		5%	2%		4%	5%
Abies		7%	2%	12%	5%	1%	1%	24%
Castanea		2%	0%	1%				4%
Corylus . . .	11%	15%	19%	13%	14%	10%	8%	12%
Salix	3%	4%	10%	3%	3%	2%	2%	3%

B. Moore der Lombardei.

Moore bei Varese.

Die Gegend um den Lage di Varese ist reich an Torflagern. Von diesen habe ich die Moore Brabbia, Cazzago und dasjenige am Lago di Ganna besucht. Alle liegen im Bereich der Moränen der letzten Vereisung, was sich deutlich auf der Karte von Tamarelli ersehen lässt.

Von zwei Seiten her ergossen sich nach Penck und Brückner (1910) die Eismassen in das Gebiet des heutigen Luganersees und seiner Umgebung. Von Norden her kam über den Monte Ce-

neri ein starker Ast des Tessingletschers, dem längs der Tresa ein zweiter zufloss, von Osten kam über den Sattel von Porlezza ein Hauptarm des Addagletschers. Diese Eismassen füllten das Becken von Lugano und überfluteten den San Salvatore (915 m), sie gabelten sich im Süden und ein Arm zog sich von Porto Ceresio in die Gegend von Varese, wo er zur Zeit der grössten Entfaltung mit dem Langenseegletscher zusammenstiess. Das ganze Becken von Varese war von Eismassen angefüllt. Ein Wall von Jung-Endmoränen umschlingt nach Penck und Brückner den 27,5 m tiefen See von Varese und hat diesen wohl abgedämmt. Die Moorbildung in den Mooren bei Varese ist also postglazial; die Würm-eiszeitliche Schneegrenze wird von den obigen Autoren auf mindestens 1600 m veranschlagt, die Hügel um Varese lagen also noch im Bereich der Schneedecke. Wenig ist über die postglazialen Stadien bekannt. Die Spuren der Rückzugs-Vereisungen bleiben auf die Talhintergründe der südlichen Alpentäler beschränkt. So finden sich nach der Ansicht von Penck, die von Brückner bestätigt worden ist, auf dem Malojapasse die Endmoränen eines Forno-Gletschers des Daunstadiums (siehe in Keller 1930).

9. Moor Brabbia bei Varano (245 m ü. M.).

Zwischen Varano und dem nördlich gelegenen Lago di Varese breitet sich auf der Ostseite des Canale Brabbia ein weites Torfmoor aus. Während der Kriegsjahre hat die Seidenfabrik in Varano das Torfmoor allseitig abgebaut. Es sind ausser den Verbindungsbändern der einzelnen Stichwände keine intakten Profile zu finden. Zu beiden Seiten dieser teils schon recht schmalen Bänder hat es Torfaushubflächen, die schon über 4 m tief mit Wasser gefüllt sind. In diesen Becken blühen in üppiger Pracht die Seerosen: *Nymphaea alba*, oft in ihrer var. *rosea*, *N. lutea*, wir finden ferner *Phragmites communis*, *Cladium mariscus*, *Potamogeton natans*, submerse Wiesen von *Myriophyllum* spec. Die weniger tiefen Gruben und Kanäle sind von *Carex stricta*-Horsten umsäumt. Die Oberflächenvegetation dieser schmalen Torfbänder ist zu der eines Torfauflegeplatzes geworden und in den Randpartien oder gänzlich abgetorften Teilen zu Riedwiesen kultiviert worden.

An einer der mächtigsten Torfwände ergab sich das folgende Profil:

0— 15 cm Abraum, Wurzelschicht der Oberflächenvegetation.

15—190 cm Caricestorf, mit reichlichen *Phragmites-*, *Eriophorum latifolium-* und *Equisetum*resten.

bei 60 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 100 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 150 cm H_{4-5} B_2 R_2 V_0 F_0

Die Radizellen überwiegen im mikroskopischen Bild neben den Pollenkörnern der *Gramineen* und *Cyperaceen.* Vereinzelt finden sich schon *Sphagnum*-Sporen, häufig sind Pilzhyphen vorhanden.

190—255 cm Hypnumtorf mit noch zahlreichen Radizellen.

bei 200 cm H_5 B_2 R_{1-2} V_0 F_0
bei 250 cm H_{6-7} B_{1-2} R_1 V_0 F_0

Zu den pflanzlichen Resten der vorigen Torfart kommen noch Sporen von *Athyrium filix femina* und *Lycopodium inundatum.*

255—450 cm Lebertorf. Neben den erwähnten Pflanzenresten sind noch *Ericaceen*-Pollentetraden häufig.

450—622 cm Seekreide.

622 cm— geblich-grüner Lehm.

Das Diagramm von Brabbia-Varese (Abb. 11) gibt uns einen vollständigen Entwicklungsverlauf des postglazialen Waldbildes. Als erste Phase erkennen wir eine Birkenzeit, wie wir sie auch auf der Nordseite der Alpen nachweisen können. Der Birke kommt die Weide am nächsten, diese beiden Bäume waren also auch in der Lombardei die Pioniere des postglazialen Waldbildes, denen sich dann die Kiefer beigesellte und ihren Anteil bald übertraf. Bemerkenswert ist hier das sehr frühe Vorhandensein der Laubhölzer des Eichenmischwaldes, es sind Eiche und Linde, denen in späteren Proben die Ulme folgt. Die Hasel ist ebenfalls schon vorhanden. Dann breitet sich die Kiefer mächtig aus, wir treten in den zweiten Entwicklungsabschnitt, in die Kiefernzeit. Hier geht nun der Anteil der Birke rasch zurück und der Eichenmischwald beginnt sich auszubreiten. Die Erle tritt auf, sie erhält aber erst im Verlauf des folgenden Abschnittes eine grössere Ausbreitung. Auf die über-

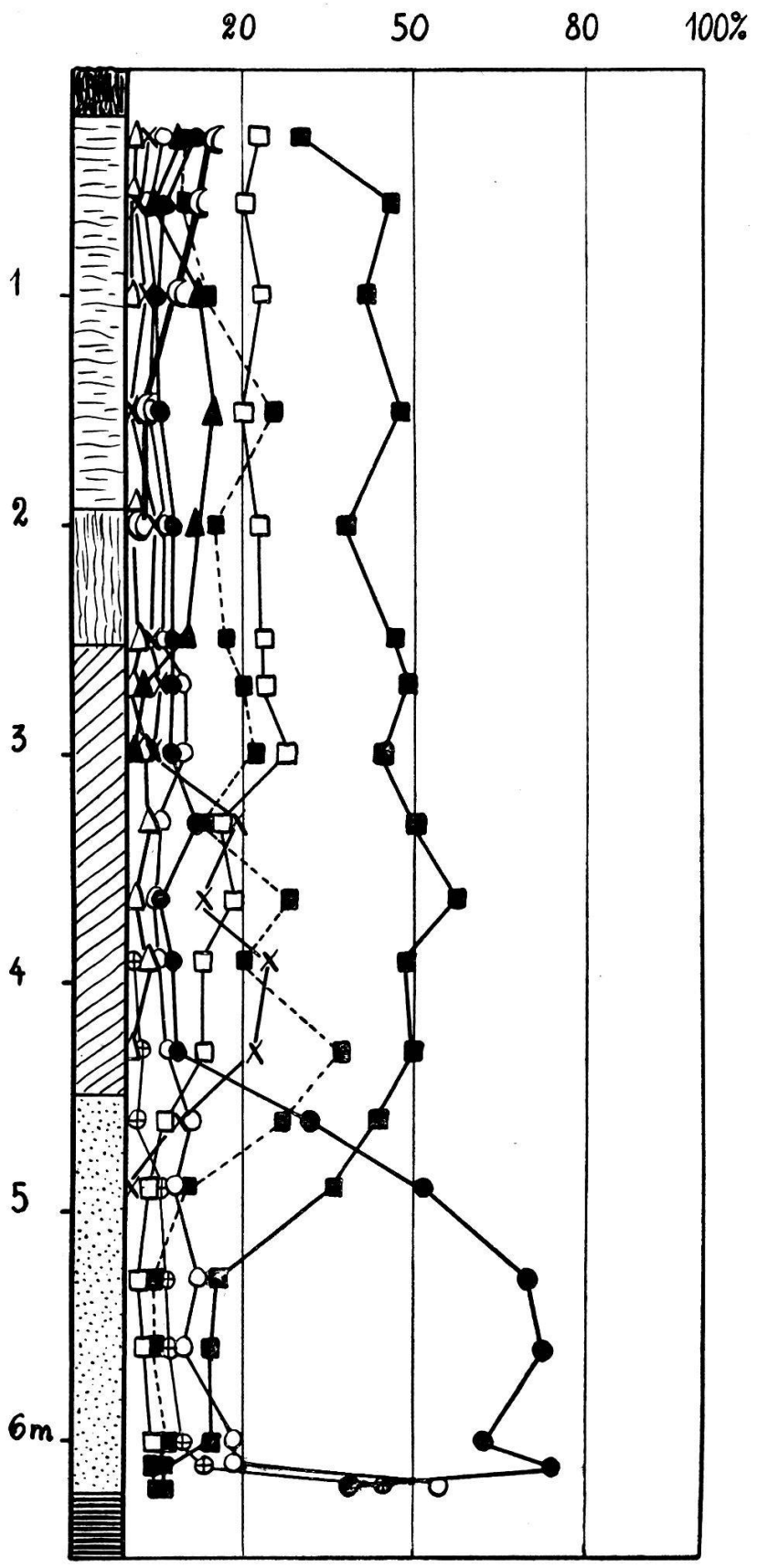


Abb. 11. Brabbia-Varese.

ragende Dominanz der Kiefer, 61—74% *Pinus* folgt die Vorherrschaft des Eichenmischwaldes, der aber nicht mehr so hohe Werte verzeichnet, 30—57%, da das Waldbild schon aus mehreren Komponenten sich zusammensetzt und die charakteristische Waldarmut der früheren Postglazialzeit nicht mehr besteht. Zu Beginn der Eichenmischwaldzeit bemerken wir eine deutliche vermehrte Ausbreitung der Hasel; ganz den gleichen Befunden sind wir in den Diagrammen aus dem Piemont begegnet. Die Tanne tritt auf, sie verzeichnet aber nach anfänglichen grösseren Werten, 18—25%, *Abies*, nur mehr geringen Anteil an den Pollenniederschlägen. Nach der Tanne erscheint auch die Fichte, deren Werte aber stets nur geringe bleiben. In die Zeit der vermehrten Verbreitung der Erle fällt das Auftreten der Buche, die zeitweise der Erle am nächsten kommt. Dann erscheint die zahme Kastanie, die mit zunehmender Entwicklung stets wachsende Werte verzeichnet, um in der obersten Probe der Erle am nächsten zu kommen. Mit den Eichenmischwald-Erlen-Kastanien-Spektren leitet die Untersuchung in die heutige Waldzusammensetzung über.

Wir haben in diesem Diagramm die folgenden Abschnitte der postglazialen Waldgeschichte:

1. Birkenzeit.
2. Kiefernzeit.
3. Eichenmischwaldzeit mit anfänglich vermehrter Ausbreitung der Hasel. Auftreten der Tanne, Fichte, Buche und Kastanie. Grössere Verbreitung der Erle und wachsende Ausbreitung der Kastanie.

10. Moor bei Cazzago (240 m ü. M.).

Zwischen Varano und Cazzago, südlich des Lago di Varese, liegt das bedeutende Torfmoor Cazzago. Es schliesst im Süden an das vorhin besprochene Moor Brabbia an. Auch in diesem Torflager war in den Kriegsjahren ein grosser Torfbetrieb im Gange, so dass sich auch hier nur noch an schmalen Torfbändern vollständige Schichtfolgen vorfinden. Im Laufe der Torfnutzung, die schon seit Jahrzehnten betrieben wird, sind zahlreiche Pfahlbaufunde gemacht worden, weshalb diesem Diagramm eine besondere Bedeutung zukommt. Die Artefakte gehören nach Montelius in die ältere Bronzezeit.

Die bis über 4 m tiefen, mit Wasser völlig erfüllten Aushubflächen und die Entwässerungskanäle sind an ihren Rändern von einem dichten Röhricht erfüllt, das sich zusammensetzt aus:

Typha angustifolia	*Phragmites communis*
— *latifolia*	*Iris pseudacorus*
Schoenoplectus lacustris	*Carex elata*
Cladium mariscus	*Alisma plantago*

Dieses Röhricht scheint ein *Scirpeto-Phragmitetum* zu sein, wie es von Koch u. a. für die Nordschweiz beschrieben worden ist. Die Oberflächenvegetation ist die eines Torfauslegeplatzes, sie hat aber ihren ursprünglichen Charakter völlig eingebüsst.

Als inneren Aufbau des Torflagers ergab sich bei der Bohrung:

0— 25 cm Abraum.

30—280 cm Caricestorf, ausgeprägter Seggentorf, aus verfilzten *Cyperaceen*resten gebildet, in den untern Schichten reichlich Schilffragmente,

bei 40 cm H_2 B_1- R_2 V_0 F_0, etwas lehmig, wohl durch lokale Ueberschwemmung.

bei 75 cm H_3 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

130-145 cm V_2 V = *Alnus*

bei 150 cm H_5 B_2 R_2 V_1 F_0

bei 200 cm H_4 B_2 R_2- V_0 F_0, schon reichlich *Phragmites*-Rhizome.

bei 250 cm H_4 B_2- R_2 V_0 F_0.

280—415 cm Phragmitestorf, reiner Schilftorf, in dem Andersson (1910) grosse Mengen von Früchten von *Trapa natans* vorfand, die hier in den verschiedenen Formen eingelagert war: f. *rostrata*, f. *subconocarpa*, f. *verbanensis*. Daneben fand er auch spärlich andere Pflanzenfossilien, nämlich: *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*, *Rhamnus frangula*, *Corylus avellana*, *Salix caprea*, *Carex pseudocyperus*.

Es ist fast reiner Wurzelfilz,

bei 300 cm H_3 B_2- R_{2-3} V_0 F_0

bei 390 cm H_4 B_2 R_{2-3} V_0 F_0.

415—605 cm Lebertorf. In dieser Ablagerung fand Andersson auffallend wenig *Trapa*früchte gegenüber der Häufigkeit in den unteren Teilen des Seggen- und Schilftorfes. Er ist der Ansicht, dass die Wassernuss in den Cazzago-See eben eingewandert war, als die Absetzung der Gyttja (Lebertorf) durch die Torfbildung ersetzt wurde. Er konnte wegen des Wasserreichtums diese Schichten nicht näher untersuchen, er findet es aber wahrscheinlich, dass sich auch hier ein Kiefernhorizont vorfinden würde. Diese Vermutung ist durch unsere Bohrung und die pollenanalytische Durchsicht der Proben bestätigt worden.

605—735 cm Seekreide. Diese Schichten stellen den von Andersson vermuteten Kiefern-Horizont dar.

735 cm— Lehm.

Neuweiler (1905) fand in den Ablagerungen von Cazzago folgende Pflanzenreste, die vor allem in der Nähe des bronzezeitlichen Pfahlbaues gemacht wurden: *Abies pectinata, Corylus avellana, Alnus spec., Castanea sativa = C. vesca, Quercus robur, Vitis vinifera, Trapa natans.* Die Bestimmung von Holzfunden der zahmen Kastanie wird für die Altersbestimmung bronzezeitlicher Schichten im Diagramm von grossem Wert sein, worauf wir im folgenden zu sprechen kommen werden.

Der Entwicklungsgang des Waldbildes für die Gegend des Cazzago-Sees ist uns in der Abb. 12 gegeben. In der ausklingenden Kiefernzeit setzt die Untersuchung ein. Die Laubhölzer des Eichenmischwaldes sind in steter Ausbreitung begriffen. Neben der Birke und der Erle ist auch schon die Tanne vorhanden, im Unterholz notieren wir den Haselstrauch und die Weide. Dann überflügeln die Laubholzwerte diejenigen der Kiefer, wir treten in die Eichenmischwaldzeit ein. Sehr beachtenswert ist hier die vermehrte Haselausbreitung, die am Ende der Kiefernphase einsetzt und bis zu Anfang der Eichenmischwaldzeit andauert. Dies ist ganz in Uebereinstimmung mit den Befunden an dem benachbarten Torfmoor Brabbia. Aus diesem Moor stammen fossile Haselnüsse und Fruchtsteine von *Vitis vinifera*, die im Naturhistorischen Museum in Mailand aufbewahrt sind. Leider fehlt jede Angabe der Tiefe der Funde und der

Torfart, in der diese lagen, sie können deshalb hier nicht ausgewertet werden. Sie stammen wohl aus den oberen Lagen des Lebertorfes (Gyttja), die der vermehrten Haselausbreitung zur Eichenmischwaldzeit entsprechen. Die Erle verzeichnet während der Eichenmischwaldphase dauernd recht beträchtliche Werte, was mit den bisherigen Funden in bestem Einklang steht. Fichte und Buche erscheinen ebenfalls, von ihnen hat aber nur die Buche eine stärkere Verbreitung zu verzeichnen, der Anteil der Fichte bleibt auf unter 5% beschränkt, Werte, die noch dem Ferntransport zugeschrieben werden müssen. Die zahme Kastanie, die nach der Buche auftritt, zeigt stets wachsende Werte und kommt im obersten Spektrum der Buche sehr nahe. Mit den Eichenmischwald - Buchen - Kastanien - Spektren und reichlichem Erlenanteil schliesst das Diagramm ab und vermittelt so den Uebergang in das heutige Waldbild dieser Gegend.

Dieses Moor ist nun wertvoll wegen der bonzezeitlichen Siedelung, die sich in den Torfschichten vorfindet. Leider fehlen uns aber die Angaben über die Tiefe der Fundhorizonte und wir können uns nur auf die Angaben von Neuweiler (1905) stützen. Unter den Holzfunden dieser Schichten bestimmte Neuweiler vor allem schon solche der zahmen Kastanie *(Castanea)*. Der bronzezeitliche Abschnitt im Diagramm kann also nicht vor dem Auftreten der Kastanie liegen. Ein Blick auf das Diagramm (Abb. 12) lehrt uns, dass somit erst die Spektren nach der zweiten Kulmination der Eichenmischwald-Kurve bronzezeitlich sind.

11. Moor am Lago di Ganna (432 m ü. M.).

Nördlich von Varese liegt im oberen Teil des schmalen romantischen Val Ganna der kleine Lago di Ganna. Er ist heute fast völlig verlandet und zeigt recht schöne Sukzessionsstadien an Stellen, wo die Hand des Menschen noch nicht störend eingegriffen und die natürlichen Pflanzengesellschaften zu Streuwiesen umgewandelt hat. Der See nahm einst eine viel grössere Fläche ein, er erstreckte sich nordwärts über das Dorf Ganna hinaus und in südlicher Richtung bis nach San Gemolo, was sich aus den mächtigen Lebertorfschichten im Moorgebiet verfolgen lässt. Die Moorvegetation ist am Südufer des Sees noch am natürlichsten, sie war aber zur Zeit meines Be-

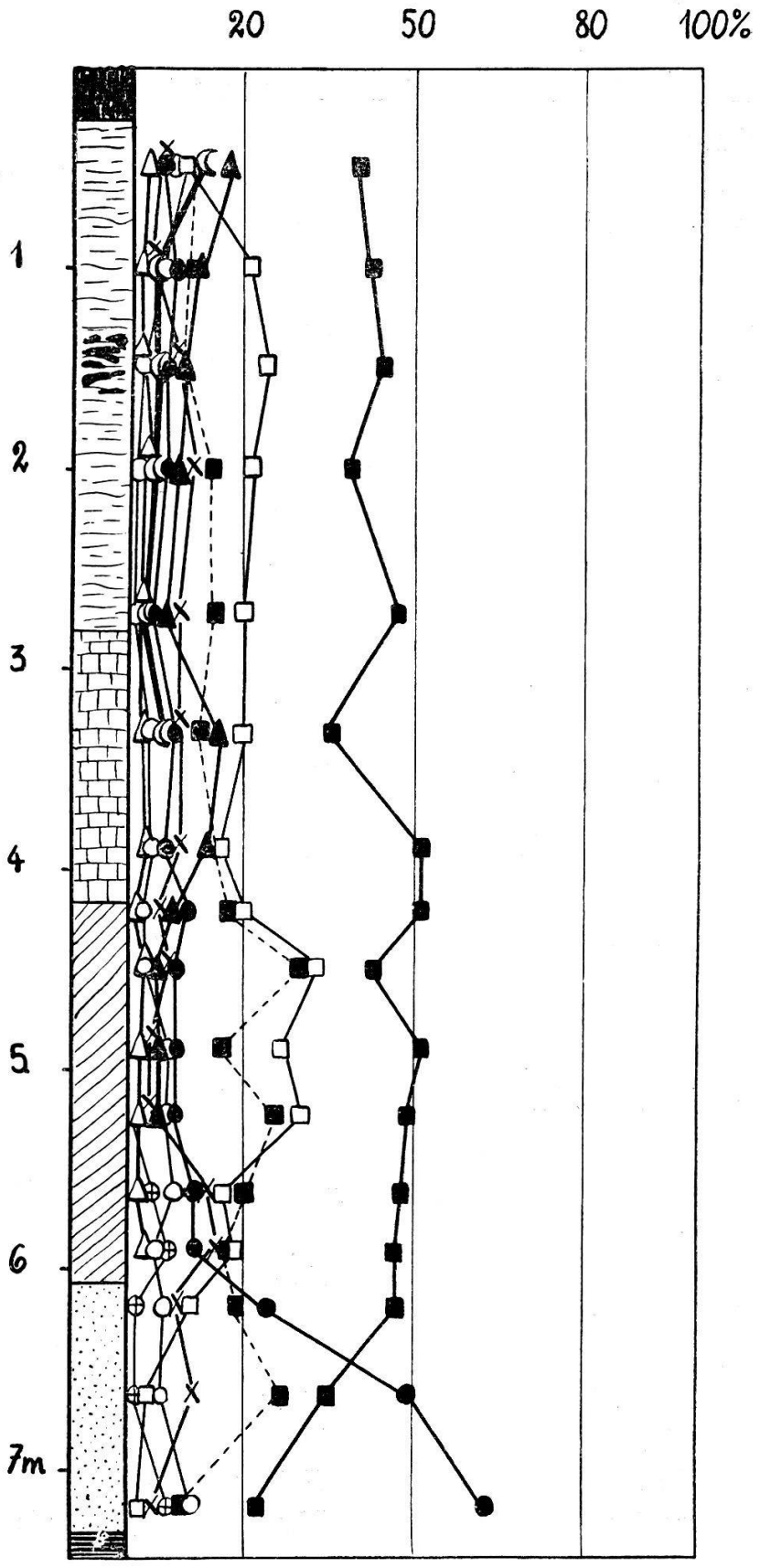


Abb. 12. Cazzago-Varese.

suches zufolge des hohen Wasserstandes auf weite Strecken unzugänglich.

Im offenen Wasser herrscht das *Nymphaeetum* mit

Nymphaea alba
— *lutea*
Sparganium minimum
Myriophyllum spec.
Potamogeton gramineus
— *natans*
Chara spec.

Hieran schliesst sich als erstes Verlandungsglied das *Caricetum rostratae* mit

Carex rostrata
— *acutiformis*
Menyanthes trifoliata
Equisetum palustre
Cladium mariscus
Phragmites communis
Iris pseudacorus
Scorpidium scorpioides

In Vertiefungen entwickelt sich hieraus das *Schoenetum ferruginei*, das hier zur Hauptsache zusammengesetzt war aus:

Schoenus ferrugineus
— *nigricans*
Orchis paluster
Primula farinosa
Juncus subnodulosus
Menyanthes trifoliata
Molinia coerulea
Potentilla erecta
Briza media
Eriophorum latifolium
Trichophorum alpinum
Equisetum palustre
Phragmites communis
Carex flava ssp. *Oederi*
— *Hostiana*
— *fusca*
— *panicea*
— *Davalliana*
— *dioeca*
Euphrasia Rostkoviana
Valeriana dioeca
Frangula alnus

An erhöhten und trockeneren Stellen entwickelt sich anstelle des *Schoenetums* das *Caricetum paniceae* und hieraus das *Molinietum*. Ersteres ist vertreten durch

Carex panicea
Molinia coerulea
Carex Hostiana
Eriophorum latifolium
Schoenus ferrugineus
Briza medica
Bromus erectus
Equisetum palustre
Potentilla erecta
Lysimachia vulgaris
Menyanthes trifoliata
Lotus corniculatus
Galium verum
Phragmites communis

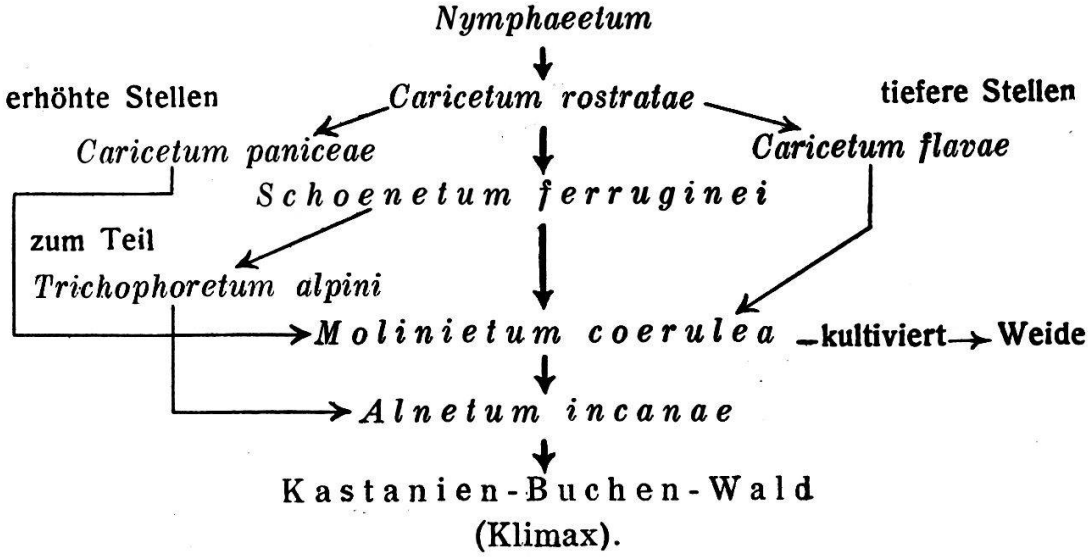
Manchmal schiebt sich noch ein *Trichophoretum alpini* ein. Den Abschluss bildet das Molinietum coeruleae, das dann durch die Entwässerung der Randgebiete des Moores in Weideland übergeht.

Den gleichen Verlauf der Verlandung können wir auch am benachbarten Lago di Ghirla (435 m ü. M.) verfolgen. Dieser schmale, etwas längere See liegt nordwärts der Wasserscheide von Valganna und sendet seine Wasser in die Margorabbia, die bei Luino in den Lago Maggiore mündet, während der Ausfluss aus dem Lago di Ganna in den Lago di Varese fliesst. An den Ufern des Lago di Ghirla entwickelt sich aus dem *Molinietum coeruleae* ein *Alnetum incanae* mit einer Strauchschicht aus:

Alnus incana	*Frangula alnus*
Fraxinus excelsior	*Populus alba*
Salix cinerea	*Castanea sativa*
— *purpurea*	*Betula verrucosa*
— *nigricans*	*Fagus silvatica*
Ligustrum vulgare	*Rosa spec.*

Hieraus bildet sich dann an den ansteigenden Hängen der Kastanienwald heraus, aus dem die goldgelben Blüten des Besenginsters und das helle Grün der Buchen herausleuchten und dem die honigsüssen Blüten der *Robinia pseudacacia* ihren besonderen Duft verleihen.

Für diese beiden Seen ergibt sich folgendes schematische Bild des Sukzessionsverlaufes der Verlandung:



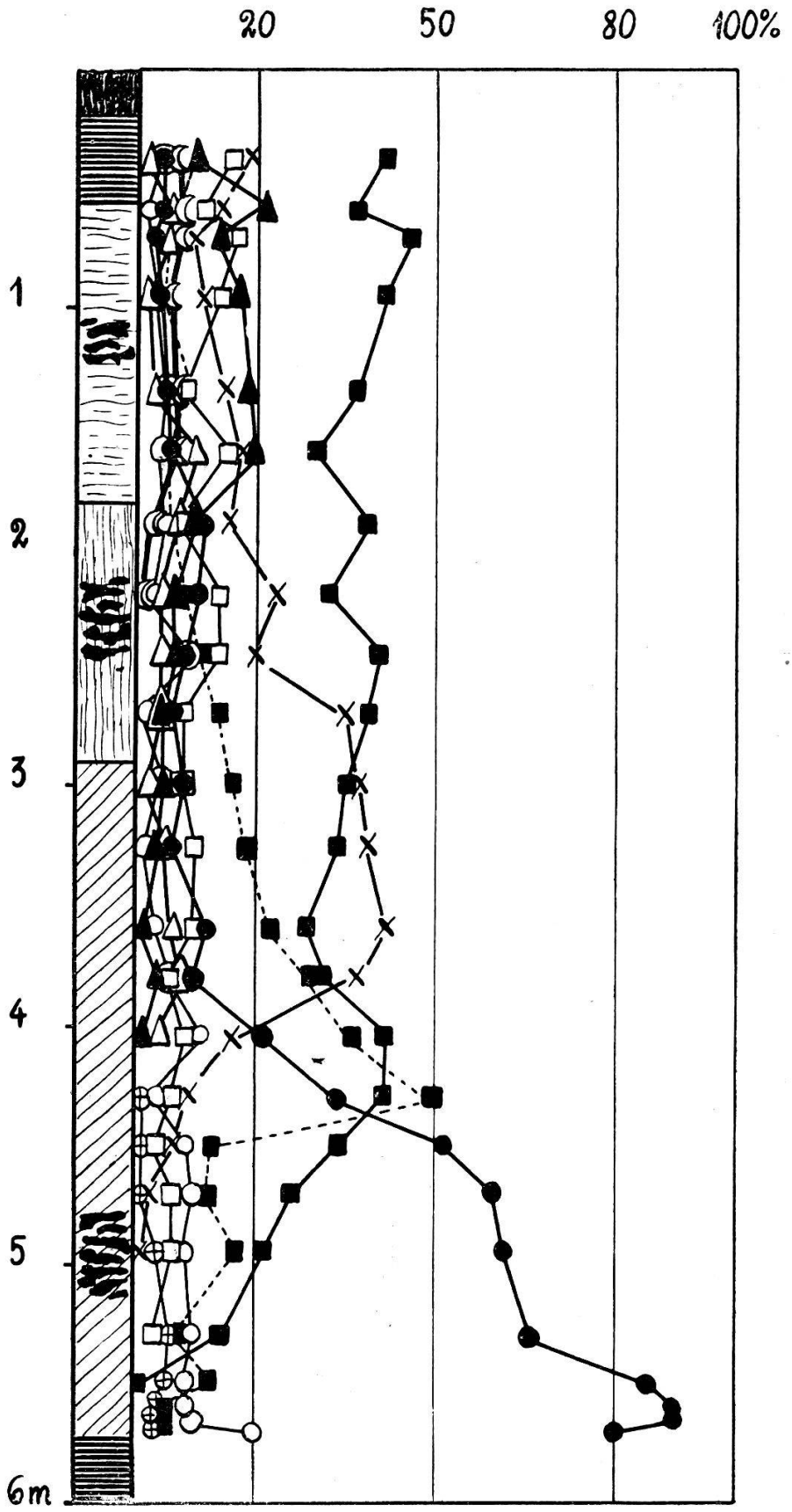


Abb. 13. Lago di Ganna.

Die Entwicklung des Kastanien-Buchenwaldes aus dem *Alnetum incanae* entspricht hier der Sukzession zum Buchenwald *(Fagetum silvaticae)* auf der Nordseite der Alpen in entsprechenden Höhenlagen, wie sie von Koch für die Linthebene und von Siegrist für das Aaretal beschrieben worden ist.

Als Schichtfolge ergab sich bei der Bohrung am Südende des Lago di Ganna bei San Gemolo:

0— 20 cm Abraum, rezente Wurzelschicht.

20— 32 cm Lehm, durch lokale Ueberschwemmung eingelagert.

32—180 cm Caricestorf, in den obersten Schichten noch stark lehmig,

bei 50 cm H_2 B_1 R_2 V_0 F_0

bei 90 cm H_3 B_{1-2} R_2 V_0 F_0 mit *Eriophorum latifolium*-Fragmenten

bei 120—132 cm V_2 V = *Alnus*

bei 150 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0

bei 170 cm H_5 B_2 R_2 V_0 F_0.

Die Pustelradizellen der *Gramineen* und *Cyperaceen*, sowie deren Pollen sind sehr häufig, daneben Pollentetraden von *Typha* spec. und Sporen von *Athyrium filix femina* und *Dryopteris filix mas.*

180—290 cm Hypnumtorf mit zahlreichen *Equisetum*-Fragmenten,

bei 220 cm H_6 B_2 R_2 V_0 F_0

bei 245—260 cm V_2 V = *Alnus*

270 cm H_6 B_{1-2} R_2 V_0 F_0 stark sandig

290—575 cm Lebertorf, oft sehr sandig, bei 497—505 cm V_2 V = *Alnus* und *Corylus.*

575 cm — Lehm mit viel Sand.

Das Diagramm vom Lago di Ganna (Abb. 13) zeigt gegenüber den Diagrammen von Brabbia (Abb. 11) und Cazzago (Abb. 12) deutliche regionale Unterschiede zufolge der grösseren Höhenlage und der besonderen Lage des Untersuchungsgebietes als zwischen zwei Bergketten von über 1000 m Höhe eingelagert, zwischen den Mte. Martiga (1032 m) im Osten, den Mte. Minisfreddo (1042 m) und den Mte. Piambello (1129 m) im Westen.

Bei Beginn der Moorbildung herrschte die ausgeprägte Kiefernzeit. Neben der dominierenden Kiefer, 80—90% *Pinus*, ist erst die Birke vorhanden, im Unterholz der Haselstrauch und die Weide. Dann wandern die Laubhölzer des Eichenmischwaldes ein, unter denen die Eiche stets vorherrscht. Die Erle und die Tanne treten ebenfalls auf. Mit den steigenden Werten des Eichenmischwaldes hat auch der Haselstrauch eine stete Zunahme zu verzeichnen. Die vermehrte Haselausbreitung steigert sich in dieser Höhenlage zu einer Haselzeit. Diese ist aber auf eine einzige Probe beschränkt. Ihre zeitliche Uebereinstimmung mit dem Anstieg der *Corylus*kurve in den bisher besprochenen Diagrammen ist eine sehr gute. Dann übernehmen die Laubhölzer die Führung im Waldbild, wir sind in der Eichenmischwaldzeit. Zu Anfang dieser Periode verzeichnet die Tanne eine starke Ausbreitung, ihre Kurve überlagert diejenige des Eichenmischwaldes, es schiebt sich eine Tannenphase ein, wie wir sie vom Moor am Mte. Mottarone her kennen und der wir auch in den Mooren der höher gelegenen südlichen Alpentäler wieder begegnen (Keller 1930). In diesen Abschnitt fällt das Auftreten der Fichte und der Buche, wobei letztere erst in den jüngeren Spektren stärker vertreten ist und dem herrschenden Eichenmischwald näher kommt. Die Kastanie, die ebenfalls in diesem Abschnitt erscheint, erfährt aber nicht wie in den tiefer gelegenen Mooren einen stetigen Anstieg ihrer Kurve, ihre Werte bleiben in dieser Höhenlage auf unter 10% beschränkt. Mit den Eichenmischwald - Tannen - Buchen - Spektren haben wir den Uebergang in das rezente Waldbild. Die holzführenden Schichten fallen jeweils in die vermehrte Ausbreitung der Erle.

Wir können den Entwicklungsgang des Waldbildes im Val Ganna aus diesem Diagramm vom Lago di Ganna in folgende Phasen gliedern:

1. Kiefernphase mit anfänglich reichlichen Birkenwerten, Auftreten der Tanne.
2. Haselphase mit der Ausbreitung der Tanne.
3. Eichenmischwald - Tannenphase mit dem Erscheinen von Fichte und Buche zur Zeit der Tannenvorherrschaft. Auftreten der Kastanie und starke Ausbreitung der Buche im zweiten Abschnitt der Eichenmischwaldperiode.

Moore der Brianza.

Das Gebiet zwischen Como und Lecco, die Brianza, ist reich an Torfmooren und in Verlandung begriffener Seen. Alle diese Ablagerungen liegen innerhalb der Jung-Endmoränen, die sich nach Penck und Brückner nicht so deutlich zu einem Moränenamphitheater gliedern, wie diejenigen bei Ivrea (Dora Baltea-Gletscher) und bei Rivoli-Turin (Dora Riparia-Gletscher). Sie gruppieren sich zur Hauptsache um zwei Fächer der Gletscherzungen. Ein Arm des Adda-Gletschers hat sich bei Como-Mendrisio fächerförmig in die Ebene hinaus ergossen. Im westlichen Teil dieses Zungenbeckens liegt das früher beschriebene Moor von Coldrerio bei Mendrisio (Keller 1930). Im östlichen Teil dieses Fächers befindet sich das mächtige Torflager von Albate bei Como (Abb. 14). Weit beträchtlicher muss der Fächer des Armes des Adda-Gletschers gewesen sein, in den sich derjenige von Lecco auflöste. Das Zungenbecken dieses Fächers spannt ein weit grösseres Becken. Der grösste Teil der Brianza liegt innerhalb dieser Jung-Moränen. Von den zahlreichen Torfmooren dieser Gegend wurden diejenigen am Lago di Alserio (Abb. 15), am Lago di Pusiano (Abb. 16) und am Lago di Annone (Abb. 17) untersucht. Diese Ablagerungen sind alle postglazial. Ueber die postglazialen Stadien dieser Gegend wissen wir aber recht wenig und wir sind nicht in der Lage, den Beginn der Moorbildung einer Epoche nach einem Rückzugsstadium einzuordnen. Diese haben, wie schon auf Seite 44 erwähnt worden ist, nur in den höher gelegenen Alpentälern ihre Spuren hinterlassen.

12. Moor bei Albate-Como (270 m ü. M.).

Zwischen Albate bei Como und dem etwas südlicher gelegenen Senna-Comasco findet sich ein bedeutendes Torflager. In den Kriegsjahren wurden hier von einer grossen Seidenspinnerei der Umgebung beträchtliche Mengen Torf abgebaut und als Brennstoff für die Betriebe verwendet. Heute ist jede Torfnutzung durch die Fabrik und durch die Bewohner der umliegenden Höfe und Dörfer erloschen. Die ausgedehnten tiefen Aushubflächen bilden ein dichtes Röhricht von *Cladium mariscus, Typha latifolia, Iris sibirica, I. pseudacorus, Phragmites communis.* Zahlreiche breite Kanäle entwässern

die noch vorhandenen Torflager, die zum Teil schon zu Weide- und Ackerland kultiviert worden sind. Die Torfgräben und die mit Wasser angefüllten Aushubflächen dienen heute der Fischzucht und beherbergen eine nur hier gezogene Forellenart.

Als Torfprofil wurde erschlossen:

0— 22 cm Abraum, rezente Wurzelschicht der angrenzenden Wiese.

22—235 cm C a r i c e s t o r f mit zahlreichen sandig-lehmigen Zwischenlagen. Der kompakte Torf ist von pechschwarzen *Equisetum*resten und *Eriophorum latifolium*-Fasern durchsetzt. Die *Typha*-Pollen sind recht häufig.

bei 40 cm H_2 B_1 R_2- V_0 F_0 lehmig-sandig
bei 70 cm H_{2-3} B_{1-2} R_2 V_0 F_0 mit *Menyanthes*-Samen
bei 110 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 150 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0 mit zahlreichen *Eriophorum latifolium*-Fragmenten
bei 180 cm H_5 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 210 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0 sandige Probe.

235—300 cm Sand und Lehm.

300—463 cm L e b e r t o r f

bei 345—350 cm V_2 V = *Alnus*.

463 cm — Sand und Kies.

