Die Waldgeschichte des südlichen Tessin seit dem Rückzug der Gletscher

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **- (1943)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-377489

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

DIE WALDGESCHICHTE DES SÜDLICHEN TESSIN SEIT DEM RÜCKZUG DER GLETSCHER

Von *Werner Lüdi*, Zollikon / Zürich.

Einleitung. Vegetationsverteilung und Pollenniederschlag in der Gegenwart.

Im Jahre 1930 hat Paul Keller [1] als erster Tessiner Moore pollenstatistisch untersucht und daraus eine Waldgeschichte des südlichen Tessin abgeleitet. Nun wurden während der letzten Jahre im Luganersee bei Melide, Lavena und Ponte Tresa Tiefensondierungen vorgenommen, und Prof. A. Jeannet übergab mir dabei gesammelte Materialien zur Prüfung. Diese Torfe und Sedimente zeigen ein Pollenspektrum, das mit den Diagrammen von Keller nicht gut in Übereinstimmung gebracht werden kann. So erschien es als wünschbar, diese Untersuchungen zu erweitern und zu vertiefen. Die Feldarbeit fand im Frühling 1941 und 1942 statt. Die Pollenzählungen kamen im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel zur Ausführung. Meinen Mitarbeitern bei der mühsamen Zählarbeit sage ich hiermit besten Dank.

Die Zahl der zu pollenanalytischen Untersuchungen geeigneten Objekte ist im südlichen Tessin sehr gering. Wir mußten infolgedessen einige der bereits von Keller untersuchten Moore auch wieder vornehmen, was sich als sehr zweckmäßig erwiesen hat. Bohrungen wurden an den folgenden Stellen ausgeführt:

1. Origliosee, zwischen Tesserete und Taverne (2 Bohrungen);
2. Muzzanersee, westlich von Lugano (mehrere Bohrungen);
3. Fornaci oben im Val Scairolo, südwestlich von Lugano;
4. Laghetto, westlich von Astano im Malcantone;
5. Ebene von Sessa, nördlich des Val Tresa (2 Bohrungen);
6. Coldrerio bei Balerna (2 Bohrungen).

Die Bohrstellen liegen also alle im Sotto-Ceneri, nicht sehr weit auseinander. Origlio ist der nördlichste Bohrpunkt, Muzzano liegt 6 km südlich davon, Fornaci noch 1,5 km weiter gegen Südosten, Sessa 1 bis 1,5 km südlich von Astano, beide 10 km westlich von

[1] Paul Keller, Die postglaziale Waldgeschichte des südlichen Tessin. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **75** (1930) 1930 (1–34).

Muzzano, Coldrerio 16 km südlich von Muzzano. Es ergeben sich also nach der Lage vier natürliche Gruppen: Origlio; Muzzano und Fornaci; Astano und Sessa; Coldrerio.

In bezug auf die Bodenunterlage befinden sich die Lokalitäten 1 bis 5 im Gebiete der Tessinergneiße, die im allgemeinen flachgründige, magere und leicht versauernde Böden abgeben. Um Muzzano und Fornaci ist die Ausbildung der Gneiße serizitisch, wodurch für die Vegetation günstigere Lebensverhältnisse entstehen. Fornaci liegt zudem dicht am Fuße des dolomitischen M. S. Salvatore, was dem Kalkschutt und kalkhaltigen Wasser den Zugang möglich macht. Origlio ist von den dolomitischen Denti della Vecchia 4,5 km entfernt und durch das tiefe Tal des Casserate abgetrennt. Coldrerio hat als Bodenunterlage tertiäre Tonschiefer, und die höheren Berge der Umgebung (M. Generoso 1704 m, M. S. Giorgio 1100 m) sind aus Kalkgesteinen aufgebaut. Als Folge der Vergletscherung wird aber an allen diesen Orten die oberste Schicht des Mineralbodens von diluvialen Ablagerungen gebildet, die mit Ausnahme Coldrerios und Fornacis aus reinem Silikatgestein bestehen. Diluviale Tone, die am Schluß der letzten Vereisung zur Ablagerung gelangten, dichten die Mulden, in denen die untersuchten Moore liegen, ab.

Da das Gebiet auch klimatisch einheitlich ist (große Niederschläge, warme Sommer, milde Winter und starke, reichliche Besonnung), so zeigt die Umgebung unserer Bohrstationen in bezug auf die heutige Pflanzenwelt eine weitgehende Übereinstimmung. Sie gehört in die insubrische Eichen-Kastanienstufe [2]. Wälder sind trotz der starken Kultivierung noch reichlich vorhanden, wobei die Edelkastanie (*Castanea vesca*) bei weitem vorherrscht, sowohl als Hochwald wie als Niederwald. Da und dort sind Eichen in Gruppen oder in kleinen Beständen erhalten (*Quercus pubescens*, *sessiliflora*, seltener *cerris* und *robur*). Reichlich finden sich ferner Linde (*Tilia cordata*),

---

[2] Vgl. dazu: A. Bettelini, La flora legnosa del Sottoceneri. Diss. phil. II Univ. Zurigo, Bellinzona 1904 (213 S., Taf., farb. Gehölzkarte). — P. Chenevard, Catalogue des plantes vasculaires du Tessin. Mém. Inst. Nat. Genevois **21** 1910 (553 S., 1 Karte). — M. Jäggli, La vegetatione del Monte di Caslano. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **73** 1928. Beiblatt **15** (Festschrift Hans Schinz) (252–285, 1 Taf., 1 Karte). — M. Jäggli, Cenni sulla flora Ticinese. IIa ed. Bellinzona 1932 (57 S.). — W. Lüdi, Die Kastanienwälder von Tesserete. Beitrag zur Soziologie der Kastanienwälder am Südhang der Alpen. Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel, Zürich **1940** 1941 (52–83).

Feldahorn (*Acer campestre*), Ulme (*Ulmus campestris*); häufig ist die Robinie (*Robinia pseudacacia*) gepflanzt und verwildert. Die Birke (*Betula pendula*) findet sich überall, oft auch in kleinen Beständen. Sehr allgemein ist die Hasel (*Corylus avellana*) verbreitet. Auf sumpfigem Boden stocken hygrophile Gehölze von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*), Weiden (*Salix cinerea, caprea, alba* u. a.), Eschen (*Fraxinus excelsior*), Pappeln (*Populus nigra*). Damit sind die wesentlichen Gehölzarten in der Nähe der untersuchten Lokalitäten aufgezählt.

In der weiteren Umgebung ist in erster Linie noch die Buche (*Fagus silvatica*) zu erwähnen, die im ganzen Sottoceneri die Gebirgswälder von etwa 1000 m an aufwärts bis zur Baumgrenze bildet, aber auch in tieferen Lagen in kleinen und größeren Beständen verbreitet ist, so am M. S. Bernardo bei Origlio, am Collina d'Oro bei Muzzano, am M. Arbostora (südlicher Teil des M. S. Salvatore-Bergzuges bei Lugano), am Nordhange des M. S. Giorgio, am Ausgang des Malcantone. Doch sind die Buchenwälder zum großen Teil Niederwälder, und die Bäume gelangen nicht zur Blühreife. Auf frischen Böden wird im Buchengebiet die Schwarzerle durch die Grauerle (*Alnus incana*) ersetzt, und in höheren Lagen, vor allem an Schattenhängen, breitet sich die Grünerle (*Alnus viridis*) aus.

Zu der Vegetation des Silikatgesteins, in der azidophile Arten herrschen, steht die der benachbarten Dolomitgebiete in einem starken Gegensatz. Dieser ist darauf zurückzuführen, daß auf Silikatunterlage die Böden sehr sauer werden, auf Kalkunterlage dagegen neutral oder alkalisch bleiben. In den höheren Lagen herrscht zwar ebenfalls der Buchenwald, und auch Grauerle und Grünerle sind bei zusagenden Bodenverhältnissen verbreitet; aber die azidophilen Arten fehlen oder treten stark zurück, und die floristische Ausbildung, als Ganzes genommen, erscheint reicher. In den tieferen Lagen fehlt die Kastanie beinahe völlig. Sie wird ersetzt durch ein reiches Laubgehölz aus der Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia*) und den bereits genannten *Eichen*, in Verbindung mit zahlreichen anderen Gehölzen, unter denen hervorzuheben sind *Ulmus campestris, Corylus avellana, Celtis australis, Laburnum vulgare, Robinia pseudacacia, Tilia cordata, Acer campestre, Fraxinus ornus*. Der Einfluß der Pollenproduktion dieser Gehölze ist besonders in Coldrerio vom Monte S. Giorgio und M. Generoso-Gebiet her und in Fornaci und Muzzano vom S. Salvatore und vom Südhang des Muzzanerberges her zu erwarten. Da aber auch dieses Laubgehölz

in der Regel als Niederwald bewirtschaftet wird, ist seine Pollenerzeugung klein.