Das Profil von Albate hat doch ein vollständiges Bild der postglazialen Waldgeschichte ergeben, trotz der 65 cm mächtigen Lehmschicht und Sandablagerung, welche die Schichtfolge unterbricht. Als erste Phase ist die K i e f e r n z e i t (Abb. 14) ausgebildet, in der *Pinus* mit 52—70% eindrucksvoll dominiert. Der Anstieg der Birkenkurve gegen die basalen Schichten mag als Anzeichen einer vorausgegangenen Birkenperiode gedeutet werden, die an einigen Mooren der Brianza nachgewiesen werden konnte. Hasel und Weide sind ebenfalls vorhanden, verzeichnen aber nur unbedeutende Werte. Die Erle erscheint in der nächsten Probe und hat eine langsame aber stetige Ausbreitung. Im Lebertorf finden sich zahlreiche Erlenwerte als Zeugen der früheren beträchtlichen Verbreitung der Erle. Die Laubhölzer des Eichenmischwaldes, vorab die Eiche, breiten sich nun mächtig aus und überflügeln die Kiefernwerte, wir sind in der E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. Zu Beginn dieser Periode ver-

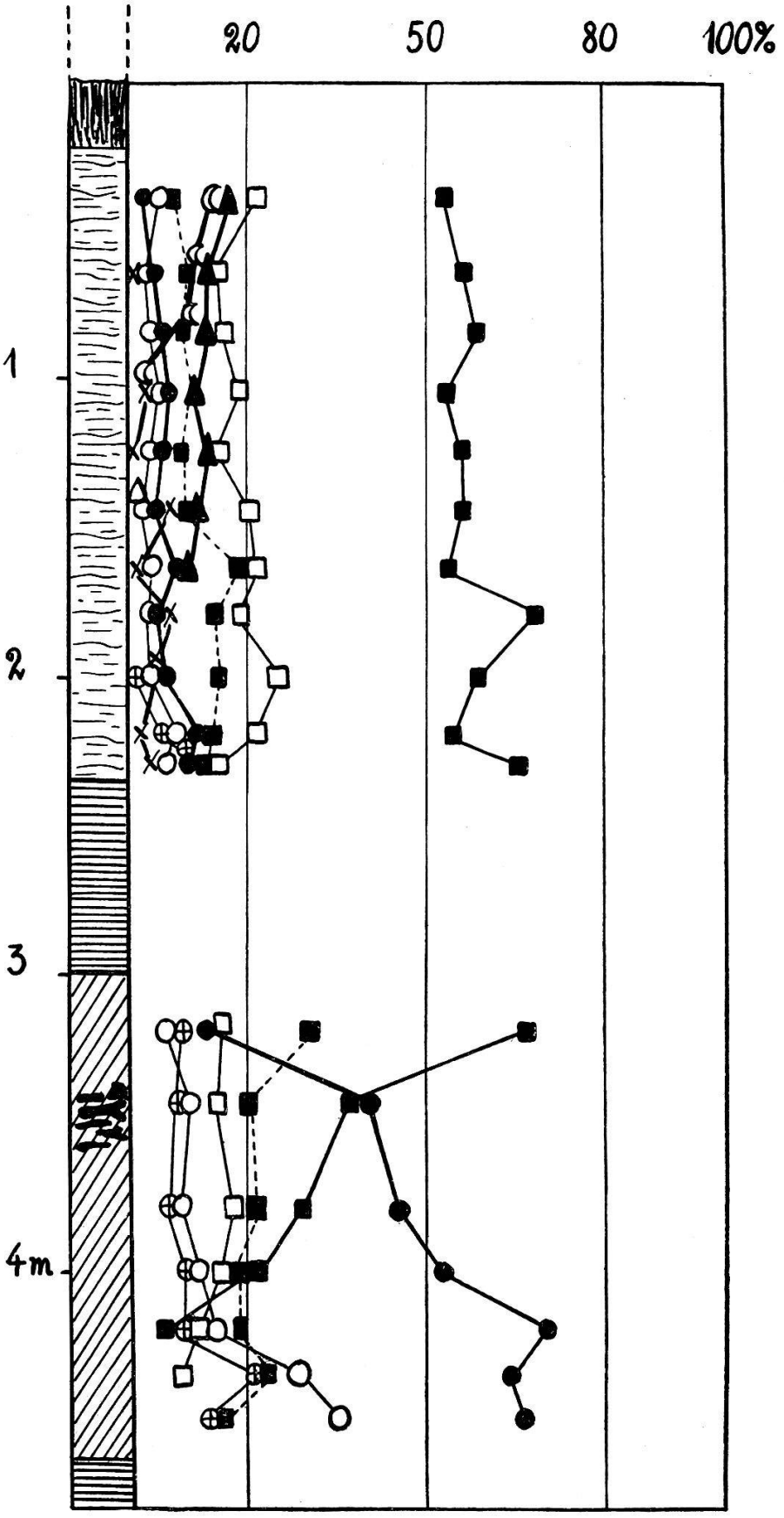


Abb. 14. Albate-Como.

zeichnet die Hasel eine vermehrte Ausbreitung. Dann wird die Entwicklung durch die Ueberlagerung einer Lehm- und Sandschicht unterbrochen. Die nun folgenden Proben zeigen aber, dass diese Zwischenlagerung nur lokalen Charakters ist, denn die Entwicklung des Waldbildes ist in keiner Weise gestört worden und schliesst lükkenlos an das letzte Spektrum an. Es ist möglich, dass ein Teil einer Moräne der nächsten Umgebung in das Moor hineingerutscht ist, oder dass ein Teil durch Ueberschwemmungen das Moor überlagert hat. Ganz ähnliche Fälle treffen wir im Becken von Udine. In die nun folgende Periode des Eichenmischwaldes fällt die vermehrte Ausbreitung der Erle, die nun dauernd dem Eichenlaubwald am nächsten kommt. Tanne und Fichte treten auf, sind aber mit nur geringen Werten vorhanden. Das Auftreten der Fichte bleibt auf ein einziges Spektrum beschränkt. Die Buche tritt auf und gewinnt an Ausbreitung, ohne jedoch den Erlenanteil zu übertreffen. Als letzter Waldbildner erscheint die zahme Kastanie und verzeichnet stets wachsende Werte, die in den obersten Proben denen der Buche nahe kommen. Der noch verbleibende Teil der Entwicklung und der Uebergang in das rezente Waldbild fehlen uns zufolge des stattgefundenen Abbaues.

Wir können aus diesem Entwicklungsverlauf folgende Abschnitte herausschälen:

1. K i e f e r n z e i t mit anfänglich bedeutenden Birkenwerten, Auftreten der Erle und der Komponenten des Eichenmischwaldes.
2. E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. Vermehrte Haselausbreitung zu Anfang der Periode und spätere stärkere Verbreitung der Erle. Tanne und Fichte nur unbedeutend vorhanden. Die Buche ist ein wechselnder Bestandteil. Zuletzt erscheint die Kastanie, die sich dauernd ausbreitet.

13. M o o r a m L a g o d i A l s e r i o (260 m ü. M.).

Im westlichen Teil der anmutigen Pian d'Erba liegt der kleine Lago di Alserio. Die Weinberge und die Kastanienhaine reichen bis nahe an seine Ufer. Nur ein kleiner Streifen moorigen Geländes trennt diese noch vom offenen Wasser. Am Südufer steigen die Gehänge gegen das malerische Monguzzo an und die Kastanienwälder reichen bis hart an die Ufer des Sees. Die Nord- und Westseite des

Sees dagegen ist von einem ansehnlichen Flachmoor eingenommen, in das aber schon die durch Melioration gewonnenen Streuewiesen vordringen. Während der Kriegsjahre wurde bei Carcano-Parravicino Torf abgebaut, heute findet jedoch keine Torfnutzung mehr statt. Die Moore sind zum Teil schon bis zu einem dichten Röhricht des offenen Wassers heran kultiviert.

Auf den dichten Schilfgürtel des offenen Wassers, an den man zufolge des hohen Wasserstandes nicht herankommt, folgt das *Caricetum rostratae* mit

Carex rostrata
— *acutiformis*
— *panicea*
Menyanthes trifoliata
Phragmites communis
Cladium mariscus
Equisetum palustre
Scorpidium scorpioides

Die noch sehr lockere Vegetationsdecke, meist an Stellen mit einem hohen Wasserstand, weist oft erst blosse Horste auf. Da, wo es trockener ist, wird *Carex panicea* häufiger, gefolgt von *C. Hostiana*, wir verfolgen den Uebergang zum *Caricetum paniceae* mit:

Carex panicea
Molinia coerulea
Carex Hostiana
— *rostrata*
— *flava*
Eriophorum latifolium
Equisetum palustre
Ranunculus flammula
Phragmites communis
Potentilla erecta
Orchis morio
Pedicularis palustris
Menyanthes trifoliata
Briza media
Galium verum
Gentiana pneumonanthe
Schoenus ferrugineus
Sanguisorba officinalis

Meistens folgt auf diese Assoziation schon die vom Menschen geschaffene Streuewiese, die durch Entwässerung und Saat gebildet wird. An einzelnen Stellen lässt sich noch die Weiterentwicklung zum *Schoenetum nigricantis* verfolgen, das hier ausgebildet ist mit:

Schoenus nigricans
Orchis paluster
Schoenus ferrugineus
Primula farinosa
Menyanthes trifoliata
Potentilla erecta
Molinia coerulea
Briza media
Eriophorum latifolium
Phragmites communis

Carex dioeca	*Carex Davalliana*
— *panicea*	*Polygala amara*
— *Hostiana*	*Orchis incarnatus*
Equisetum palustre	*Valeriana dioeca*
Galium verum	*Frangula alnus*
	Filipendula ulmaria

Vereinzelt bildet sich hieraus eine *Eriophorum latifolium*-Fazies heraus. Wenn der Mensch den natürlichen Entwicklungsgang nicht hemmen würde, was nur noch an wenigen Stellen der Fall ist, so folgte auf das *Schoenetum nigricantis* das *Alnetum incanae*. Dieses ist aber nur in Bruchstücken noch vorhanden und zeigt den Uebergang zum Klimax, dem Kastanien-Buchenwald.

Der innere Aufbau des Torflagers war:

0— 18 cm Abraum, rezente Wurzelschicht mit kräftigen Schilf- und *Carices*rhizomen.

18— 55 cm Caricestorf mit zahlreichen Fragmenten von *Phragmites*, *Eriophorum latifolium*, *Equisetum* spec.
bei 40 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0.

55—125 cm Lebertorf, der schon sehr lehmig ist.

125 cm — Lehm mit viel Sand.

Trotz der geringen Mächtigkeit des Torflagers ist uns in den Proben vom Lago di Alserio doch fast der ganze Entwicklungsgang des Waldbildes erhalten (Abb. 15). Die unterste Probe zeigt uns noch die Kiefernzeit, in welcher die Birke mit beträchtlichen Werten vertreten ist, ebenso die Weide. Dann folgt als zweiter Abschnitt die Eichenmischwaldzeit. Den Laubhölzern, unter denen auch hier die Eiche am stärksten vertreten ist, kommt von den übrigen Waldbildnern die Erle dem herrschenden Laubwald am nächsten. Die Hasel zeigt im Uebergang von der Kiefernzeit in die Eichenmischwaldphase eine deutlich grössere Ausbreitung, der wir auch in den schon besprochenen Mooren im gleichen Abschnitt in den Diagrammen begegnet sind. Die Tanne bleibt auf ein einziges Vorkommen zu Anfang der Eichenzeit beschränkt. Dann erscheint die Buche, breitet sich dauernd aus, erreicht aber noch nicht den Anteil der Erle. Die obersten Proben verzeichnen das Auftreten der Kastanie, deren Werte aber unbedeutende sind. Der Uebergang in

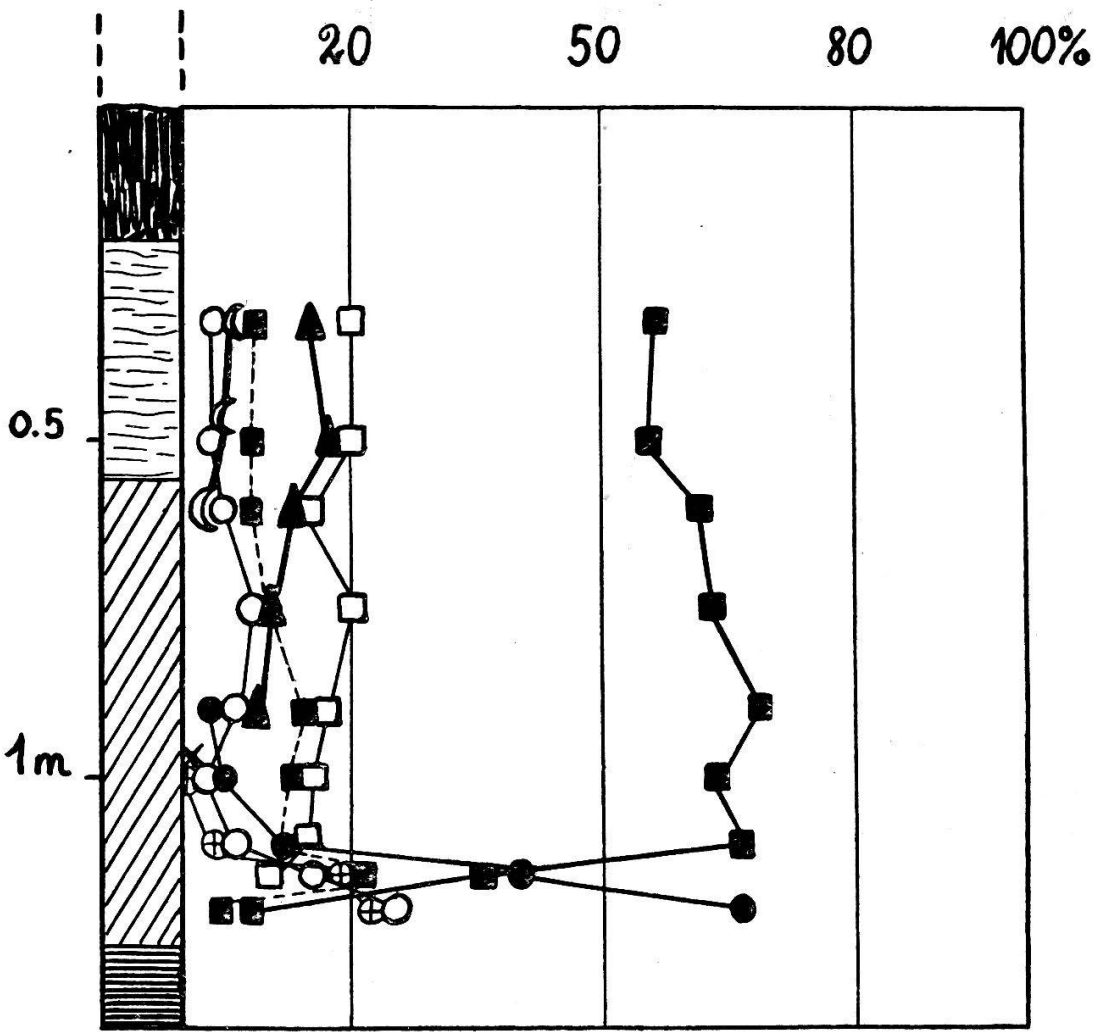


Abb. 15. Lago di Alserio.

das heutige Waldbild fehlt uns hier zufolge des grossangelegten Abbaues, dem dieses Torfmoor in den Kriegsjahren unterworfen war.

Am benachbarten Lago di Montorfano (394 m ü. M.) sind keine Torfbildungen zu beobachten. Auf das Röhricht des offenen Wassers mit *Nymphaea alba, Cladium mariscus, Phragmites communis, Typha latifolia* folgt das *Caricetum rostratae*, wie am Lago di Alserio, das im vorstehenden besprochen worden ist. Seine Ausbildung ist aber hier auf eine schmale Zone beschränkt, worin wir noch den Uebergang zum *Schoenetum nigricantis* verfolgen können. Diese Gesellschaft geht dann wie am benachbarten Lago di Alserio ebenfalls in ein *Alnetum incanae* über. Der Erlenbuschwald entwikkelt sich zum Kastanienwald, der hier die Hänge rings um

den See bekleidet und stellenweise bis fast an die Ufer reicht, weshalb die Verlandungsstadien nicht mehr erhalten sind. Am Abhang des Mte. Croce (524 m) war seine Zusammensetzung die folgende:
Baumschicht:

Robinia pseudacacia
Fagus silvatica
Fraxinus excelsior
Castanea sativa
Quercus robur
Betula pendula

Strauchschicht:

Juniperus communis
Carpinus betulus
Sarothamnus scoparius
Calluna vulgaris
Ruscus aculeatus
Frangula alnus
Alnus incana
Cytisus nigricans
Spiraea ulmaria

Krautschicht:

Eupteris aquilina
Dryopteris filix mas
— *filix femina*
Luzula nivea
Silene nutans
Festuca ovina
Melampyrum pratense
Vincetoxicum officinale
Platanthera longifolia
Galium vernum
— *rubrum*
Saponaria ocymoides
Hieracium spec.

Mooschicht:

Polytrichum formosum

Die gleiche Zusammensetzung der Kastanienwälder finden wir im Tessin (Keller 1930, Rikli 1907).

14. Moor am Lago di Pusiano (260 m ü. M.).

Der schönste See der Brianza ist der Lago di Pusiano. Südlich des Dorfes Pusiano breitet er sich im östlichen Teil der Piano d'Erba aus. Eine besondere Zierde ist die mit Zypressen bepflanzte kleine Insel in der Nähe des Nordufers. Seine ausgedehnten Torflager sind fast vollständig ausgebeutet worden. Die mächtigen Aushubflächens sind nur zum Teil verlandet und die Oberfläche zeigt eine spärliche Vegetation zufolge der nur mehr geringen Mächtigkeit der darunter liegen Torflager und der zeitweisen Ueberschwemmungen. Stellenweise ist der Torf bis auf die Seekreide abgebaut

worden, welche heute nackt an der Oberfläche liegt und der Wiederbesiedlung durch die Pflanzenwelt Stand hält. Wo noch Torflager übrig geblieben sind, wurden diese durch Entwässerung in fruchtbare Mais-, Roggen- und Gerstenfelder umgewandelt.

Am Nordostufer des Sees, das oft monatelang überschwemmt ist und bei meinem Besuch einen hohen Wasserstand zeigte und auf weite Strecken unbegehbar war, ergab sich bei der Bohrung der folgende Schichtwechsel:

0— 15 cm Abraum, Wurzelschicht der sehr spärlichen Vegetationsdecke.

15— 80 cm Caricestorf,
bei 50 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0.

80—630 cm Seekreide. An anderen Stellen ist diese Ablagerung über 8 m mächtig. Mit vielen Kieselalgen, vornehmlich *Navicula* spec., *Pinnularia* spec.

630 cm — Lehm.

In den Proben aus diesen Ablagerungen ist uns nur ein Teil der postglazialen Waldgeschichte erhalten, wie uns die Abb. 16 deutlich zeigt. Zur ausgeprägten Kiefernzeit setzt die Untersuchung ein. Neben der mit 80—87% dominierenden Kiefer findet sich nur noch die Birke und im Unterholz die Weide, der sich in den folgenden Proben dann die Hasel zugesellt. Die höheren Werte der Birke in den basalen Schichten (19—20% *Betula)* deuten darauf hin, dass die Birke auch hier mit Kiefer und Weide der Pionier des Waldbildes war. Sehr früh erscheinen die Laubbildner des Eichenmischwaldes, eingeleitet von der Eiche, später gefolgt von der Linde und Ulme. Nach ihnen tritt auch die Erle auf. Die für die frühe Postglazialzeit charakteristische Waldarmut ist uns hier für die Brianza recht eindrucksvoll nachgewiesen. Die Werte der Birke bleiben noch in zahlreichen Proben an zweiter Stelle, erst nach dem Auftreten der Tanne erfährt der Eichenmischwald seine Zunahme. In das Ende der Kiefernzeit fällt die vermehrte Haselausbreitung, die hier recht deutlich ausgebildet ist. In diesem Abschnitt tritt die Fichte auf, deren Werte aber diejenigen der Tanne nicht erreichen. Die starke Ausbreitung der Tanne führt zu ihrer Dominanz, die aber auf ein einziges Spektrum beschränkt bleibt. Im benachbarten Moor am Lago di Ganna (Abb. 17) ist die Tannendominanz eine deutlichere,

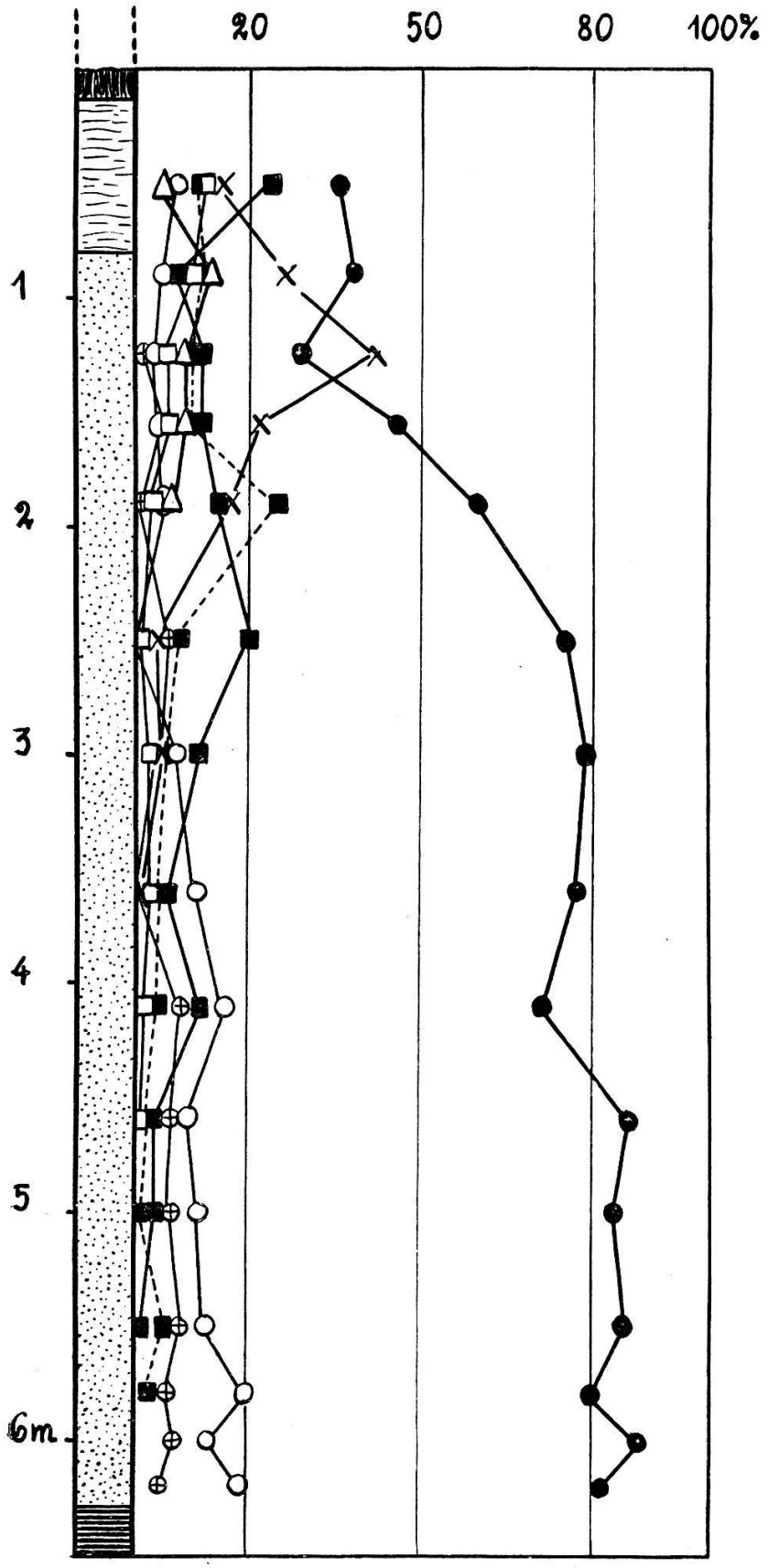


Abb. 16. Lago di Pusiano.

dort ist, wie am Lago di Ganna (Abb. 13) eine Tannenphase zwischen die Kiefernzeit und die Eichenmischwaldperiode eingeschaltet. Nach der Tanne herrscht hier wieder die Kiefer vor, wir bemerken aber schon die sehr starke Ausbreitung des Eichenmischwaldes im Anstieg seiner Kurve. Zufolge des allseitigen Abbaues der Torflager an diesem See ist uns die mächtige Eichenmischwaldzeit nicht mehr erhalten.

Aus diesem Torfmoor sind nach Andersson (1910) fossile Haselnüsse bekannt. Die Tiefe ihres Vorkommens und die Torfart, aus der sie stammen, sind nicht angegeben, so dass diese Funde hier nicht ausgewertet werden können. Sie stammen möglicherweise aus den oberen Seekreideschichten und sind in der Zeit der vermehrten Haselausbreitung abgelagert worden.

15. Moor am Lago di Annone (230 m ü. M.).

Westlich des Lago di Pusiano breitet sich der Lago di Annone aus, den die von Civate südlich hinziehende Landzunge fast in zwei Hälften teilt. Der See ist durch seinen Fischreichtum (Aale, Hechte, Karpfen, Barben) bekannt. Das Etui des Torfbohrers ist von eifrigen Fischern oft mit dem Futteral einer Fischerrute verwechselt worden; erst wenn der neugierige Frager den Bohrer in den Händen wog, verschwand der Zweifel an einer Fischerrute. Der See liegt reizend eingebettet zwischen den Monte Barro im Osten und den Monte Cornizzolo im Nordosten, im Norden liegt das thronende Civate mit der ehrwürdigen, von den Langobarden gegründeten Kirche San Pietro und nach Süden öffnet sich die Landschaft in die sanften Hügel der Brianza. Die Torfmoore an den Ufern des Sees sind ebenfalls dem Abbau während der Kriegsjahre zum Opfer gefallen. Die ursprüngliche Oberfläche ist wohl nirgends mehr erhalten. Die Moore am Nordufer des Lago di Annone gegen Civate, die noch am mächtigsten sind, sind sehr lange überschwemmt, so dass sich im Sommer *Nymphaea alba* als «Landform» mitten in den *Schoenus nigricans*-Komplexen vorfindet.

Das erbohrte Profil ist recht bemerkenswert durch seinen Wechsel von Torf-Seekreide-Torf, worin sich deutlich Seespiegelschwankungen erkennen lassen. Als Schichtwechsel ergab sich:

0— 35 cm Abraum, bei der Probeentnahme unter Wasser.

35—175 cm C a r i c e s t o r f mit kräftigen Schilfrhizomen, die bis in tiefe Seekreideschichten hinunterreichen, und *Carices*-Wurzeln.

bei 50 cm H_2 B_{2-3} R_{2-3} V_0 F_0
bei 95 cm V_2 V = *Alnus*
bei 150 cm H_4 B_0 R_2 V_2 F_0
bei 155—162 cm V_2 V = *Alnus*

175—225 cm L e b e r t o r f. Mit vereinzelten Radizellen und Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*, Sporen von *Lycopodium* spec., *Sphagnum* spec.

225—360 cm S e e k r e i d e mit zahlreichen Molluskenschalen und Kieselalgen: *Navicula* spec., *Pinnularia* spec.

An Mollusken wurden bestimmt:

Bythinia tentaculata *Valvata alpestris*
Limnaea ovata *Planorbis marginatus*
Pisidium nitidum

bei 280—295 cm V_2 V = *Alnus*
bei 325—360 cm V_2 V = *Alnus*.

360—420 cm M o o s t o r f mit vorherrschenden *Hypnum*-Resten

bei 380 cm H_6 B_{1-2} R_1 V_2 F_0 V = *Alnus*

420 cm — blau-schwarzer L e h m mit Sand.

Das Diagramm vom Lago di Annone (Abb. 17) ergänzt dasjenige vom Lago di Pusiano (Abb. 16), das nur die Kiefernzeit und die Tannenausbreitung veranschaulichte. Die erste Periode der Kiefernvorherrschaft fehlt in diesem Diagramm. In der T a n n e n p h a s e setzt die Untersuchung ein. Die Kiefer ist schon im Abnehmen begriffen, ihre fallende Kurve deutet jedoch die vorausgegangene Kiefernzeit noch an. Die Werte des Eichenmischwaldes kommen den Kieferprozenten am nächsten, sie steigen stets auf Kosten der letzteren. Fichte und Buche sind ebenfalls auch schon vorhanden. Auf den Rückgang der Tanne folgt die Ausbreitung des Eichenmischwaldes und der Erle. Wir sind in der E i c h e n m i s c h w a l d z e i t, die bis in die rezenten Spektren andauert. Die starke Ausbreitung der Erle hat im Holzgehalt der unteren Seekreideschichten und im Moostorf ihre deutlichen Spuren in zwei holzführenden Horizonten hinterlassen. Unter den dominierenden Laubhölzern ist es dau-

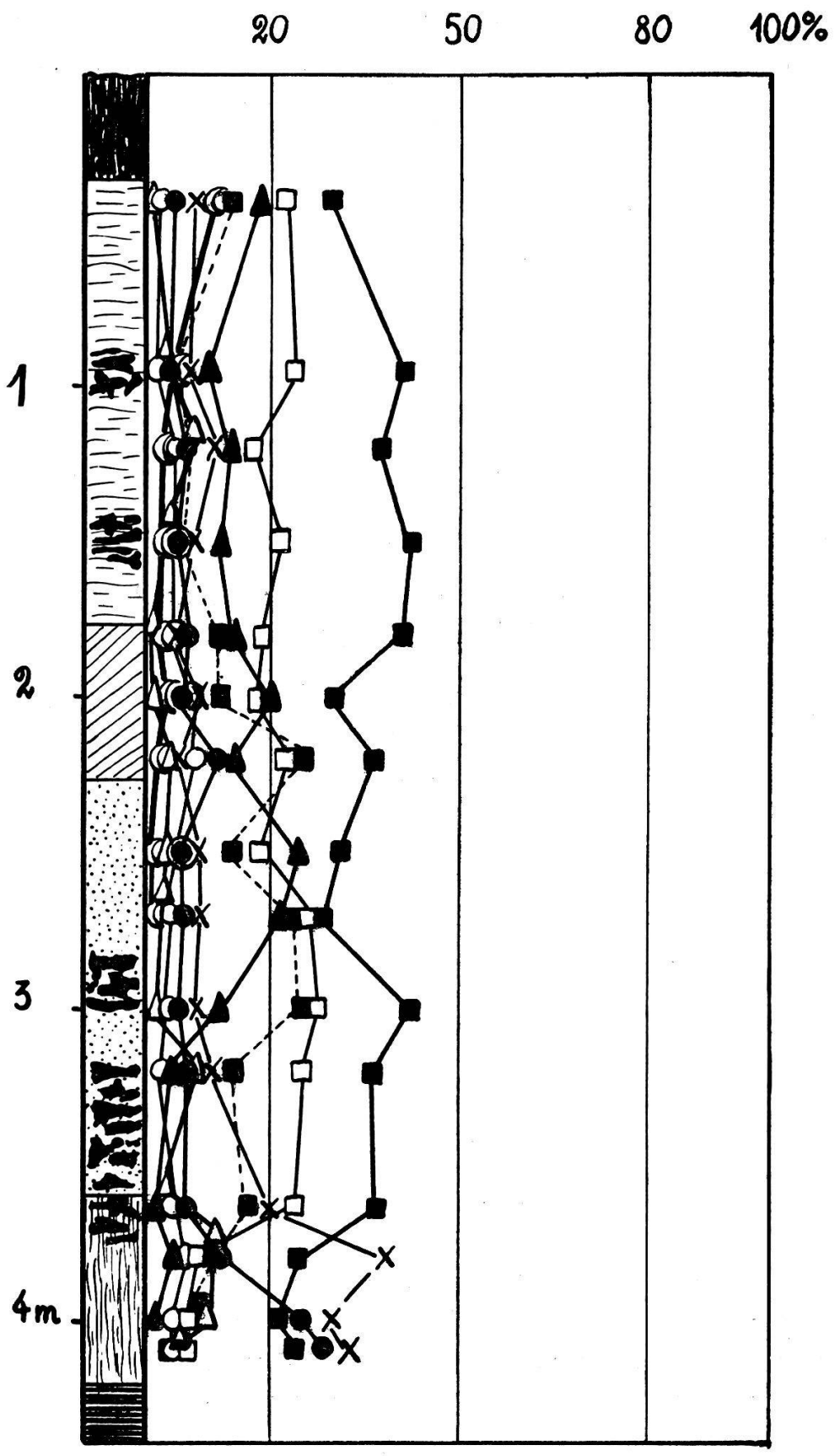


Abb. 17. Lago di Annone.

ernd die Eiche, die die grössten Pollenmengen liefert, in weitem Abstand gefolgt von Linde und Ulme, deren Werte sich ungefähr gleichkommen. Die Buche erreicht sodann wie in den besprochenen Diagrammen eine vermehrte Ausbreitung, ihr Anteil reicht nahe an den des Eichenmischwaldes heran und hat in einzelnen Proben die Erlenwerte überflügelt. In diesen Abschnitt fällt das Auftreten der zahmen Kastanie, die aber erst in den oberen Proben an Ausbreitung gewinnt. Nach den Eichenmischwald - Buchen - Spektren tritt die Erle erneut an zweite Stelle in der Waldzusammensetzung. Diese Epoche der vermehrten Erlenausbreitung hat ebenfalls in zwei holzführenden Horizonten seine deutlichen Spuren hinterlassen. Die obersten Spektren leiten lückenlos in das heutige Waldbild über.

16. Moor bei Iseo (190 m ü. M.).

Das Tal des Oglio, der in seinem Unterlauf den Lago d'Iseo speist, ist reich an Glazialspuren. Im Gegensatz zu diesem Tal des Oglio oder Val Camonica, welches die Bergamasker-Alpen vom Adamelio-Massiv trennt, begegnen wir in den Tälern der Brescianer-Alpen nur unbedeutenden Glazialspuren. Die nördlichsten Verzweigungen des Oglio reichen bis an die südlichen Ausläufer der Ortlergruppe heran. Das Eis, welches das Talbecken ausfüllte, stammte vom Ortler, von der Adamellogruppe und aus dem Veltlin, aus dem solches über die tief eingeschnittenen Sättel strömte. Der Gletscher hat südlich des Iseo-Sees die Po-Ebene gerade noch erreicht. Zwischen den insubrischen Seen und dem Garda-See sind nur wenig bedeutende Geltscherspuren am Fuss der Alpen zu verfolgen, in den Tälern der Bergamesker-Alpen dagegen sind diese um so häufiger, je tiefer wir in diese eindringen.

Eine bedeutende Diffluenz des Oglio-Gletschers erfolgte nach Penck und Brückner im Gebiete des Iseo-Sees. Der Gletscher drang in die Täler ein, die in den oberen See münden. Ein Arm eines solchen seitlichen Gletschers flutete gegen Südwesten bis über den See von Endine. An den Ufern dieses langgezogenen, schmalen Sees finden sich aber heute keinerlei Torfbildungen, auch nicht am kleinen See von Gaiano. Die Vegetation dieser sumpfigen Ufer ruht direkt auf Lehm und Geschiebematerial, das wohl von Ueber-

schwemmungen in jüngerer Zeit herrühren mag. Die Hauptmasse des Eises aber strömte im Tale des Iseo-Sees südwärts und wurde am Südende des Sees durch den Mte. Alto (652 m) gespalten, ein unbedeutender Ast folgte dem Bett des Oglio gegen Südwesten, der breite Stamm streckte eine kurze Zunge in die Po-Ebene hinein.

Diese kurze Zunge hat ein sehr ausgeprägtes Moränenamphitheater hinterlassen. Es erfüllt den Raum zwischen dem Mte. Cogolo (674 m) im Osten und dem Mte. Alto (652 m) im Westen, an welchem sich, wie oben erwähnt wurde, der Oglio-Gletscher spaltete. Stattliche Jung-Endmoränen reihen sich in diesem Becken aneinander. Die ausgedehnten Moorflächen, die heute grosse Teile zwischen den genannten Hügelzügen einnehmen, sind also p o s t g l a z i a l e n Ursprungs.

Das Val Camonica oder Ogliotal ist nun recht bemerkenswert durch die Spuren der Rückzugsstadien. Im obersten Teil des Tales, in der Gegend von Edolo (450 m) finden sich nach S a l a m o n (in P e n c k und B r ü c k n e r) ausgedehnte Moränen, die möglicherweise dem Bühl-Stadium angehören. Diese sind vom Südende des Iseo-Sees, von den Torflagern bei Provaglio-Iseo gegen 100 km entfernt. Weiter talaufwärts finden sich die Endmoränen eines vom Adamello-Gebiet herkommenden Gletschers, dessen Herabsteigen auf 1200 m Meereshöhe in das Gschnitz-Stadium zurück zu verlegen ist. Hieraus lässt sich wohl schliessen, dass die Moorbildung schon zur Zeit des Gschnitz-Stadiums eingesetzt haben kann, da dann die Schneegrenze in 2300 m Höhe (die heutige Schneegrenze liegt im dortigen Gebiet bei 2850 m) lag. Sicher ist, dass diese erst n a c h dem Bühl-Stadium eingesetzt hat.

Von den Mooren im Zungenbecken des einstigen Oglio-Gletschers habe ich diejenigen von Provaglio-Iseo besucht. Diese bedeutenden Torflager unterlagen aber einem allseitigen Abbau während der Kriegsjahre. Heute erinnern die zahlreichen tiefen und sehr grossen Torfgruben, die gleich kleinen Seen das Gebiet einnehmen, an den früheren Reichtum an gutem Brenntorf. Sie dienen heute wie an verschiedenen anderen Orten der Fischzucht, sind alle verpachtet und sehr gut bewacht, so dass selbst ahnungslose Botaniker angehalten werden. Die einzelnen Wasserbecken sind nur durch schmale Torfbänder von einander getrennt, die zum Teil noch als Torfauslegeplätze für den heute nur noch geringen Abbau

dienen. Eine natürliche Verlandung der riesigen Aushubflächen wird wegen der Fischerei stets verhindert. Es findet sich in diesen 2—4 m tiefen, riesigen Gruben nur eine schwimmende Vegetation. Gegen die Torfwände zu bildet sich ein schmales Röhricht aus *Phragmites communis, Cladium mariscus, Schoenoplectus lacustris, Juncus compressus, Typha latifolia.* Die Oberflächenvegetation der Torfbänder ist die eines Torfauslegeplatzes. Die Torfnutzung ist nur noch in einigen Teilen des Moores vorhanden, so gegen Iseo zu, wo sich ein guter Brenntorf in einer Mächtigkeit von 4—5,5 m vorfindet. Dieser wird aber nur noch von den Bauern der Umgebung genutzt, der Abbau durch die Seidenspinnereien von Iseo ist völlig erloschen. Der Torf ist ausschliesslich aus *Cyperaceen* gebildet, wie das erbohrte Profil zeigt:

0— 40 cm Abraum, stark lehmig durch lokale Ueberschwemmungen.

40—220 cm Caricetorf, deren oberste Schichten sind noch stark lehmig

bei 60 cm H_2 B_1 R_2 V_0 F_0 mit kräftigen Schilfrhizomen

bei 150 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0 mit kräftigen Schilfrhizomen

bei 170 cm H_{3-4} B_2 R_2 V_0 F_0 mit *Equisetum* - Fragmenten und Früchten von *Potamogeton* spec.

bei 200 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0 mit *Eriophorum latifolium*-Fragmenten.

Mit zahlreichen, zum Teil losgelösten Radizellen von *Gramineen* und *Cyperaceen* und deren Pollen, daneben Pollentetraden von *Typha* spec., Pollen von *Myriophyllum* spec. und vereinzelten Farnsporen.

220—330 cm Phragmitestorf, aus dem die plattgedrückten Schilfrhizome herausleuchten

bei 250 cm H_3 B_2 R_2 V_{1-2} F_0 V = *Alnus*

bei 375 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0

bei 300 cm H_4 B_2 R_2 V_2 F_0 V = *Alnus*

330—450 cm Caricetorf

bei 355 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

bei 390 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_0
bei 430 cm H_5-6 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

Zu den oben genannten pflanzlichen Resten des jüngeren Caricestorfes kommen in diesen Schichten schon zahlreiche Sporen von *Hypnum* spec. und *Sphagnum* spec., sowie vereinzelte Sporen von *Lycopodium inundatum* dazu. Diese Schichten sind durchgehend stärker humifiziert.