Nadelgehölze sind im südlichen Tessin spärlich. Natürliche Bestände der Tanne (*Abies alba*), Fichte (*Picea excelsa*) und Lärche (*Larix decidua*) reichen in den Tessineralpen vom Norden her bis zum Camoghé, rund 17 km nördlich des Origliosees. Weiter südlich fehlt Abies, abgesehen von einzelnen gepflanzten Individuen, gänzlich. Picea ist da und dort in kleinen Beständen oder Einzelbäumen gepflanzt und zeigt gutes Gedeihen, so nach Bettelini auf dem Monte di Caslano und am Nordhange des M. S. Giorgio oberhalb Brusino-Arsizio. Letzte Spuren eines ehemaligen Larix-Gürtels sind in Form krüppeliger Lärchen und mächtiger alter Strünke noch in der Gipfelregion des M. Generoso erhalten. Die Waldföhre (*Pinus silvestris*) ist in Gruppen und einzelnen Individuen über das Land zerstreut und meist wohl auch angepflanzt. Als Stellen natürlichen Vorkommens gibt Chenevard unter anderem an den M. Caslano, Collina d'Oro, M. Arbostora, Tal der Tresa, Collina di Pedrinate bei Chiasso. Bestände der Bergföhre (*Pinus montana*) finden sich auf den felsigen Westhängen der Denti della Vecchia, 4,5 km von Origlio entfernt. Angesichts der guten Flugfähigkeit des Föhrenpollens ist also anzunehmen, daß dieser mit Leichtigkeit an alle unsere Untersuchungsstellen gelangen kann.

Wir haben den *rezenten Pollenniederschlag* am Origliosee und Muzzanersee untersucht. Wassergetränkte Moosproben wurden im sumpfigen Ufergebiet der Seelein entnommen, in Origlio vorwiegend in Sphagnumpolstern, in Muzzano in Laubmoospolstern. Zur Auszählung gelangten am Muzzanersee in 5 Proben 269 Pollen von Holzgewächsen, am Origliosee in 4 Proben 440 Pollen. Die Ergebnisse finden sich in den Diagrammen Origlio und Muzzano I (Abb. 3 und 4) als Oberflächenhorizont eingetragen. Origlio zeigt Alnus-Dominanz, ca. 15% Pinus und Corylus (letztere auf die Gesamtzahl der Pollen = 100% berechnet), ca. 10% Castanea und Betula sowie einige Prozent Quercus, während Picea, Abies und Fagus nur ganz vereinzelt gefunden wurden. In Muzzano dominiert Pinus mit 41%; es folgen Castanea mit 22, Alnus mit 16, Corylus mit 8, und die andern mit vereinzelten Prozenten, wobei hier Abies und Picea etwas höher stehen als Quercus und Betula. Fagus fehlt ganz, und neu tritt Ostrya mit 2% auf.

In diesen Pollenspektren ist Castanea gegenüber seiner wirklichen Verbreitung stark unterrepräsentiert. Die hohen Werte für Alnus entsprechen seiner gegenwärtigen Verbreitung in der Nähe. Pinus ist stark überrepräsentiert, besonders in Muzzano (kleine, lokale Föhrenbestände in der Nähe), während der Pollen von Fagus, in Muzzano auch von Ostrya, Betula und vielleicht von Quercus, wenn er die Individuenzahl dieser Gehölze richtig wiedergeben würde, viel häufiger sein sollte. Die zu geringe Häufigkeit des Castanea-, Fagus- und Ostryapollens ist wohl großenteils die Folge des bereits erwähnten Niederwaldbetriebes, der die Bäume nicht zum Blühen gelangen läßt. Raschblühende Arten, wie Corylus, Alnus, Betula, kommen zwar auch nicht zur vollen Entwicklung, aber doch in der Regel zum Blühen. Nadelholz (Pinus) dagegen muß vom Niederwaldbetrieb ganz verschont werden, sonst geht es ein, da es keine Stockausschläge erzeugt.

Übersicht über die Stellen der Probenentnahme.

1. Origliosee (421 m). Der kleine Origliosee liegt in einer durch Moränen abgeschlossenen Mulde rund 90 m über dem Vedeggiotal. Die Ufer sind auf der Nordost- und Südseite flach und sumpfig. Ein Bach, der auch Gerölle führen kann, fließt von Osten her (S. Bernardo-Hügel, 700 m) in den See; der Ausfluß erfolgt gegen Norden. Das sumpfige Uferland, meist Streuewiese, ist auf der Ostseite recht ausgedehnt und geht nach oben langsam in Kulturland über. Da und dort stehen Gebüsche (Salix, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior), besonders reichlich längs des einfließenden Baches und in der Nähe des Ausflusses.

Die Bohrung wurde am Nordostufer des Sees ausgeführt, etwa 40 m vom Seeausflusse entfernt und einige Meter vom Ufer, im Carex elata- und Carex panicea-Bestand, unmittelbar neben den äußersten Wassertümpeln und etwa 5 cm über dem Wasserspiegel. Das Bodenprofil (vgl. Abb. 3) zeigte bis in 130 cm Tiefe einen sehr wässerigen, wenig zersetzten Torf, darunter einen nassen, aber stark zersetzten Torf, eine mächtige, sehr weiche, dunkelbraune oder schwärzliche Gyttja (bis 570 cm) und schließlich reinen, blaugrauen Lehm, dem in 650 bis 675 cm Tiefe reichlich eckige Steinchen beigemischt waren. Auch dieser Lehm war sehr weich. Von 780 cm Tiefe an wurde er in der Beschaffenheit konsistenter, gegen 9 m hin aber wieder dünnflüssiger.

In 9 m Tiefe mußte die Bohrung wegen Mangel an Bohrstäben abgebrochen werden.

In den mittleren Teilen des Ostufers fehlt der Torf; die Bodenoberfläche war lehmig-erdig und gegen das Bächlein hin kiesig. Gegen das Südostende des Sees trat wieder Torf auf. Eine Bohrung in diesem Gebiete, etwa 2 m vom Ufer entfernt, ergab sehr wasserreichen, wenig zersetzten Torf (H 4–5) bis in 165 cm Tiefe, in 15 bis 30 cm Tiefe unterbrochen durch eine lehmig-torfige Zwischenschicht. In 165 cm Tiefe stieß der Bohrer auf feinkiesig-sandiges Material, das in 3 m Tiefe noch nicht durchstoßen war. Der oberflächennahe, lehmige Horizont war in der Umgebung in allen Sumpfgräben sichtbar, zum Teil etwas tiefer liegend und kräftiger ausgebildet als an unserer Bohrstelle. Verschiedene Bohrversuche am Südufer des Sees, in unmittelbarer Nachbarschaft des offenen Wassers, mißlangen, weil steiniger oder sandiger Mineralboden bis in die Nähe der Oberfläche reichte.

2. Muzzanersee (342 m). Der Muzzanersee liegt in einer ganz ähnlichen Glazialmulde wie der Origliosee. Der Abfluß geht gegen Süden, direkt in den Agnobusen des Luganersees. Ein kleiner Bach fließt von Norden ein, aus dem Gebiete von Massagno bei Lugano, ein anderer steil von Osten von der Collina d'Oro (bis 450 m). Das Einzugsgebiet erreicht also die Dolomitzone des S. Salvatore nicht, sondern beschränkt sich auf die Zone der serizitischen Gneiße, die meist mit Gletscherschutt überdeckt sind. An das Ufer schließt auf der West- und der Ostseite nur ein ganz schmaler Sumpfstreifen an. Etwas ausgedehnter ist das Sumpfland im Norden, beim Einflusse des Baches und im äußersten Süden bei Cappella. An diesen beiden Stellen ist es bewaldet, im Norden durch natürliches Gehölz von Erlen, Weiden, Eschen, im Süden durch eine Anpflanzung von Populus nigra, Platanus, Pinus, mit etwas Alnus glutinosa, Salix sp. und einzelnen Taxodium distichum.