450—530 cm Hypnumtorf mit zahlreichen Resten von Blättchen und Stengeln von *Hypnum* spec., sowie deren Sporen,
bei 465 cm H_6 B_1 R_1 V_0 F_0
bei 500 cm H_7 B_1 R_0 V_0 F_0

530 cm — Lehm mit zertrümmerten Molluskenschalen.

Andersson (1910) beschreibt vom Torfmoor am Südostufer des Lago d'Iseo noch eine Gyttja, über der der Torf aus *Cyperaceen* gelagert sei. Er rechnet diese Ablagerung gleichaltrig mit der Kiefernzone, die er an anderen Mooren nachweisen konnte. Das Diagramm aus diesem Moor (Abb. 16) zeigt uns die Richtigkeit dieser Annahme. An unserer Bohrstelle war die Ablagerung jünger als die der Kiefernzeit, ein dieser Periode entsprechender Lebertorfhorizont (Gyttja) fehlte, die Untersuchung setzt zur Eichenmischwaldzeit ein, welcher der *Caricestorf* gleichaltrig ist, während der *Hypnumtorf* in den Uebergang von der Bildungszeit der Gyttja (nach Andersson) und der des *Caricestorfes* fällt.

Im Diagramm ist uns also nur ein Teil der Waldgeschichte für die Gegend von Iseo erhalten, was aus der Abb. 18 leicht ersichtlich ist. Wir sind schon in der Eichenmischwaldzeit, die Kiefer nimmt stetig ab, ihre Werte kommen aber anfänglich denen des herrschenden Laubwaldes noch recht nahe. Die beiden Kurven verlaufen anfangs gleichsinnig. In den basalen Schichten sind wir am Anfang der Eichenmischwaldzeit, kurz nach dem Uebergang von der Kiefernphase, die Kiefern durchsetzen die Laubwälder noch in beträchtlicher Weise. Wir sehen hier auch, dass der Uebergang vom Nadelwald zum Laubwald kein plötzlicher war, sondern dass die Nadelhölzer dem Laubwald anfänglich noch in bemerkenswerter Weise angehört haben. Die Haselwerte sind im Abnehmen begriffen. Wir erkennen im Kurvenverlauf der Hasel, dass wahrscheinlich auch hier eine Zeit der vermehrten Hasel-

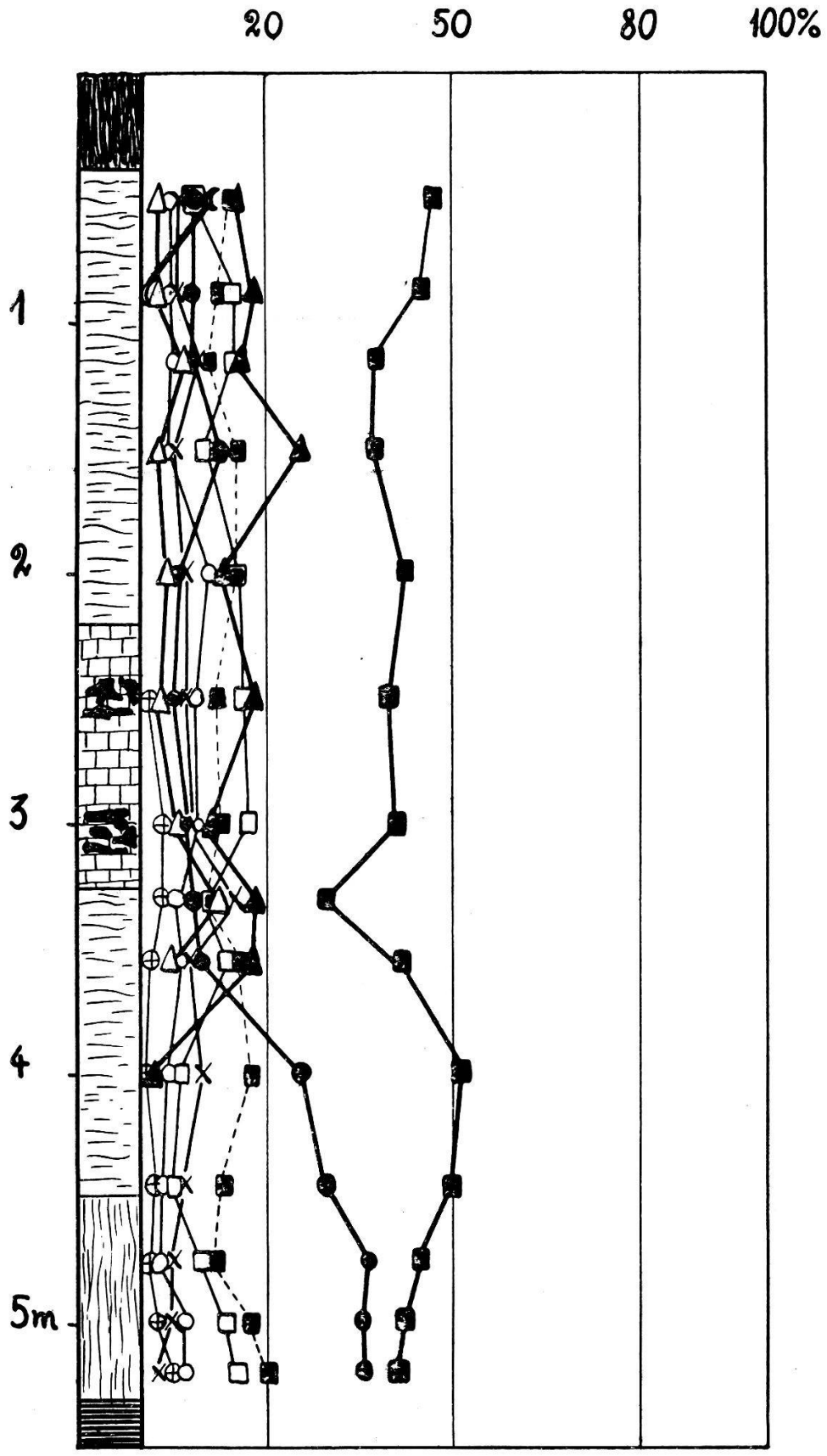


Abb. 18. Lago d'Iseo.

sträucher auf die Kiefernwälder gefolgt ist. Neben der Erle und der Birke ist die Tanne auch schon vorhanden, sie erreicht aber in keiner Probe einen bemerkenswerten Anteil. Dann erscheint die Buche und mit ihr die Fichte, wobei erstere recht beträchtliche Werte zu verzeichnen hat, die dem herrschenden Eichenmischwald nahekommen. Eine eigentliche Buchenphase bildet sich aber nicht heraus. Die Proben mit der vermehrten Erlenausbreitung zeichnen sich durch einen beträchtlichen Holzgehalt aus. Andersson erwähnt ebenfalls zahlreiche Reste von *Alnus glutinosa* in den Schilftorfschichten, wodurch unsere Bestimmungen ihre Bestätigung erfahren. Die zahme Kastanie ist erst in der zweitobersten Probe nachzuweisen und beginnt sich nun auszubreiten, ihre Kurve zeigt einen deutlichen Anstieg. Mit den Eichenmischwald - Buchen - Kastanien - Spektren schliesst die Untersuchung von Iseo ab. Wir haben also für dieses Gebiet den folgenden Entwicklungsgang des Waldbildes:

(Kiefernzeit)

Eichenmischwaldzeit. Anfänglich eine vermehrte Haselausbreitung, Auftreten und starke Ausbreitung der Buche, stärkeres Auftreten der Erle (Holzschichten), in den obersten Spektren erscheint die Kastanie und beginnt sich auszubreiten.

Moore am Garda-Seè.

Das Moränenamphitheater des Garda-Sees ist das grösste, unter denen auf der Südseite der Alpen und erstreckt sich nach Penck und Brückner über 33 km weit vom Fuss der Alpen in die Po-Ebene hinein und verbreitert sich auf 36 km. Mit diesen Ausmassen erinnert es an die grossen Moränenbogen, die sich in das nördliche Alpenvorland hinein erstrecken. Während im Westen der Jung-Endmoränengürtel über 300 m hoch liegt, bleiben die Moränen im Osten an Höhe hinter denen des Westens zurück und im Süden gipfelt der Hauptwall der Jung-Endmoränen bei Solferino mit wenig über 200 m, um im Südosten nur noch 172 m zu erreichen. Wie beim Rhein-Gletscher erreichen auch hier die äussersten Wälle im Westen, Osten und Süden die grössten Höhen. Diese Jung-Moränen tragen nach den obigen Autoren das charakteristische Gepräge der Würm-Eiszeit: die Jugendlichkeit und den geringen Grad der Verwitterung. Das Gefälle des Etsch-Gletschers,

der hier diese gewaltigen Moränenmassen auftürmte, war nicht so beträchtlich wie das der besprochenen Gletscher des Piemont. In der oberen Hälfte des Moränenkranzes hat sich der Eisfächer nach Penck und Brückner mit einem Gefälle von höchstens 10/‰ ausgebreitet; Verhältnisse, die denen auf der Nordseite der Alpen entsprechen.

Der Rückzug der Gletscher lässt sich nun im Etschtal infolge seiner orographischen Gliederung gut verfolgen, da der Haupttal-Gletscher als der mächtigste sich überall zuletzt zurückzog. Eine sehr bemerkenswerte Tatsache ist nun, dass während des Bühl-Stadiums die grossen Täler bis in die Gegend von Bozen hin eisfrei waren. Die Schneegrenze muss 200—300 m über ihrem Tiefstande während der Würm-Eiszeit gelegen haben, die von Penck und Brückner für das Gebiet von Bozen mit 1800—2000 m angegeben wird. Während des Gschnitz-Stadiums hatte sich das Eis allenthalben in die oberen Talverzweigungen zurückgezogen, es sperrte hier noch die Alpenpässe. Die Spuren des Daun-Stadiums finden sich dagegen nur noch in den Gipfelregionen des Gebirges, in die sich die Gletscher zurückgezogen haben. Während der Stadien fanden nicht bloss Halte im Gletscherrückgang statt, sondern sie waren mit Vorstössen verbunden. Die Moränen unterhalb Bozen verraten uns den Vorstoss des Bühlstadiums. Aus diesen Vorstössen lässt sich wohl schliessen, dass die Moorbildung kaum vor dem Bühlstadium eingesetzt haben kann. Wir dürfen annehmen, die Besiedelung der Mulden im Moränenamphitheater am südlichen Garda-See durch die Vegetation und die Waldbildung in der weiteren Umgebung habe erst nach dem Bühlstadium eingesetzt. Ergebnisse, zu denen auch die glazialgeologischen Erscheinungen im Gebiet der insubrischen Seen geführt haben.

Von den zahlreichen Mooren im Gebiet des prächtigen Moränenkranzes habe ich die Moore bei Padenghè am Südwestufer des Garda-Sees (Abb. 19, 20) besucht, sowie diejenigen zwischen den südlichen Endmoränen, die Moore von Barche und Rande di Solferino (Abb. 21, 22), den Laghetto di Castellaro (Abb. 23) und das fast völlig abgebaute Torfmoor bei Castel Venzago (Abb. 24). Das Moor am Laghetto di Lugana (Abb. 25) gehört ebenfalls in diesen Moränenkranz, liegt aber schon in der Provinz Venetien und wird mit den Mooren jener Provinz besprochen werden.

Aus der Gegend westlich der Südwestecke des Garda-Sees hat Andersson vor allem das Torfmoor von Polada untersucht. Dieses liegt in einem kleinen Becken zwischen Desenzano und Lonato. Schon zur Zeit seines Besuches im Jahre 1893 war das Moor stark abgebaut, da in den 70er Jahren fast in allen italienischen Mooren reichlich Torf gegraben wurde. Heute ist dieses Becken vollständig melioriert und ich konnte hier keine Proben zu pollenanalytischen Zwecken mehr sammeln. In diesem Torfmoor wurde ein ganzes Pfahlbaudorf freigelegt, dessen archäologisches Material von Munroe (1890) beschrieben worden ist, es sind bronzezeitliche Funde neben zahlreichen steinzeitlichen Artefakten. Die reichen Pflanzenreste sind von Andersson bestimmt, aber erst 1910 veröffentlicht worden. Er fand Vertreter eines typischen Eichenwaldes, in dem der neolithische Mensch gehaust hat. Unter diesem Teil der Ablagerung fand Andersson noch einen pflanzenreichen Horizont mit einer Flora, die von einem Kiefernwald herrührte, ohne jede Spur von Eichen und deren Begleitpflanzen. Daraus schloss der schwedische Forscher auch auf einen grossen Unterschied in klimatischer Hinsicht. Wir werden bei der Besprechung der pollenanalytischen Befunde sehen, wie sich diese Ansicht, aus der Bestimmung der makroskopischen Pflanzenreste hervorgegangen, mit unsern Ergebnissen an den benachbarten Torflagern aufs beste deckt. Im untersten Teil des Schneckenmergels fand Andersson nur *Betula alba*, vereinzelte *Potamogeton*-Früchte und *Chara*-Früchte. Ob hier eine besondere Zone vorliegt, die vor dem Auftreten der Kiefer abgesetzt wurde, wagt Andersson nicht zu entscheiden.

Ein Torfmoor von ganz demselben Typus fand Andersson noch bei Cataranga, 10 km südlich des Garda-Sees. Im Schneckenmergel, der unter jenem Torf lag, fanden sich ebenfalls nur die erwähnten pflanzlichen Funde. Der Vergleich mit den pollenanalytischen Ergebnissen an den übrigen Mooren der Lombardei wird dann zeigen, dass diese Funde wirklich einem früheren Horizonte entsprechen.

Nördlich des kleinen Städtchens Padenghe am Südwestufer des Garda-Sees fanden sich zwei mächtige Torflager: Torbiere Saltarino sotto und Torbiere Saltarino sopra. Das von Andersson untersuchte Torfmoor von Puegnago liegt nur wenige Kilometer in nörd-

licher Richtung entfernt. Da das letztere Moor heute gänzlich abgebaut ist, so besuchte ich diese Torflager, um eine Vergleichsmöglichkeit mit den Resultaten von Andersson zu haben und damit auch eine Anknüpfung an die archäologische Datierung. Andersson beobachtete bei Puegnago folgendes Profil:

a. Moräne. In verschiedener Mächtigkeit bis zu 3 m wurde das ganze Torfmoor von einer etwas sandigen Moräne bedeckt. Diese hatte einmal die ganze Torfablagerung überdeckt. Nach Andersson unterliegt es keinem Zweifel, dass diese Moräne in irgend einer Weise auf das Torfmoor hinausgeschwemmt oder hinausgerutscht ist. Ganz übereinstimmende Befunde werden wir im Becken des Tagliamento bei Udine antreffen. Von einer Torfablagerung ist auch dort ausser den Abbaustellen nichts zu sehen. Bei Albate-Como ist eine solche Ueberlagerung des Torfmoores im Laufe der Bildungszeit der Torfschichten erfolgt, wie aus der Abb. 14 deutlich zu ersehen ist.

b. Torf aus *Cyperaceen*-Resten bestehend, entsprechend der «Eichenzone» der besprochenen Moore, in einer Mächtigkeit von 1—3 m. Der herrschende Baum war *Quercus robur*, daneben häufig *Tilia platyphyllos*, *Alnus glutinosa*, *Fagus silvatica*, *Acer* cf. *platanoides*, *Corylus avellana*, sowie mehrere Sträucher, wie *Cornus mas*, *C. sanguinea*, etc.

c. Schneckenreicher Torf ohne die geringste Spur von der Eiche. Diese Ablagerung verlegt Andersson in die «Kiefernwaldzone». Er bestimmte Reste von *Pinus silvestris*, *Betula alba*, *Salix* spec., *Rhamnus frangula.*

d. Schneckenmergel, weit mächtiger als der schneckenreiche Torf, reich an Molluskenschalen.

17. Moor Saltarino sotto (230 m ü. M.).

Die Torfnutzung ist heute völlig erloschen. Nach Aussage der Bauern wurden bis 4 m Torf gegraben, die riesige Aushubfläche erinnert heute noch daran. Diese ist gleich einem Weiher in Verlandung begriffen, aber durch die Entwässerung der Randpartien und durch Uferverbauungen keine natürliche mehr. Im offenen Wasser schwimmen *Nymphaea alba*, *N. lutea*, *Myriophyllum* spec., *Potamogeton natans*, *P. gramineus*, *P. panormitanus*, *Utricularia* spec.

Gegen die Ufer erhebt sich ein Röhricht, das ein vom Menschen beeinflusstes *Scirpeto-Phragmitetum* darstellt, mit

Schoenoplectus lacustris	*Alisma plantago*
Typha latifolia	*Phragmites communis*
Cladium mariscus	*Iris pseudacorus*
Carex pseudocyperus	*Ranunculus lingua*
Phalaris arundinacea	*Veronica anagallis*

An dieses schmale Röhricht schliessen schon die Wiesen und Maisäcker an, bestanden von *Populus alba*, *Betula* cf. *alba*, *Fraxinus excelsior*, *Castanea sativa* und zahlreichen Gebüschen von *Alnus incana* gegen die Ufer zu.

Als Schichtwechsel ergab sich:

0— 25 cm Abraum.

25—160 cm Caricestorf, in den oberen Schichten lehmig-sandig durch zeitweise Ueberschwemmungen
bei 60 cm H_3 B_2 R_2 V_0 F_0
bei 120 cm H_4 B_2 R_2 V_0 F_0

160—465 cm Seekreide mit vielen zertrümmerten Molluskenschalen und zahlreichen *Diatomaceen: Navicula* spec., *Pinnularia* spec., *Cymbella* spec., *Gyrosigma* spec.
An Mollusken wurden bestimmt:
Bythinia tentaculata
Valvata alpestris
Limnaea ovata zum Teil zertrümmert oder nur
Pisidien die eine Schale erhalten.

465 cm — plastischer, blauer Lehm.

Die pollenanalytische Durchsicht einer reichen Probenserie aus diesem Moor hat einen vollständigen Entwicklungsgang für dieses Gebiet ergeben (Abb. 19). In der ausgesprochenen Kiefernzeit beginnt die Untersuchung. Den Kiefernwerten (80—90% *Pinus*) steht nur die Birke gegenüber und im Unterholz die Weide, der sich in den folgenden Spektren der Haselstrauch anschliesst. Wir haben eine typische Waldarmut in den unteren Proben, wie diese charakteristisch für das früh-postglaziale Waldbild ist. Kurz nach der Hasel wandern die Laubhölzer des Eichenmischwaldes ein, angeführt von der Eiche. Nach ihnen tritt die Erle auf, die aber erst im folgenden Abschnitt mit grösseren Werten vertreten ist. Der Anteil der Weide geht

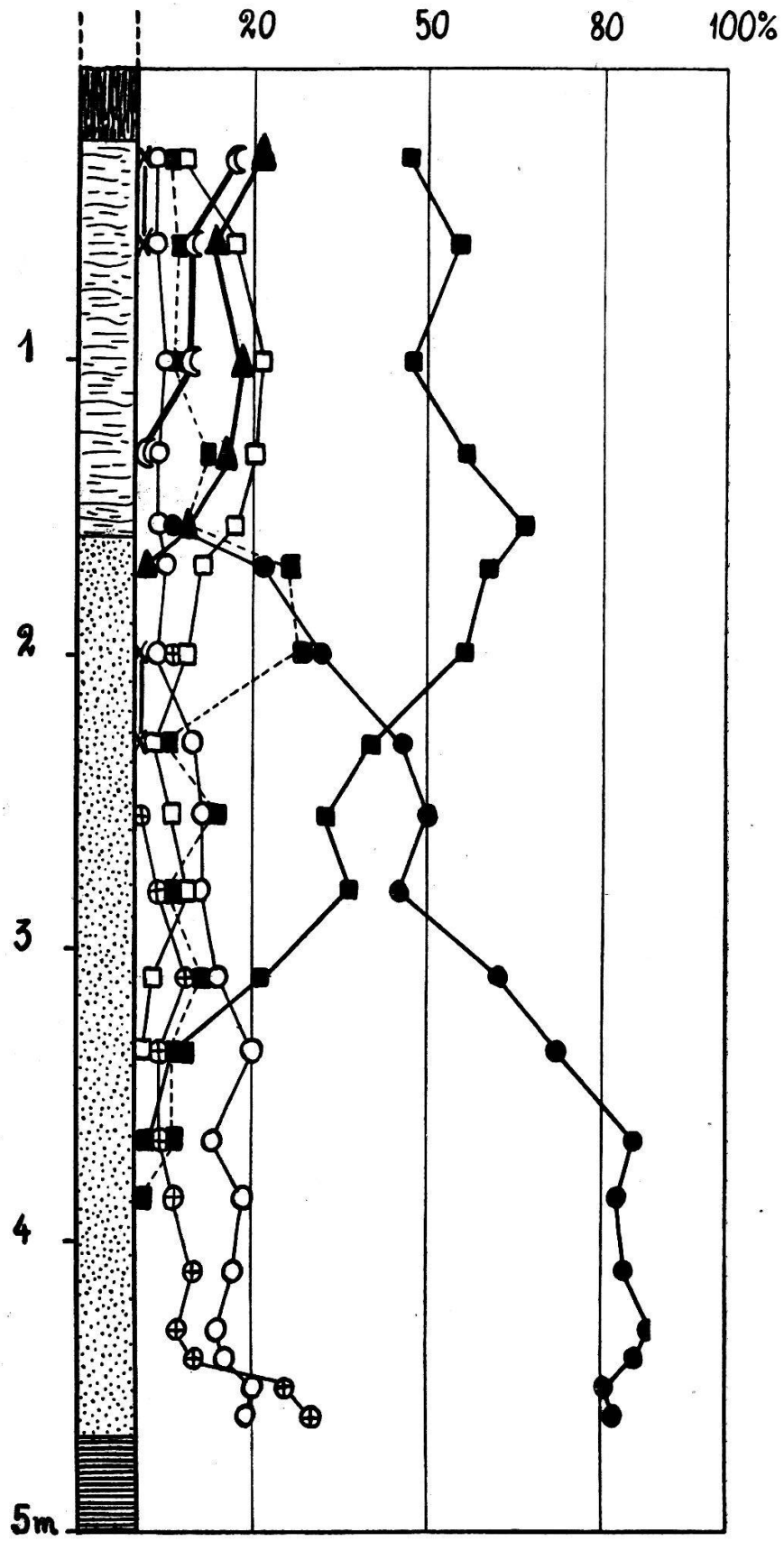


Abb. 19. Saltarino sotto-Padenghe.

nun stetig zurück und verschwindet mit den fallenden Kiefernprozenten. Der Eichenmischwald breitet sich nun mächtig aus. In einigen Proben bleiben die Werte der Kiefer und des Eichenmischwaldes gleich und kommen sich sehr nahe, die Kurven verlaufen angenähert gleichsinnig, eine Erscheinung, der wir schon in früher besprochenen Mooren begegnet sind (Abb. 14, 17). Der Laubwald ist auch in dieser Gegend nicht plötzlich an die Stelle des Nadelwaldes getreten, sondern hat ihn anfänglich durchsetzt, um dann allmählich die Vorherrschaft zu erlangen. In den Anfang der jetzt folgenden Eichenmischwaldzeit fällt eine deutliche stärkere Ausbreitung der Hasel. Ihre Werte reichen aber nicht an diejenigen des Laubwaldes heran, stehen aber doch unter den übrigen Waldbildnern an zweiter Stelle. Zur Zeit der Kulmination der Eichenmischwaldkurve tritt die Buche auf und zeigt eine wachsende Verbreitung, um aber erst in der obersten Probe den Anteil der Erle zu überflügeln und den Laubhölzern des Eichenmischwaldes am nächsten zu kommen. Nach der Buche tritt auch noch die zahme Kastanie auf und verzeichnet wachsende Werte. Die Tanne ist auf ein zweimaliges Auftreten beschränkt geblieben. Vor der Buche ist diese erstmals in der Zählung erschienen, um dann in den folgenden Spektren wieder zu verschwinden. Erst in den obersten Proben ist die Tanne wieder nachweisbar. Die Fichte konnte in keiner Probe nachgewiesen werden.

Wir haben also folgende Abschnitte der Waldgeschichte:

1. Kiefernzeit. Anfänglich nur Kiefer, Birke und Weide. Einwanderung der Laubbäume des Eichenmischwaldes und der Hasel, später der Erle.
2. Eichenmischwaldzeit. Vermehrte Haselausbreitung im Anfang dieses Abschnittes. Auftreten der Tanne und der Buche, später der Kastanie. Starke Erlenverbreitung.

18. Moor Saltarino sopra (245 m ü. M.).

Schon vor über 20 Jahren ist dieses Moor bis hart auf die Seekreide abgebaut worden. Bis auf geringe Flächen, die zufolge des oft lange dauernden hohen Wasserstandes noch Streuewiesen geblieben sind, reichen die Aecker (Mais, Roggen, Weizen, Gerste) und vereinzelte Weinberge bis an das Moor heran. Das offene Was-

ser der grossen Aushubfläche bedeckt, wie im benachbarten, nur 1 km entfernten Moor Saltarino sotto, ein spärliches *Nymphaeetum*, dem sich an den Randpartien ein *Caricetum elatae* anschliesst. Aus diesem hat sich durch den menschlichen Einfluss die Streuewiese entwickelt.

Der innere Aufbau des Moores war der folgende:

0— 20 cm Abraum.

20— 55 cm Caricestorf, der durch die weitgehende Entwässerung schon sehr trocken ist.
bei 40 cm H_{2-3} B_1 R_2 V_0 F_0

55—338 cm Seekreide mit vielen Molluskenschalen und den in den Seekreideschichten des benachbarten Moores Saltarino sotto genannten Kieselalgen.

338 cm — hellgrüner, bleicher Lehm, mit Sand stark vermengt.

Die Ergebnisse dieses Moores stimmen mit dem benachbarten Moor Saltarino sotto sehr gut überein (Abb. 20). Die Entwicklung des Waldbildes reicht aber zufolge des stärkeren Abbaues in diesem Moor nicht bis in die subrezenten Spektren. Die untersten Proben führen uns ebenfalls in die Kiefernzeit. Neben der dominierenden Kiefer (79—86% *Pinus)* sind Birke, Weide und Hasel vertreten, wir haben die Waldarmut des früh-postglazialen Waldes. Die Weide ist aber mit geringeren Werten als im vorigen Diagramm (Abb. 19) vorhanden. Das Vorhandensein der Hasel und die geringeren Prozente der Weide gegenüber der Birke zeigen uns, dass wir hier in einem späteren Abschnitt der Kiefernzeit sind als in den untersten Proben des Moores Saltarino sotto. Dann wandern die Laubhölzer des Eichenmischwaldes ein, in der folgenden Probe die Erle, wobei alle diese Baumarten mit wachsenden Werten in den Spektren vorhanden sind. Die Fichte erscheint in einer einzigen Probe zur Zeit der sich ausbreitenden Eichenforste, es ist ihr einziges Auftreten, das aber deutlich früher als das der Tanne erfolgt ist. Die Kurven von Kiefer und Eichenmischwald zeigen auch hier den allmählichen Wechsel von Nadelwald zu Laubwald. In den Anfang der nun folgenden Eichenmischwaldzeit fällt die vermehrte Ausbreitung der Hasel, die hier mit 35 % *Corylus* den Eichenwerten am nächsten kommt. Nach der Kulmination der Eichenmischwaldkurve tritt die Buche auf, deren Anteil zunimmt. Ihr Vorkommen ist aber

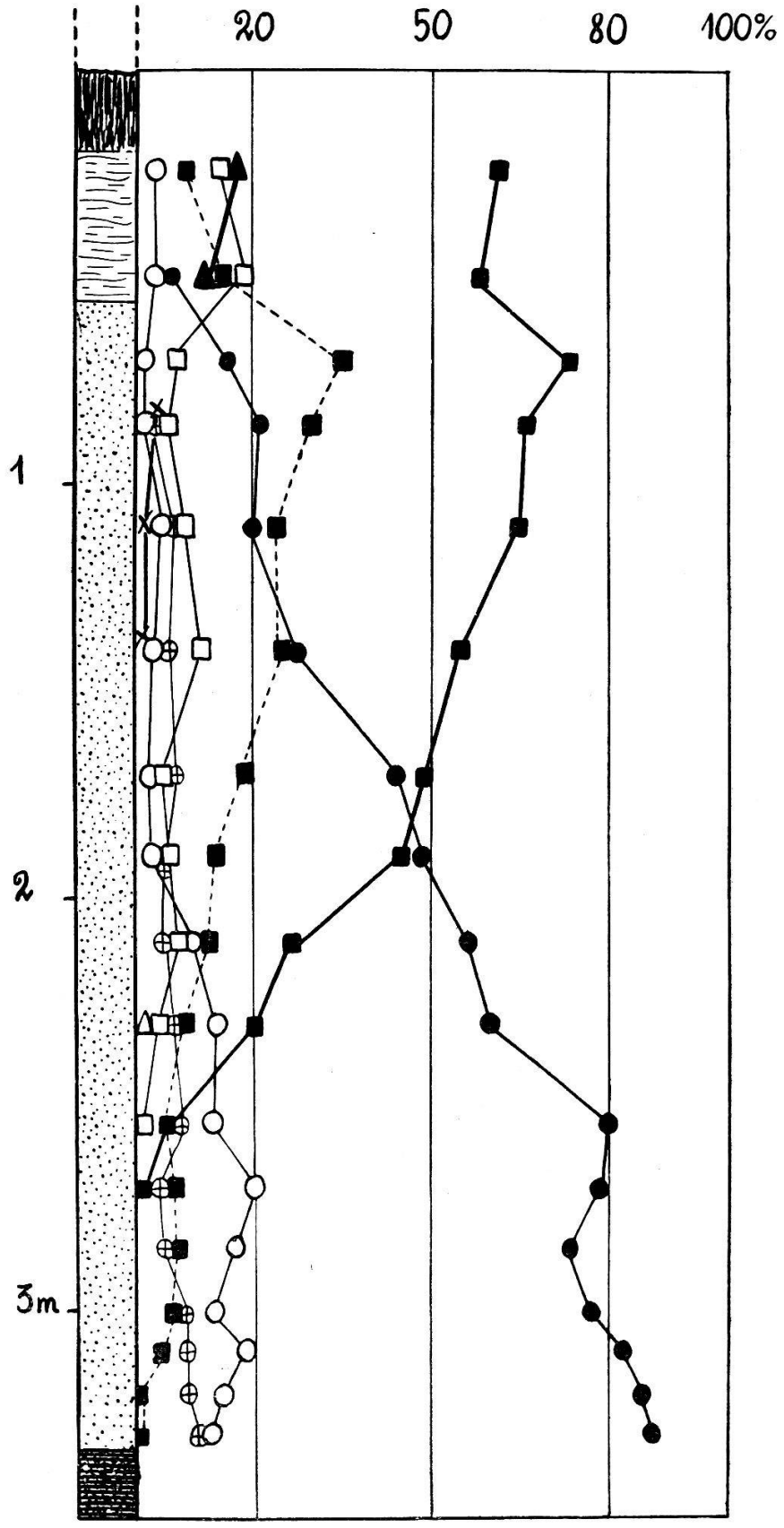


Abb. 20. Saltarino sopra-Padenghe.

auf zwei Spektren beschränkt, weil die Torfschichten, die den übrigen Verlauf der Waldgeschichte enthalten hätten zufolge des aliseitigen Abbaues fehlen. Das Diagramm von Saltarino sotto (Abb. 19) ergänzt uns diesen Entwicklungsverlauf bis zum Uebergang in das heutige Waldbild mit der Buchenausbreitung und dem Auftreten der Kastanie.

19. Moor Barche di Solferino (120 m ü. M.).

In der Moränenlandschaft, die das Südufer des Garda-Sees umsäumt, liegen in der Umgebung von Solferino, 11 km südlich von Desenzano, zahlreiche Torfmoore. Diese unterliegen seit Jahren einer ausgedehnten Torfnutzung. Ihre Oberflächenvegetation ist heute völlig zerstört. Als eines der mächtigsten Torflager erwies sich das Moor Barche di Solferino, 2,5 km südwestlich des bekannten Städtchens Solferino.

An zahlreichen Stellen des sehr ausgedehnten Torfmoores sind Artefakte gefunden worden und in den nächsten Jahren soll mit Unterstützung des Staates ein grosser Pfahlbau freigelegt werden. Die gesammelten Topfscherben und Geweihreste eines Elchs wurden mir in verdankenswerter Weise von Dr. D. Viollier bestimmt: Sie sind bronzezeitlich und etwa gleichaltrig den Funden des nordschweizerischen Pfahlbaues Ossingen (Kt. Zürich). Die gleiche Altersbestimmung verdanke ich noch einer freundlichen Mitteilung von Dr. H. Reinerth in Tübingen, der diesen Pfahlbau vor einigen Jahren ebenfalls untersucht hat.

Bei der Probenentnahme ergab sich der folgende Schichtwechsel:

0— 70 cm Sand und Kies. Diese Ueberlagerung der Torfschichten durch einen sandig-kiesigen Horizont ist durch das ganze Moor zu verfolgen und erreicht an einigen Stellen 100 cm Mächtigkeit. Ganz ähnlichen Befunden werden wir im Becken des Tagliamento bei Udine begegnen. Andersson beschrieb eine solche Ueberlagerung durch eine Moräne vom Moor von Puegnago bei Padenghe. Diese Sandschichten entsprechen auch hier einer Ueberschwemmung in jüngster postglazialer Zeit, was sich aus dem Kurvenverlauf der Waldbäume im Diagramm (Abb. 21) mit Deutlich-

keit ergibt. Die Oberflächenvegetation ist zufolge der Benützung der Moorflächen zu Torfauslegeplätzen eine recht spärliche und keine ursprüngliche mehr.

70—180 cm Caricestorf. Durch die allgemeine Entwässerung sehr trockener Torf mit reichlichen Rhizomresten von *Gramineen* und *Cyperaceen*, wobei die Schilfrhizome in den unteren Schichten überwiegen. Im mikroskopischen Bild herrschen die Radizellen vor, neben Pollenkörnern der *Gramineen* und *Cyperaceen*, daneben vereinzelte Wollgrasresten und Farnsporen.

bei 110 cm H_3 B_0 R_2 V_0 F_0
bei 145 cm H_4 B_{0-1} R_2 V_0 F_0
bei 170 cm H_4 B_1 R_2 V_1 F_0 V = *Alnus*

180—325 cm Phragmitestorf. Die plattgedrückten, hellen Rhizomteile des Schilfs sind sehr zahlreich in dem dunklen Torf, die Radizellen sind noch häufig.

bei 230 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_0
bei 270 cm H_{3-4} B_1 R_2 V_0 F_0
bei 300 cm H_4 B_1 R_2 V_1 F_0 V = *Alnus*

325—425 cm Lebertorf. Aus dieser Ablagerung werden mit zahlreichen Maschinen Torfziegel gepresst, die nach dem Trocknen an der Sonne fast schwarz werden. Die Bauern nennen diesen sehr harten schwarzen Torf «Torba carbonisata», dessen Heizwert ein recht beträchtlicher sein soll.

425—515 cm Seekreide mit vielen zertrümmerten Molluskenschalen.

515—632 cm Lebertorf.

632 cm — bleicher, zäher Glazialle hm.

Die Artefakte der Pfahlbausiedelung liegen in einer Tiefe von 100—200 cm, wobei die schönsten Funde in den obersten Horizonten dieser Lagen gemacht werden.

Aus 17 Proben des über 5 m mächtigen Torflagers ergibt sich ein recht interessantes Diagramm (Abb. 21), das durch die bronzezeitlichen Kulturschichten seine besondere Bedeutung erhält.

Die Moorbildung beginnt hier zur ausgesprochenen Kiefernzeit. Mit 52—82% dominiert die Kiefer gegenüber der Birke, der

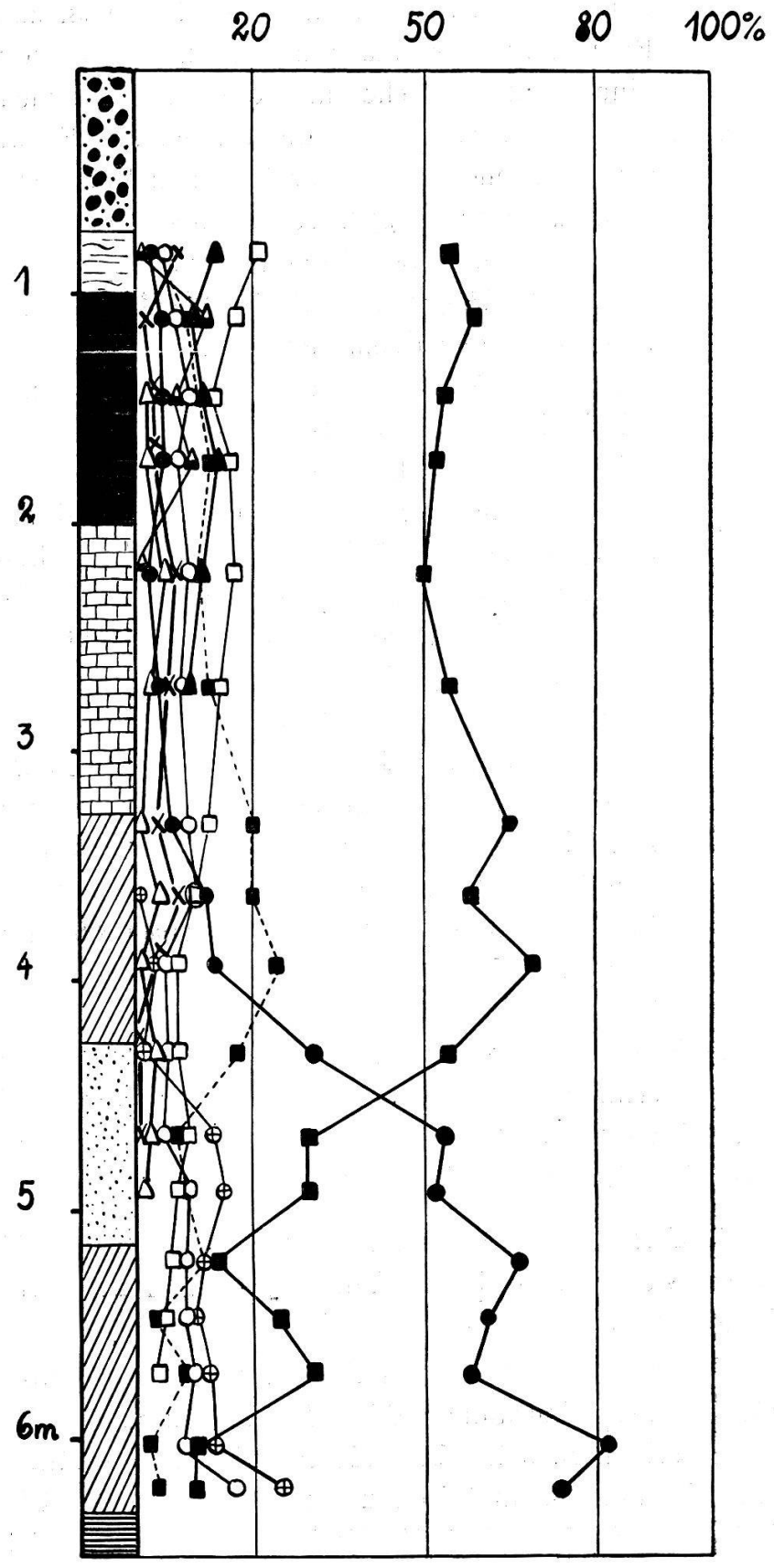


Abb. 21. Barche di Solferino.

Weide, der Hasel, der Erle und den alsdann auftretenden Komponenten des Eichenmischwaldes. Die unterste Probe zeigt im Vergleich mit der folgenden einen deutlichen Anstieg der Birken- und der Weidenkurve, der uns wahrscheinlich die vorausgegangene stärkere Ausbreitung der Birken und Weiden andeutet. Ob wir aber schon von einer «Birkenzeit», ähnlich derjenigen auf der Nordseite der Alpen, im schweizerischen Mittelland und in den benachbarten Gebieten (Bertsch, Gams, Paul-Ruoff, Stark u. a.) sprechen dürfen, lässt sich nach diesen Befunden noch nicht entscheiden. Wir sehen eine gute Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Pflanzenbestimmungen von Andersson, der an einigen norditalienischen Mooren in den untersten Schichten der Schneckengyttja (Seekreide) eine Zone mit vorherrschender *Betula alba* und vereinzelten Wasserpflanzen, wie *Potamogeton* spec., *Nymphaea alba*, *Chara* spec., *Myriophyllum* spec. nachweisen konnte, diese aber nicht als besonderen Entwicklungsabschnitt des postglazialen Waldes zu gliedern wagte.

Schon zur Kiefernzeit sind die Laubbäume des Eichenmischwaldes in den Proben vorhanden. Auf ein anfängliches Steigen dieser Werte folgt wieder ein Abnehmen, dem dann die endgültige starke Ausbreitung des Eichenmischwaldes folgt. Es ist auch hier die Eiche, die in allen Eichenmischwaldspektren die führende Rolle spielt, in weitem Abstand gefolgt von der Linde und der Ulme. Die Birke, die anfänglich stärker vertreten war, zeigt nur mehr vereinzelt Werte über 10%. Die Erle tritt sodann auf, hat aber nur eine unbedeutende Verbreitung. Am Ende der Kiefernzeit erfolgt das erste Auftreten der Fichte, in der folgenden Probe folgt ihr schon die Tanne. Dann erhalten die Laubhölzer die Führung im Waldbilde, wir kommen in die Eichenmischwaldzeit. In den Uebergang von der Kiefernphase in die Laubwaldperiode fällt die vermehrte Haselausbreitung, der wir auch in anderen Diagrammen begegnet sind und die übereinstimmend in diesem Abschnitt zu beobachten ist. Von den Komponenten des Eichenmischwaldes überragt die Eiche die anderen bei weitem: 24—53% *Quercus*, 6—16% *Tilia*, 4—18% *Ulmus*. Nach der Kulmination der Eichenmischwaldkurve bemerken wir das Auftreten der Buche, die einen stets wachsenden Anteil zu verzeichnen hat, der aber nicht an den der Erle heranreicht, die von

den Waldbildnern, den herrschenden Eichenmischwald ausgenommen, die grössten Werte hat. Die Fichte verschwindet im Verlaufe dieser Periode, nachdem sie nur geringe Prozente zu verzeichnen hatte. Die Tanne ist bis zum obersten Spektrum noch vorhanden. Der Rest der Waldgeschichte mit der Einwanderung der Kastanie und deren Ausbreitung fehlt uns in diesem Moor zufolge des Abbaues der ausgedehnten Torflager.

Dieses Diagramm wird nun wertvoll durch die Anknüpfungsmöglichkeit an die Chronologie der Urgeschichte. Von 100—200 cm Tiefe finden sich bronzezeitliche Artefakte, wobei die schönsten Funde in den oberen Schichten gemacht worden sind. Vergleichen wir im Diagramm die zugehörigen Pollenspektren, so finden wir die Zeit nach der Kulmination der Eichenmischwaldkurve und die Epoche der sich ausbreitenden Buche. Im Torfmoor von Cazzago-Varese bestimmte Neuweiler (1905) aus einem bronzezeitlichen Pfahlbau Holzreste der zahmen Kastanie *(Castanea)*, woraus wir schlossen, dass die Bronzezeit nicht vor das erste Auftreten der Kastanie zurück zu verlegen sei. Hier im Pfahlbau von Solferino finden wir, dass die Bronzezeit in die Ausbreitung der Buche fällt. Vergleichen wir mit diesem Diagramm dasjenige des benachbarten Moores Rande bei Solferino (Abb. 22), so erkennen wir, dass die Buchenausbreitung und das Auftreten der Kastanie nicht so weit auseinander liegen, dass wir gut beide Erscheinungen noch in das gleiche Zeitalter der Bronze zurückverlegen können. In unserem Diagramm (Abb. 21) fallen die Kulturschichten in den *Caricestorf* und *Phragmitestorf*, die sich meist relativ schnell abgelagert haben gegenüber dem Lebertorf oder der Seekreide im erwähnten Diagramm von Rande-Solferino (Abb. 22). Wir dürfen somit annehmen, dass die Ausbreitung der Buche und das Auftreten der Kastanie bronzezeitlich sind.

20. Moor bei Rande-Solferino (130 m ü. M.).

Zwischen Solferino und Pozzolengo, etwa 12 km südöstlich von Desenzano, liegt das schmucke Dörfchen Rande am Abhang des Mte. Zoca, einem der höchsten Moränenhügel. Oestlich des Dörfchens erstreckt sich in einer Mulde ein ziemlich ausgedehntes Torflager. Dieses wird ebenfalls stark genutzt und ist teilweise ganz abgebaut worden durch die letzte starke Torfnutzung in den Kriegsjahren.

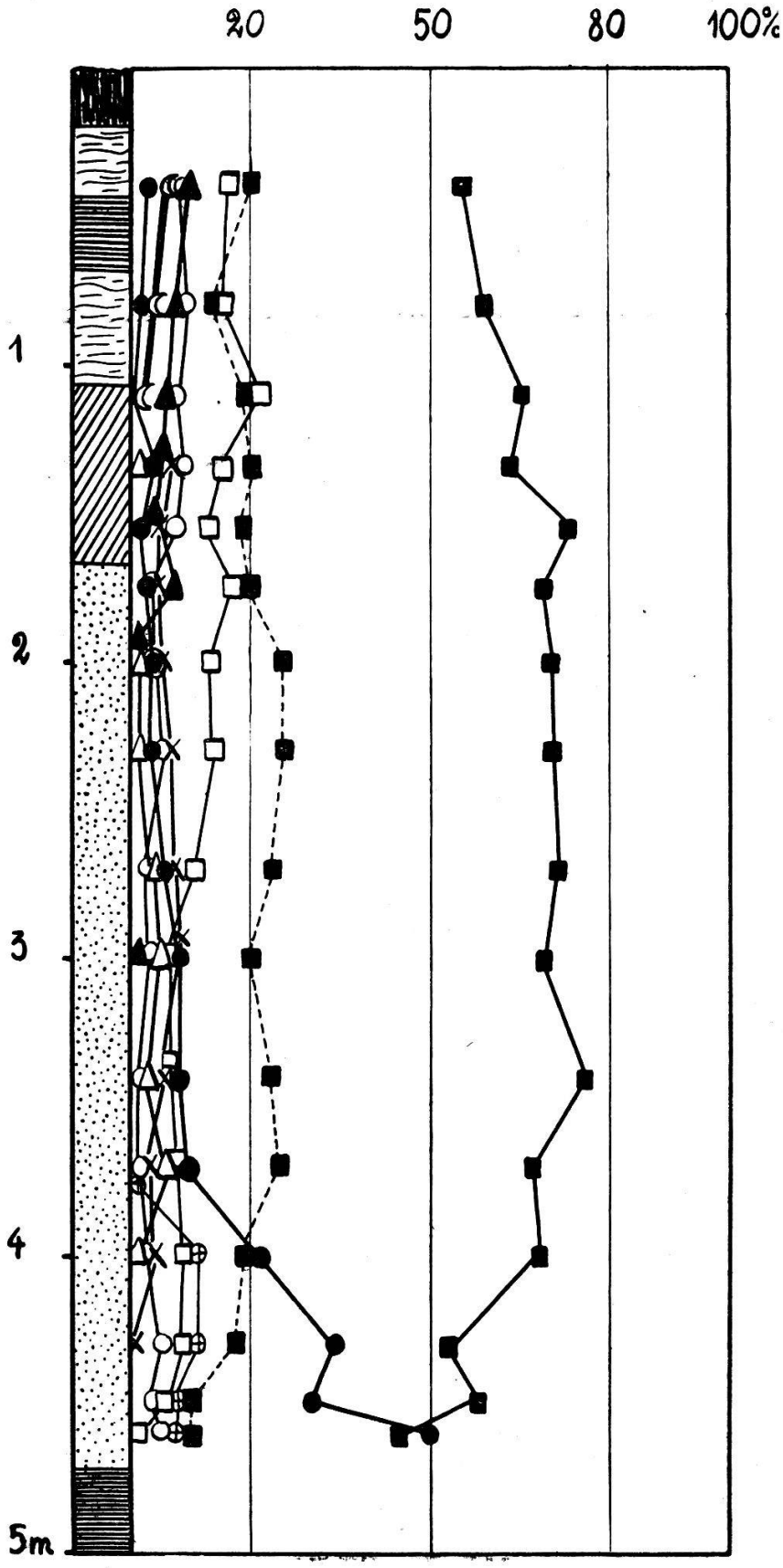


Abb. 22. Rande bei Solferino.

Heute sind beträchtliche Flächen kultiviert worden und stattliche Mais- und Weizenäcker stehen an der Stelle der Streuerieder.

Der innere Aufbau des Torflagers ist folgender:

0— 20 cm Abraum, kultivierter Ackerboden.

20—103 cm C a r i c e s t o r f. An verschiedenen Stellen sind noch kräftige Seggenhorste erhalten. Die Radizellen beherrschen das mikroskopische Bild, neben den Pollen der *Gramineen* und *Cyperaceen*. Zahlreiche sandig-lehmige Zwischenlagen deuten auf wiederholte lokale Ueberschwemmungen hin. In den unteren Horizonten werden die Schilfrhizome häufiger.

bei 30 cm H_2 B_{0-1} R_2 V_0 F_0

bei 45—70 cm lehmiger Horizont

bei 75 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_0

bei 95 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0.

103—160 cm L e b e r t o r f.

160—473 cm S e e k r e i d e mit zertrümmerten Molluskenschalen.

473 cm — zäher Glaziallehm.

Das Diagramm von Rande-Solferino (Abb. 22) zeigt uns nicht den vollständigen Entwicklungsverlauf des Waldbildes der Gegend am Südufer des Garda-Sees. Die unterste Probe gehört noch in die K i e f e r n z e i t, die aber nur noch in ihrem ausklingenden Teil vertreten ist. Die Laubhölzer des Eichenmischwaldes sind schon sehr stark vorhanden und reichen nahe an die Kiefernwerte heran. Birke und Erle sind ebenfalls vorhanden, wobei aber letztere erst in der zweiten Hälfte der folgenden Periode eine vermehrte Ausbreitung erfährt. Die Weide hat anfänglich etwas stärkeren Anteil, dieser geht aber mit der mächtigen Ausbreitung der Laubhölzer zurück. Dann folgt die ausgesprochene E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. Im Anfang dieser Laubwaldperiode verzeichnet die Hasel ihre vermehrte Ausbreitung, die aber nicht so mächtig ausgebildet ist, wie in einigen der besprochenen Diagramme. Von den Konstituenten des Eichenmischwaldes ist es die Eiche, die weitaus vorherrscht. Anfänglich war die Linde noch recht zahlreich vertreten, 10—17% *Tilia*, nachher geht ihr Anteil zurück. Die Ulme erreicht erst in den obersten Spektren beträchtlichere Werte. Die Zusammensetzung des Laubwaldes ist folgende: 29—64% *Quercus*, 4—17% *Tilia*, 2—23%

Ulmus. Die Fichte ist in zahlreichen Proben dieses Abschnittes vorhanden, sie verschwindet aber mit dem Auftreten der Buche.. Die Tanne tritt ebenfalls in der Zählung verschiedener Eichenspektren auf, sie ist meist stärker vertreten als die Fichte und verschwindet erst mit der grösseren Ausbreitung der Buche und dem Erscheinen der Kastanie. Der Haselstrauch, der fast im ganzen Abschnitt eine starke Verbreitung besass, tritt nun seine Stelle an die Erle ab. Dieser Erscheinung begegnen wir in allen Diagrammen dieser Gegend. Dann erscheint die Buche und hat stets wachsende Werte, die aber den Anteil der Erle noch nicht erreichen, jedoch deutlich fallende Werte des Eichenmischwaldes zur Folge haben. Als letzter Waldbaum tritt die zahme Kastanie auf, die sich im weiteren Verlauf in wachsender Ausbreitung befindet. Durch diese obersten Spektren wird das vorhin besprochene Diagramm von Barche di Solferino (Abb. 21) vervollständigt.

Für die Umgebung von Solferino ergeben sich somit die folgenden Abschnitte der Waldgeschichte:

1. K i e f e r n z e i t. Anfänglich starke Ausbreitung von Birke und Weide. Einwanderung der Laubbäume des Eichenmischwaldes und der Fichte, später der Tanne.
2. E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. Die Eiche ist stets vorherrschend. Vermehrte Ausbreitung der Hasel zu Beginn dieser Periode, nachher tritt die Erle an die Stelle des Haselstrauches. Auftreten und Ausbreitung der Buche, durch archäologische Funde als b r o n z e z e i t l i c h bestimmt. Zuletzt erscheint die Kastanie und breitet sich aus.

21. M o o r a m L a g h e t t o d i C a s t e l l a r o (100 m ü. M.).

Südlich des prächtigen mittelalterlichen Städtchens Castellaro liegt der reizende Laghetto di Castellaro, in dessen klaren Wassern sich die malerische Silhouette des Schlosses spiegelt. Der See ist ca. 60 ha gross und von nur geringer Tiefe, diese erreicht nach den Aussagen des Besitzers, des liebenswürdigen Marchese di Castellaro, an keiner Stelle mehr als 7 m. Die Ufer sind ringsum dräniert worden und das Weideland, unterbrochen von vereinzelten Weinbergen, reicht bis an ein schmales Röhricht aus Schilf, Rohrkolben, Seggen und gelben Seerosen an das Ufer des Sees.

Bei der Probeentnahme in einer Wiese unweit des Ufers ergab sich als Schichtwechsel:

0— 30 cm Abraum, mit kräftigen Schilfrhizomen durchsetzt, die bis in über 2 m Tiefe zu verfolgen sind.

20— 90 cm sehr lehmiger Phragmitestorf mit zertrümmerten eingeschwemmten Molluskenschalen. Neben Radizellen sind die Pollen der *Gramineen* und *Cyperaceen* häufig.

90—445 cm Seekreide, in deren obersten Schichten die *Carices-* und *Phragmites*-Rhizome noch recht zahlreich sind. Von 160 cm an reine Seekreide mit zertrümmerten Molluskenschalen.

445 cm — Lehm mit viel Kies und Sand durchsetzt.

Die Abb. 23 zeigt uns das Diagramm der Proben des Laghetto di Castellaro. In der zu Ende gehenden Kiefernzeit setzt die Untersuchung ein. In zwei Proben dominiert mit 53—59% die Kiefer. Die Laubbäume des Eichenmischwaldes sind schon in mächtiger Ausbreitung begriffen (25—34%), wobei die Eiche mit 22—30% die unbedingte Vorherrschaft hat. Birke und Erle verzeichnen nur geringe Werte, unter 10%, desgleichen im Unterholz der Haselstrauch und die Weide. Die Tanne ist in einigen Proben der basalen Schichten vorhanden, sie verschwindet aber zu Beginn der folgenden Periode. In den Uebergang des Kiefernwaldes zum Eichenlaubwald fällt die vermehrte Haselausbreitung, die im folgenden Abschnitt noch eine Zeit lang andauert (20—32% *Corylus*). Den gleichen Befunden sind wir auch im vorhin besprochenen Diagramm begegnet. Dann übernehmen die Laubhölzer die Führung im Waldbilde und behalten diese bis in die rezenten Spektren, wir sind in der Eichenmischwaldzeit. Hier tritt sporadisch die Fichte auf, sie verschwindet aber schon nach wenigen Proben, um dann im obersten Spektrum nochmals sporadisch aufzutreten, was aber, wie ihre ersten Werte, dem Ferntransport des Pollens zugeschrieben werden muss. Ueber die Bedeutung der Fichte an der Zusammensetzung des Waldbildes lässt sich aus dieser geringen Verbreitung nichts schliessen. Deutlicher ist sodann das Auftreten der Buche, die nach dem Maximum der Eichenmischwaldkurve erscheint und von da ab in keiner Probe mehr fehlt. Nach einer anfänglichen grösseren Verbrei-

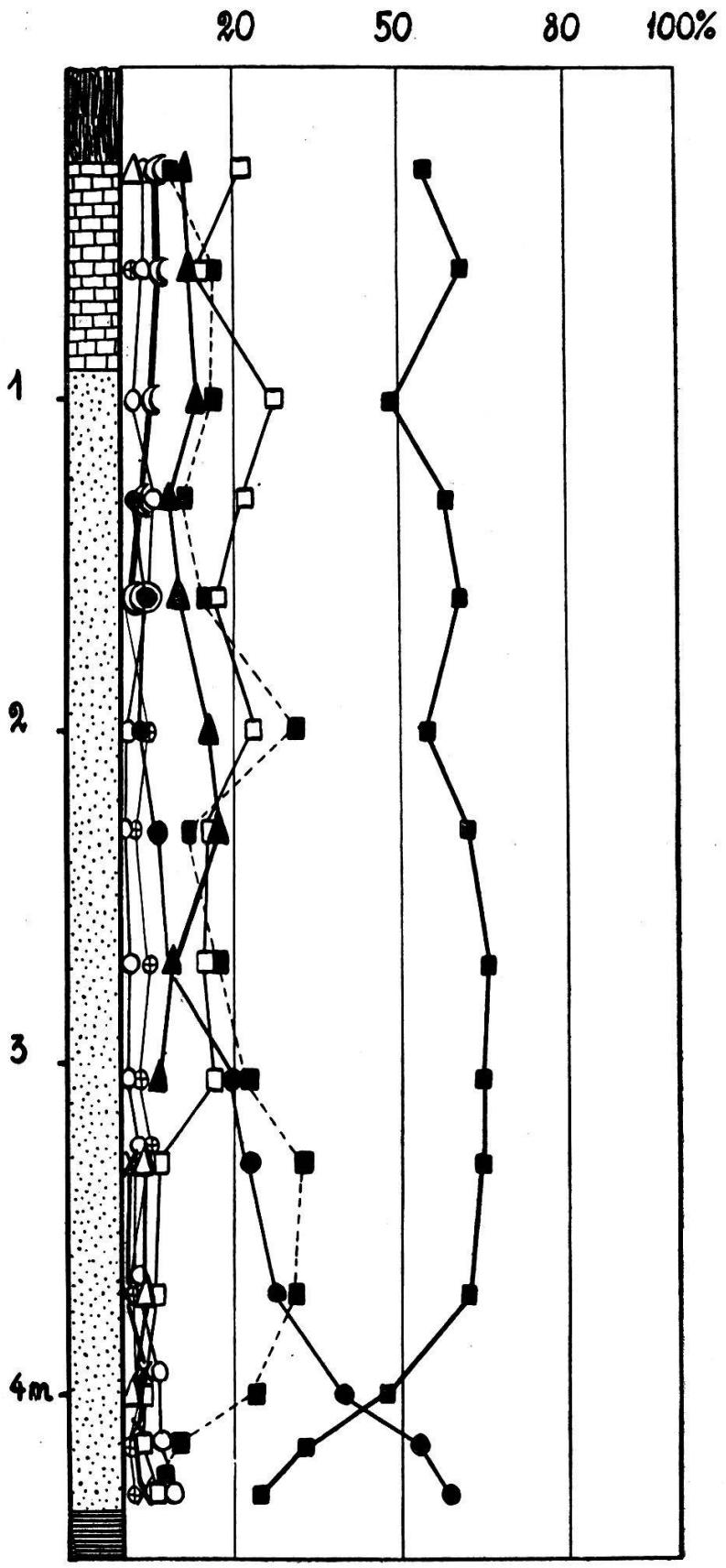


Abb. 23. Laghetto di Castellaro.

tung (16—17% *Fagus*) nehmen ihre Werte gegen oben wieder langsam ab, an ihrer Stelle hat nun die Erle eine stärkere Verbreitung erlangt. In der Zusammensetzung des Eichenlaubwaldes dominiert stets in überragender Weise die Eiche, was schon bei ihrem ersten Auftreten beobachtet werden konnte; 31—58% *Quercus* stehen 3—16% *Tilia* und 4—18% *Ulmus* gegenüber, wobei die Ulmenwerte in den oberen Proben etwas zunehmen. Neben der Eiche steht im weiteren Verlauf die Erle an erster Stelle, welche den führenden Anteil bis in die rezenten Proben beibehält. In die Zeit der grösseren Erlenwerte fällt das Auftreten der zahmen Kastanie, die einen langsam wachsenden Anteil zu verzeichnen hat, ohne aber in diesem Diagramm 20% zu erreichen.

In der mächtigen Ablagerung am Laghetto di Castellaro sind uns ebenfalls die beiden allgemeinen Entwicklungsabschnitte des Waldbildes erhalten:

1. Kiefernzeit.
2. Eichenmischwaldzeit.

22. Moor bei Castel Venzago (105 m ü. M.).

Inmitten der fruchtbaren Weinberge, die die sanften Hänge rings um Castel Venzago überziehen, liegt der Ueberrest eines einst mächtigen Torflagers. Heute sind davon nur noch die basalen Schichten erhalten geblieben. Die beträchtlichen Torflager sind in den letzten Jahrzehnten abgebaut worden und der noch verbleibende Teil der Torfschichten wurde in fruchtbares Ackerland verwandelt.

An der Stelle des tiefsten Profiles ergab sich noch folgender Schichtwechsel:

0— 38 cm Abraum, umgebrochener Ackerboden der Mais- und Weizenfelder.
38— 60 cm Caricestorf, der zufolge der Umwandlung des Moores in Kulturland sehr trocken ist,
bei 45 cm H_3 B_0 R_2 V_0 F_0.
60— 75 cm Lebertorf.
75—130 cm Seekreide.
130 cm — zäher, bleicher Glaziallehm.

In den abgebauten Torfschichten fanden sich nach Aussagen der ansässigen Bauern zahlreiche Reste eines Pfahlbaues. Die Funde

fanden sich vor allem im Uebergang von den Torfschichten zu den Lebertorf- und Seekreideablagerungen. Die Vermutung, dass es sich hier um eine gleichaltrige Siedelung handle, wie im benachbarten Moor Barche di Solferino (Abb. 21) ist durch die pollenanalytischen Ergebnisse bestätigt worden.

Das Diagramm von Castel Venzago (Abb. 24) zeigt uns trotz der geringen Mächtigkeit des Moors doch recht interessante Befunde. In der ausgesprochenen Kiefernzeit hat die Moorbildung eingesetzt. Neben der dominierenden Kiefer ist als Waldbaum nur die Birke und im Unterholz die Weide vorhanden, denen sich später die Hasel beigesellt. Die Kurve der Kiefer zeigt in ihrem untersten Verlauf ein deutliches Abnehmen auf Kosten der Birke, wobei die Werte der Weide noch beträchtlicher zunehmen. Hierin haben wir wohl einen erneuten Anhaltspunkt für eine vorausgegangene Birkenperiode, wie diese schon von Andersson auf Grund der Bestimmung makroskopischer Pflanzenreste vermutet worden ist. Die Hasel erscheint erst nach der Kulmination der Kiefernkurve, gefolgt von der Erle und den Laubhölzern des Eichenmischwaldes. Diese erleben nun auf Kosten der Kiefer eine mächtige Ausbreitung, wir treten in die Eichenmischwaldzeit ein. In den Uebergang der beiden Abschnitte fällt eine vermehrte Ausbreitung der Hasel. Diese kommt unter den übrigen Waldbildnern den herrschenden Laubbäumen des Eichenwaldes und den Kiefern am nächsten. Dann tritt an ihre Stelle die Erle. Die Buche, die ebenfalls auftritt, hat eine stetige Ausbreitung zu verzeichnen, desgleichen die Kastanie, die als letzter Waldbaum in der Zählung erscheint.

Da dieses Moor unter der starken Torfnutzung und der darauffolgenden Bewirtschaftung sehr gelitten hat, ist es wohl möglich, dass sich im frühen Auftreten der Buche und der Kastanie der Einfluss des Menschen durch Störung der Lagerfolgen bemerkbar macht. Wir müssen diese Spektren des Eichenmischwaldes mit grosser Vorsicht deuten, da sie aus Proben stammen, die nur 30 cm unter der genutzten Ackererde liegen. Diese Tiefe liegt noch sehr im Bereich der Störung der Schichten durch das Umbrechen und Pflügen der Aecker. Wichtig ist in diesem Diagramm die Abnahme der Kiefernwerte in den untersten Schichten und die damit verbundene Zunahme der Birken- und Weidenprozente als Andeutung einer früh-postglazialen Birkenphase.

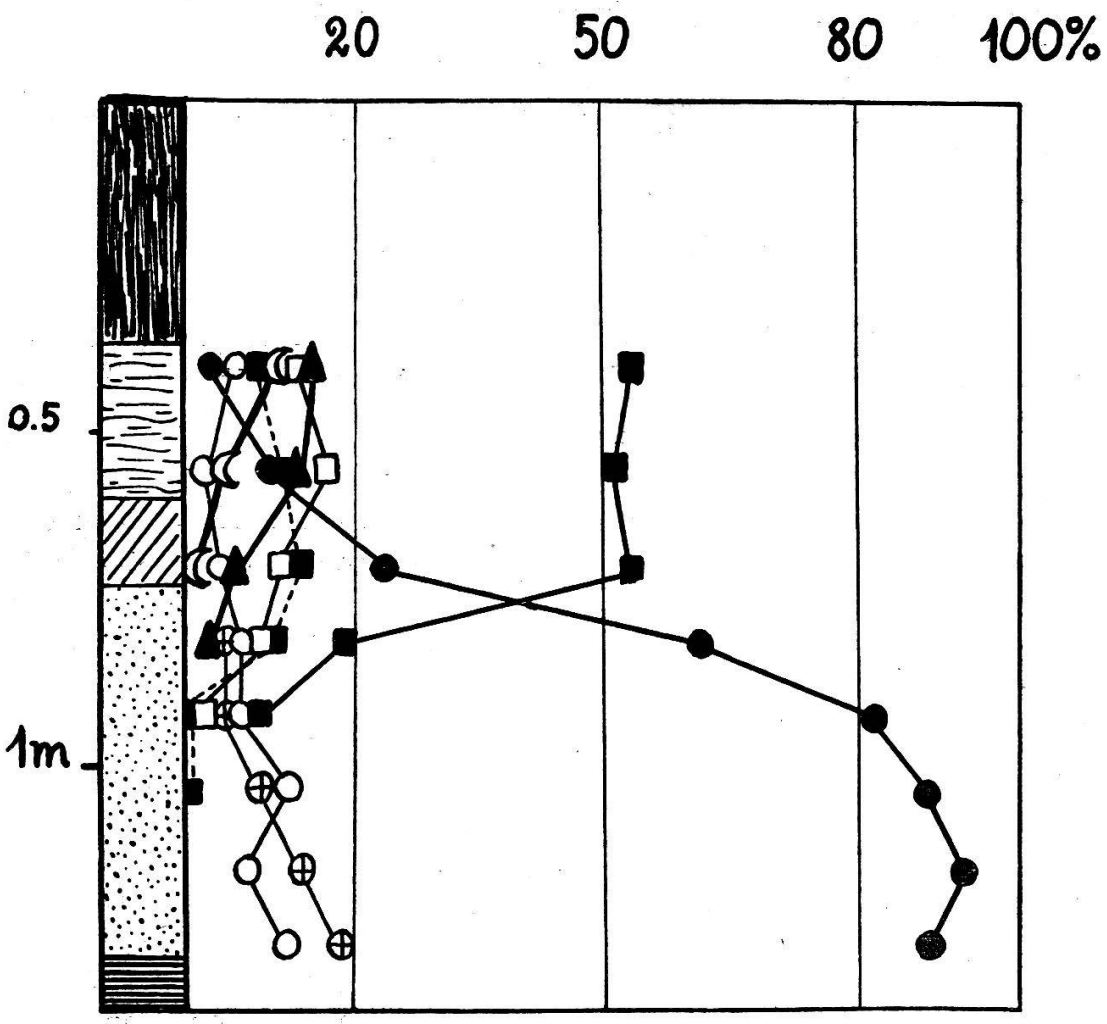


Abb. 24. Castel Venzago.

Die von den Einheimischen erwähnten Artefakte aus den Schichten im Uebergang von der Seekreideablagerung zum Torf fallen in die Eichenmischwaldzeit und zwar in die Ausbreitung der Buche und der nachfolgenden Kastanie. Die Pfahlbausiedelung kann also sehr gut mit derjenigen von Barche-Solferino gleichaltrig sein und muss in das Zeitalter der Bronze verlegt werden.

Aus den Mooren des Gebietes um den südlichen Garda-See lassen sich übereinstimmend folgende Phasen der Waldgeschichte herausschälen:

(Birkenphase).

K i e f e r n p h a s e mit der Einwanderung des Eichenmischwaldes, der Fichte und der Tanne.

Eichenmischwaldphase mit dominierender Eiche, vermehrter Haselausbreitung, Einwanderung und Ausbreitung der Buche und Kastanie, was in das Zeitalter der Bronze zu verlegen ist.

Zusammenfassung der Moore der Lombardei.

Wie die glazialgeologischen Erscheinungen im Gebiete der behandelten Moore ergeben haben, ist die Moorbildung durchgehend postglazial und wir haben deren Beginn wahrscheinlich in die Zeit nach dem Bühlstadium zu verlegen.

Die einzelnen Diagramme der Lombardei, von den insubrischen Seen bis zum Moränenbecken am südlichen Garda-See, was einer Entfernung von gegen 200 km entspricht, zeigen eine grosse Uebereinstimmung. Diese ergibt sich wohl zum grössten Teil aus der ungefähr gleichen geographischen und quartärgeologischen Lage der untersuchten Moore, als am Südfuss der Alpen gelegen und meist von Moränen der Würm-Vereisung umschlossen. Alle liegen in einer durchschnittlichen Meereshöhe von 100—240 m, mit einer einzigen Ausnahme des Moores am Lago di Ganna. Diese erhöhte Lage (432 m) hat dem Diagramm dieses Moores einen besonderen Stempel aufgedrückt.

Eine Birkenzeit finden wir in den basalen Schichten des Moores von Brabbia bei Varese als ersten Entwicklungsabschnitt ausgebildet, wie aus der Tabelle 3 hervorgeht. Wir haben ein typisches Birkenspektrum mit 54% *Betula*, 39% *Pinus* und 7% Eichenmischwald. Mit Ausnahme des sehr früh auftretenden Eichenwaldes stimmt dieses Birkenspektrum mit denjenigen auf der Nordseite der Alpen völlig überein. Auf der Südseite der Alpen müssen wir die Laubbäume des Eichenmischwaldes, Eiche, Linde und Ulme, mit zu den Pionieren des Waldbildes zählen. Im Unterholz sind in beträchtlichen Werten die Weide und in geringerem Masse die Hasel vertreten. Der Anteil der Weide rückt nahe an den der Birke heran und ist in den untersten Proben einzelner Moore oft grösser als dieser. In einigen anderen Mooren ist uns die Birkenzeit noch durch die zunehmenden Birken- und Weidenwerte in den untersten Horizonten angedeutet. Die erste Phase der Waldentwicklung ist also am Südfuss der Alpen ganz ähnlich verlaufen wie auf der Nordseite, die

gleichen Bäume und Sträucher waren die Pioniere des Waldes, der wohl auch hier anfänglich den Charakter eines Busches, dann wohl einer Parklandschaft hatte, um erst später einen eigentlichen «Wald» zu bilden.

Weit allgemeiner ist uns in den Diagrammen die Kiefernzeit erhalten (Tabelle 4). Mit Ausnahme von nur drei Mooren hat die Moorbildung in dieser Epoche eingesetzt. Die Uebereinstimmung der Durchschnittsspektren in der Tabelle 4 ist eine recht gute. Mit 62—81% dominiert die Kiefer, es ist überall die Waldkiefer *(P. silvestris)*. Der Anteil der Birke ist in einigen Mooren noch ein bedeutender, er nimmt aber im Laufe dieses Abschnittes ab. Der Eichenmischwald ist bemerkenswerterweise schon mit recht grossen Werten vertreten, nachdem er schon zur Birkenzeit durch die Eiche eingeführt worden ist. Es ist überall die Eiche, die ihn einleitet und dann dauernd den grössten Anteil verzeichnet. Linde und Ulme sind nur unbedeutend vorhanden, in einzelnen Mooren fehlen sie noch. Die Erle ist schon vorhanden, zeigt aber nur eine unbedeutende Verbreitung. Die Tanne ist nur vereinzelt zur Kiefernzeit nachweisbar, die Fichte fehlt noch. Im Unterholz herrscht in den meisten Durchschnittsspektren noch die Weide vor, gefolgt von der Hasel, die ihr diesen Vorrang bald streitig macht und für sich in Anspruch nimmt.

Als dritte, überall zu verfolgende Phase haben wir die Eichenmischwaldzeit (Tabelle 5). Das Moor am Lago di Pusiano macht nur deshalb eine Ausnahme, weil dort die Schichten, in denen dieser Abschnitt erhalten wäre, völlig abgebaut sind und uns nur noch die Seekreidehorizonte mit den Kiefernspektren zugänglich sind. Der Eichenlaubwald herrscht mit 37—65% vor, eine ganz markante Dominanz. Von seinen Konstituenten ist es überall die Eiche, die den Hauptanteil des Pollenniederschlages liefert. Linde und Ulme reichen zusammen meist nicht an den Eichenanteil heran. Das Verhältnis ist folgendes: Eiche : Linde : Ulme = 4 : 1 : 1. Neben diesen Laubhölzern ist die Erle am stärksten vertreten. Sie kommt in allen Diagrammen dem Eichenmischwald am nächsten, mit Ausnahme der obersten Spektren in einigen Mooren, in denen die Buche oder schon die Kastanie den Erlenanteil überflügelt haben. Die Werte der Kiefer und der Birke sind stark zurückgegangen und treten kaum mehr hervor. Neu ist die Buche erschienen, die übereinstimmend in der

Epoche der grössten Erlenprozente und fallender Eichenwerte erscheint. Sie erreicht aber nur in einigen Mooren Werte über 20% und verzeichnet mit 27% *Fagus* im Moor am Lago di Annone ihr Maximum für die lombardischen Moore. Nach ihr erscheint die Kastanie. Ihr Auftreten fällt wie dasjenige der Buche noch in den Abschnitt der grössten Erlenwerte und der fallenden Eichenmischwaldkurve. Von da ab wächst der Anteil der Kastanie stetig auf Kosten der Erle und rückt dem Eichenwald sehr nahe, ohne ihn aber zu überholen. Mit den Eichenmischwald-Kastanien-Erlen-Spektren leiten die Diagramme lückenlos in das heutige Waldbild der lombardischen Ebene über.

Im Unterholz ist in diesem Abschnitt der Haselstrauch stärker vertreten als die Weide. Er hat zu Beginn der Eichenmischwaldperiode eine deutliche vermehrte Ausbreitung erfahren, die aber in keinem Verhältnis steht zur markanten Haselzeit auf der Nordseite der Alpen. Die schon sehr früh eingewanderten Eichen haben wohl die weitere Ausbreitung der Hasel bis zu einer Haselperiode unmöglich gemacht.

In zwei Mooren ist uns eine archaeologische Datierungsmöglichkeit einzelner Spektren gegeben. Der Vergleich der Lagerung bronzezeitlicher Funde mit den rekonstruierten Waldverhältnissen hat ergeben, dass der Abschnitt der grössten Ausbreitung der Buche und der Einwanderung der Kastanie in der Lombardei bronzezeitlich sind.

Tabelle 3.

Birkenzeit der Moore der Lombardei.

	Brabbia 245 m	Lago di Ganna 432 m	Albate 270 m	Lago di Alserio 260 m	Saltarino sotto 230 m
	%	%	%	%	%
Betula	**54**	**20**	**34**	**25**	**20**
Pinus	39	80	66	67	80
Eichenmischwald	7	—	—	8	—
Quercus	7			8	
Tilia	—			—	
Ulmus	—			—	
Corylus	6	6	17	5	—
Salix	45	5	15	25	26

Tabelle 4. Kiefernzeit der Moore der Lombardei.

	Brabbia 245 m	Cazzago 240 m	L. di Ganna 432 m	Albate 270 m	L. di Alserio 260 m	L. di Pusiano 260 m	L. di Annone 230 m	Lago d'Iseo 190 m	Saltarino sotto 230 m	Saltarino sopra 245 m	Barche di Solferino 120 m	Rande di Solferino 130 m	L. di Castellaro 100 m	Castel Venzago 105 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Pinus	**66**	**62**	**73**	**61**	**67**	**80**	—	—	**80**	**77**	**64**	—	**60**	**81**
Betula	14	11	7	12	25	12	—	—	16	16	9	—	6	8
Eichenmischwald . .	18	22	14	14	8	6	—	—	4	5	23	—	24	8
Quercus , . . .	11	14	8	9	8	5			4	5	13	—	21	7
Tilia	4	4	3	3	—	1			—	—	6	—	2	1
Ulmus	3	4	3	2	—	—			—	—	4	—	1	—
Alnus	2	2	4	13	—	1	—	—	—	2	4	—	6	3
Abies	—	3	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—
Corylus . . . ,	6	10	9	19	5	3	—	—	4	5	6	—	6	2
Salix	5	6	4	10	25	6	—	—	13	6	10	—	5	9

Tabelle 5. Eichenmischwaldzeit der Moore der Lombardei.

	Brabbia 245 m	Cazzago 240 m	L. di Ganna 432 m	Albate 270 m	L. di Alserio 260 m	L. di Pusiano 260 m	Li di Annone 230 m	Lago d'Iseo 190 m	Saltarina sotto 230 m	Saltarina sopra 245 m	Barche di Solferino 120 m	Rande di Solferino 130 m	L. di Castellaro 100 m	Castel Venzago 105 m
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Eichenmischwald .	**46**	**45**	**38**	**57**	**62**	—	**37**	**42**	**55**	**60**	**56**	**65**	**60**	**53**
Quercus	32	25	20	33	34	—	21	20	39	42	33	49	45	39
Tilia	7	10	10	11	11	—	7	12	10	10	11	8	6	6
Ulmus	7	10	8	13	17	—	8	10	6	8	12	8	9	8
Alnus	19	19	11	19	18	—	20	12	15	12	13	12	17	13
Pinus	9	11	10	7	3	—	6	12	9	15	9	9	6	12
Betula	5	5	4	5	5	—	5	6	4	4	7	6	3	5
Fagus	5	7	10	9	10	—	16	14	11	5	7	2	10	11
Picea	2	2	5	—	—	—	4	5	—	—	3	2	2	—
Abies	10	8	19	3	—	—	9	8	—	4	5	3	—	6
Castanea	4	3	3	—	2	—	3	1	6	—	—	1	2	—
Corylus	19	16	16	11	10	—	13	14	13	20	14	20	18	11
Salix	3	4	3	3	2	—	3	3	3	3	3	4	3	3

C. Moore von Venetien.

23. Moor am Laghetto di Lugana (74 m ü. M.).

Etwa 3 km westlich der alten Festung Peschiera am Einfluss des Mincio in die Südostecke des Garda-Sees liegt der kleine Laghetto di Lugana. Er ist rings von sanften Moränenrücken umgeben, von zahlreichen Bächen gespiesen, aber ohne Abfluss. Seine Ufer sind von einem hohen Stachelzaun umgeben, weil der See von einigen Sportfischern gepachtet ist. So ist dem Botanisieren in der Nähe der Ufer, in den Verlandungsbeständen des Sees, Einhalt geboten.

Die Ufer ausserhalb des Stachelzaunes sind fast rings um den See kultiviert, bis auf ein schmales Röhricht, durch das dieser Zaun läuft. Daran schliessen sich direkt die Mais- und Getreidefelder. Die Mulde ist sehr trocken und auf den wenig durchnässten, umgebrochenen Torfflächen wird Mais gebaut. Vereinzelte tiefe Gräben dienen der Ableitung des Wassers während der Regenmonate. Vom Mai bis Ende August fällt hier gar kein Regen. Die Bäume der Umgegend dringen fast bis an die Ufer vor, es sind Maulbeerbäume, Platanen, Pappeln und Weiden.