Die richtige Stelle zur Ausführung einer Bohrung war nicht leicht zu finden. Keller[3] bohrte in einem Eschenwäldchen am Ostufer, kam aber nur 3,8 m tief und zeitlich nicht über die Eichenmischwaldzeit hinaus. Dieses Eschenwäldchen ist heute verschwunden oder nur noch in vereinzelten Bäumen erhalten. In der Nähe fließt auch ein

---

[3] s. Anm. S. 12.

Bächlein in den See. So suchten wir andere Bohrstellen auf. Wir versuchten es zuerst am Rande des Sees am äußersten Südufer. Dort steckt das Platanen-Schwarzpappelwäldchen in einem Carex elata-Sumpf, der allem Anscheine nach durch Abtorfung eines Torfmoores entstanden ist. Aber dem Seeufer nach ist ein schmaler Saum von der Ausbeutung verschont geblieben und bildet heute einen flachgetretenen, niedrigen Wall, der bei hohem Seestande überflutet wird; denn Haufen dürren Schilfs waren über den Wall weg ins Innere des Wäldchens verfrachtet worden. Zur Zeit unserer Besuche lag dieser Uferwall nur etwa 20 cm über dem Seespiegel, und dabei war beide Male Niederwasserstand. Da der vom See ausfließende Bach auf längerer Strecke über kiesigen Grund mit großen Steinen geht, so ist nicht anzunehmen, daß zwecks leichterer Abtorfung der Seespiegel seinerzeit künstlich abgesenkt worden sei. Es mußte also ein Strandwall stehen bleiben, damit das Wasser des Sees nicht frei in die Torfstiche einfluten konnte. In der Annahme, hier eine unveränderte und möglichst vollständige Schichtreihe zu finden, wurde eine erste Bohrung 1 m vom Ufer entfernt ausgeführt (vgl. Abb. 4). Unter der durch die Fußgänger etwas verhärteten Oberflächenschicht fand sich bis in 115 cm Tiefe ein wenig zersetzter (H 4), sehr nasser, oben etwas schlammig-schlickiger Torf, darunter weißlich-bräunliche Seekreide, grauliche Seekreide, etwas Mergel und von ca. 400 cm an blaugrauer Lehm. Von 650 cm an wurde die Konsistenz des Lehmes dicht, und kleine Steinchen waren beigemischt. Bei 700 cm mußte mit Bohren aufgehört werden; die Bohrkammer schloß sich nicht mehr.

Die Auswertung dieses Profils zeigte, daß es die älteren Zeiten sehr gut repräsentierte, die jüngern dagegen nur sehr verkürzt. So suchten wir im folgenden Jahre am Muzzanersee weitere Bohrprofile zu gewinnen. Am Ostufer, unterhalb der Station Sorengo, schlugen verschiedene Versuche fehl. Der Bohrer kam in 50 bis 80 cm immer wieder auf eine harte Unterlage und ging nicht weiter (große Steine oder Baumstämme?). An einer Stelle trat bereits in 30 cm Tiefe ein grusiger Sand auf, und in 80 cm Tiefe ein blauer, sandig-kiesiger Lehm. Endlich gelang doch eine tiefere Bohrung, 15 cm östlich des nördlichen Zuflusses, nahe dem Ufer und etwa 20 cm über dem Grundwasser im Carex elata-Bestand (Abb. 6). Bis in 145 cm Tiefe zeigte sich Torf, oben schwach, gegen unten stärker zersetzt (H 7). Dann folgte Gyttja, nach unten übergehend in blauen Lehm. Von 260 cm an war

der Lehm mit Sand und eckigem Kies vermischt. Wir bohrten trotzdem bis auf 350 cm hinunter; aber es war nicht möglich, saubere Proben zu entnehmen.

Eine weitere Bohrung am Nordufer, etwa in der Mitte zwischen dem Einflusse des Baches und dem westlichen Rande, wurde bis auf 1 m Tiefe ausgeführt. Sie ergab sand- und grusreiche Gyttja.

Mehr Glück hatten wir mit der Bohrung in einer Streuewiese am Südufer, ca. 80 m östlich vom Seeausfluß, 1,50 m vom Ufer entfernt, 20 cm über dem Wasserspiegel (vgl. Abb. 5): 118 cm leicht schlammigen, wenig zersetzten Torfes schlossen mit einer schwachen Lage von Steinchen ab, worauf mit scharfem Kontakt Seekreide folgte. Unter dieser kam in 165 cm Tiefe blauer, schwach karbonathaltiger oder karbonatfreier Lehm, der gegen unten hin etwas breiig wurde. Bei 370 cm stieß der Bohrer auf Fels. 15 cm nebenan ging er bis in 420 cm Tiefe; doch waren die letzten 20 cm sehr steinreich. Am Ufer liegen in der Umgebung einige große, eckige Blöcke; mehrere erscheinen im Wasser, und etwa 40 m vom Ufer weg taucht ein kleines Inselchen auf. Diese Bohrung gelang uns erst nach mehreren Versuchen; denn gewöhnlich stieß hier der Bohrer in 40 bis 50 cm Tiefe auf eine Steinschicht, die wir auch durch Aufgraben feststellten.

3. Fornaci (310 m). Zwischen dem M. S. Salvatore und der Collina d'Oro zieht sich das Val Scairolo gegen Süden zum Luganersee. Oben in diesem Tale liegt östlich des Weilers Fornaci eine torfige Mulde, die heute durch einen tiefen Graben entwässert wird. Die Unterlage wird hier im Talboden von mächtigen Tonen gebildet, die gekritzte Kalkgerölle enthalten (s. S. 62). Gegen Osten stößt der steile Hang des M. S. Salvatore (915 m) an, von dem auch ein Bächlein in die Mulde einfließt. Die Vegetation der Umgebung ist ähnlich wie am Muzzanersee, mit dem Unterschiede, daß das kalkliebende Laubgehölz hier in unmittelbare Nähe gerückt ist.

Wir führten unsere Bohrung im mittleren Teil der Mulde aus, östlich des Hauptgrabens, mitten im Pflanzlande, an einem rasigen Seitenweg. Das erschlossene Bodenprofil ist in Abbildung 7 dargestellt. Die Oberflächenschicht ist lehmig-torfig; darunter folgt eine torfige Schicht, unter der, von 60 bis 165 cm Tiefe, eine lehmige Gyttja ansteht. Diese Schichten sind unterlagert von einer mächtigen Sand-Gyttja, die bis auf den Grund des Bohrprofils reicht (600 cm). Sie

ist sehr vielgestaltig ausgebildet, bald glimmerig-sandig, gelegentlich sogar mit vielen kleinen Steinchen, bald mehr speckig, in der Farbe grünlich oder schwärzlich. In der Tiefe von 265 bis 285 cm ist ihr eine Schicht reinen Torfes eingelagert, und besonderes Interesse erweckt in ca. 210 cm Tiefe die reichliche Beimischung kleiner Holzkohlen. Die Fortsetzung der Bohrung unterhalb 6 m Tiefe war mit unserem Bohrer unmöglich.

Das Profil der Mulde von Fornaci bietet also das Bild eines eutrophen Seeleins, das verlandete, wobei sich organische Ablagerungen in sehr wechselndem Maße mit mineralischen Einschwemmungen verbanden. Bei einer Tiefe von 285 cm scheint eine starke Absenkung des Wasserspiegels erfolgt zu sein, so daß sich Torf bildete. Dann folgte aber noch 1 m glimmerig-sandige, grünliche Gyttja, also wieder eine Ablagerung des offenen Wassers. Von etwa 165 cm Tiefe an aufwärts änderte sich der Charakter des Sedimentes, indem der Sand verschwand und durch lehmige Einlagerung ersetzt wurde, zuerst in einer gyttjaähnlichen und später in einer torfigen Grundmasse. Vermutlich fanden in dieser Zeit die groben Abspülungsprodukte des S. Salvatore-Hanges einen andern Abflußweg, und die Umgebung der Bohrstelle wurde nur noch zur Zeit des Hochwassers überschwemmt.