Bei der Probenentnahme ergab sich das folgende Profil:

0— 27 cm Abraum, kultivierter Ackerboden.

27—155 cm Caricestorf,

bei 40 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0
bei 85 cm H_5 B_{1-} R_2 V_0 F_0
bei 120 cm H_6 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

Mit zahlreichen Resten von *Cyperaceen* und *Gramineen*, sowie deren Pollen in allen Proben.

155—185 cm Lebertorf.

185—455 cm Seekreide, bleiche, rötliche Schichten. Die Kieselalgen beherrschen das mikroskopische Bild: *Navicula* spec., *Pinnularia* spec., *Cymbella* spec. Der See erfüllte früher die ganze Moränenmulde, was sich aus

der Ausdehnung der mächtigen Seekreidelager mit Deutlichkeit ergibt.

455 cm — L e h m, zäher, plastischer Glaziallehm.

Dieses Moor gehört noch in das Moränenamphitheater des südlichen Garda-Sees, wie die vorhin besprochenen Moore jener Gegend, was sich auch aus seinem Entwicklungsgang klar ergibt. Es wird aber hier besprochen, um die geographische Gliederung nach den drei Provinzen Oberitaliens einzuhalten. Die Abb. 25 zeigt uns das Diagramm vom Laghetto di Lugana. Die Entwicklungsgeschichte des postglazialen Waldes ist mit derjenigen aus der Gegend von Solferino-Desenzano völlig übereinstimmend. Seine Bidlung ist also sicher p o s t g l a z i a l und hat wahrscheinlich nach dem Bübl-Stadium eingesetzt.

Eine markante K i e f e r n z e i t eröffnet die Untersuchung. Mit 64—91% dominiert die Kiefer. Anfänglich sind ihr nur Birke und Weide beigesellt, denen sich später die Hasel anschliesst. Alle diese Vertreter erreichen aber in keiner Probe mehr als 15%. Dann treten die Komponenten des Eichenmischwaldes auf, in überragender Weise von der Eiche angeführt. Die Laubbäume erreichen dann eine stark wachsende Ausbreitung und überholen den Anteil der Waldkiefern. Als zweiten Abschnitt haben wir die E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. In den Anfang dieser Periode fällt die vermehrte Haselausbreitung mit bis 23% *Corylus*. Der Eichenmischwald und die Kiefer zeigen nach dem Schnittpunkt ihrer Kurven in einigen Spektren ungefähr gleichbleibende Werte, ihre Kurven laufen einander ziemlich parallel, eine Erscheinung, die in zahlreichen Diagrammen zu ersehen ist. Der Eichenmischwald ist wohl nicht plötzlich an die Stelle der Kiefernwälder getreten, sondern hat diese allmählich durchdrungen und die lichtbedürftigen Kiefern verdrängt. In diesem Abschnitt tritt auch die Fichte auf, gefolgt von der Tanne. Die Fichte aber bleibt auf geringe Werte und wenige Proben beschränkt, während der Anteil der Tanne bis zu 10% beträgt und bis in die rezenten Spektren andauert. Nach der vermehrten Haselausbreitung erscheint die Buche und gewinnt an Ausbreitung, ohne aber die Erle zu überflügeln, die sich inzwischen auch ausgebreitet hat. Die Erlenwerte sind an die Stelle der grösseren Haselprozente getreten. Als letzter Waldbildner erscheint die Kastanie, deren Anteil ebenfalls

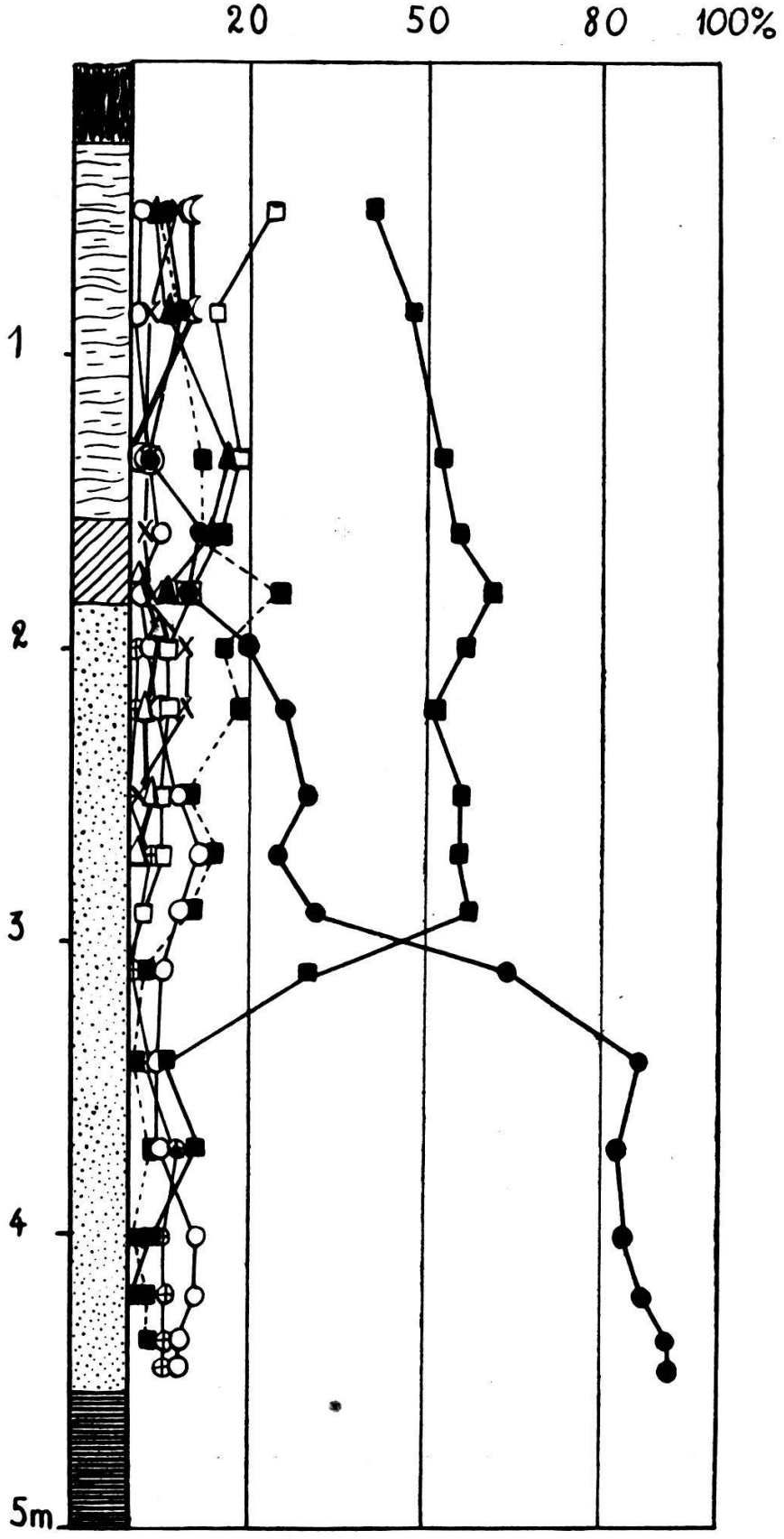


Abb. 25. Laghetto di Lugana.

in den jüngeren Spektren auf Kosten des dominierenden Eichenmischwaldes zunimmt und den der Buche übertrifft. Die Erle indessen verharrt noch auf ihren beträchtlichen Werten, die dem herrschenden Eichenlaubwald am nächsten kommen. Um den in Verlandung begriffenen See müssen mächtige Erlenwälder gestanden haben.

Für die Westecke von Venetien ergeben sich also aus diesem Diagramm ebenfalls die beiden Hauptabschnitte der postglazialen Vegetationsentwicklung:

1. Kiefernzeit.
2. Eichenmischwaldzeit.

24. Moor am Lago di Fimon (26 m ü. M.).

Am Fusse der bekannten Monti Berici bei Vincenza, dieser vulkanischen Hügel inmitten der weiten Ebene, liegt der kleine Lago di Fimon. Von der Stadt Vincenza ist er in südlicher Richtung 10 km entfernt. Er nahm früher, wie die meisten solcher Seen in Mulden alter Gesteine oder Moränen eine weit grössere Fläche ein. Die Ausdehnung der mächtigen Seekreidelager sind uns noch Zeugnis davon. Heute ist die Gegend seines Nordufers ein weites Torffeld, das von vielen tiefen Entwässerungskanälen durchzogen wird. Aus den ausgedehnten Torfmooren sind weite, fruchtbare Getreidefelder geworden. Die Oberflächenvegetation ist den Kulturpflanzen und Ackerunkräutern gewichen oder hat sich zu beiden Seiten der Kanäle noch in sehr spärlichen Resten erhalten können.

Der Torf ist an den meisten Stellen fast bis auf die Seekreideschichten abgebaut worden. Letztere sind aber noch sehr mächtig und erreichen an zahlreichen Probeprofilen über 8 m Mächtigkeit. An den geschützten Hängen, welche das Torfmoor einschliessen, ist ein ziemlich gelichteter Wald vorhanden, in welchem *Quercus pedunculata, Q. sessiliflora, Fraxinus excelsior, Castanea sativa, Carpinus betulus*, dominieren. Grössere Sträucher sind noch reichlich vorhanden, wie *Corylus avellana, Cornus sanguinea, Viburnum lantana, Prunus spec., Salices spec.* In den Torfgräben, die stellenweise recht tief und breit sind, gedeihen üppig *Nymphaea alba, Myriophyllum spec., Hottonia spec.*

Als Profil ergab sich bei der Bohrung:

0— 45 cm kultivierter Ackerboden.

45— 60 cm lehmiger Caricestorf. Der stattgehabte Torfabbau an dieser Stelle wurde von den einheimischen Bauern auf 3—4 m veranschlagt. Die steinzeitlichen Artefakte, die im Moor in der Nähe der Bohrstelle gefunden worden sind (Andersson), lagen in dieser Torfschicht. An der Bohrstelle entsprechen aber dieser Schicht schon Seekreideablagerungen. Im mikroskopischen Bild sind neben den Mineralsplittern (lehmig) die Radizellen sehr häufig, ebenso Pilzhyphen und Sporen.

60—685 cm Seekreide, mit zahlreichen zertrümmerten Molluskenschalen. Zahlreiche Samen erwiesen sich als solche von *Najas marina.*

685 cm — Lehm.

Gunnar Andersson (1910) besuchte dieses Torflager in den 90er Jahren. Er beobachtete folgende Schichtenserie:

1. Torf von wechselnder Mächtigkeit. Die obersten Proben waren Erlentorf mit reichlichen Mengen von Erlenstrünken und Stämmen. Hie und da sah er auch herausgefallene Eichenstämme, von Koniferen war dagegen keine Spur zu bemerken. Dieser Torf war sehr fossilarm, nicht dagegen der darunter liegende Dytorf, mit grossen Mengen Wasserpflanzen. Die steinzeitlichen Artefakte und Knochenteile, die in diesem Moor in reichlichem Masse gefunden wurden, lagen in dieser Schicht. Andersson bestimmte vor allem folgende Fossilien:

Quercus robur, zahlreich, Holz und Früchte
Tilia platyphyllos, mehrere Holzteile und Früchte
Fagus silvatica, 1 Frucht
Alnus glutinosa, reichlich Holz, Fruchtkätzchen, Früchte
Sorbus spec., 1 Same
Corylus avellana, zahlreiche Nüsse
Rhamnus frangula, einzelne Samen.

Daneben zahlreiche Wasserpflanzen, wie *Cladium mariscus*, *Najas marina*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Trapa natans* als

hervortretendes Leitfossil. In der darunter liegenden Gyttja-Schicht fehlen die *Trapa*-Nüsse, oder sind zum mindesten äusserst selten.

2. Gyttja (= Lebertorf). Diese Ablagerung konnte der schwedische Forscher zufolge des hohen Wasserstandes nur an wenigen Stellen untersuchen. Er fand darin vor allem folgende Fossilien:

Alnus glutinosa, ziemlich zahlreich
Carex spec., zahlreiche Früchte
Najas marina, sehr reichliche Früchte
Nymphaea alba, reichliche Früchte.

Er schliesst daraus, dass die Gyttja derselben Flora wie das Torflager entspricht, aber sehr verarmt zu sein scheint, beide gehören der Eichenzone an.

Die pollenanalytische Durchsicht der Proben kann nun diese Vermutungen bestätigen (Abb. 26), sie erhält aber zugleich ihre volle Bestätigung durch die zahlreichen Bestimmungen makroskopischer Pflanzenreste durch Andersson. Trotz der grossen Mächtigkeit der Ablagerung am Nordufer des Lago di Fimon mit 685 cm Torf und Seekreide ist uns in diesen Proben nur ein Teil der postglazialen Waldgeschichte der Gegend am Fusse der Monti Berici erhalten, wie uns das Diagramm (Abb. 26) lehrt. In der ausgesprochenen Eichenmischwaldzeit setzt die Untersuchung ein. Mit 50% und mehr herrscht der Eichenlaubwald vor und erreicht nach einigen Proben mit 62% sein Maximum. Es ist durchwegs die Eiche, welcher weitaus der grösste Anteil an diesen beträchtlichen Werten zukommt. Die Zusammensetzung in den Proben ist die folgende: 26—45% *Quercus* stehen 2—15% *Tilia* und 3—16% *Ulmus* gegenüber. Anfänglich übertreffen die Lindenwerte diejenigen der Ulme, nach der zweiten Kulmination der Eichenmischwaldkurve bei 60% ist das Umgekehrte der Fall: die Ulmenwerte sind von nun an grösser als die Lindenprozente. Das ganze Profil gehört der Eichenzone an, zu welcher Erkenntnis Andersson auf Grund seiner Bestimmungen der Pflanzenfunde gekommen ist. Die Häufigkeit der von ihm bestimmten Holzreste stimmt mit den Pollenfunden aufs beste überein: Neben der Eiche ist die Erle der herrschende Baum. Eichen- und Erlenholz, sowie die Früchte dieser Baumarten waren auch die hauptsächlichsten Funde. Die Zeit der vermehrten Haselausbreitung ist in den untersten Proben noch angedeutet. Diese Spektren gehören

also wahrscheinlich in den Abschnitt der Eichenmischwaldzeit kurz vor ihrem Höhepunkt. Dann übernehmen die Erlenwerte die Führung der übrigen Waldbildner, die Haselstrauchprozente bleiben ihnen benachbart. Damit stimmen die Holzfunde von Andersson wiederum gut überein, der zahlreiche Haselnüsse in den von ihm untersuchten Proben fand.

Die Fichte ist in den meisten Proben vorhanden, ihr Anteil übersteigt aber in keiner Probe 10%. Die Tanne dagegen ist auf sporadisches Vorkommen in den basalen Schichten und in den Spektren nach der zweiten Kulmination der Eichenmischwaldkurve beschränkt. Nach einer erneuten stärkeren Haselausbreitung erscheint die Buche, deren Anteil aber erst zur Zeit der grösseren Erlenwerte ein beträchtlicherer wird, ohne aber 20% zu übersteigen. In die Zeit der fallenden Buchenwerte ist auch hier die Einwanderung der Kastanie zu verlegen. Ihr erstes Auftreten fällt in den Abschnitt der grössten Erlenausbreitung. Dieser Erscheinung sind wir auch in den Mooren südlich des Garda-Sees begegnet. Die Kastanie erhält eine markante Ausbreitung, ihr Anteil wächst stetig, um in den obersten Schichten mit 38% *Castanea* dem vorherrschenden Eichenmischwald (39%) sehr nahe zu kommen. Bemerkenswert ist noch das Auftreten der Hainbuche *(Carpinus)*, die in einzelnen Spektren bis zu 6% zu verzeichnen hat, die obersten Spektren notieren allerdings nur noch 3—4%. Mit den Eichenmischwald - Kastanien - Erlenspektren leitet die Untersuchung in das heutige Waldbild über, deren Zusammensetzung an den benachbarten Hängen im Vorstehenden skizziert worden ist.

In diesem Diagramm ist nun ebenfalls die Anknüpfung an die archaeologische Chronologie gegeben. Im Seggentorf, der über den mächtigen Seekreideschichten lagert, fanden sich nach Andersson zahlreiche Artefakte. In unserem Diagramm entsprechen nun diesen Torfschichten schon Seekreideproben, da unsere Bohrung in unmittelbarer Nähe des Lago di Fimon gemacht wurde, während die Artefakte weiter nordwärts gefunden worden sind. Nach den Angaben von Andersson lassen die Funde auf eine steinzeitliche Siedelung schliessen. Montelius erwähnt ebenfalls ein jung-neolithisches Kupferbeil. Zufolge der unbestimmten Tiefenangabe sind wir nicht in der Lage, den Kulturschichten die betreffenden Pollen-

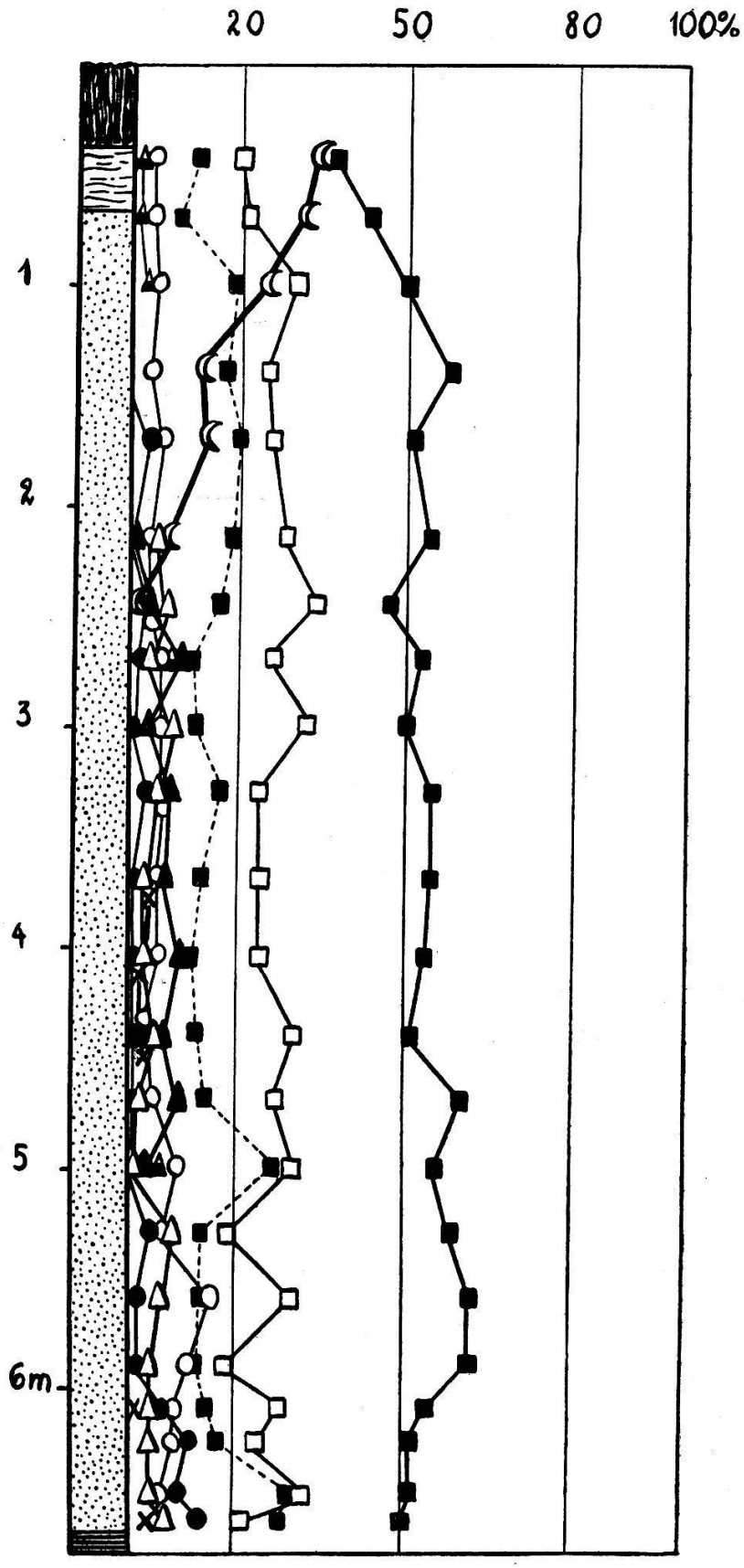


Abb. 26. Lago di Fimon.

spektren zuzuordnen. Hier geben uns nun die Bestimmungen von Neuweiler (1905) wertvolle Ergänzungen.

Neuweiler erwähnt nach den Angaben von Lioy vom Lago di Fimon einen bronzezeitlichen Pfahlbau und hat in diesen Kulturschichten folgende Pflanzenreste bestimmt:

Corylus avellana
Quercus sessiliflora
Rubus (idaeus)
Prunus spinosa
Trapa natans
Cornus mas
Vitis vinifera

Vergleichen wir damit die Funde an Pflanzenresten, die Andersson im Moor von Cazzago bei Varese (siehe S. 50) machte, so erkennen wir sofort die wärmeliebenden Pflanzen *(Trapa, Cornus mas, Vitis)*, die den Eichenhorizont charakterisieren, in dem *Trapa natans* das Leitfossil war. Wir sind also wohl berechtigt, diese Siedelung noch als steinzeitlich anzusehen, wie sie nach den Befunden von Andersson angegeben wird. Neuweiler hat in seinen Proben keine Reste der Kastanie gefunden, die den von ihm beschriebenen bronzezeitlichen Pfahlbau von Cazzago-Varese auszeichnen. Die von Andersson aus diesem Moor beschriebenen Pflanzenreste (siehe S. 108) stimmen mit der Annahme eines steinzeitlichen Pfahlbaues überein, wie er von diesem Forscher angegeben wird, als zur ausgesprochenen Eichenzeit, in der *Trapa natans* das Leitfossil war. In unserem Diagramm würden diese neolithischen Schichten mit den grössten Eichenmischwaldspektren zusammenfallen, die auch die vermehrte Ausbreitung der Hasel zeigen, was mit den von beiden Forschern erwähnten *Corylus*-Funden in gutem Einklang steht.

Wir erhalten damit die folgende Datierung des postglazialen Waldbildes: Die Kulmination der Eichenmischwälder ist neolithisch. Mit diesem Ergebnis stimmen die Befunde am steinzeitlichen Pfahlbau von Coldrerio im südlichen Tessin (Keller, 1930) gut überein, die besagen, dass die Haselzeit noch nicht neolithisch war und dass das Neolithikum in die Zeit der Eichenmischwälder falle.

25. Moor an der Quelle der Livenza bei Polcenigo (36 m ü. M.).

Am Ostfuss der Venezianischen Alpen entspringt bei Polcenigo, nördlich des Städtchens Sacile an der Linie Venedig—Udine, die Li-

venza. Erst ein kleines Flüsschen, das aus den Kalkfelsen als sprudelnder, den Einheimischen geweihter Quell entspringt, wird sie zum mächtigen Strom durch zahlreiche Zuflüsse auf beiden Seiten und mündet zwischen Piave und Tagliamento in das Adriatische Meer. Die Umgebung der Quelle der Livenza, unweit des malerischen Städtchens Polcenigo, dessen prächtiges Schloss leider dem erbitterten Gebirgskrieg 1915/18 zum Opfer gefallen ist und nur mehr als stolze Ruine an vergangene Herrlichkeiten erinnert, ist von zahlreichen Mooren eingenommen. Die Torflager sind aber oft überschwemmt worden, bei der Bohrung ergaben sich mehrere sandiglehmige Horizonte als Zeichen lokaler Ueberschwemmungen. Heute ist das ganze Gebiet entwässert worden, tiefe Gräben durchziehen das Torfmoor und auf dem nackten Torf wird Mais mit Erfolg angepflanzt. Diese Gräben und Gruben sind bis 2 m tief. Im Herbst 1928 wurden die reifen Maiskolben in knietiefem Wasser geerntet, da reichliche Regengüsse während des Sommers fielen und das Wasser zufolge der undurchlässigen Lehmschichten am Grunde der Torflager nicht abfliessen konnte. Diese Gräben sind in Verlandung begriffen. Der Gang der natürlichen Verlandung wird aber immer durch die Hand des Menschen gestört, da die Gräben stets zur besseren Entwässerung gesäubert werden.

In den Altwässern der Livenza und in einem grossen Teil des Flussbettes finden sich submerse Wiesen, die sich oft über weite Strecken ausdehnen. Diese sind zur Hauptsache gebildet aus *Ranunculus aquatilis* ssp. *heleophilus*. Die gesammelten Proben wurden von meinem Freunde Dr. Eugen Baumann in freundschaftlicher Weise bestimmt, wie er auch die Revision der übrigen mitgebrachten Pflanzen besorgte.

An der Bohrstelle im mächtigsten Teil des Torfmoores ergab sich als Schichtfolge:

0— 30 cm Abraum, zu Ackerboden umgewandelte Torfschichten.

30—100 cm Caricestorf, mit reichlichen Schilf-Rhizomen. Stellenweise sehr lehmig. Die obersten Schichten sind fast reiner Wurzelfilz. Zahlreiche Radizellen und Pollen von *Gramineen* und *Cyperaceen*

bei 60 cm H_2 B_1 R_2 V_0 F_0

bei 80 cm H_3 B_{1-2} R_2 V_0 F_0 etwas lehmig.

100—120 cm stark lehmiger Horizont, durch lokale Ueberschwemmung entstanden, V_2. V = *Alnus*

120—130 cm L e b e r t o r f.

130—142 cm lehmiger Horizont, V_2. V = *Alnus*

142—234 cm C a r i c e s t o r f mit zahlreichen Resten von *Phragmites* und *Eriophorum latifolium.*

bei 170 cm H_4 B_2 R_1 V_{1-2} F_0 V = *Alnus*

bei 205 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

234 cm — hellblauer, zäher L e h m. Die Moräne wurde nicht erbohrt.

Ueber das Alter dieser Moorbildung geben uns die eiszeitlichen Spuren der benachbarten Brenta- und Piavegletscher einigen Aufschluss. Nahe dem Ausfluss der Brenta aus ihrem gleichbenannten, schmalen Tal in die venetianische Ebene finden sich bei Campolongo in 240 m Höhe die Endmoränen eines Brentagletschers. Während in diesem Tal und im davon abzweigenden Val Sugana nach P e n c k und B r ü c k n e r Moränen und Rückzugsstadien fehlen, sind diese im Bereich des einstigen Piavegletschers recht häufig. Das Eis des Piavegletschers, das das Becken von Belluno erfüllte, verliess dieses nach Angaben der obigen Autoren in zwei Armen. Der eine baute das Moränenamphitheater von Querco auf, am Austritt der Piave aus den Venetianischen Alpen, das in 270 m Höhe gelegen ist. Dieses Zungenbecken liegt etwa 30 km westlich von Polcenigo. Der zweite grössere Arm des Piavegletschers drang durch ein Seitental ins Alpenvorland und schüttete die Endmoränenwälle des Amphitheaters von Vittorio (320 m) auf. Das Gefälle dieser Gletscherzungen war recht steil und betrug nach P e n c k und B r ü c k n e r und anderen von ihnen zitierten Autoren bis zu 50‰. Die Würm-Vereisung reichte nicht weiter als in dieses gleichmässig gebaute Moränenamphitheater, das von Polcenigo und dem untersuchten Moor nur 12 km in westlicher Richtung entfernt liegt. Der Rückzug des Brenta- und Piavegletschers muss nun ziemlich rasch erfolgt sein. Die Spuren des Bühl-Stadiums liegen schon auf beträchtlichen Höhen: in den Seitentälern des Beckens von Belluno in 1300—1600 m, im Tal der Piave hat es bei 1450 m ein schön entwickeltes Zungenbecken eines Bühl-Gletschers. Die Schneegrenze lag schon bei 1800—1850 m, ungefähr 900 m unter der heutigen. Ufermoränen des Gschnitz-Stadiums lie-

gen im Gebiet der Ampezzaner-Dolomiten schon auf über 1850 m, die Schneegrenze ist nach P e n c k und B r ü c k n e r auf etwa 2000 m zu veranschlagen, 600 m unter der heutigen. Moränen des Daun-Stadiums lassen sich deshalb kaum verfolgen, weil bei einer Lage der Schneegrenze 300 m unter der heutigen im wesentlichen nur noch die schroffen Ampezzaner-Dolomitklötze über die Schneegrenze hinausragten.

Die unmittelbare Nähe dieser Jung-Endmoränen ergeben für die Moorbildung an der Quelle der Livenza sicher das p o s t g l a z i a l e Alter. Diese hat wohl zufolge der tiefen Schneegrenze an den benachbarten Hängen erst n a c h dem Bühl-Stadium eingesetzt.

Am Ostfuss der venetianischen Alpen verläuft die Waldentwicklung ganz ähnlich wie an den Hängen der Monti Berici in der lombardischen Ebene. Es ist uns aber nur ein Teil dieser Waldgeschichte in den Proben des Moores von der Quelle der Livenza erhalten (Abb. 27).

In der E i c h e n m i s c h w a l d z e i t hat sich dieses Moor zu bilden begonnen. Die Kurve des Eichenmischwaldes zeigt in der zweituntersten Probe ihr Maximum bei 58%, dann fällt sie ein wenig, ohne aber ihre markante Vorherrschaft einzubüssen und verzeichnet mit 56% einen weiteren Kulminationspunkt. Ganz übereinstimmenden Verhältnissen sind wir im Diagramm vom Lage di Fimon (Abb. 26) begegnet. Die vermehrte Haselausbreitung ist uns noch in den untersten Spektren angedeutet. Es scheint, dass diese grössere Ausbreitung der Hasel eine allgemein zu verfolgende Erscheinung ist. Schon in den folgenden Proben tritt die Erle an die Stelle der Hasel und verzeichnet von den übrigen Waldbildnern die grössten Werte. Die Fichte ist in den basalen Schichten mit recht bemerkenswerten Prozenten vertreten, wir notieren 10—14% *Picea*. Im Diagramm vom Lago di Fimon (Abb. 26) war diese in den untersten Spektren ebenfalls schon vorhanden, aber mit geringeren Werten, mit 4—7% *Picea*, also nur mit der Hälfte des Anteils der Fichte an der Quelle der Livenza. Hierin spiegelt sich deutlich die Lage des Moores an der Quelle des Livenza, als am Fusse der venezianischen Alpen gelegen, in denen wohl wie in den südlichen Alpentälern der Schweiz (K e l l e r, 1930) und im Etschtal (F i s c h e r und L o r e n z, 1931) die Fichte vor dem Eichenmischwald geherrscht haben mag und schon in der Periode der Kiefer sich mächtig ausgebreitet hat. Die Tanne

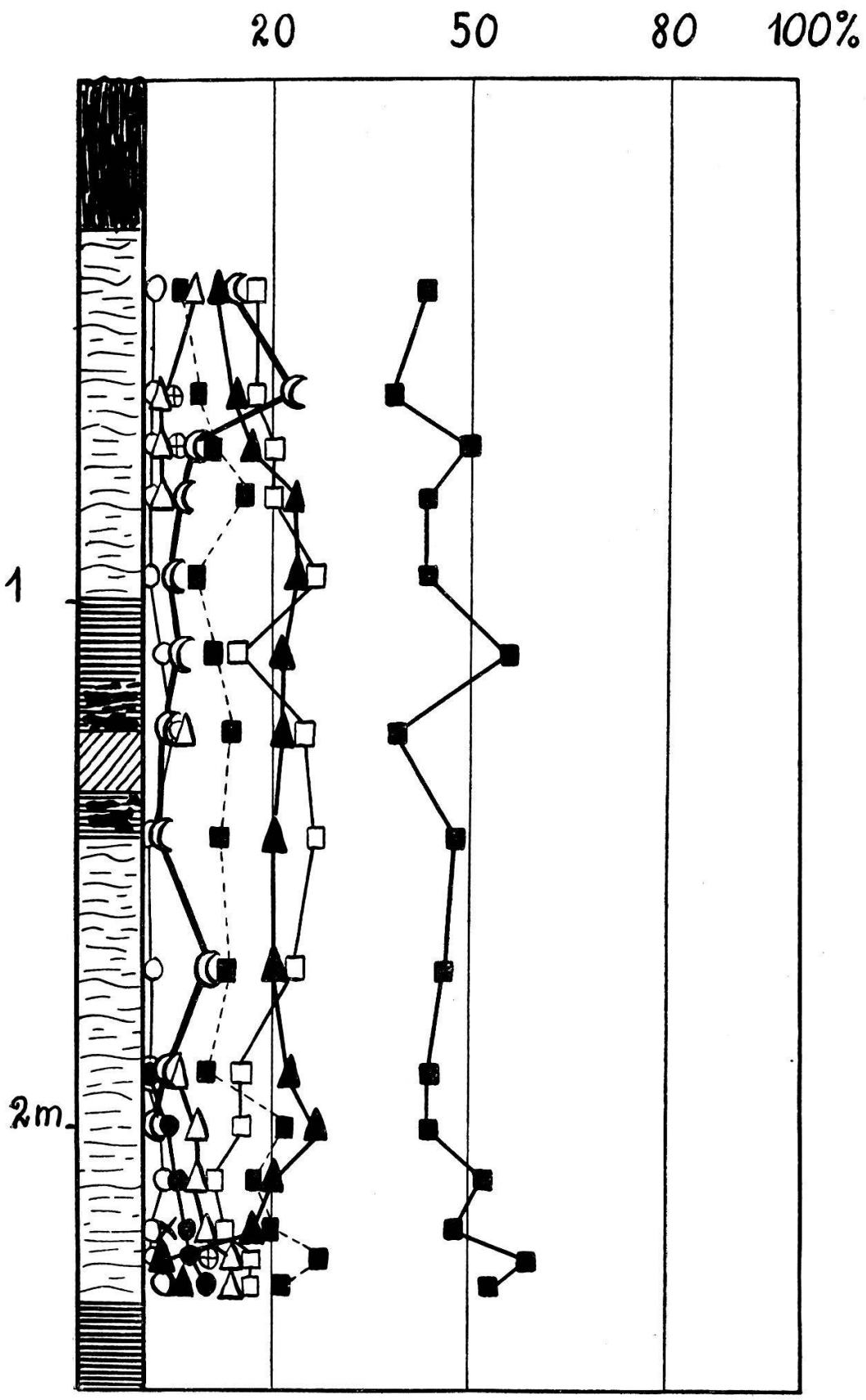


Abb. 27. Quelle der Livenza bei Polcenigo.

ist auf ein einziges sporadisches Vorkommen beschränkt. Die Buche ist ebenfalls schon vorhanden und verzeichnet im weiteren Verlauf eine bemerkenswerte Verbreitung. Sie übertrifft die Haselwerte und behält in einigen Spektren mit 20—27% *Fagus* die Führung im Waldbilde, ohne die dominierenden Eichen. Ihr Anteil ist grösser als der von Linde und Ulme zusammen. Vergleichen wir damit die vorhin besprochenen Befunde am Lago di Fimon (Abb. 26), so erkennen wir, dass die Buche am südlichen Alpenfuss und wohl auch in den untersten Alpentälern eine beträchtliche Verbreitung gehabt haben muss, die aber in den einzelnen Diagrammen nicht mit aller Schärfe hervortritt, da sich die Buche durch eine geringere Pollenproduktion als die Nadelhölzer auszeichnet. Zu ähnlichen Ergebnissen haben auch die Tessiner- und Etschtalmoore geführt (Fischer und Lorenz 1931, Keller 1930). Nach ihrer Dominanz breitet sich die Kastanie aus, um aber erst nach den grösseren Erlenwerten eine markante Verbreitung zu erreichen. Diese ist aber im obersten Spektrum zugunsten der Erle herabgesunken. Da uns die obersten Schichten zufolge der Bewirtschaftung des Moores nicht zugänglich sind, so fehlen uns diejenigen Spektren, die uns die endgültige Kastanienverbreitung zeigen würden, womit die Spektren in die heutige Waldzusammensetzung überleiten würden. Die Fichte, die anfänglich eine bemerkenswerte Verbreitung besass und nach der Buchenvorherrschaft verschwindet, tritt in den obersten Proben wieder mit steigenden Werten auf. Ergänzen wir die Spektren ähnlich den obersten Proben am Lago die Fimon, so leitet die Untersuchung gut in das heutige Waldgebiet der Umgebung von Polcenigo über.

Moore im Becken des Tagliamento.

Die linke Seite des Beckens des Tagliamento zwischen Gemona, am Austritt des Flusses aus den Codarischen Alpen und Udine, am Uebergang in die weite Ebene, ist von zahlreichen Torfmooren eingenommen. Zur Zeit der Würm-Vereisung ergoss sich der Tagliamento-Gletscher nach den Angaben von Penck und Brückner zwischen dem heutigen Tagliamento im Westen und dem Torre im Osten bis in die Gegend zwischen Tarcento und Udine. Alle unsere untersuchten Moore liegen innerhalb der vom Würm-Gletscher überdeckten

Gebiete. Die Moorbildungen in diesem Becken sind also sämtliche postglazial. Ueber die Moränen der Rückzugsstadien in diesem Becken vermögen die obigen Autoren nur wenig auszusagen. Den Angaben von Tamarelli (1875) und Marinelli (beide in Penck und Brückner, 1910) ist zu entnehmen, dass Moränen, die möglicherweise von einem Bühlstadium des Resia-Gletschers herrühren, bei 424 m und 573 m liegen. Die Resia ist ein Zufluss der Fella, welche in den Tagliamento mündet. Im Gebiet des unteren Tagliamento, in dem die untersuchten Moore liegen, finden sich keinerlei Anhaltspunkte für die Rückzugsstadien. Das Becken ist wahrscheinlich nach dem Rückzug der Gletscher eisfrei geworden, die Stadien beschränken sich auf die Talhintergründe.

Die venetianische Ebene ist ein Teil eines grossen Senkungsfeldes. Penck und Brückner schliessen aus zahlreichen Beobachtungen, dass ein wesentlicher Teil der Senkung sicher im Quartär erfolgte. Damit stimmen die Befunde an Bohrlöchern überein: Bis zu den grössten durch Bohrungen erreichten Tiefen, bis 200 m unter dem Meeresspiegel, wurde nur Quartär angetroffen. Weit unter dem Meeresspiegel (bis 91 m Tiefe) wurde noch Torf erbohrt. Die Senkung war nach den obigen Autoren bei Schluss der Würm-Eiszeit im wesentlichen beendigt. Erhebliche postglaziale Dislokationen halten Penck und Brückner für das ganze Gebiet, auch für die Küstenzone nicht für wahrscheinlich. Diese Ansicht ist von Grund (1907) widerlegt worden, wird aber von den genannten Autoren mit Deutlichkeit und zahlreichen schlagenden Argumenten beibehalten.

26. Moor bei Collalto (180 m ü. M.).

Etwa 15 km nördlich von Udine liegt das kleine Städtchen Collalto della Soima. Westlich davon dehnen sich zu beiden Seiten des bis über 3 m breiten und ansehnlich tiefen Canale Urana Soima weite Torffelder aus. Durch diesen grossen Kanal und viele kleinere sind die Torfmoore zum grössten Teil trocken gelegt worden und aus der Flachmoorvegetation ist ein unabsehbares Streueried geworden, das nun durch die Hand des Menschen beeinflusst wird.

Ich besuchte auf meiner Exkursion im Juni 1929 zuerst die Moore auf dem rechten Ufer des Canale Urana Soima, am Fusse des Hügels,

auf dem das schmucke Städtchen Raspano tront. Diese Moore sind fast gänzlich abgebaut. Nur wenige Torfblöcke, die meist als Torfauslegeplätze benutzt werden, zeigen noch das vollständige Profil. Die Torfwände sind 1—2 m hoch. Die getrockneten Torfziegel werden zu grossen Haufen aufgeschichtet und mit Streuegräsern zugedeckt, zum Schutz vor Durchnässung während der Regenmonate. Die Vegetation dieser Moore zeigt nirgends mehr ursprünglichen Charakter, nur spärliche Zeugen einer einstigen ausgedehnten Flachmoorgesellschaft sind in den Torfgräben und -gruben erhalten geblieben. Nachdem der starke Abbau der Kriegsjahre aufgehört hatte, wurden weite Flächen zu Weideland umgewandelt, vor allem die wenig mächtigen Randpartien.