4. Astano (603 m). Westlich des Dorfes befindet sich im Talgrund ein Seelein (Laghetto), dessen Umrandung heute auf der Seite des Ausflusses stark umgestaltet ist. Am oberen Seende dagegen ist das natürliche Ufer noch erhalten. Ein Bestand von Carex elata bildet das Ufer, und ein Wäldchen von Alnus glutinosa schließt an. In diesem Wäldchen, 25 m vom offenen Wasser und 8 m links vom einfließenden Bache, wurde eine Bohrung vorgenommen. In der Umgebung herrschen Kastanienwälder.

Das erschlossene Profil (Abb. 8) zeigt bis in 280 cm Tiefe eine schwärzliche, gleichmäßig-homogene Gyttja, die nur in den oberflächlichen Schichten stellenweise etwas lehmig oder torfig war. In 95 cm und wieder in 215 cm Tiefe fand sich eine mineralische Einlage, in 160 cm Tiefe eine Holzeinlage. Bei 280 cm stieß der Bohrer auf Steine und ging nicht mehr weiter. Hier liegt also die normale Verlandung eines eutrophen Seeleins vor, die an der Bohrstelle eben erst in das Stadium der Torfbildung eintritt. Die ganze Bildung ist jung, und es erscheint wahrscheinlich, daß eingeschwemmtes Grobmaterial die jungen Ablagerungen von älteren, nicht erbohrten trennt.

Paul Keller hat auf dem südlich anschließenden Bergrücken, dicht an der italienischen Grenze (Erbagni, 700 m), eine Bohrung ausgeführt. Hier muß in einer glazialen Rundhöckerlandschaft auf Urgestein ein richtiges Moor vorhanden gewesen sein, das aber jetzt völlig zerstört ist. Die bis auf den Fels abgebauten Mulden sind mit Wasser gefüllt, in der sich die Moorvegetation kräftig regeneriert. Auf den Rücken und Hängen der Rundbuckel sind die Torfbildungen so spärlich und vielfach durch die Abbaumaßnahmen gestört, daß wir nach verschiedenen Versuchen auf die Probeentnahme verzichteten.

5. Sessa (387 m). Zwischen dem hochgelegenen Tälchen von Astano und dem parallel dazu verlaufenden Tal der Tresa breitet sich in halber Bergeshöhe eine ebenfalls von Westen gegen Osten gerichtete Ebene aus, an deren östlichem Ende das Dorf Sessa liegt. Ungefähr durch die Mitte der Ebene, bei Suino, zieht sich von Süden gegen Norden eine flache Erhöhung, wohl eine Moräne, in die das abfließende Bächlein tief eingeschnitten ist. Durch diese Moräne wurde das Wasser im oberen Teile der Ebene aufgestaut und eine Sumpflandschaft gebildet, die heute größtenteils entwässert und angebaut ist. Doch zeugt noch im obersten Teile, schon auf italienischem Boden, der Flurname Torbiera für den alten Sumpf, und ganz zu unterst, gegen den erwähnten Querwall hin, war zur Zeit unseres Besuches noch ein größeres Stück Flachmoor erhalten, das zwar ebenfalls im Begriffe stand, entsumpft zu werden. Hier, westlich von P. 393,3 der topographischen Karte und etwa 70 m vom Südrande der Ebene entfernt, machten wir eine erste Bohrung (Abb. 9). Sie ergab 40 cm festen, stark zersetzten Torf, darunter torfige, dunkelbraune Gyttja, die von 75 cm an in sandige, grauliche Gyttja und bald in lehmig-sandiges Sediment überging. Der Bohrer war nicht tiefer als bis 130 cm einzubringen.

Eine zweite Bohrung nahmen wir im zentralen Teile der Ebene, an einem Wege südlich von Cassinone, auf Kulturboden vor. Hier fanden wir von oben nach unten:

0— 40 cm trockenen Torf
40— 65 cm sandigen Torf
65— 90 cm reinen Torf
90—115 cm sandig torfiges Sediment.

Bei 115 cm stieß der Bohrer auf Steine und ging nicht weiter. Das Becken von Sessa scheint also nur ganz flach zu sein und ist wahr-

scheinlich früh zur Ruhe gekommen, was auch die Pollenanalyse bestätigt.

6. Coldrerio (350 m). Halbwegs zwischen Mendrisio und Balerna liegt in Madonna-Coldrerio rechts der Landstraße ein etwa 7 m tiefes, kreisrundes Loch. Diese kleine, aber tiefe, vielleicht durch glaziales Toteis entstandene Mulde war früher mit Torf gefüllt. Der Torf wurde aber, nach den Angaben eines Einheimischen, um 1850 und wieder von 1916–1920 bis zum Grunde ausgebeutet, nachdem durch einen tiefliegenden Durchstich für genügende Entwässerung gesorgt worden war. Heute sind die Ränder der Mulde kultiviert; der Muldenboden ist naß, mit Schutt, Gebüsch und Sumpfvegetation bedeckt.

Unsere Bohrung (Abb. 10) ergab 65 cm rezente Auffüllung, darunter eine mächtige Gyttja von grünlich- oder dunkel-speckiger Beschaffenheit, von 215 cm Tiefe an reinen, blauen, klebrigen Mergel und von 380 cm an konsistenten Lehm. Bei 460 cm ging der Bohrer nicht mehr weiter. Eine zweite Bohrung wurde auf einer Terrasse des Muldenhanges ausgeführt, ca. 2,5 m über dem Boden des Trichters, im Gemüseland. Von oben nach unten folgten sich:

0— 25 cm Torf
25—105 cm torfig-erdig-seekreidig, macht den Eindruck künstlicher Vermischung
105—220 cm unreine, bräunliche Seekreide
220—250 cm blauer, reiner Mergel. In dieser Tiefe wurde die Bohrung abgebrochen.

Auch Keller hat in diesre Mulde eine Bohrung ausgeführt. Er fand an seiner Bohrstelle 68 cm Radizellentorf, darunter 170 cm Gyttja, 90 cm Seekreide und von 330 cm abwärts hellblauen Glaziallehm. Seine Bohrstelle ergab also ein vollständigeres Profil als die unserige, da sie Torf, Gyttja und Seekreide enthielt. Immerhin könnte sich unser Mergel zum Teil mit Kellers Seekreide decken. Jedenfalls scheint aus den Bohrungen hervorzugehen, daß der Torf annähernd vollständig, bis auf die unterliegende Gyttja, abgebaut wurde.

Die Pollenanalyse.

Die einzelnen Pollenarten wurden soweit als möglich unterschieden. Da auf der Südseite der Alpen auch neue Gehölze auftreten, so untersuchten wir die unbekannten Pollentypen auf ihre Zugehörigkeit.

Von beinahe allen in Betracht fallenden Gehölzarten und vielen Stauden wurden zum Vergleiche Pollenpräparate angefertigt. Es ergab sich folgendes.

Ein Pollen von hervorragender Wichtigkeit ist der *Castanea-Pollen*, der auch bereits von früheren Autoren, so von P. Keller, ausgeschieden worden war. Eine Verwechslung mit anderen Pollenarten erscheint kaum möglich (Abb. 1, Fig. 6–8).

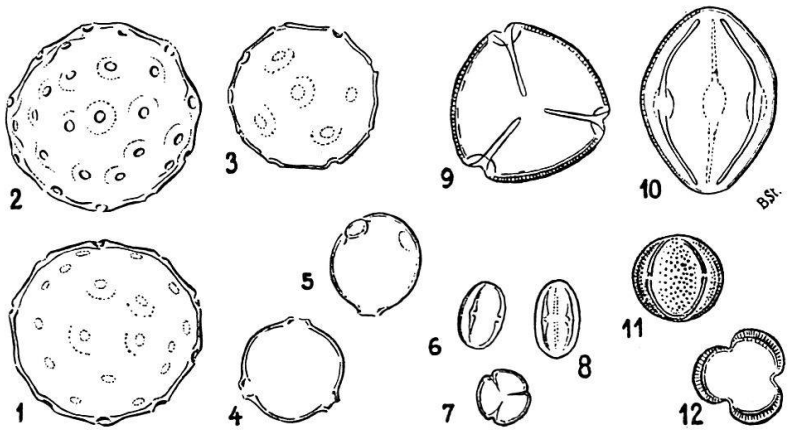

Abb. 1. Pollenbilder ca. 500 mal vergrößert. 1–3 = Juglans regia, 4–5 Ostrya carpinifolia, 6–8 Castanea sativa, 9–10 Helianthemum alpestre, 11–12 cf. Artemisia campestre.