Als inneren Aufbau ergab sich bei der Bohrung:

0— 15 cm Abraum, an anderen Stellen Wurzelschicht des Streuewiesen.

15—140 cm Caricestorf mit zahlreichen makroskopischen Resten von *Phragmites*, *Equisetum* und *Carex* spec. Meist sehr trocken, vorab in den einzelnen Torfblöcken,

bei 60 cm H_2 B_{0-1} R_2 V_0 F_0
bei 90 cm H_3 B_{0-1} R_2 V_0 F_0
bei 115 cm H_{3-4} B_1 R_2 V_0 F_0
bei 130 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0

Die Radizellen der *Gramineen* und *Cyperaceen* sind sehr häufig, ebenso deren Pollen, sowie Pollentetraden von *Typha* spec.

140—172 cm Lebertorf.

172 cm — Lehm.

Das Diagramm dieses wenig mächtigen Torflagers von Collalto (Abb. 28) zeigt uns keinen vollständigen Entwicklungsverlauf des Waldbildes. Es ist uns nur der zweite Abschnitt erhalten, die Eichenmischwaldzeit. Die vorausgegangene Kiefernperiode erkennen wir nur noch in dem deutlichen Anstieg der Kiefernkurve in den untersten Proben, in denen der Anteil von *Pinus* bis an 13% an den des herrschenden Eichenlaubwaldes heranreicht. Eine vermehrte Haselausbreitung lässt sich noch im untersten Spektrum herauslesen, worin der Haselstrauch mit 23% vertreten ist. Die Fichte ist schon vorhanden. Ihr Anteil ist wie im Moor an der Quelle der Livenza

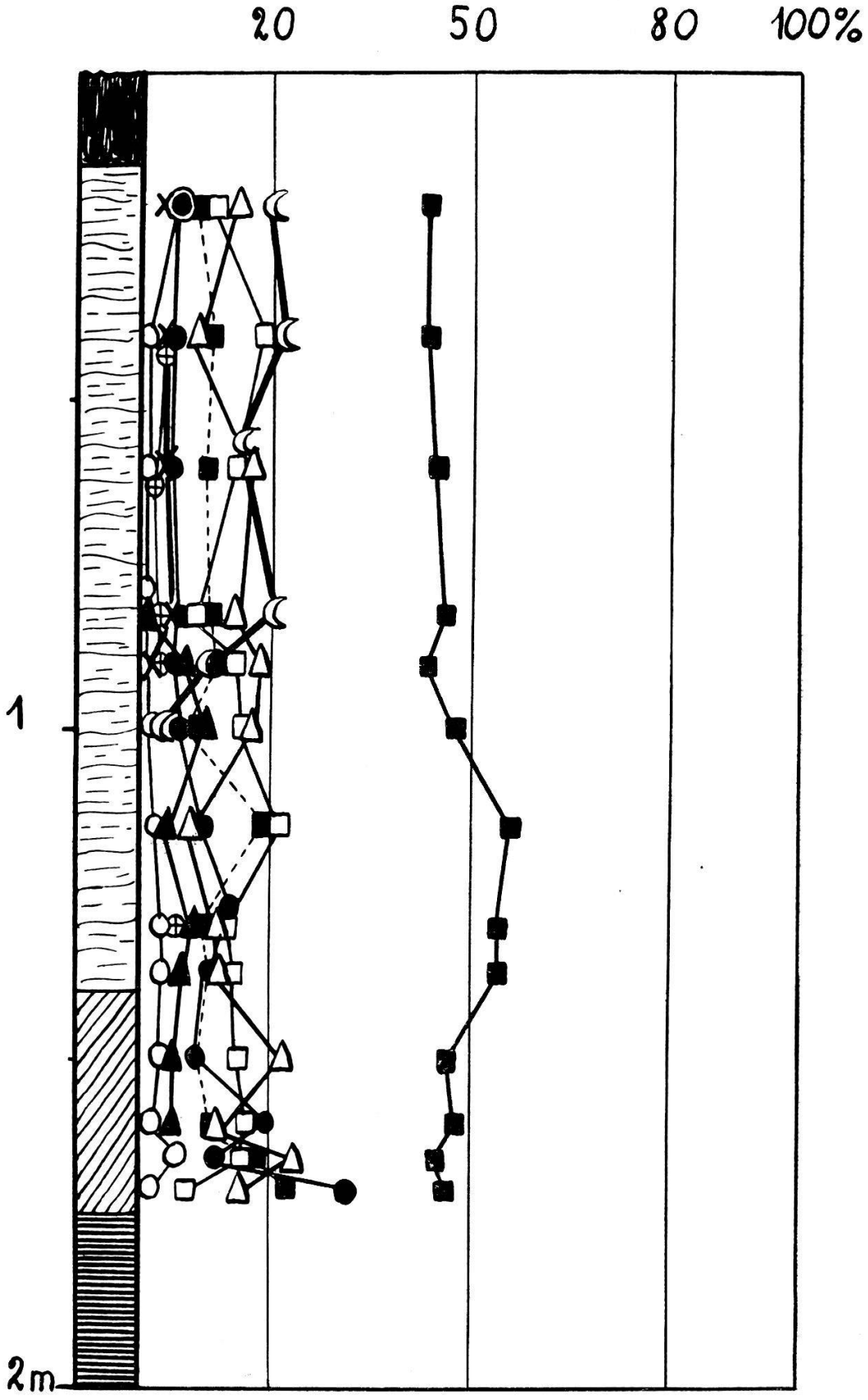


Abb. 28. Collalto.

bei Polcenigo (Abb. 27) ein recht beträchtlicher. Hierin drückt sich wie im vorhin besprochenen Moor ebenfalls die Lage des Moores von Collalto aus, als am Fusse der Cadorischen Alpen gelegen. Die Fichte hat in den unteren Talschaften dieser Gebiete wohl auch einen bedeutenden Anteil am früh-postglazialen Waldbild gehabt. Im Becken des Tagliamento ist *Picea* noch mit 12—23% vorhanden, sie hat in einigen Proben von allen Waldbildern, den Eichenmischwald ausgenommen, den grössten Anteil. Diesen verzeichnet sie nach der vermehrten Haselausbreitung. Die Buche erscheint sehr früh, sie hat aber anfänglich nur wenig wachsende Werte zu verzeichnen. Nach der Fichte übernimmt die Erle die zweite Stelle im Waldbild. In diesen Abschnitt fällt die Kulmination der Eichenmischwaldkurve bei 56%. Es ist auch hier dauernd die Eiche, der stets mehr als die Hälfte der Eichenmischwaldprozente zukommt. Die Zusammensetzung ist die folgende: 19—37% *Quercus*, 5—9% *Tilia*, 4—15% *Ulmus*. Nach der grösseren Erlenausbreitung verzeichnet die Buche stets wachsende Werte, die aber hier von der Fichte übertroffen werden. Diese hat eine erneute Dominanz unter den übrigen Waldbildnern, ohne aber den Eichenmischwald zu übertreffen, sie notiert 8—18%. Während dieser Zeit tritt die Kastanie auf, also auch zur Zeit der grösseren Buchenwerte, wie in der Gegend von Polcenigo (Abb. 27). Die Kastanie gewinnt nun stetig an Boden, sie arbeitet sich an zweite Stelle, wird nur noch in einer Probe von der Fichte überholt. Mit diesen Eichenmischwald - Kastanien - Spektren leitet die Untersuchung in die heutige Waldzusammensetzung über. Der Anschluss an die heutigen Wälder ist ein durchgehender, es fehlen uns hier keine Schichten, wie im Moor an der Quelle der Livenza bei Polzenigo. Die Tanne ist nur in den oberen Schichten mit geringen Werten (2—4% *Abies*) nachweisbar.

27. Moor bei Borgo Zurini-Tarcento (190 m ü. M.).

Weiter kanalaufwärts durchwanderte ich dann auf dem linken Ufer des Canale Urana Soima die Torfmoore von Borgo Zurini. Das kleine Bauerndorf Zurini liegt auf einem schwach ansteigenden Hügel, der sich etwas über die Flussmulde erhebt und ist etwa 3 km westlich vom Städtchen Tarcento entfernt. Tarcento befindet sich am

Ausfluss des Torre aus den Vorbergen der Cadorischen-Alpen in die venetianische Ebene.

Auch dieses ausgedehnte Torflager ist heute bis auf vereinzelte Torfbänder abgebaut worden. Durch die weitgehende Entwässerung sind grosse Teile des Moores mit geringerer Mächtigkeit der Torfschichten, vor allem solche, die am Hügel von Borgo Zurini gelegen sind, zu Streuewiesen und zu Weideland umgewandelt worden. Die emsige Feldarbeit, die mit der fascistischen Verwaltung eingesetzt hat, macht sich hier wie in den meisten besuchten Mooren geltend: Die Aecker reichen bis an den Rand des Moores und an einigen Stellen schon in dieses hinein. An den 1,5—2 m hohen Stichwänden lassen sich deutliche Lehm-Horizonte verfolgen, die von lokalen Ueberschwemmungen herrühren mögen. Von der früheren Flachmoorvegetation sind nur noch ganz spärliche Reste erhalten geblieben. Die Pflanzendecke ist auf den noch stehen gebliebenen Teilen des Moores zur Flora der Torfauslegeplätze geworden, da der gute, kompakte Torf auf weiten Flächen zum Trocknen ausgelegt wird.

Als Schichtfolge des Moores ergab sich bei der Bohrung:

0— 20 cm Abraum

20—204 cm C a r i c e s t o r f. Oft fast reiner Wurzelfilz, der einen guten Brennstoff liefert. Die flachgedrückten Schilf-Rhizome leuchten aus dem dunklen Torf hervor, in welchem die Wurzeln der *Carices* einen beträchtlichen Teil ausmachen neben den zahlreichen pechschwarzen *Equisetum*-Resten.

bei 40 cm H_3 B_{0-1} R_2 V_0 F_0
bei 85 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0
bei 105 cm H_{4-5} B1- R_2 V_0 F_0
bei 140 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0 sehr häufige
bei 180 cm H_5 B_{1-2} R_{1-2} V_0 F_0 Schilfresten
bei 195—204 cm V_2 V = *Alnus*

Die Radizellen der *Gramineen* und *Cyperaceen* sind sehr zahlreich, ebenso deren Pollen und Epidermis-Fragmente mit noch erhaltenen Spaltöffnungen.

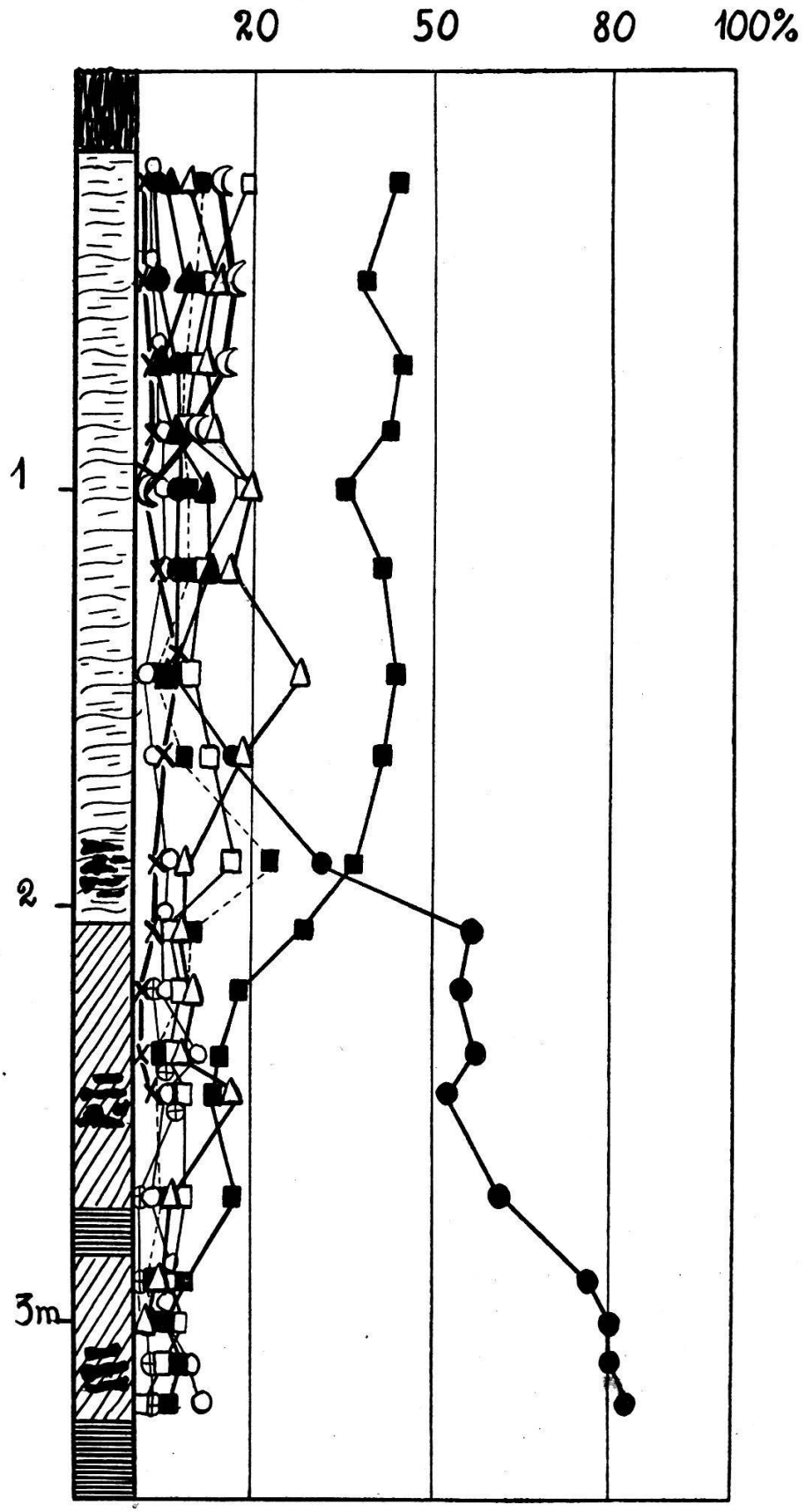


Abb. 29. Borgo Zurini-Tarcento.

204—275 cm L e b e r t o r f

bei 245—255 cm V_2 V = zum grossen Teil *Picea*-Holz und Rinde, daneben *Alnus*.

275—285 cm lehmiger Horizont

285—325 cm L e b e r t o r f

bei 310 cm V_2 V = *Alnus*.

325 cm — grünlicher, zäher L e h m mit reichlichen Kieselkörnchen.

Die pollenanalytische Durchsicht der Proben hat ein vollständiges Diagramm ergeben, das den ganzen Entwicklungsverlauf der Waldgeschichte im Becken des Tagliamento veranschaulicht, wie wir in der Abb. 29 ersehen.

Eine ausgesprochene K i e f e r n z e i t war der erste Entwicklungsabschnitt. Neben 82% *Pinus* sind noch 11% *Betula*, 5% Eichenmischwald und 2% *Alnus* in der Zählung der untersten Probe vorhanden, neben 4% *Salix* im Unterholz. Dieses Spektrum zeigt uns wahrscheinlich den Höhepunkt der Kiefernausbreitung. Ob vorher eine Birkenphase vorhanden war, lässt sich nach den geringen Birkenwerten in diesem Diagramm nicht entscheiden; der Anstieg der Birkenkurve in den untersten Schichten lässt uns allerdings eine solche als möglich erscheinen. Die Werte des Eichenmischwaldes werden nun stets grösser auf Kosten der Kiefernprozente. Es ist die Eiche, welcher auch bei dem anfänglich noch geringen Anteil des Eichenmischwaldes die grössten Werte zukommen. Sehr früh erscheint die Fichte, die sich im Verlaufe der Entwicklung auf recht beträchtliche Werte emporarbeitet. In die Zeit ihrer grössten Ausbreitung, sie übertrifft in dieser Probe den Eichenmischwald, fällt das Auftreten der Tanne. Diese bleibt aber auf ganz geringen Anteil beschränkt, was in Uebereinstimmung mit den vorhin besprochenen Ergebnissen ist (Abb. 28).

Dann erreichen die Laubhölzer, vorab die Eiche, die Vorherrschaft; wir treten in den folgenden Abschnitt ein, in die E i c h e n m i s c h w a l d z e i t. In den Uebergang in diese Periode fällt eine vermehrte Haselausbreitung, wie wir einer solchen auch in früher besprochenen Mooren begegnet sind (Abb. 25, 28). Das erste Spektrum dieses Abschnittes aus 190 cm Tiefe entspricht vollkommen der

untersten Probe im Diagramm von Collalto (Abb. 28), mit dem geringen Unterschied, dass hier die Fichtenwerte grösser sind als die der Erle. Durch diesen Vergleich wird die vermehrte Haselausbreitung in der Untersuchung von Collalto noch deutlicher und die Uebereinstimmung der Befunde ist erwiesen. Von den drei Laubbäumen Eiche, Linde und Ulme ist es dauernd die Eiche, die vorherrscht: 16—32% *Quercus*, 3—7½ *Tilia*, 7—13% *Ulmus*. Der Eichenmischwald erreicht hier kein so hohes Maximum wie im vorhin besprochenen Moor, er steht mit 45% um 10% hinter demjenigen von Collalto zurück. Nach den grösseren Werten des Haselstrauches folgt die starke Ausbreitung der Fichte, ganz in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen am benachbarten Moor von Collalto. Die Fichte hat in zahlreichen Proben die Vorherrschaft unter den übrigen Waldbildnern, wenn wir vom Eichenmischwald absehen. Sie verzeichnet Werte von 9—28%. Die Erlenkurve verzeichnet sodann einen deutlichen Anstieg, mit dem das Auftreten der Kastanie zusammenfällt. Die Kastanie breitet sich stetig aus und übertrifft die Fichtenwerte. Das Auftreten der Kastanie fällt mit abnehmenden Eichenmischwaldprozenten zusammen, was wir auch bei ihrem ersten Vorkommen im benachbarten Moor beobachten konnten. Die oberste Probe zeigt ein Anwachsen der Erlenkurve, diese überlagert diejenige der Kastanie um ein weniges. Das starke Anwachsen der Kastanienkurve ist uns zufolge des stattgehabten Abbaues der obersten Torfschichten nicht mehr erhalten, ihr Anstieg bleibt im Diagramm auf 14—15% beschränkt, gegenüber 21% im Diagramm von Collalto. Immerhin leiten die Eichenmischwald - Erlen - Kastanien - Spektren auch so in die heutigen Waldverhältnisse über.

28. Palude di Magnano (195 m ü. M.).

Dort, wo der Fluss Urano in west-östlicher Richtung von Tarcento-Borgo-Urano kommend, schroff nach Süden umbiegt, da ihm die Hügel von Buia diesen Weg weisen, breiten sich die Palude di Magnano aus. Sie bilden das ausgedehnteste Torfmoor, das sich an den Ufern dieses Flusses findet. Die ziemlich mächtigen Torflager sind hier durchwegs von einer 1,20—2,80 m mächtigen Lehmschicht, die mit Sand und Kies reichlich vermengt ist, überlagert. Die obersten Schichten dieser Decke sind schon zu fruchtbarer Ackererde oder zu

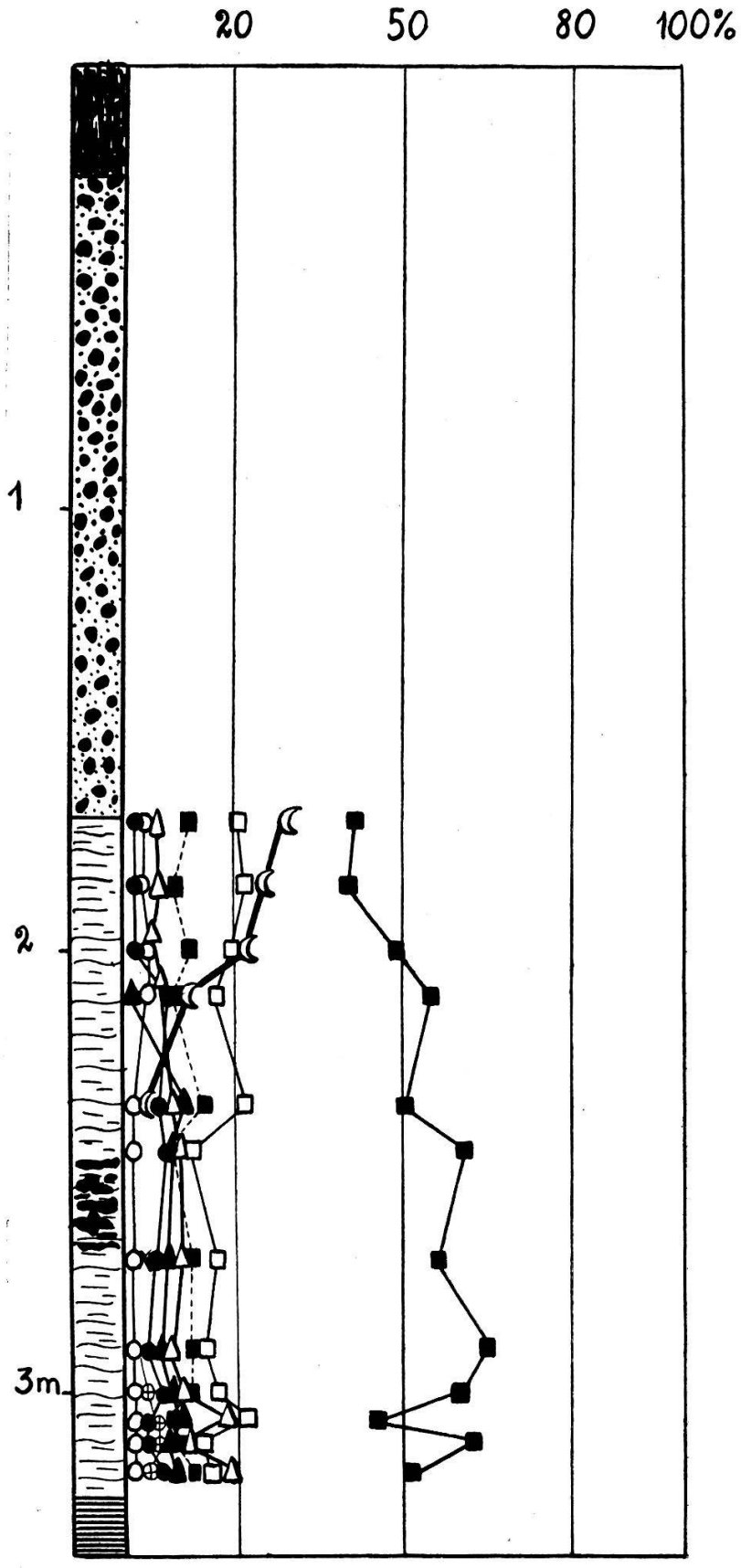


Abb. 30. Palude di Magnano.

saftigem Weideland verwittert. Von einem Moor würde man kaum etwas sehen, wenn nicht an einzelnen Stellen noch tiefe Torfgruben an den früheren starken Abbau erinnern würden. Heute wird nur noch spärlich Torf gestochen. Die ausgelegten Torfziegel zeigen als einziges Merkmal von weitem das Moor an, dessen Anblick sonst den eines Acker- oder Weidelandes bieten würde.

Als Schichtwechsel ergab sich bei der Probenentnahme:

0— 20 cm Abraum mit viel Lehm, Sand und Kies.

20—170 cm Geschiebematerial: Lehm, Sand und Kies.

170—325 cm Caricetorf

bei 180 cm noch sehr trocken

bei 190 cm H_2 B_{0-1} R_2 V_0 F_0

bei 220 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_0 mit reichlichen Schilfresten

bei 250—260 cm Lehm V_2 V = *Alnus*.

bei 290 cm H_4 B_{0-1} R_2 V_0 F_0

bei 310 cm H_4 B_1 R_{1-2} V_0 F_0.

Die Radizellen sind sehr häufig. In den untersten Proben weichen diese den *Hypnum*-Fragmenten und vereinzelten *Ericaceen*-Pollentetraden.

325 cm — zäher, blauer Lehm.

In den Torfschichten unter dieser mächtigen Sand- und Lehmablagerung ist uns nur ein Teil der Waldgeschichte erhalten. Dieser Teil ist aber dadurch von besonderer Wichtigkeit, da sich durch diese Proben das Alter der Ueberlagerung der Torfschichten durch das Schwemmaterial bestimmen lässt, im Vergleich mit den übrigen Diagrammen der Gegend.

Alle untersuchten Proben gehören in die Eichenmischwaldzeit. Das unterste Spektrum zeigt uns unter den übrigen Waldbildnern, den Eichenmischwald als dominierenden Teil ausgenommen, die Fichtenvorherrschaft. Im Vergleich mit dem vollständigen Diagramm von Borgo-Zurini (Abb. 29) ersehen wir, dass dieses Spektrum ungefähr der Probe 145 cm in jenem Profil entspricht, allerdings mit dem Unterschiede, dass hier die Fichtenwerte kleiner sind und nur 18—19% betragen, gegenüber den hohen Fichtenwerten im erwähnten Diagramm. Ganz den gleichen zeitlichen Anschluss finden wir im Diagramm von Collalto (Abb. 28) in den Proben aus

150 cm Tiefe. Auf diese Proben erfolgt eine erneute Zunahme des Eichenmischwaldes, wie wir eine solche auch in unserem Diagramm haben. Unter den Komponenten des Eichenlaubwaldes ist stets die Eiche mit 23—47% an erster Stelle, gegenüber der Linde mit 3—8% und der Ulme mit 5—13%. Der Fichte am nächsten kommt die Erle, deren Anteil stetig wächst, denjenigen der Fichte überflügelt und von den folgenden Proben an während eines längeren Abschnittes unter den übrigen Waldbildnern vorherrscht. Der Haselstrauch tritt kaum hervor; wir sind in einem weit jüngeren Abschnitt als die Zeit der vermehrten Haselausbreitung. Die Buche ist ebenfalls schon vorhanden; ihre Kurve aber bleibt hinter derjenigen der Fichte zurück, ganz in Uebereinstimmung mit den erwähnten Diagrammen. Die Werte der Kiefer und der Birke, sowie die der Weide, sind in diesem Abschnitt nur mehr ganz geringe. Der Anteil der Laubhölzer des Eichenmischwaldes nimmt dann ab, derjenige der Erle deutlich zu. In diesen Horizont fällt das Auftreten der Kastanie, die dann eine mächtige Ausbreitung erlebt. Sie überflügelt den Erlenanteil und rückt dem herrschenden Eichenmischwald sehr in die Nähe: 30% *Castanea* stehen 30% *Quercus* + 4% *Tilia* + 8% *Ulmus* gegenüber. Damit schliesst die Untersuchung der Palude di Magnano ab. Der noch verbleibende Teil ist mit Geschiebematerial zugedeckt. Dieses kann erst in jüngster Zeit, wahrscheinlich erst in historischer Zeit abgelagert worden sein. Eine lang andauernde oder sich mehrmals wiederholende Ueberschwemmung der Mulde von Magnano durch die Zuflüsse der Seitenarme des zeitweise sehr wasserreichen Tagliamento und des Urano mag die Ursache gewesen sein.

29. Moor bei Maiano-San Daniele (160 m ü. M.).

Die Höhen von Buia (256—332 m ü. M.) teilen das Becken des Tagliamento in eine östliche und eine westliche Hälfte. In der östlichen Hälfte zwischen Buia und Tarento-Collalto liegen die besprochenen Moore, sowie zahlreiche kleinere, weniger mächtige Torflager. Die westliche Hälfte zwischen Buia und Maiano-Campo di Osoppo führt an den vielarmigen Tagliamento, dessen breite Kiesbänke blendend weiss in der Sonne leuchten und weithin sichtbar sind. Von den Mooren dieses Gebietes habe ich deren zwei besucht

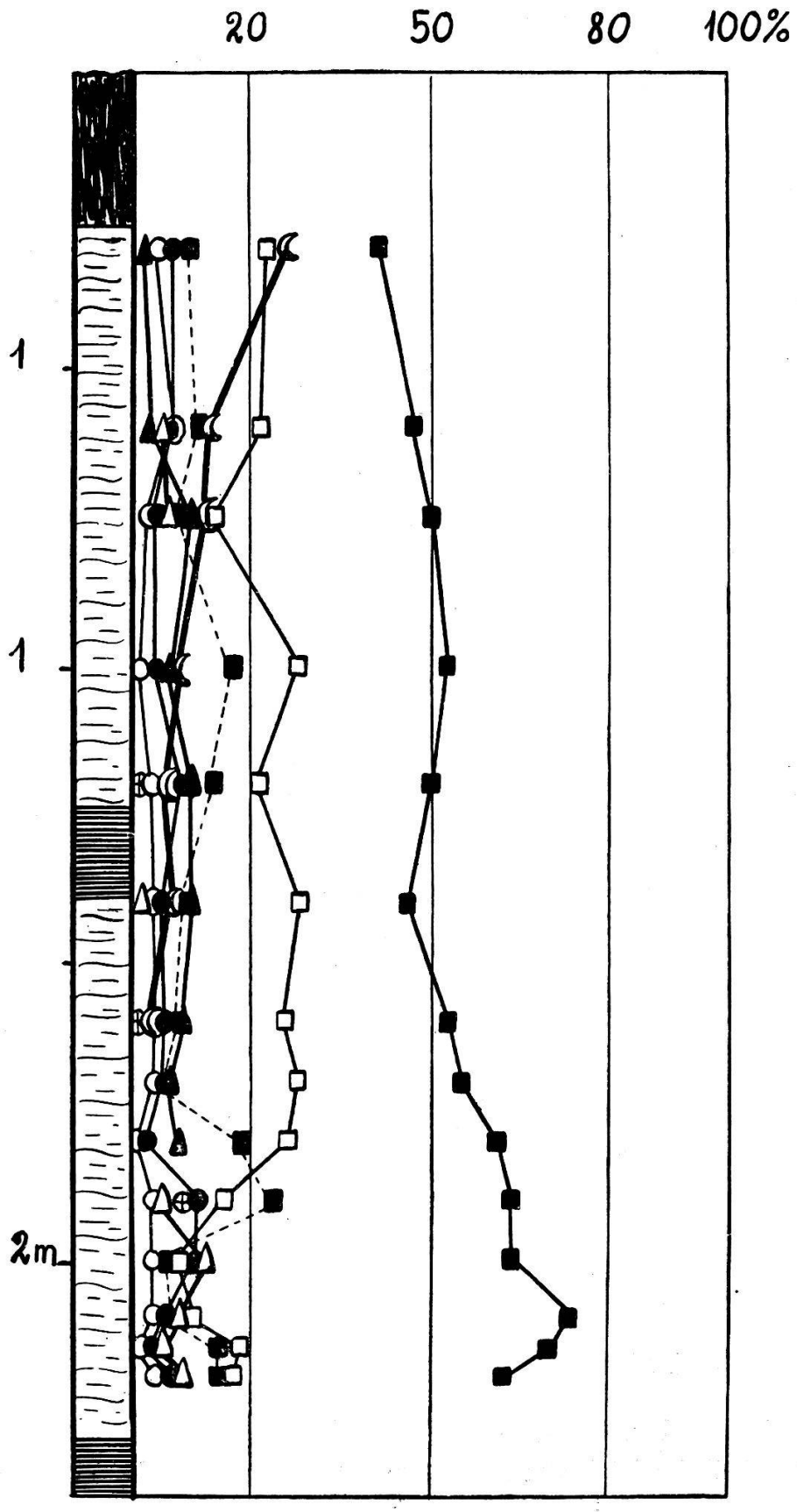


Abb. 31. Maiano-San Daniele.

und davon Proben analysiert, eines bei Maiano und das andere bei Casasola am Canale Ledra-Tagliamento.

Etwa 1,5 km nördlich von Maiano bei San Daniele liegt, unweit des Ledra-Flusses, der sich in breiten Serpentinen träge durch die Ebene in den Tagliamento ergiesst, ein recht ansehnliches Torfmoor. Dieses wird schon seit längerer Zeit nicht mehr genutzt. Die zahlreichen Stichwände sind zum grössten Teil verfallen und die Torfgruben durch die herabbröckelnden Massen zugedeckt. Dort, wo die ehemaligen Stichwände nicht so hoch sind und nicht über einen Meter betragen, sind die Torfgruben in Verlandung begriffen, die hier vor allem durch ein Röhricht aus *Typha latifolia*, *Phragmites communis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Nymphaea alba*, *Alisma plantago*, *Carex stricta*, *Veronica beccabunga*, *Sparganium maximum*, *Myriophyllum* spec. eingesetzt hat. Das Torfmoor ist von einem dichten Erlenbusch umsäumt, der wohl auch in früheren Entwicklungsperioden in der Gegend herrschend war, wie die pollenanalytischen Befunde ergeben haben.

Bei der Bohrung ergab sich das folgende Bild:

0— 30 cm Abraum des Torfauslegeplatzes.

30—230 cm Caricestorf, bis 70 cm sehr trockener Torf zufolge der weitgehenden Entwässerung.

bei 75 cm H_2 B_{0-1} R_2 V_0 F_0
etwas lehmig.

bei 100 cm H_3 B_1 R_2 V_0 F_0
mit zahlreichen Resten von *Phragmites*, *Typha*, *Carices*.

bei 125—138 cm lehmig zufolge einer lokalen Ueberschwemmung.

bei 140 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

bei 170 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

bei 220 cm H_4 B_{1-2} R_2 V_0 F_0 vorwiegend aus Schilfrhizomen zusammengesetzt. In allen Proben überwiegen die Radizellen der *Carices* und *Gramineen*.

230 cm — Lehm.

In den Proben aus diesem nicht sehr mächtigen Torfmoor ist uns nur ein Teil der Waldgeschichte erhalten, wie wir aus dem Diagramm

(Abb. 31) ersehen. In allen Spektren ist die markante Eichenmischwaldzeit vertreten. Wir sind in der Zeit kurz vor dem Maximum der Eichenmischwaldkurve, das hier mit 73% ein recht eindrucksvolles ist. Von einer vermehrten Haselausbreitung ist nichts mehr zu konstatieren, die Moorbildung hat hier später eingesetzt. Der Anstieg der Haselkurve nach der Ausbreitung der Fichte entspricht einem späteren Horizont, was vor allem deutlich wird, wenn wir das Diagramm von Collalto (Abb. 28) damit vergleichen. Dort bemerken wir zur Zeit der grössten Entfaltung des Eichenmischwaldes mit der Ausbreitung der Erle auch eine solche der Hasel. Zeitlich ist diese aber deutlich später als die vermehrte Haselverbreitung vor dem Höhepunkt des Eichenmischwaldes. Die Fichte ist nicht mit so beträchtlichen Werten vertreten: mit nur 8—12% *Picea*. Der Anstieg der Fichtenkurve mag auch dem zweiten geringeren Zunehmen der Fichtenprozente entsprechen, wie dies aus dem Vergleich mit dem genannten Diagramm ersichtlich ist, dasjenige von Borgo Zurini (Abb. 29) lehrt uns dasselbe. Dann erscheint die Buche, deren Anteil aber kaum merklich hervortritt. Die Buchenkurve bleibt dauernd in überwiegendem Masse von derjenigen der Erle überlagert. In die Zeit der grösseren Erlenwerte fällt auch hier das Auftreten der Kastanie, die anfänglich nur unwesentlich an Boden gewinnt, um dann in den obersten Spektren eine bemerkenswerte Verbreitung zu erlangen; wir notierten 12—25% *Castanea*. Sie übertrifft die Erlenwerte und steht nach dem Eichenmischwald an erster Stelle. Der Anteil der Fichte ist zurückgegangen; in den oberen Proben fehlt sie schon völlig. Die Tanne konnte in keiner Probe nachgewiesen werden. Von den Komponenten des Eichenmischwaldes steht die Eiche in allen Spektren an herrschender Stelle; ihre Werte bewegen sich zwischen 21—48%, gegenüber 4—14% *Tilia* und 11—22% *Ulmus*. Der Anschluss an die Moore des östlichen Teiles des Beckens des Tagliamento ist in zahlreichen Spektren gegeben. Bemerkenswert ist, dass sich während der Ausbreitungsepoche der Kastanie in dieser Mulde gegen 2 m Torf abgesetzt haben, während es bei Collalto nur wenig mehr als 1 m waren, ebenso bei Borgo Zurini. Die Mächtigkeit der Torflager lässt uns auch in diesen Gebieten keinerlei Schlüsse auf die Bildungszeit ziehen. Der ganze Entwicklungsverlauf dieses Moores entspricht im vollständigen Diagramm von Collalto (Abb. 28) den dortigen Proben von 115—20 cm.

30. Moor bei Casasola-Maiano (160 m ü. M.).

An der Staatsstrasse von Maiano nach Buia-Magnano liegt das Dörfchen Casasola. Kurz nach dem Verlassen des Dörfchens führt die Strasse über den tiefen Canale Ledra, der in sanftem Bogen in die Ledra mündet. Dieser Bogen schliesst eine beträchtliche Moorfläche ein. Das Torflager ist ziemlich stark genutzt worden, da es nur wenige Hundert Meter vom Dorfe entfernt ist und einen guten Brennstoff liefert. Heute ist der Torfabbau nur noch gering, die beträchtlichen Torfwände von 1,5—2 m Höhe zeugen aber noch von der stärkeren Nutzung in früheren Jahren. Durch tief einschneidende Entwässerung ist das umliegende Gebiet mit den noch ungenutzten Moorflächen in fruchtbares Acker- und Weideland umgewandelt worden. Das Moor ist wie das benachbarte Moor bei Maiano—San Daniele von einem prächtigen Erlenwald umgeben, der auch den nahen Canale Ledra zu beiden Seiten umsäumt.

Die Torflager dieses Moores sind wie in der Palude di Magnano von einer Geschiebeschicht überdeckt, die aber hier nicht so mächtig ist. Das Alter der Ueberlagerung durch die Lehm- und Sandschichten dürfte in beiden Mooren ziemlich übereinstimmen, da in beiden Diagrammen die obersten Spektren noch die Ausbreitung der zahmen Kastanie ergeben haben.

Das Torfprofil ist folgendes:

0— 20 cm Abraum, kultivierter Ackerboden.

30— 78 cm Lehm mit Kies und Sand.

78—247 cm Caricestorf. Die obersten Proben sind schon stark lehmig

bei 110 cm H_4 B_1 R_2 V_0 F_0 mit vielen plattgedrückten Schilfrhizomen, die aus dem dunklen Torf herausleuchten

bei 135 cm H_5 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

bei 175 cm H_6 B_{1-2} R_2 V_0 F_0

bei 190—203 cm V_2 V = *Alnus*

bei 220 cm H_6 B_{1-2} R_{1-2} V_0 F_0.