Ein weiterer, sehr gut charakterisierter Pollen ist der von *Juglans* (*regia*) (Abb. 1, Fig. 1–3), der in den jüngeren Schichten sehr allgemein und häufig auftrat. Der Durchmesser beträgt ca. 40 μ; doch ist der Umriß etwas unregelmäßig, oft beinahe eckig; die Haut ist gelblich, glatt, erscheint aber durch die in Mehrzahl (nach Zander ca. 10) über die ganze Oberfläche verteilten Poren von wechselnder Dicke. In dem Diagramm I von Muzzano (Abb. 4) ist dieser Pollentyp nicht dargestellt. Aber auch hier nimmt der Juglans-Pollen in den obersten Schichten bedeutenden Anteil, was sich auch aus den übrigen Muzzaner-Diagrammen ergibt. Trotzdem die Massenverbreitung des Nußbaumes jedenfalls durch Kultur hervorgerufen worden ist, haben wir seinen Pollen in die Summe der Waldbäume einbezogen, da sich die Kastanie kaum anders verhält.

Des weiteren führten wir den Pollen von *Ostrya carpinifolia* in die Pollendiagramme ein. Diese Pollenkörner sind kugelig (ca. 20 μ im

Durchmesser) und dünnwandig, denen der Birke ähnlich, aber mit ganz flachen, kaum vortretenden Keimporen, die keinen Hof besitzen (Abb. 1, Fig. 4–5). Bei einiger Übung sind sie sicher zu unterscheiden.

In den Spektren der spätglazialen Ablagerungen stießen wir auf einen reichlich auftretenden Salix-Pollentyp, den wir genauer zu bestimmen suchten (Abb. 1, Fig. 11–12). Es ergab sich, daß er von keiner unserer Weiden herstammen konnte. Seine Gestalt ist kugelig (Durchmesser im Mittel ca. 17 μ); die Wand ist viel dicker als bei Salix, braun oder gelblich, schwach breitwarzig bis fast glatt. Die Porenfalte ist in der Mitte unterbrochen und in der Polansicht scharf abgesetzt und dünnwandig. Vergleiche ergaben, daß gewisse Cruciferen ähnliche Pollen besitzen (z. B. *Cardamine*) und ebenso die Gattung *Artemisia*. Die Zugehörigkeit zu letzterer erscheint sehr wahrscheinlich. Doch dürfte die Zuordnung zu einer bestimmten Artemisia-Art schwierig sein. In unserem nach der Erdtman-Methode bereiteten Vergleichsmaterial war der Pollen bei den Arten der campestris-Gruppe merklich kleiner als in der mutellina-Gruppe (ca. 20 gegen 26 μ). Der fossile Pollen scheint sich also den Arten der *Artemisia campestris*-Gruppe anzugliedern; doch sind unsere Beobachtungen zu unvollständig, um einen sicheren Schluß zu erlauben. Durch H. Gams erfuhren wir dann, A. Graf von Sarntheim habe den Artemisia-Pollen ebenfalls unterschieden. Wir bezeichnen diesen Pollen als Artemisia-Typ.

Eine andere Pollenform der spätglazialen Schichten, die bereits E. Härri[4] aufgefallen war und von ihm auf Gentiana pneumonanthe bezogen wurde, wurde von M. Welten nach mündlicher Mitteilung dem *Helianthemum alpestre* zugeordnet, und wir konnten diese Ansicht bestätigen. Der Pollen (Abb. 1, Fig. 9–10) hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von Hippophaë, der in den gleichen Schichten auftreten kann, unterscheidet sich aber von ihm durch eine etwas längliche Gestalt und einwärts gestülpte, weniger deutliche Poren. Durchmesser ca. 26×32 μ.

Weitere Pollentypen fanden sich stets nur vereinzelt, so daß ihr Ausfallen für die Bewertung des Waldes nicht von Bedeutung sein kann. Unter diesen vereinzelten Pollen wurden immerhin erkannt und unterschieden *Fraxinus* (wahrscheinlich zum Teil *F. ornus*, mit

---

[4] H. Härri, Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses und ihre Verknüpfung mit den vorgeschichtlichen Siedlungen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, **17** 1940 (104 S., 58 Abb.) (S. 27).

kleineren Pollen als *F. excelsior* und ausgestülpten Poren), *Acer*, *Carpinus*. Im Spektrum wurden sie als „verschiedene Baumpollen" zusammengefaßt; im Diagramm aber weggelassen, da sie nie mehr als 1 bis 3% der Pollensumme ausmachten.

Wir sind auch geneigt, einen kleinen, beinahe kugeligen Eichenpollen, der besonders in Coldrerio und Muzzano gefunden wurde, als Pollen von *Quercus cerris* zu betrachten, doch ohne Sicherheit.

Als Strauchpollen zählten wir den Pollen von Salix und Hippophaë. Wenn ganz allgemein von Pollen der Holzpflanzen die Rede ist, so ist der Strauchpollen einbezogen. Bei der Berechnung der Prozente im Pollenspektrum wurde er aber ausgeschieden und nur der eigentliche Baumpollen mit 100% als Grundlage genommen. Die Berechnung des Strauchpollens erfolgte dann, wie üblich, als Prozente der Baumpollensumme.

Als Krautpollen wurden unterschieden der Pollen der Gramineen (hier vereinzelte Maispollen und ebenso nur vereinzelte Pollen vom Getreidetyp), der Ericaceen-Typ, Caryophyllaceen-Typ, der Umbelliferen-Typ, Compositen-Typ, der Artemisia-Typ. Zusammen mit vereinzelt auftretenden weiteren Pollentypen und wenigen gänzlich unbekannten Pollen bilden sie die Abteilung der Krautpollen (NBP = Nichtbaumpollen), die in den Diagrammen, bezogen auf die Gesamtzahl der Baumpollen als 100%, gesondert dargestellt ist. Auf Besonderheiten dieser Gruppe, wie auch auf Pteridophyten- und Sphagnumsporen, wird bei der Besprechung der Diagramme hingewiesen.

Die Aufbereitung der Pollen erfolgte nach den üblichen Methoden. Ein großer Teil der Proben erwies sich als pollenarm. Doch wurden auch von diesen Proben mindestens 50 Pollen gezählt (sonst mindestens 100); nur ganz vereinzelt blieb die Gesamtzahl der gezählten Pollen von Holzpflanzen hinter diesem Werte zurück.

Um einen Anhaltspunkt zur Pollenhäufigkeit zu geben, wurden die Pollenfrequenzen auf den Diagrammzeichnungen, mit Ausnahme von Muzzano I, dargestellt. Die Pollenfrequenzen geben die Zahl der Pollen von Holzpflanzen (Bäume und Sträucher) pro Tropfen der zentrifugierten und zur Präparatbereitung verwendeten Flüssigkeit an. Die Fehlermöglichkeiten sind natürlich groß. Da aber immer annähernd gleichviel trockenes Material aufgeschlossen wurde und die gleiche Menge zentrifugierte Flüssigkeit ergab, so sind die Werte in der Größenordnung richtig, was auch ein Blick auf die Kurven zeigt.