Die Radizellen überwiegen im mikroskopischen Bild neben den zahlreichen Pollenkörnern der *Gramineen* und *Cyperaceen*, sowie vereinzelten *Eriophorum latifolium*-

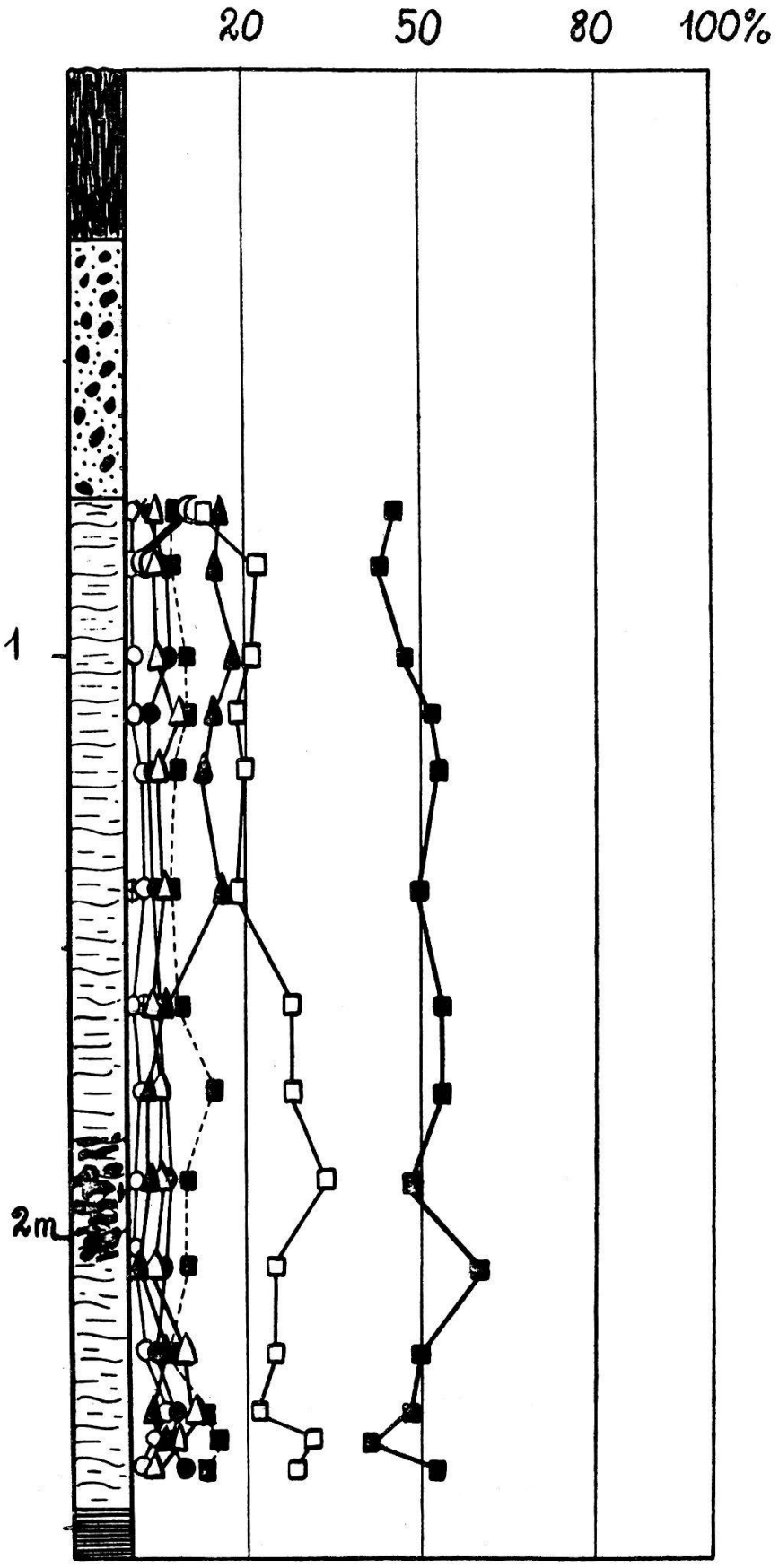


Abb. 32. Casasola-Maiano.

Fragmenten. Die untersten Proben sind wieder stark lehmig.

247 cm — Lehm, mit Sand stark durchsetzt.

Das Diagramm von Casasola (Abb. 32) zeigt uns, dass diese Moorbildung ziemlich gleichartig ist, wie diejenige von Maiano-San Daniele (Abb. 31). Es ist der Abschnitt der Eichenmischwaldzeit vor der zweiten Kulmination der Kurve, in dem die Moorbildung hier einsetzt. Es entspricht dies etwa der Epoche zwischen der Probe 115 cm und 130 cm im vollständigen Diagramm von Collalto, (Abb. 28) im östlichen Teil des Beckens des Tagliamento. Neben der Eiche ist in eindrucksvoller Weise die Erle in der Zählung vorhanden. Ihr am nächsten kommt in zahlreichen Proben der Haselstrauch. Wir bemerken aber keine vermehrte Haselausbreitung, da die Moorbildung wie im benachbarten Moor von Maiano-San Daniele hier deutlich später eingesetzt hat. Die Fichte zeigt in ihrem untersten Kurvenverlauf eine Phase grösserer Fichtenwerte, die aber die Erlenprozente bei weitem nicht erreichen; die Fichte notiert 9—11% *Picea*. In dem Abschnitt der grösseren Erlenwerte bemerken wir das Auftreten der Buche, das mit den fallenden Eichenmischwaldprozenten zusammenfällt. Dieser Erscheinung sind wir schon in zahlreichen Diagrammen begegnet. Die Buche breitet sich nun in bemerkenswerter Weise aus; sie übertrifft aber erst in der obersten Probe den Anteil der Erle. Diese Ausbreitung der Buche ist hier in zahlreichen Proben zu verfolgen, fast 2,5 m Torf wurden in dieser Epoche abgelagert, während es im östlichen Teil des Beckens nur wenig mehr als 0,5 m waren. Die Uebereinstimmung der Schichten trotz der verschiedenen Mächtigkeit ist uns aber doch durch den Kurvenverlauf der einzelnen Waldbäume in zahlreichen Spektren gegeben. Die Kastanie ist nur in zwei Proben nachzuweisen, ihre Kurve zeigt aber noch den deutlichen Anstieg gegen die rezenten Spektren, wie wir ihn von den besprochenen Diagrammen her kennen. Der noch verbleibende Teil der Waldentwicklung fehlt uns hier, da über dem Torflager eine 78 cm mächtige Lehm- und Sandschicht ruht, die von einer Ueberschwemmung in rezenter Zeit herrührt, ähnlich der Sandschicht in der Palude di Magnano. Die Altersübereinstimmung dieser beiden Ueberlagerungen ist überraschend. In der Zusammensetzung des herrschenden Eichenmischwaldes spielt auch die Eiche die

ausschlaggebende Rolle, ihr kommt meist mehr als die Hälfte des Pollenniederschlages dieser Laubwaldpollensumme zu: 23—38% *Quercus*, 4—11% *Tilia*, 9—20% *Ulmus*. Dieser Entwicklungsgang im Moor von Casasola lässt sich lückenlos in den Gang der postglazialen Waldgeschichte des Beckens des Tagliamento einreihen.

Zusammenfassung der Moore von Venetien.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Moore ist ebenfalls postglazial, was sich aus den quartärgeologischen Befunden im Moränenamphitheater am Garda-See (Diagramm vom Laghetto di Lugana, Abb. 25) und in der Umgebung der Quelle der Livenza (Diagramm Abb. 27) ergeben hat. Die Uebereinstimmung der Diagramme mit den datierten aus den lombardischen Mooren ist eine recht gute.

Eine Kiefernzeit ist nur in zwei Mooren nachweisbar, am Laghetto di Lugana (Abb. 25) und im Becken des Tagliamento bei Tarcento-Borgo Zurini (Abb. 29), wie aus der Tabelle 6 ersichtlich ist. Mit 84% bezw. 67% dominiert die Kiefer über die übrigen Waldbäume. Während uns im ersten Moor noch der Höhepunkt dieses Abschnittes erhalten ist, zeigt uns das Moor von Borgo Zurini schon einen etwas späteren Abschnitt. Neben der vorherrschenden Kiefer sind erst Birke, Eiche und Linde, sowie Weide und Hasel im Unterholz vorhanden. Im letzteren Moor sind neben den erwähnten Bäumen, die schon in beträchtlichen Werten vorhanden sind, noch die Erle, Fichte, Tanne und Ulme in der Zählung vertreten. Bemerkenswert ist der starke Anteil der Fichte zur Kiefernzeit. Hierin drückt sich die Lage der betreffenden Moore aus: höher als die Moore am südlichen Garda-See gelegen und dem Alpenkranze näher. Es steht zu hoffen, dass die Untersuchung der subalpinen und alpinen Moore in den Venetianischen-, den Tiroler und den Bergamasker-Alpen bald an die Hand genommen werden.

Die Eichenmischwaldzeit hat in allen untersuchten Mooren einen übereinstimmenden Verlauf genommen, was sich aus den Diagrammen und der Tabelle 7 deutlich ergibt. Der Eichenmischwald dominiert mit 42—57% in überragender Weise. Es ist die Eiche, welcher der Hauptanteil dieser Werte zukommt. Linde und Ulme machen zusammen die Hälfte der Eichenmischwaldspektren

aus, wobei die Ulmenprozente hier meistens die der Linde übertreffen. Das Verhältnis *Quercus : Tilia : Ulmus* ist folgendes: 5 : 1 : 1,5. Die Erle ist fast in allen Mooren dem herrschenden Eichenmischwald am nächsten, nur in den Mooren im Becken des Tagliamento wird sie in einzelnen Proben von der Fichte übertroffen. Das ist ein Anzeichen dafür, dass in höheren Lagen der benachbarten Venetianischen-Alpen auf die Kiefernperiode eine Fichtenphase gefolgt ist. F i s c h e r und L o r e n z haben diese Fichtenzeit für die westlichen Dolomiten und für die Etschtäler in überzeugender Weise nachgewiesen. Die Buche ist ebenfalls erschienen, ihr erstes Auftreten fällt in die Zeit der grösseren Erlenwerte, was dem Abschnitt vor dem zweiten Kulminationspunkt der Eichenmischwaldkurve entspricht, fällt also auch hier mit abnehmenden Eichenwerten zusammen, ganz in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen an lombardischen Mooren. Die Buche erreicht in den venetianischen Mooren nur vereinzelt Werte über 20%, ihr Maximum liegt bei 27% im Moor an der Quelle der Livenza bei Polcenigo. Nach der Buche tritt die Kastanie auf, deren durchschnittlicher Anteil meist höher als der der Buche ist, mit Ausnahme des erwähnten Moores bei Polcenigo. Sie ist in steter Ausbreitung begriffen und rückt in zahlreichen Mooren in den obersten Spektren ganz in die Nähe der Werte des dominierenden Eichenmischwaldes. Am Lago di Fimon hat die Kastanie den Anteil der Eiche schon überflügelt. Mit den Eichenmischwald - Kastanien - Erlen - Spektren leiten die Diagramme in die heutigen Waldverhältnisse über. Im Unterholz verzeichnet die Hasel anfänglich eine vermehrte Ausbreitung, der wir auch in den Mooren der Lombardei begegnet sind. Neben der Erle ist sie oft am stärksten vertreten, ohne aber dem herrschenden Eichenlaubwald nahezukommen. Die Weide ist in den oberen Horizonten nur mehr spärlich vorhanden. Bemerkenswert ist noch das Auftreten vereinzelter *Carpinus*-Werte von 4—6%. Der Vergleich der makroskopischen Funde aus Torf- und Gyttjaschichten, sowie die chronologische Datierung auf Grund der stein- und bronzezeitlichen Fundhorizonte wird im folgenden Abschnitt versucht werden.

Tabelle 6.

Kiefernzeit der Moore von Venetien.

	Laghetto di Lugano 74 m	Lago di Fimon 26 m	Quelle der Livenza 36 m	Collalto 180 m	Borgo Zurini 190 m	Magnano 195 m	Maiano 160 m	Casasola 160 m
	%				%			
Pinus	**84**				**67**			
Betula	8				7			
Eichenmischwald	8				12			
Quercus	6				7			
Tilia	2				3			
Ulmus	—				2			
Alnus	—				6			
Picea	—				7			
Abies	—				1			
Corylus	2				3			
Salix	5				4			

Tabelle 7.

Eichenmischwaldzeit der Moore von Venetien.

	Laghetto di Lugano 74 m	Lago di Fimon 26 m	Quelle der Livenza 36 m	Collalto 180 m	Borgo Zurini 190 m	Magnano 195 m	Maiano 160 m	Casasola 160 m
Eichenmisch-	%	%	%	%	%	%	%	%
wald	**55**	**53**	**50**	**48**	**42**	**53**	**57**	**50**
Quercus	35	37	34	32	27	38	34	30
Tilia	11	8	7	6	5	5	8	7
Ulmus	9	8	9	10	10	10	15	13
Alnus	11	26	18	14	13	**17**	20	24
Pinus	17	5	2	10	8	5	6	6
Betula	5	5	2	3	3	2	3	3
Fagus	5	2	18	4	5	5	5	10
Picea	1	2	4	15	16	9	4	6
Abies	4	1	—	1	4	1	—	—
Castanea	2	6	6	5	9	8	5	1
Corylus	13	16	13	10	7	10	12	10
Salix	3	1	1	2	1	1	1	1

Die postglazialen Waldperioden in Oberitalien und die Frage der Klimaänderung.

Nach der Behandlung der Untersuchungsergebnisse an den einzelnen Mooren und den Zusammenfassungen der drei Provinzen Piemont, Lombardei und Venetien können wir nun die allgemeine Waldgeschichte für Norditalien, speziell für die Gebiete am südlichen Alpenrand, entwerfen. Zum Vergleich des Entwicklungsverlaufes des postglazialen Waldbildes dient die Abb. 33, die je ein Durchschnittsdiagramm aus den drei Provinzen zeigt. Die Kurven der einzelnen Waldbäume sind gesondert gezeichnet, um ihre Aufeinanderfolge besser zum Ausdruck zu bringen. Die Kurve von *Corylus* ist als Kurve des Unterholzes nicht schwarz ausgefüllt worden. Diese Darstellungsweise, die von v. Post und seinen Schülern recht oft angewendet wird, bewährt sich für dieses Gebiet und für die Schweizer-Moore ebenfalls sehr gut, was wir besonders im folgenden Abschnitt, bei dem Vergleich der Waldgeschichte auf der Nord- und Südseite der Alpen, sehen werden.

1. Die Birkenzeit.

Eine Birkenzeit ist in allen untersuchten Mooren mit Sicherheit nur im Moor bei Brabbia-Varese (Abb. 11) zu verfolgen. Im betreffenden Spektrum dominiert die Birke mit 54% gegenüber der Kiefer und den geringen Werten des Eichenmischwaldes. Im Unterholz ist mit bedeutendem Anteil die Weide (45% *Salix*) vertreten, neben kleineren Werten der Hasel. In einigen Mooren des Piemont und der Lombardei (Abb. 1 bezw. 13, 14, 15, 19) ist diese Phase noch durch den Anstieg der Birkenkurve in den untersten Schichten anbedeutet. Uebereinstimmend verzeichnen diese Spektren einen grossen Anteil des Weidenpollens, der in einem Moor den Birkenpollen sogar übertrifft. Birke, Kiefer, Weide und Hasel sind die Pioniere des Baum- und Strauchwuchses, denen sich schon recht früh die Eiche beigesellt. Wie auf der Nordseite der Alpen, in den Schweizer-Mooren und den mitteleuropäischen Mooren überhaupt, war also auch am Südfuss der Alpen die Waldvegetation, die das eisfreie Land

in Besitz nahm und ursprünglich wohl eine Strauchvegetation war, aus Birken und Kiefern zusammensetzt. Die Gletscher flossen ziemlich weit ins Tiefland hinaus, in dem wohl ein günstigeres Klima herrschte als in den eiserfüllten Alpentälern. Es ist möglich, und darauf hat schon Andersson (1910) aufmerksam gemacht, dass die Gletscher in der norditalienischen Tiefebene an ihrem Südende von Wald umgeben waren. Ob es aber schon «Wald» im heutigen Sinne des Wortes war, lässt sich kaum ermessen, wahrscheinlich bestand dieser «Wald» aus vereinzeltem Baum- und Strauchwuchs der oben erwähnten Arten. Im Gebiet der untersuchten Moore, die alle innerhalb der Endmoränen der Würm-Eiszeit liegen, war die Baum- und Strauchbesiedelung sicher postglazial und hat wohl früher eingesetzt als auf der Nordseite der Alpen.

Das Klima dieser Birkenzeit ist wohl noch ein rauhes, kälteres gewesen, als das der nachfolgenden Kiefernzeit, aber im Vergleich zur Birkenphase im schweizerischen Mittelland wohl milder zufolge der südlicheren Lage und des früheren Eisfrei-werdens der Gebiete.

2. Die Kiefernzeit.

Die Vorherrschaft der Kiefer ist in den meisten Mooren nachzuweisen, mit Ausnahme einiger Ablagerungen, deren Bildung jünger ist und erst im folgenden Abschnitt eingesetzt hat. Mit bedeutenden Werten dominiert die Kiefer (52—91% *Pinus*) gegenüber der Birke, den schon eingewanderten Laubbäumen des Eichenmischwaldes: Eiche, in geringen Werten Linde und erst ganz vereinzelt Ulme, und der Erle. Dann tritt die Fichte *(Picea)* auf und zwar in der östlichen Provinz Venetien zuerst, in einigem Abstand gefolgt von der Tanne *(Abies)*. Letztere erlebt dann in den lombardischen Mooren, vorab im Gebiet der insubrischen Seen, eine ansehnliche Verbreitung, während in diesen Mooren der Anteil der Fichte nur ein geringer bleibt. Die Moore im Becken des Tagliamento verzeichnen dagegen eine bemerkenswerte Fichtenausbreitung, wohl zufolge ihrer Lage, als den letzten Ausläufern der Cadorischen-Alpen benachbart. Die Moore um den südlichen Garda-See bilden den Uebergang zu diesen Befunden. Im Piemont erlebt die Tanne eine etwas grössere Verbreitung als die Fichte. Für das Auftreten der Fichte in den unteren Spektren der norditalienischen Moore hat wohl auch die Erkenntnis

Geltung, zu der uns die Ergebnisse an Tessiner- und höher gelegenen Misoxer-Mooren (Keller 1930) geführt haben: Die Fichte spielt während den postglazialen Perioden keine bedeutende Rolle. Ihr Auftreten war auf die Durchwanderung beschränkt. Erst in den höher gelegenen Talstufen (Misox, Puschlav) erhält sie ihre bedeutende Entfaltung und dominiert über allen Waldbäumen. Zu prächtig übereinstimmenden Ergebnissen sind soeben Fischer und Lorenz (1931) gekommen. Sie fanden in den Mooren des unteren Etschtales (495—503 m) ebenfalls das frühe Auftreten der Fichte zur Kiefernzeit und ihre stete Ausbreitung, die dann in den höheren Lagen zur Dominanz führt. Die Untersuchung weiterer höher gelegener Moore am Südabfall der Alpen wird zeigen, ob dieser Ansicht auch für östlicher gelegene südalpine Täler Richtigkeit zukommt.

Uebereinstimmend erkennen wir nach dem Kiefernmaximum, zur Zeit der fallenden *Pinus*-Werte ein bemerkenswertes Ansteigen der Haselkurve. Die *Corylus*-Kurve erreicht in dieser Epoche in allen drei Provinzen ihre Kulmination bei 21—37%. Diese vermehrten Haselwerte zur Zeit des sich ausbreitenden Eichenmischwaldes entsprechen wohl der Haselperiode auf der Nordseite der Alpen, die dort von den Voralpen über das schweizerische Mittelland durch ganz Mitteldeutschland bis nach Südskandinavien zu verfolgen ist. Während aber dort die Hasel ihre überragende Dominanz mit 150 bis über 200% *Corylus* hatte, bleiben auf der Südseite der Alpen die Haselwerte unter 40% zurück. Der Haselstrauch erreicht in keinem Spektrum die Vorherrschaft über die Waldbäume, wobei aber seine vermehrte Ausbreitung doch sehr deutlich wahrzunehmen ist. Die Uebereinstimmung in der Waldentwicklung auf den beiden Seiten des Alpenkranzes ist recht bemerkenswert. Ob ein zeitliches Uebereinstimmen vorhanden ist, darüber fehlen uns noch die sicheren Anhaltspunkte, da vor allem die archäologischen Vergleichsmöglichkeiten noch fehlen. Eine chronologische Datierung ist erst nach dem ersten Eichenmischwaldmaximum möglich.

Mit diesen Ergebnissen stehen die Befunde von Andersson (1910), die er auf Grund der Bestimmung der makroskopischen Pflanzenreste an oberitalienischen Mooren gemacht hat, in bestem Einklang. Er fand in zahlreichen norditalienischen Mooren, die zum Teil mit den von uns besuchten übereinstimmen (Cazzago, Iseo-See, Fimon-See), oder aber ganz in deren Nähe sich befinden, wie die-

jenigen um den südlichen Garda-See, in den basalen Schichten des Schneckenmergels oder der Seekreide und in der Gyttja oder dem Lebertorf einen deutlichen Kiefernhorizont vor. Die darin gefundenen Fossilien sind:

Pinus silvestris, reichlich Borke und Nadeln
Betula alba, häufig Früchte
Tilia spec., Teile einer Frucht
Salix spec., reichlich Blätter, Früchte
Cladium mariscus, reichlich Früchte
Najas flexilis, unerhörte Mengen
— *marina*, ziemlich allgemein
Nymphaea alba, selten
Nuphar luteum, selten
Chara spec., reichlich Sporenkerne.

In diesem Horizonte, dem unteren, war die Kiefer der tonangebende Baum, während im oberen Horizont die Eiche sich als Hauptbaum des Waldes erweist. Andersson schliesst daraus, dass diese beiden Zonen unter ganz verschiedenen klimatischen Verhältnissen gebildet worden sind. Er vermisst in der Kiefernzone vor allem die wärmeliebenden Arten, die dann in der Eichenzone sehr allgemein sind, besonders *Trapa*, *Vitis* und *Cornus mas.* Daher nimmt er an, dass während der Kiefernzeit ein viel kälteres Klima in Norditalien herrschte als während der folgenden Eichenzeit.

Am V. Internationalen Botaniker-Kongress in Cambridge 1930 hat v. Post (1930) in überzeugender Weise versucht, die postglazialen Klimaänderungen in drei Abschnitte zu gliedern, anstelle der bisher nach dem Vorbilde der Schweden allgemein üblichen vier Klimaperioden: boreal, atlantisch, subboreal, subatlantisch. v. Post gliedert nun in eine heranrückende Wärmezeit, eine kulminierende Wärmezeit und eine abnehmende Wärmezeit. Dieser neutralen Dreigliederung des postglazialen Klimawechsels ist eine allgemeine Anwendung zu wünschen, da sie aus dem Vergleich der Waldperioden von ganz Nord- und Mitteleuropa entstanden sind und sich nicht nur auf skandinavische Verhältnisse beziehen, wie die vier Klimaperioden nach Blytt - Sernander. Ich möchte nun hier versuchen, diese Dreigliederung auf die Klimageschichte von Norditalien anzuwenden. In einem letzten Abschnitt, der dem Vergleich der postgla-

zialen Klimaänderungen auf der Nord- und Südseite der Alpen gewidmet ist, wird die allgemeine Anwendung dieser Klimaeinteilung auf die Postglazialzeit des zentralen Europas versucht werden.

Der früheste Teil der Waldgeschichte, von der Birkenzeit über die Kiefernperiode bis zur Haseldominanz, gehört in die heranrückende Wärmezeit. Von der ersten Phase an, bis zum Anstieg der Haselkurve, macht sich eine zunehmende Wärme geltend. Anfänglich noch kalt, wofür die grossen *Salix*- und *Betula*-Werte sprechen, wird das Klima wohl zusehends milder bis warm zur Zeit der grösseren Haselausbreitung. Damit stehen die Befunde von Andersson (1910) in Uebereinstimmung, der über die Kiefernzone nur aussagt, dass sie zu einer kälteren Zeit als die nachfolgende Eichenzone abgesetzt worden sei, was mit unseren Ergebnissen im Einklang steht. Diese vermehrten Haselwerte fallen übereinstimmend in den drei Diagrammen der Abb. 33, in allen übrigen Diagrammen lässt sich das ebenfalls nachweisen, sofern die Bildung des Moores zu dieser Zeit oder schon früher eingesetzt hat, in die Zeit der starken Ausbreitung des Eichenmischwaldes und der damit verbundenen raschen Abnahme der Kiefer. Die Erle beginnt sich ebenfalls durchgehend auszubreiten. Die Fichte ist in den Mooren von Venetien, wie eingangs erwähnt wurde, schon mit ansehnlichen Werten vertreten, die aber mit westlicher Entfernung abnehmen; im Piemont ist diese erst im Auftreten begriffen.

In die Kiefernzeit haben wir die Einwanderung des mediterranen Florenelementes in diese Gebiete und in die südlichen Alpentäler zu verlegen, wie wir das schon für den Tessin früher dargelegt haben (Keller 1930). Mediterrane Xerophyten der Garigue und des immergrünen Buschwaldes, Pflanzen der Südalpen und auch Hygrophyten mediterranen Ursprungs, sind in dieser ansteigenden Wärmezeit, und zwar in der Kiefernphase eingewandert und haben zur Zeit der Haselausbreitung, zur kulminierenden Wärmezeit, ihre heutigen Standorte am Südfuss der Alpen erreicht und wohl eine weit beträchtlichere Verbreitung besessen als heute.

3. Die Eichenmischwaldzeit.

Die Laubhölzer des Eichenmischwaldes haben am Ende der heranrückenden Wärmezeit, zur ausklingenden Kiefernperiode, schon

eine recht beträchtliche Ausbreitung besessen und leiten nun über zur Eichenmischwaldzeit. Diese dauert in den untersuchten Mooren, wie in denjenigen des Tessin (K e l l e r 1930), bis in die rezenten Spektren an und leitet mit der Ausbreitung der zahmen Kastanie in das heutige Waldbild über. Der Eichenmischwald hat durchgehend die unbedingte Vorherrschaft in der Waldzusammensetzung mit 42—76%. Es ist in allen untersuchten Proben die Eiche, welche den Hauptanteil des Pollenniederschlages liefert. Linde und Ulme machen zusammen den Anteil der Eiche aus, in den jüngeren Spektren etwas mehr. Die Linde ist meistens etwas früher aufgetreten als die Ulme, während dann letztere in den oberen Schichten den Anteil der Linde oft übertrifft. Die Erle, die in der zu Ende gehenden Kiefernzeit in deutlicher Ausbreitung begriffen war, erlebt in der Eichenmischwaldzeit eine recht ansehnliche Verbreitung, wobei sie ihre grössten Werte in der zweiten Hälfte dieser Periode zu verzeichnen hat. Nach einer ersten grösseren Erlenausbreitung erscheint die Buche. Einzig in den Mooren des Piemont erreicht die Erle nicht diese beträchtlichen Werte. Dort erscheint die Buche zur Zeit der sich ausbreitenden Erle. Uebereinstimmend aber ist das Auftreten der Buche in bezug auf die Hasel: Die Haselwerte gehen einem Minimum entgegen zur Zeit der ersten Buchenprozente. Nach der Buchenverbreitung, die in den untersuchten Mooren keine überragende ist, wobei wieder an die geringere Pollenproduktion der Buche erinnert sei, und sich nicht als besondere Phase herausschälen lässt, wie am Nordabhang der Alpen, erscheint die zahme Kastanie *(Castanea)*. Ihr Auftreten fällt in guter Uebereinstimmung mit abnehmenden Eichenmischwald-Spektren und Erlenwerten zusammen. Die Eichenmischwaldkurve macht einen deutlichen Einschnitt, dem die ersten Kastanienwerte entsprechen. Die Haselkurve verzeichnet mit wachsenden Kastanienprozenten ebenfalls einen erneuten Anstieg, der aber nicht so gross ist, wie die vermehrte Haselausbreitung im Uebergang von der Kiefern- zur Eichenmischwaldzeit. In vereinzelten Mooren ist noch das Auftreten der Hainbuche *(Carpinus)* zu erwähnen. Die übrigen Bäume treten in diesem letzten Abschnitt nicht mehr merklich hervor.

Mit diesen pollenanalytischen Befunden stimmen die Ergebnisse von A n d e r s s o n (1910) gut überein, der in den von ihm unter-

suchten Mooren einen oberen Eichenhorizont nachwies, in dem die Eiche der hauptsächlichste Baum war. In der Eichenzone wies er folgende Pflanzenreste nach:

Landpflanzen:

Quercus robur, herrschender Baum, Pfähle der Pfahlbauten, sehr häufig Früchte

Tilia platyphyllos, mehrere Früchte und Holz

Fagus silvatica, Früchte

Alnus glutinosa, Holz reichlich, Früchte, Teile von Fruchtkätzchen. Scheint am Rande des Wassers reichlich gelebt zu haben.

Betula alba, Holzreste

Corylus avellana, zahlreiche Nüsse

Sorbus spec., Früchte

Rhamnus frangula, Samen

Salix spec., Blätter, Früchte

Cornus mas, massenhaft Früchte

— *sanguinea*, zahlreiche Früchte

Vitis vinifera, einige Samen.

Daneben zahlreiche Sumpf- und Wasserpflanzen, wie

Cladium mariscus

Najas marina, reichlich, zur Kiefernzeit war *N. flexilis* massenhaft verbreitet.

Nymphaea alba

Nuphar luteum

Trapa natans, als Leitfossil dieser Schichten in grossem Formenreichtum vorhanden.

Carex spec., zahlreiche Früchte

Menyanthes trifoliata, einige Samen.

In dieser Eichenflora sind eine Reihe wärmeerfordernde Laubbäume und Wasserpflanzen vertreten, woraus Andersson schliesst, dass sich das Klima gegenüber dem der Kiefernzeit allmählich besserte und dass dadurch die erste Kiefernflora verdrängt wurde. Als Stützen der Annahme einer wärmeren Periode führt er folgende ins Feld: Die Wassernuss, *Trapa natans*, ist sicher in diesen Gegenden ziemlich allgemein verbreitet, die Pflanze war aber zur

Eichenmischwaldperiode und speziell zur Pfahlbauzeit weitaus häufiger als heute. Das Verschwinden der Früchte kann nicht allein von der grösseren Verwendung der Früchte als Nahrungsmittel und nicht allein mit der Vertorfung und Verlandung zahlreicher ehemaliger Seen erklärt werden. Die Pflanze muss damals unter günstigeren Bedingungen gelebt haben als den heutigen. Der Formenreichtum fossiler Früchte ist weit grösser als derjenige der lebenden Pflanzen, worauf auch Schröter (1899) hinweist. Eine grössere Formenbildung können wir an Pflanzen nachweisen die in Klimaten leben, in denen dieselben mehr Wärme erhalten als in Oberitalien, worin Andersson ein deutliches Zeichen grösserer Wärme der Eichenmischwaldzeit sieht. Einen weiteren Anhaltspunkt zu dieser Ansicht erblickt der obige Autor im reichlichen Vorkommen von *Vitis vinifera* in den Torfmooren Norditaliens. Die von ihm gesammelten Samen gehören der wilden Weinrebe an. Ihre heutige Verbreitungsgrenze aber liegt viel weiter nach Südosten. Im Rückzug der wilden Weinrebe nach Osten erblickt Andersson eine Abnahme des wärmeren Klimas, das zur Zeit der Pfahlbauer in Oberitalien herrschte, gegen die rezenten Spektren. Nicht nur die wilde Weinrebe, sondern auch andere östliche Pflanzen scheinen in den letzten Jahrtausenden aus den Alpengegenden nach Osten gedrängt worden zu sein. Andersson erinnert an den Fund der Rosskastanie *(Aesculus hippocastanum)* im Torfmoor von Polada, am südlichen Gardasee, der aber nicht absolut sicher ist.

Zu diesen Befunden lassen sich noch diejenigen der zentralalpinen Täler und des schweizerischen Mittellandes (Keller 1928, 1930) beifügen. In ersteren hat das Areal der xerothermen Pflanzenkolonien eine weitgehende Zerstückelung des früher unzweifelhaft zusammenhängenden Verbreitungsbezirkes erfahren, und in letzterem sind die zahlreichen wärmeliebenden Pflanzen, die zur Eichenmischwaldzeit allgemein verbreitet waren, heute selten geworden und auf besonders begünstigte Standorte beschränkt.

Im System der Dreigliederung des Klimawechsels nach v. Post fällt dieser Teil der Eichenmischwaldperiode in die kulminierende Wärmezeit. Diese dauert vom Abschnitt der zunehmenden Haselverbreitung an bis zur Buchenausbreitung. Im Diagramm von Venetien (Abb. 33) ersehen wir, dass die Kiefernzeit am Süd-

fuss der Alpen einer längeren Zeitspanne entspricht als am Nordabhang. Die Untersuchung von Torflagern ausserhalb der Jung-Endmoränen wird uns zeigen, ob «Wälder» oder Gestrüppe von Kiefern, Birken und Weiden bis in der Nähe der Gletscher bestehen konnten und ob dann jene Kiefernperiode noch dem letzten Teil der Würm-Eiszeit entsprechen mag. In diese kulminierende Wärmezeit fallen die sehr zahlreichen *Trapa*-Funde und die Samenvorkommnisse der wilden Weinrebe nach Andersson, da jene Horizonte die vorherrschenden Eichenfunde ergeben haben. Diese Wärmezeit erfährt bei der vergleichenden Behandlung der Waldgrenze und der Klimaänderungen in den folgenden Abschnitten die Berechtigung, da die höheren Wald- und Baumgrenzen in Tälern und auf den Einsenkungen der Alpenpässe dieser Periode angehören. Die Uebereinstimmung der Ergebnisse der Pollenanalyse mit denen der statistischen Holz- und Samenzählung, ist also auch auf der Südseite der Alpen durch die Untersuchungen von Andersson und Neuweiler eine auffallende.

Wichtig wird dieser Abschnitt der Eichenmischwald-Dominanz durch die Möglichkeit der chronologischen Anknüpfung an die Zeitrechnung der Archäologen. Alle steinzeitlichen Kulturschichten fallen in die Zeit nach der Kulmination der Eichenmischwaldkurve und vor der grösseren Buchenausbreitung. Die bronzezeitlichen Pfahlbauten sind in den Abschnitt der grösseren Buchenverbreitung mit dem Auftreten der Kastanie zu stellen. Ueber den Zusammenhang des italienischen mit dem schweizerischen Neolithikum wird im letzten Abschnitt eingetreten werden.

Mit dem Auftreten und der Ausbreitung der Buche treten wir in den Abschnitt der abnehmenden Wärmezeit. Der Eichenmischwald erreicht nur mehr vereinzelt die überragenden Werte, die er während der Wärmezeit zu verzeichnen hatte. Dies ist vor allem in den Spektren der Fall, in denen die Ulme beträchtlichere Werte notiert und den Anteil der Linde übertrifft. In der stärkeren Ausbreitung der Buche, der weniger wärmeerfordernden Ulme und auch Linde ersehen wir deutlich die Auswirkung einer abnehmenden Wärmezeit. In der vorangehenden Phase der kulminierenden Wärmezeit war das Verhältnis *Quercus : Tilia : Ulmus* = 4 : 1 : 1. Linde und Ulme reichten zusammen an die Hälfte der Eichenprozente

heran. In dieser Epoche der abnehmenden Wärmezeit betragen nun die Linden- und Ulmenwerte zusammen mehr als die Eichenprozente; das obige Verhältnis verschiebt sich zu: *Quercus : Tilia : Ulmus* = 2 : 1 : 1,5.

In der nun folgenden Ausbreitung der Kastanie, ihr Anteil erreicht erst in den obersten Spektren mehr als 20%, erkennen wir eine kleine Schwankung der Klimakurve, eine Oszillation der Kurve der abnehmenden Wärmezeit. Die pflanzengeographischen Ergebnisse, die für eine zunehmende Trockenheit im jüngsten Entwicklungsabschnitt sprechen, wie die Bereicherung der Gipfelfluren (Braun-Blanquet, 1913) und das Zurückweichen atlantischer Arten in ihrer östlichen Verbreitungsgrenze, in Verbindung mit dem Vordringen mediterraner Arten gegen Norden (Braun-Blanquet, 1923), lassen sich auch als Anzeichen einer solchen Oszillation der Klimakurve deuten. Die Klimakurve wird kaum einen mathematisch genau zu erforschenden Verlauf nehmen; sie wird stets kleinere Schwankungen, Oszillationen, aufweisen, wie v. Post (1930) klar ausgeführt hat. Diese oft regionalen Schwankungen der Klimakurve lassen aber dennoch den regionalen Parallismus mit aller Deutlichkeit erkennen.

Der Zusammenhang der Dreigliederung des Klimawechsels mit den bisher üblichen vier Klimaperioden ergibt sich aus der folgenden Uebersicht. Diese veranschaulicht den Verlauf der postglazialen Waldentwicklung in Oberitalien auf Grund der Ergebnisse von Andersson und Neuweiler aus ihren Holz- und Samenuntersuchungen und auf Grund der pollenanalytischen Resultate:

Waldperioden	Klimaperioden	
	nach v. Post	nach Blytt-Sernander
3. Eichenmischwaldzeit	Kastanienverbreitung	abnehmende Wärmezeit	subatlantisch
	Buchenverbreitung		subboreal
	bronzezeitl. Pfahlbauten		
	neolith. Pfahlbauten		
	Eichenmaximum	kulminierende Wärmezeit	atlantisch
	Trapa natans Leitfossil		

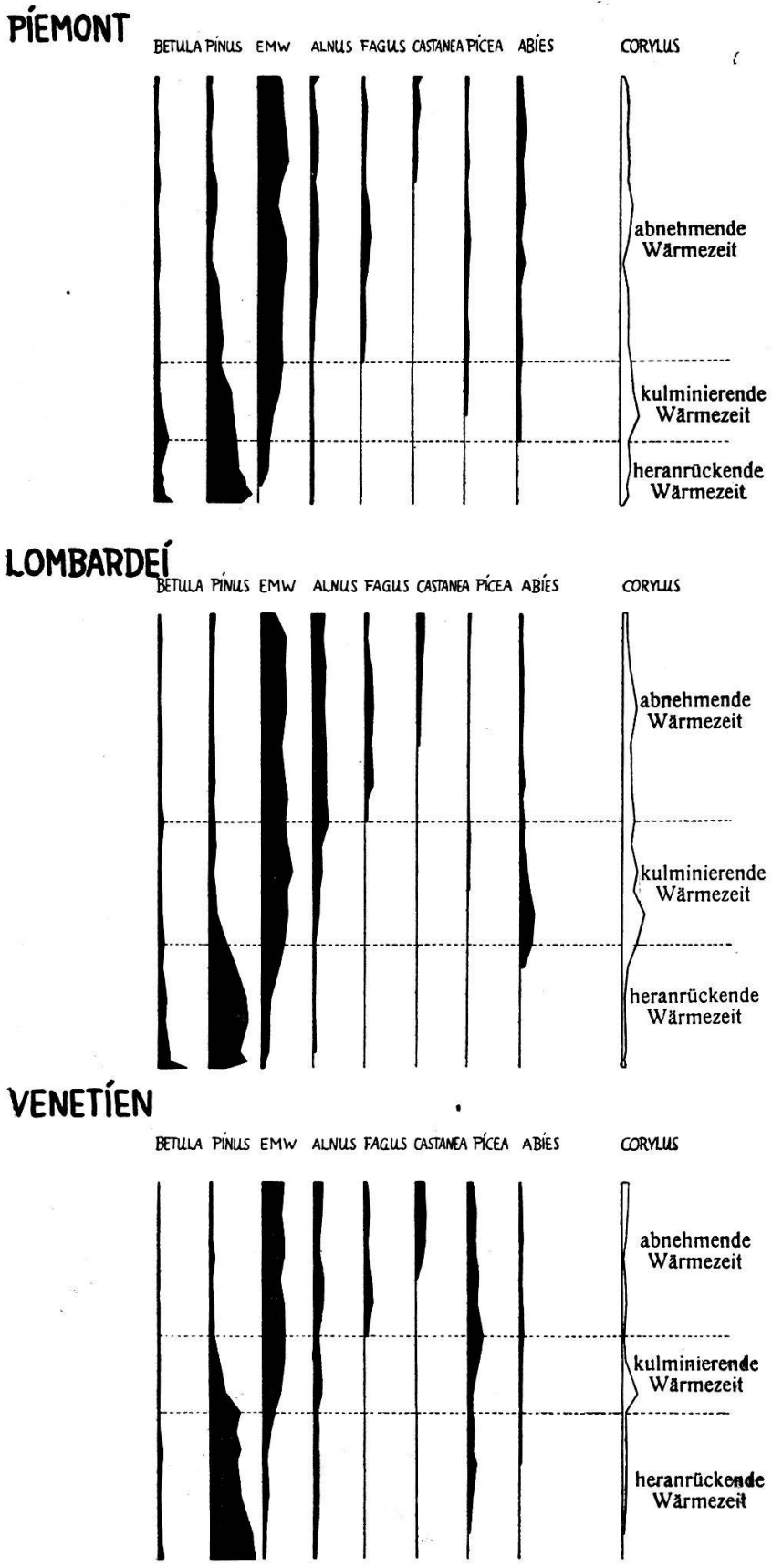

PIEMONT
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
LOMBARDEI
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
VENETIEN
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit

Abb. 33.