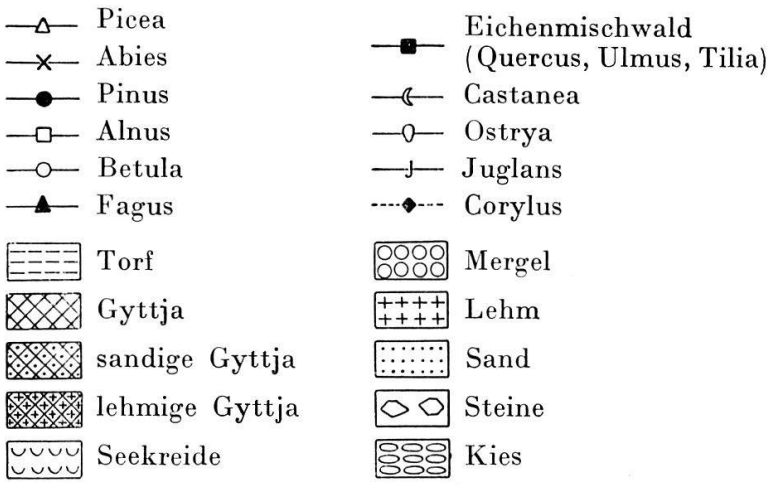

Abb. 2. Übersicht über die in den Pollendiagrammen verwendeten Zeichen. Oben Zeichen für die Pollentypen, unten Zeichen für Bodenarten.

Die Ergebnisse der Pollenzählungen.

Wir betrachten zuerst das Diagramm der Bohrung von Origlio, als das vollständigste und schließen dann die übrigen Diagramme an.

Origliosee (Abb. 3). Die untere Hälfte des 9 m langen Profils, von 9 bis 4 m Tiefe, wird durch eine ausgesprochene Pinus-Dominanz charakterisiert. Die Pinus-Werte steigen bis auf 88% und fallen nur ganz vereinzelt unter 60%. Die Frage, welche Föhrenart den Pollen diese lange Zeit dauernden Föhrendominanz lieferte, wurde nicht systematisch untersucht. Doch liegen aus verschiedenen Horizonten Längenmessungen von Föhrenpollen vor, die folgendes ergaben (alle Proben mit Flußsäure zubereitet):

Unterste Schichten (mehrere Horizonte zusammen genommen, doch Mehrzahl	Mittel μ	Kleinste μ	Größte μ
aus 890 cm Tiefe)	59.9	51.3	68.4
735 cm Tiefe	62.6	59	70
680 cm Tiefe	65.5	59	71
650 cm Tiefe	65.5	56	76
570 cm Tiefe	67	54	82
480 cm Tiefe	69.7	62	78
430 cm Tiefe	63.0	53	79

Da sehr viele, oft die große Mehrzahl der Föhrenpollen in ihrer Gestalt Beschädigungen aufweisen, war es in den pollenarmen Schichten schwierig, eine größere Zahl zuverlässiger Größenmessungen auszuführen. Aus den untersten Horizonten (800 bis 900 cm Tiefe) liegen

insgesamt 23 Messungen vor, von den übrigen 6 Horizonten je 10 bis 30. Die Pollenzahl ist zu gering, um sichere Schlüsse zu erlauben. Es scheint aber aus der Zusammenstellung doch hervorzugehen, daß in den tiefsten Schichten die Pollengröße klein war, von etwa 7 m an aufwärts zunahm, bei 5 m ein Maximum erreichte und nach oben wieder kleiner wurde. Die Zählungen gaben kein einheitliches Kurvenbild, sondern eine Häufigkeit der Größen um 60 μ und um 70 μ, was wahrscheinlich einer Mischung von *Pinus silvestris*- und *Pinus mugo*-Pollen entspricht. Dies legt die Folgerung nahe, daß ursprünglich beinahe nur Pollen von Pinus silvestris abgelagert wurde, später Pinus mugo hinzukam, mehr und mehr zunahm und schließlich vorherrschte, im letzten Abschnitt der Föhrendominanz aber gegenüber dem Pollen der Waldföhre wieder stark zurücktrat. Vielleicht gehören die größten Pollen zu *Pinus cembra*; doch fehlen die maximalen Größen dieser Pollenart gänzlich.

Mit Bezug auf die Begleitarten unterteilt sich die Pinuszeit in zwei ungefähr gleich große Hälften: in der unteren Hälfte ist der Alnuspollen subdominant und erreicht im allgemeinen Werte, die zwischen 10 und 20% schwanken, einige Male auch über 20% ansteigen. Es stellt sich die Frage, welche Erlenart den Pollen lieferte, da die ökologischen Ansprüche der drei verschiedenen in Betracht fallenden Arten wesentlich verschieden sind. Erdtman[5] gibt für den Pollen unserer Erlen gute Unterscheidungsmerkmale an; doch sind diese leider im fossilen Zustande in der Regel nicht zu erkennen. Anderseits habe ich früher versucht[6], den Pollen der verschiedenen Erlen durch Größe zu unterscheiden und stellte fest, daß *Alnus viridis* den kleinsten Pollen aufweist (im Mittel 21,7 μ), *Alnus incana* etwas größeren (23,7 μ) und *Alnus glutinosa* den größten (24,3 μ). Allerdings überschneiden sich die Pollengrößen vielfach; doch blieb in den Mittelwerten Alnus viridus immer deutlich kleiner als die beiden andern Arten.

Wir haben nun aus den tiefsten Schichten unseres Profils und wiederum aus der Quercus-Alnuszeit der mittleren Profilteile eine

---

[5] G. Erdtman, New methods in pollen analysis. Svensk Botanisk Tidskrift **30** 1936 (154–164).

[6] W. Lüdi, Die Waldgeschichte der Grimsel. Beih. Bot. Centralblatt **49** Erg.-Bd. 1932 (190–226).

Anzahl Erlenproben gemessen, wobei der größte Durchmesser von 5porigen Pollen festgestellt wurde. Es ergaben sich folgende Werte:

820—890 cm Tiefe, gez. 30 Pollen, Mittelwert 20,0 μ

340—390 cm Tiefe, gez. 35 Pollen, Mittelwert 21,9 μ

In 820—890 cm Tiefe zeigten sich zwei Hauptgrößen, die eine von 17—18,5 μ, die andere von 20—22 μ. In 340—390 cm Tiefe waren die meisten Pollen in der Größenordnung von 21—24 μ.

Sichere Schlüsse lassen sich aus diesen Messungen nicht ziehen. Die Erlenpollen sind kleiner als in meiner oben genannten vergleichenden Untersuchung. Das kommt wahrscheinlich daher, daß die Präparate mit Flußsäure angefertigt worden sind, statt in Alkohol-Glyzerin. Die Größe des Pollens ist in der Pinus-Alnuszeit deutlich geringer als in der Quercus-Alnuszeit, und der starke, deutlich abgesetzte Anteil von kleinen Pollen läßt es als wahrscheinlich erscheinen, daß diese der Grünerle zugeordnet werden müssen. Doch gehört der größere Teil des Pollens zum Typus der baumartigen Erlen, vielleicht vor allem zu Alnus incana. Gegenüber dem Pollen der Quercus-Alnuszeit (340—390 cm Tiefe) bleibt nämlich der größere Pollentyp der Pinus-Alnuszeit nochmals deutlich zurück.

Auch Betula bildet eine zusammenhängende Kurve, die aber mit wenigen Ausnahmen unter 10% bleibt. Nach Form und Größe dieser Pollen ist es nicht *Betula nana*. Außerdem ist bemerkenswert, daß Pollen weiterer wärmeliebender Gehölze regelmäßig auftreten: Abies, Picea, Corylus, Fagus, Quercus, Ulmus. Sie bilden zwar keine völlig zusammenhängenden Kurven, sind aber zum Teil ziemlich reichlich, so in 690 cm Tiefe Quercus 12%, Ulmus in 700 cm Tiefe 6%, Picea, Abies und Quercus verschiedentlich 5% bis 6%. Vereinzelt finden sich auch Juglans und Castanea.

Von 690 cm Tiefe an aufwärts nimmt der Prozentgehalt der Pollen wärmeliebender Arten ab; die meisten wurden nur noch vereinzelt und gelegentlich gefunden; auch die Alnuskurve ist nicht mehr zusammenhängend. Da zugleich die Pollenfrequenzen stark zunehmen, so bedeutet die relative Abnahme keinen Rückgang der absoluten Zahl. Aber zwischen 690 und 600 cm bleibt doch eine Sedimentschicht, in der die Pollenprozente der wärmeliebenden Arten sehr klein werden, während die Pollenfrequenzen noch kaum zugenommen haben. Charakteristisch ist im Augenblick der Abnahme der Pollenprozente wärmeliebender Gehölze die starke Zunahme des Betulapollens, der

nun lange Zeit subdominant bleibt und in 600 cm Tiefe und wiederum am Ende dieses Zeitabschnittes, in 420 cm Tiefe, den Föhrenpollen an Zahl erreicht oder sogar übergipfelt (Föhren-Birkenabschnitt).

Unter den Strauchpollen ist der Anteil des Salixpollens schwankend. Meist hält er sich um 2 bis 5% und erreicht in einzelnen Spektren 7 bis 9%. Er fehlt aber nicht selten, so daß keine zusammenhängende Salixkurve entsteht. Hippophaëpollen wurde bei 480 cm gefunden, dann wieder von 550 cm an abwärts bis 890 cm, aber nicht in allen Horizonten und immer nur vereinzelt, so daß nie mehr als 1 bis 2% der Baumpollen erreicht wurde.

Im Föhren-Erlenabschnitt und im älteren Teil des Föhren-Birkenabschnittes ist auch die Zahl der Krautpollen hoch, verschiedentlich höher als der Pollen der Baumarten. Dominant ist unter ihnen stets der Artemisia-Typ; besonders sind auch die Kurvengipfel zur Hauptsache durch ihn verursacht; reichlich finden sich die Gramineenpollen sowie wiederholt die des Caryophyllaceen-Typs. Compositen-Typ und Ericaceenpollen war spärlich; Helianthemum alpestre vereinzelt in 6 Horizonten von 520—725 cm Tiefe. In einigen Horizonten wurden vereinzelte Lycopodium- und Farnsporen gefunden. Von 600 cm an aufwärts nimmt die Zahl der Krautpollen rasch ab. Der bisher häufige Gramineen- und Artemisiapollen tritt nur noch vereinzelt auf, und der letztere fehlt in manchen Horizonten ganz, während der Gräserpollen von etwa 300 cm Tiefe an gegen aufwärts wieder häufiger wird.

Aller Wahrscheinlichkeit nach war die Umgebung des Origliosees zur Zeit der Ablagerung der ältesten erbohrten Sedimente waldlos mit einer offenen, grasigen Vegetation, und die gefundenen Baumpollen wurden aus der Ferne vom Winde hergebracht. Immerhin ist das Vorkommen vereinzelter Bergföhren, Birken und Grünerlen in der Umgebung wahrscheinlich, und auch die Annäherung anderer Baumpflanzen gegen unser Gebiet erscheint möglich. Auffallend ist das Ansteigen der Eichenmischwaldkurve (Quercus, Ulmus) von 735 gegen 690 cm Tiefe hin, dem dann ein völliges Fehlen dieser Pollenarten folgt. In der Zeit, die der Tiefenlage von 600 cm entspricht, breiteten sich dann die Birken und die Bergföhren in der Umgebung aus und bildeten einen Wald; daher die gewaltige Zunahme der Baumpollensedimentation und die Abnahme der Krautpollen bis zur völligen Bedeutungslosigkeit.

In 400 cm Bodentiefe tritt in unserem Diagramm eine umwälzende Veränderung ein. Die Pinus- und die Betula-Kurve fallen ab und steigen bis zur Oberfläche nie mehr über 10% hinauf, obschon die Kurven zusammenhängend bleiben. Der Waldcharakter ändert sich also völlig. Als dominante Art tritt für beinahe 200 cm Profilmächtigkeit Alnus in den Vordergrund. Der Pollen dieser Erlen ist deutlich größer als in der Föhren-Erlenzeit (s. S. 28) und dürfte zur Hauptsache baumförmigen Arten, *Alnus glutinosa* und *incana*, angehören. Diese Alnus-Dominanz ist zum Teil als eine lokale Erscheinung zu werten: Erlenbestände (*Alnus glutinosa*) siedelten sich auf Sumpfboden in der Umgebung des Seeufers an, und dieser Bruchwald beherrschte den Pollenniederschlag der nächsten Umgebung. Die Bohrstelle selber lag während dieser Zeit noch im offenen Wasser; denn bis zum Ende der Erlenzeit wurde Gyttja gebildet. Dann ist anzunehmen, daß die Schwarzerle und in höheren Lagen vor allem die Grauerle an Hängen mit etwas wasserzügigem oder feuchtem Boden allgemein verbreitet war. Daneben wurde der regionale Wald von Eiche, Buche und Tanne gebildet. Die Kurven dieser drei Pollentypen steigen mit einander an. Im Eichenmischwald spielt in dieser Zeit die Linde eine gewisse Rolle. Vereinzelt wurde der Lindenpollen in mehreren Horizonten bis in 650 cm Tiefe gefunden; eine zusammenhängende Lindenkurve ergab sich von 480—370 cm Tiefe; sie erreichte aber nie mehr als 2%. In 370 cm Tiefe hört der Lindenpollen plötzlich auf; gegen oben hin finden sich nur in wenigen Horizonten vereinzelte Körner. Ulmenpollen ging nach unten bis in 700 cm Tiefe und fand sich nach einem längeren Unterbruch von 610—440 cm Tiefe in zahlreichen Horizonten bis an die Oberfläche, aber immer nur in vereinzelten Körnern. So wird überall der Eichenmischwaldpollen im wesentlichen von der Eiche geliefert.

Das Verhältnis von Eiche-Buche-Tanne, wie es in dem Diagramm von 400 bis etwa 240 cm Tiefe auftritt, ist wohl so zu deuten, daß die Eiche ausgedehnte Wälder in der Umgebung, also im niederen Hügelland bildete, die Buche ebensolche im höher und entfernter gelegenen Bergland. Beide erzeugen mehrere Kurvengipfel, die zum Teil parallel, zum Teil gegensätzlich verlaufen. Anfänglich tritt auch die Tanne reichlich auf (bis 15% des Baumpollens), wohl mit der Buche vergesellschaftet, geht aber bald zurück, um nie mehr über einige Prozent hinauszukommen. In den obersten 90 cm wurde kein einziger Tannenpollen

mehr gefunden. Zusammen mit dem Tannen- und Buchenpollen erscheint auch der Fichtenpollen. Seine Kurve übersteigt nie mehr als einige Prozent, hat aber doch eine charakteristische Gestalt, indem sie von 380—250 cm ziemlich gleichmäßig zwischen 2 und 5% bleibt und ein deutliches Ansteigen bei 320, 120 cm und wieder in den obersten 40 cm zeigt. Carpinus tritt von 390 cm an aufwärts verschiedentlich auf, aber immer nur in vereinzelten Pollen. Etwas häufiger war Fraxinus; doch bildet auch die Esche keine zusammenhängende Kurve. Die Kurve von Corylus wird von 420 cm an aufwärts zusammenhängend, bleibt aber mit Ausnahme der Tiefen von 330—340 cm und 80—120 cm immer unter 10%. 17% der Baumpollensumme wird von ihr nie überschritten.

In 210 cm Tiefe ändert das Pollendiagramm nochmals seinen Charakter: die Erlenkurve fällt ab, und die Kurve der Edelkastanie steigt zu unbedingter Dominanz auf. Den Rückgang der Erlenkurve wird man in erster Linie damit zu erklären suchen, daß der Mensch die Ufergehölze des Sees rodete, um Streueland zu gewinnen. Doch liegt die Sache kaum so einfach. Castaneapollen fand sich von 300 bis in 745 cm Tiefe vereinzelt in insgesamt 10 Horizonten; aber eine zusammenhängende Kurve bildete dieser Pollen erst von 300 cm an aufwärts. Er steigt anfänglich langsam an, bis auf 14% in 230 cm Tiefe, wächst dann aber schnell bis auf 69% der gesamten Baumpollenzahl.

Für die Ausbreitung der Kastanie kommt in erster Linie der vorher von der Eiche besetzte Boden in Betracht, dann auch Erlenboden oder Buchenboden. Die übrigen Baumarten sind in so kleinem Umfange vorhanden und verändern ihren Anteil im Spektrum so wenig, daß sie vernachlässigt werden können. Das mittlere Pollenprozent des Eichenmischwaldes nimmt von der Profiltiefe 390—230 cm bis zur Profiltiefe 210—80 cm nur um 3,7% ab (16,3 bis 12,6%), das der Buche um 4,1% (11,5 bis 7,4%). Das mittlere Castaneaprozent nimmt aber um 41,5% zu (3,1 bis 44,6%). Nun hat wahrscheinlich Castanea eine höhere Pollenproduktion als Quercus oder Fagus. Aber der Unterschied in den Prozentzahlen ist so groß, daß der Eichenrückgang bei weitem nicht ausreichte, um der Kastanie die Ausbreitung zu ermöglichen, und auch der Buchenrückgang genügte dazu nicht.