Waldperioden		Klimaperioden nach v. Post	nach Blytt-Sernander
2. Kiefernzeit	Kiefer dominiert *Najas flexilis* 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 (Keller, 1930), in Verbindung mit den früheren Ergebnissen an Mooren der Voralpen und des Mittellandes (Keller, 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 Süddeutschland (Bertsch, Paul-Ruoff, Stark) beigefügt 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.
Süddeutschland:	
Allgäu	620 m ü. M. (Bertsch, 1925)
Allgäu	580 m ü. M. (Bertsch, 1925)
Degersee	480 m ü. M. (Ruoff in Gams, 1924)
Schönmoos	470 m ü. M. (Bertsch, 1929)
Konstanz	416 m ü. M. (Stark, 1925)
Konstanz	400 m ü. M. (Stark, 1925)

Bei den Mooren ohne Autornamen handelt es sich um eigene Untersuchungen, die sich verteilen auf Keller (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 (Keller, 1929) angewendet wurde. Im pollenanalytischen Profil durch die Schweizer-Alpen, das aus den Durchschnittsspektren von 23 Mooren konstruiert wurde (Keller, 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. Post, 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 Horizontaldistanzen. Die einzigen Ordnungsgrössen der Pofile 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 Tessin und die sehr steile Beschaffenheit des Misox, dieses südlichen Alpentales des Kantons Graubünden. Der Charakter der Alpenpässe soll im flachen Scheitel des doppelseitigen Alpendreiecks seinen Ausdruck finden. Ihm gegenüber ist dann die Hypotenuse des Voralpen-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 Kiefernspektren bestreitet und mit 86—95% vorhanden ist. In den höher gelegenen Voralpenmooren und denen des Vorarlbergs (Firbas, 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 Prozenten 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 Vorherrschaft 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 Lünersee 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-Vereisung 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. P r o f i l z u r H a s e l z e i t.
(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 bezw. 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

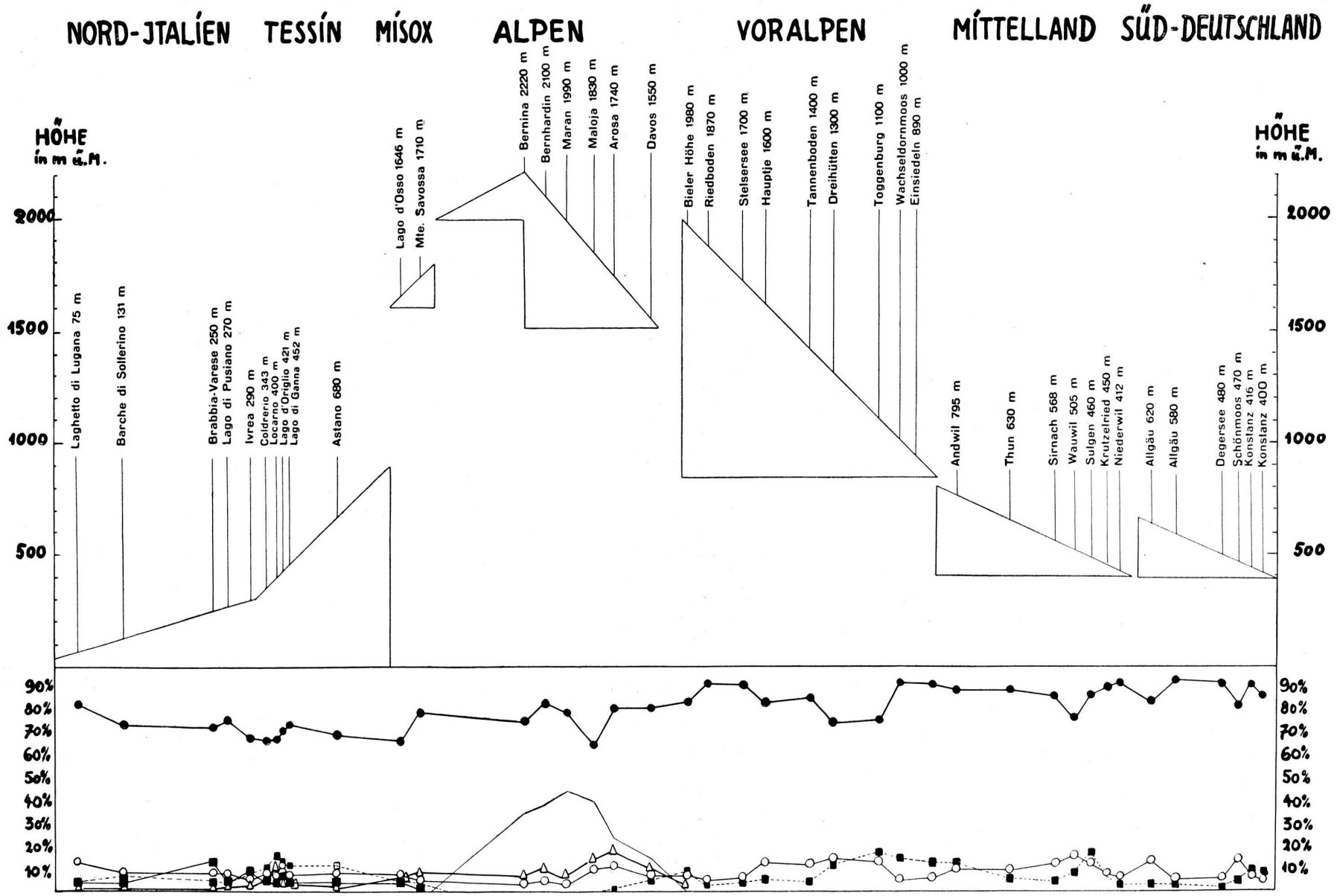
Eichenmischwald. Dieser wird in zahlreichen Mooren von der Linde angeführt und die Eiche übernimmt erst im weiteren Verlauf die Führung in dieser Laubbaumpollensumme. Die Kiefernkurve kommt derjenigen des Eichenmischwaldes am nächsten, ohne diese aber in einem der untersuchten Moore zu schneiden. In 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 (K e l l e r, 1928) ergeben hat.

3. P r o f i l z u r E i c h e n m i s c h w a l d - b z w. F i c h t e n z e i t. (Abb. 36.)

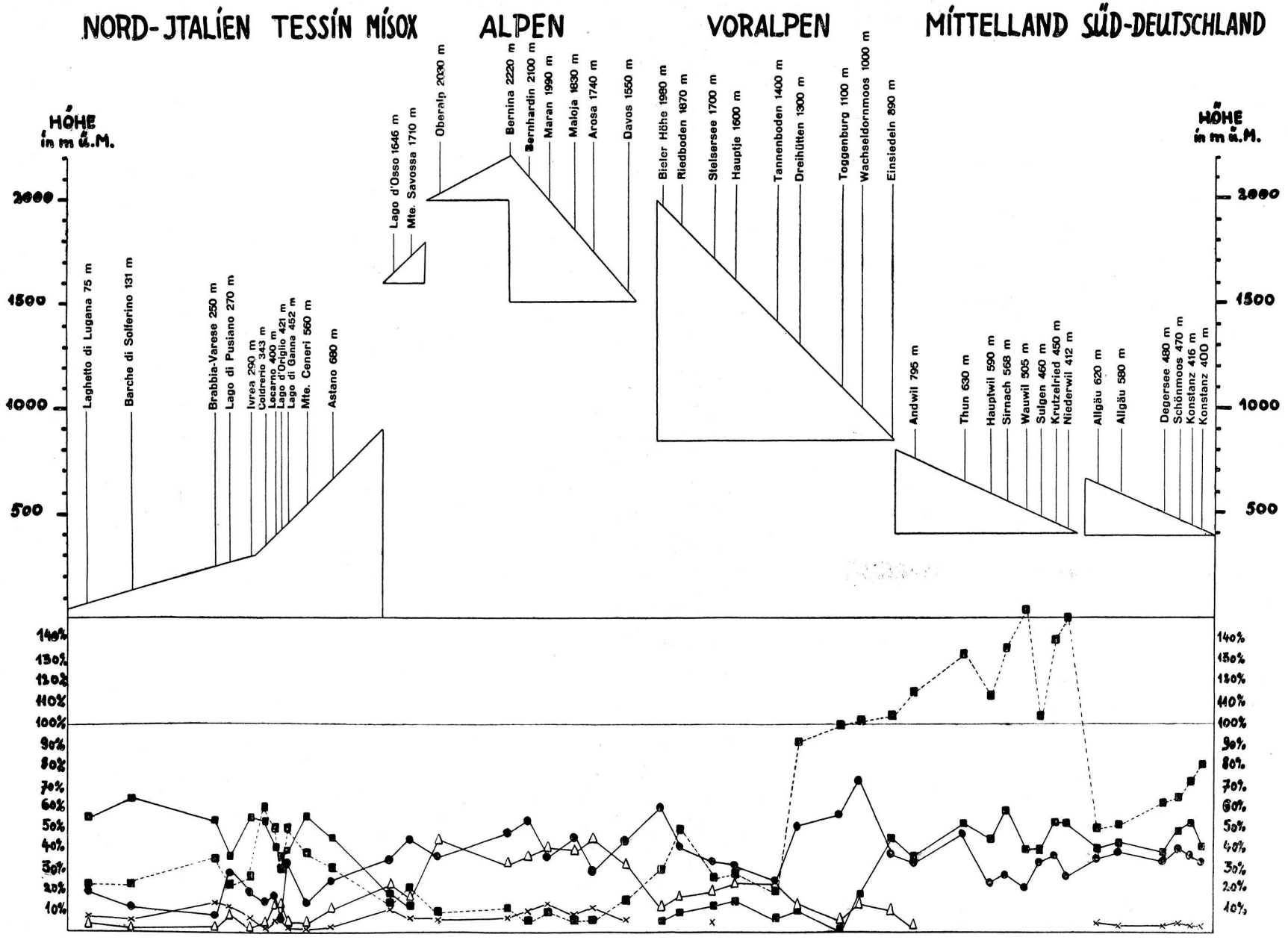
Die regionalen Verschiedenheiten der einzelnen Gebiete kommen in diesem Profil am deutlichsten zum Ausdruck. Die Uebereinstimmung der Waldentwicklung ist in den Mooren der betreffenden Gegenden eine überrasachend gute. In Norditalien und in den Tessiner-Mooren ist der Eichenmischwald der unumstrittene Herrscher in der Waldzusammensetzung. 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 vereinzelten 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



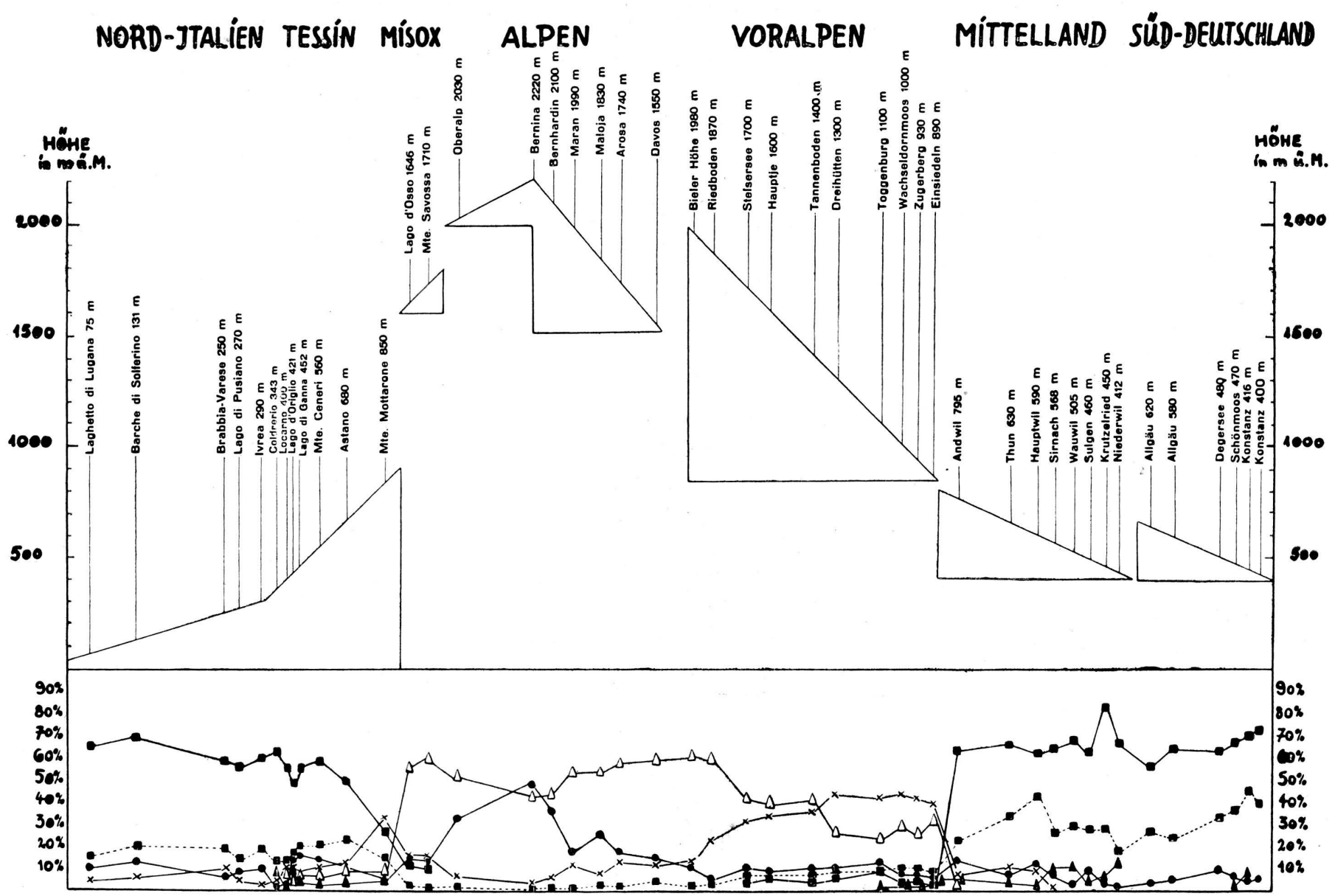
Profil zur Kiefernzeit.

Abb. 34.



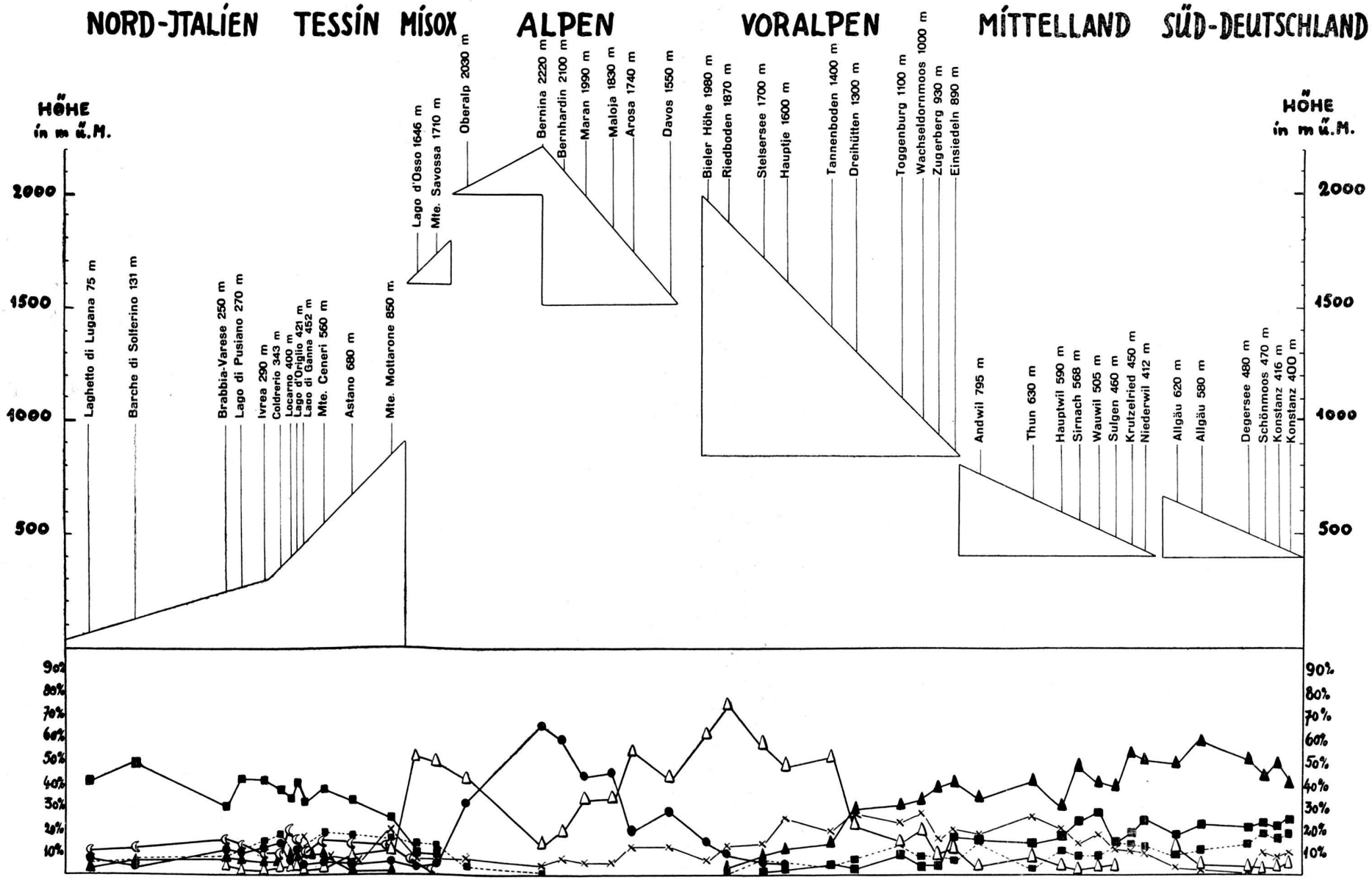
Profil zur Haselzeit.

Abb. 35.



Profil zur Eichenmischwaldzeit.

Abb. 36.



Profil zur Buchenzeit.

Abb. 37.

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 (Baumgartner, 1900; Keller, 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 Keller, 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 Fernstransport 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 Frühbis 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 heranreichen, 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 gebieben 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 Firbas, Fischer und Lorenz, Gams, Harder und Lorenz 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 Bertsch, Gams, Ruoff 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 (Keller 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. Post) 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 (K e l l e r, 1928).

Voralpen: Diagramm aus dem Moor Dreihütten-Toggenburg (K e l l e r, 1929).

Alpen 3.: Diagramm aus dem Moor Lej marsch-Engadin (K e l l e r, 1930).

Alpen 2.: Diagramm aus dem Moor an den Berninaseen (K e l l e r, 1930).

Alpen 1.: Diagramm aus dem Moor auf dem Bernhardinpass (K e l l e r, 1930).

Misox: Diagramm aus dem Moor am Mte. Savossa (K e l l e r, 1930).

Tessin: Diagramm aus dem Moor am Lago d'Origlio (K e l l e r, 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. P o s t 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. D i e h e r a n r ü c k e n d e W ä r m e z e i t.

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 (K e l l e r, 1928) die Einwanderung der östlichen Steppenpflanzen verlegt. Die Pflanzenwelt, die ursprünglich eine arktisch-alpine war (B r o c k -

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 bezw. 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 desjenigen 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 Voralpengebieten 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 Verbeitungsgrenzen 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 Aenderung 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 Cazzago 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 bezw. 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 Fichtenprozente des vorangegangenen Abschnittes der Kulmination der Wärmezeit keine zufälligen und keine durch den Ferntransport hergewehten waren, sondern dass sie uns die grössere Fichtenausbreitung wiederspiegeln, 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 (K e l l e r, 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 A r c a n g e l i (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 (K e l l e r, 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 archaeologischen 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 angedauert, 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 Gipfelfluren (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 n i c h t, 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.

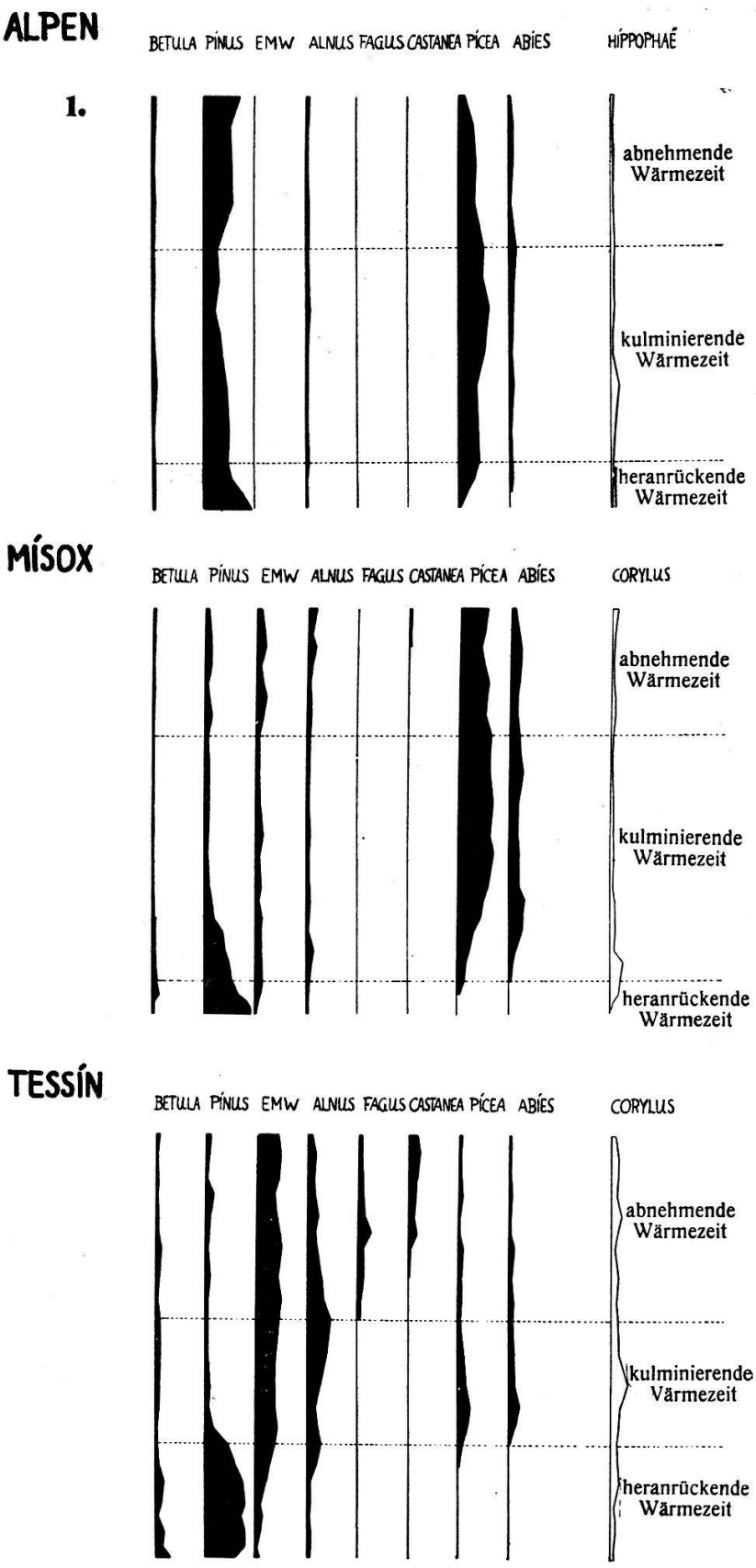

ALPEN
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES HIPPOPHAE
1.
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
MISOX
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
TESSIN
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit

Abb. 38.

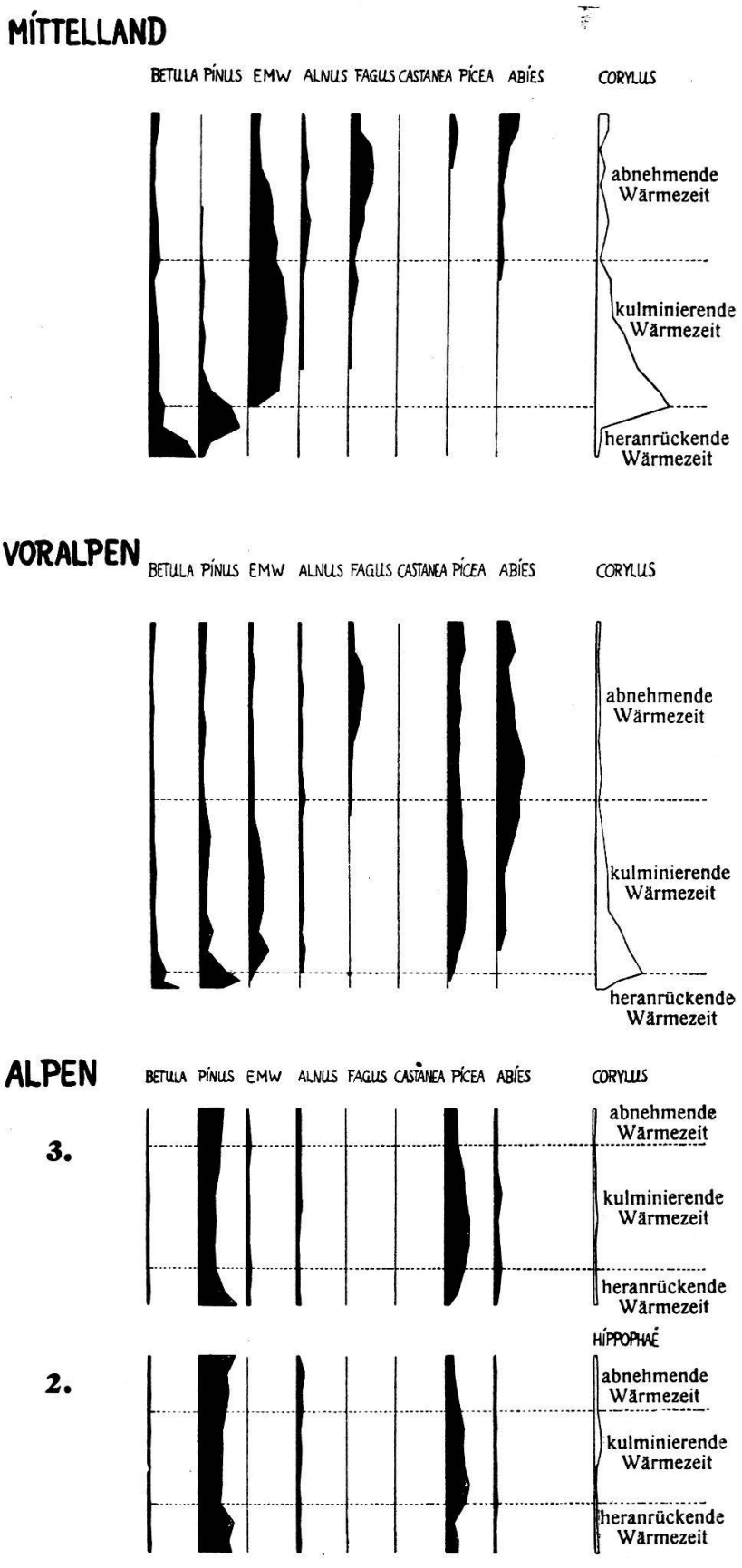

MITTELLAND
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
VORALPEN
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
ALPEN
BETULA PINUS EMW ALNUS FAGUS CASTANEA PICEA ABIES
CORYLUS
3.
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit
HIPPOPHAE
2.
abnehmende Wärmezeit
kulminierende Wärmezeit
heranrückende Wärmezeit

Abb. 39.

Literatur-Verzeichnis.

Andersson, G., Beiträge zur Kenntnis des spätquartären Klimas Norditaliens. In «Postglaziale Klimaänderungen» Stockholm 1910.

Arcangeli, G., La Flora italiana. Torino 1894.

Bertsch, K., Pflanzengeographische Untersuchungen aus Oberschwaben. Jahresh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg, Bd. 71, 1915.

— Untersuchungen im Reichermoos. Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturkunde. Württemberg 1924.

— Die Vegetation Oberschwabens zur Zeit der Schussenrieder Renntierjäger. Jahresber. u. Mitt. Oberrh. Geolog. Ver., Jahrg. 1925.

— Brunnenholzried. Veröff. Staatl. Stelle f. Naturschutz b. Württemberg. Landesamt f. Denkmalpflege, H. 2, 1925.

— Ein untergegangener Fichtenwald im württembergischen Allgäu. Ebenda, H. 2, 1925.

— Pollenanalytische Untersuchungen an einem Moor der Schwäbischen Alb. Ebenda, H. 3, 1926.

— Pollenanalytische Untersuchungen in Oberschwaben. Mikrokosmos, 19. Jahrg., H. 7, 1926.

— Die Pflanzenreste aus der Kulturschicht der neolithischen Siedlung Riedschachen bei Schussenried. Ver. f. Gesch. d. Bodensees u. Umg. H. 54, 1926.

— Blütenstaubuntersuchungen in südwestdeutschen Mooren. Aus der Heimat, 40. Jahrg., H. 10, 1927.

— Klima, Pflanzendecke und Besiedlung Mitteleuropas in vor- und frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanalytischen Forschung. Ber. d. Röm.-germ. Kommission 18, 1929 (mit Angabe der übrigen Arbeiten des Autors).

Braun, J., Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rhaetisch-Lepontinischen Alpen. Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. XLVIII, 1913.

— Die Hauptzüge der Pflanzenverbreitung in Graubünden. Clubführer des Schweiz. Alpenclub, Suppl.-Band f. d. Clubführer durch die Graubündner-Alpen (1914), Chur 1916.

Braun-Blanquet, J., Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 98. Jahresvers., Schuls 1916, II. Teil.

— Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 62, 1917.

— Die Pflanzenwelt der Plessuralpen. «Aus dem Schanfigg», Chur 1917.

— Eine pflanzengeographische Exkursion durchs Unterengadin und in den schweizerischen Nationalpark. Beitr. Geobotan. Landesauf. 4, Zürich 1918.

— Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. Bd. 57 (1920 und 1921) 1921.
— L'origine et le développement des Flores dans le massif central de France. Paris et Zurich 1923.
— Ueber die Genesis der Alpenflora. Verh. Naturf. Ges. Basel, Bd. 35 (Festband Christ), 1923.

Brockmann-Jerosch, H., Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. (1908 und 1909) 1910.
— Die Aenderungen des Klimas seit der grössten Ausdehnung der letzten Eiszeit in der Schweiz. Geol. Stockholm 1910.
— Weitere Gesichtspunkte zur Beurteilung der Dryasflora. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 64, 1919.
— Baumgrenze und Klimacharakter. Beitr. Geobot. Landesaufn. 6, Zürich 1919.
— Die Geschichte der schweizerischen Alpenflora in *Schröter:* Das Pflanzenleben der Alpen, 2. Aufl., Zürich 1926.

Christ, H., Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1879.
— Die Visp-Taler Föhrenregion im Walis. Bull. Soc. Murith. vol. 40 (1914—1918) 1920.

Düggeli, M., Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 48, 1903.

Engler, A., Ueber Verbreitung, Standortsansprüche und Geschichte der *Castanea vesca* Gärtner. Ber. Schweiz. Bot. Ges. Heft 11, 1901.

Erdtman, G., Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südschweden. Arkiv f. Botanik Bd. 17, H. 10, 1921.

Firbas, F., Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Lotos Bd. 71, Prag 1923.
— Ueber einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. Zeitschr. f. Botanik, Bd. 18, 1926.

Fischer, O. und *Lorenz, A.*, Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren der Südostalpen. Zeitschr. f. Botanik Bd. 24, 1931.

Früh, J. und *Schröter, C.*, Die Moore der Schweiz. Beitr. zur Geologie der Schweiz, Geotechn. Serie, III. Lief., Bern 1904.

Furrer, E., Kleine Pflanzengeographie der Schweiz. Zürich 1923.
— Pollenanalytische Studien in der Schweiz. Beibl. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 72, 1927.

Gams, H., Aus der Geschichte der Flora und Fauna am Bodensee. Ver. f. Gesch. d. Bodensees u. Umgeb., H. 53, 1924.
— Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Int. Revue d. Hydrobiologie u. Hydrographie Bd. 18, 1927.
— Die postarktische Geschichte des Lüner Sees im Rätikon. Jahrb. Geolog. Bundesanstalt Bd. 79, H. 3 u. 4, 1929.
— Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Zeitschr. f. Gletscherk. Bd. 15, 1927 und Bd. 17, 1930.

— Bemerkungen über Vorschläge zur Abänderung der Pollendiagramme. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 51, H. 3, 1929.

Gams, H. und *Nordhagen, R.*, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forschg., hrsg. Geogr. Ges. München, H. 25, 1923.

Grund, A., Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Geogr. Jahresber. aus Oesterreich Bd. 1907.

Harder, R. und *Lorenz, A.*, Pollenanalytische Untersuchungen an alpinen Mooren. Zeitschr. f. Botanik Bd. 21, 1929.

Heim, Albert, Geologie der Schweiz. Leipzig (Tauchnitz), 1919—1922.

Kelhofer, E., Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen. Zürich 1915.

— Die Flora des Kantons Schaffhausen. Herausgegeben vom Bot. Mus. Univ. Zürich 1920.

Keller, P., Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer-Mooren und ihre florengeschichtliche Deutung. Veröff. Geobot. Institut Rübel Zürich, Heft 5, 1928.

— Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Ostschweiz. Beih. Botan. Centralbl. Bd. 45, Abt. I, 1929.

— Pollenanalytische Untersuchungen an einigen Mooren des St. Gallischen Rheintales. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. Bd. 64 (1928) 1929.

— Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. Beih. Botan. Centralbl. Bd. 46, Abt. II, 1930.

— Die postglaziale Waldgeschichte des südlichen Tessin. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich Bd. 75, 1930.

Koch, W., Die Vegetationseinheiten der Linthebene. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. Bd. 61 (1925) 1926.

Koch, W. und *Kummer, G.*, Nachtrag zur Flora des Kantons Schaffhausen, I—III. Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, Bd. 3 (1924), Bd. 4 (1925), Bd. 5 (1926).

Lioy, P., Di una stazione lacustre scoperta nel lago di Fimon. Atti Soc. ital. Sci. nat., Vol. VII.

— La stazione lacustre di Fimon nel Vicentino. Ebenda, Vol. VIII.

Messikommer, E., Verlandungserscheinungen auf Pflanzensukzessionen im Gebiet des Pfäffikersees. Beibl. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, Bd. 73, 1928 (Festschrift Hans Schinz).

Munroe, R., Lake dwellings of Europe. 1890.

Naegeli, O., Ueber die Pflanzengeographie des Thurgaus. Mitt. Thurg. Naturf. Ges., H. 13, 1898.

— Ueber westliche Elemente in der Nordostschweiz. Ber. Schweiz. Bot. Ges. Bd. 15, 1905.

— Die pflanzengeographischen Beziehungen der süddeutschen Flora, besonders ihrer Alpenpflanzen. Ber. Zürch. Bot. Ges. Bd. 14 (1918—1929) 1920.

— Ueber Veränderungen der Zürcher Flora im letzten Jahrhundert unter Berücksichtigung der Nachbargebiete. Beibl. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich Nr. 15, Jahrg. 73, 1928 (Festschrift Hans Schinz).

Nathorst, A. G., Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glazialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland gezogene Schlussfolgerungen. Stockholm Geol. Fören. Bd. 36, 1914.

Neuweiler, E., Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Torfmoore. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich Bd. 46, 1901.

— Die prähistorische Pflanzenwelt Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde. Ebenda Bd. 50, 1905.

— Die Pflanzenreste aus den Pfahlbauten am Alpenquai in Zürich und von Wollishofen, sowie einer interglazialen Torfprobe von Niederweningen. Ebenda Bd. 64, 1919.

— Die Pflanzenwelt der jüngeren Stein- und Bronzezeit der Schweiz. Mitt. Antiqu. Ges. Zürich Bd. 24, H. 4, 1924.

— Ueber Hölzer in prähistorischen Fundstellen. Veröff. Geobot. Institut Rübel, Zürich, H. 3, 1925 (Festschrift Carl Schröter).

— Pflanzenreste aus den Pfahlbauten vom Hausersee, Greifensee und Zürichsee. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich Bd. 70, 1925.

Paul, H., Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores. Mitt. Bayr. Moorkulturanst. Bd. 1, 1907.

Paul, H. und *Ruoff, S.*, Pollenstatistische und stratigraphische Moruntersuchungen im südlichen Bayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. Bd. XIX, 1927.

Penck, A. und *Brückner, E.*, Die Alpen im Eiszeitalter. 1901—1909.

Post, L. v., Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité internat. de Pédologie, IV. Commision No. 22, 1910.

— Postarktiska klimattyper i södra Sverige. Stockholm. Geol. Fören. Bd. 42, 1921.

— Einige Aufgaben der regionalen Moorforschung. Sver. Geol. Undersökn., Ser. C, Nr. 337, 1926.

— Die Zeichenschrift der Pollenstatistik. Geol. Fören. Förhandl. Bd. 51, H. 4, 1930.

— Problems and workinglines in the postarctic forest history of Europe. Abstracts and communications Vth Internat. Botanical Congress Cambridge 1930.

Rikli, M., Zur Kenntnis der Pflanzenwelt des Kantons Tessin. Ber. Zürch. Bot. Ges. H. 10 (1905—1907) 1908.

— Die Arve in der Schweiz. Neue Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. 44, 1909.

Rudolph, K., Pollenanalytische Untersuchungen im thermophilen Florengebiet Böhmens: Der Kommernsee bei Brüx. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 44, 1926.

Rudolph, K. und *Firbas, F.*, Die Hochmoore des Erzgebirges. Beih. Botan. Centralbl. Bd. 40, Abt. II, 1924.

— — Pollenanalytische Untersuchungen subalpiner Moore des Riesengebirges. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 44, 1926.

— — Die Moore des Riesengebirges. Beih. Botan. Centralbl. Bd. 43, Abt. II, 1927.

Rudolph, K. und Sigmond, H., Das Koppenplanmoor im Riesengebirge. Lotos Bd. 76, Prag 1928.

Ruoff, S., Das Dachauer Moor. Ber. Bayer. Bot. Ges. Bd. 17, 1922.

Samuelsson, G., Ueber den Rückgang der Haselgrenze und anderer pflanzengeographischer Grenzlinien in Skandinavien. Bull. Geol. Institut Upsala, Bd. 13, 1915.

Schröter, C., Die Flora der Eiszeit. Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich Nr. 85 (1883) 1882.

— Contributions à l'étude des variétés de Trapa natans L. Arch Sci. phys. nat. Ann. 140, Genève 1899.

— Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl., Zürich 1926.

Senoner, Neu aufgefundene Pfahlbauten im Gardasee. Mitt. anthropol. Ges. Wien, Bd. 9.

— Pfahlbauten in Italien. Ebenda, Bd. 11.

Siegrist, K., Die Auenwälder der Aare, mit besonderer Berücksichtigung ihres genetischen Zusammenhanges mit anderen flussbegleitenden Pflanzengesellschaften. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. 1913.

Stark, P., Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 19, 192.

— Der gegenwärtige Stand der pollenanalytischen Forschung. Zeitschr. f. Botanik 17. Jahrg., 1925.

— Die Moore des badischen Bodenseegebietes I. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 24, 1925.

— Die Moore des badischen Bodenseegebietes II. Ebenda Bd. 26, 1927.

Spinner, H., Analyse pollinique de la tourbe de deux marais de la vallée de la Brévine. Bull. Soc. Neuchât. sc. nat., t. 50, 1925.

Tamarelli, T., Carta geologica della regione dei tre laghi.

— Quelques observations sur les changements du climat postglaciaire en Italie. Geol. Stockholm 1910.

Tatarinoff, E., Alpine Bronzefunde. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. (Zürich 1917) 1918.

Villa, B. G., Sulle torbe della Brianza. Atti Soc. ital. Sci. nat. Vol. VI, 1864.

Vouga, P., Essai de classification du néolithique lacustre. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1920—21, und Anzeiger f. Schweiz. Altertumskunde N. F. Bd. 23, 1921.

Waldvogel, T., Das Lautikerried und der Lützelsee. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich Bd. 45, 1900.

Weber, C. A. v., Grenzhorizont und Klimaschwankungen. Abh. Naturw. Ver. Bremen Bd. 26, 1926.