Parallel dem Kastanienpollen nimmt der Pollen des Nußbaumes (*Juglans regia*) im Pollendiagramm stark zu. Auch der Juglanspollen

geht vereinzelt bis in große Tiefen unseres Profils: zwei Juglanspollen wurden noch in 820 cm Tiefe gefunden, dann allerdings nach oben hin bis in 735 cm Tiefe keiner mehr. Die zusammenhängende Juglanspollenkurve beginnt bei 300 cm; in 230 cm Tiefe wird mit 11% der erste Höhepunkt erreicht, ein zweiter mit 12% in 160 cm Tiefe, und die höchsten Werte dieser Kurve kommen erst im obersten Meter unseres Profils, mit dem absoluten Maximum von 32% in 30 cm Bodentiefe, wo die Juglanskurve über der Castaneakurve steht.

Da die Ausbreitung des anspruchsvollen Nußbaumes im wesentlichen auf Kosten des Eichenmischwaldareals erfolgt sein muß und der Mensch auch sein Ackerland zur Hauptsache auf dem Boden, der von der Eiche und ihren Begleitern besiedelt war, anlegte, so verringert sich der der Kastanie aus dem Eichenwald zur Verfügung gestandene Raum noch mehr, und wir müssen annehmen, die Kastanie habe sich zu einem ganz bedeutenden Teil auf Kosten der Erlenbestände ausgebreitet. Nun meidet aber Castanea Sumpfboden, woraus sich ergibt, daß ein Teil der Erlen unserer Eichen-Erlenzeit auf Böden mit normalen Wasserverhältnissen gestockt hat. Diese Erlenwälder, vielleicht waren es teilweise auch Mischbestände, sind im Laufe der Zeit größtenteils verschwunden. Möglicherweise ist der Grauerlenwald, der nach Bettelini (loc. cit. 1904) den Hintergrund des Val Grotta im Mendrisiotto erfüllt, ein Rest dieses früher ausgebreiteteren Vorkommens der Erle.

Ostrya-Pollen wurde von 270 cm an aufwärts gefunden, immer nur vereinzelt, doch in der Mehrzahl der Horizonte. In den obersten 30 cm fehlte er ganz.

In den obersten Schichten, von 50 cm an aufwärts, beginnt ein neuer Aufstieg der Alnuskurve und der Pinuskurve, der auf Kosten der Castanea- und in den obersten Horizonten auch der Juglanskurve erfolgt. Diese Entwicklung setzt sich bis in den rezenten Pollenniederschlag der Oberflächenproben fort. Es ist anzunehmen, daß an der Bohrstelle die Torfbildung bis in die Gegenwart weiter gegangen ist, so daß die obersten Proben die Waldverhältnisse der jüngsten Zeit spiegeln. Auffallend ist hier neben dem Rückgange von Castanea und Juglans das Fehlen des Faguspollens, das dem Waldbilde nicht entspricht, aber, wie wir bereits erwähnten, dem Niederwaldbetrieb zugeschrieben werden kann.

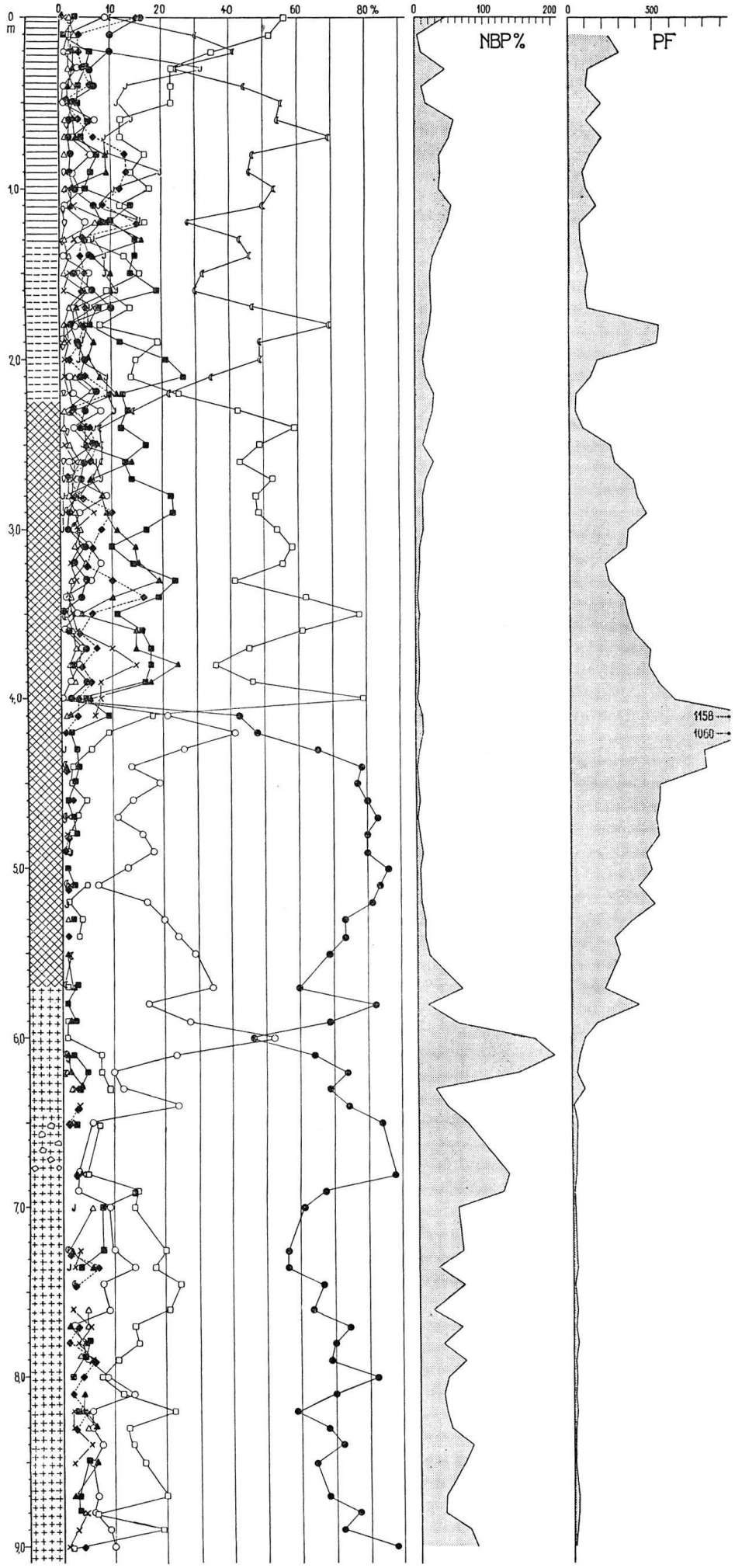

Abb. 3. Pollendiagramm vom Origliosee. NBP = Pollen krautartiger Pflanzen. PF = Pollenfrequenzen. Für die Zeichen vergleiche Abb. 2.

Vom zweiten Bohrprofil in Origlio wurden nur die beiden am Grunde des Torfes gelegenen Proben analysiert (150 und 160 cm). Sie zeigten übereinstimmend Dominanz von Alnus und Quercus, Subdominanz von Castanea und Juglans sowie reichlich Fagus-Pollen. Das Aussetzen der Sand-Grus-Ablagerung ist also vermutlich in das Ende der Alnuszeit einzuordnen.

Muzzanersee, Profil 1 (Abb. 4). Dieses Diagramm gibt eine sehr schöne Entwicklung der Föhrenzeit. Diese gliedert sich wie in Origlio in einen ältern und einen jüngeren Abschnitt, zwischen die sich eine Birkendominanz einschiebt, die hier bedeutend stärker ausgeprägt ist als in Origlio. In der jüngeren Föhrenzeit, der Birken-Föhrenzeit, wurde anderer Pollen als der von Föhre und Birke nur ganz vereinzelt gefunden.

In der älteren Föhrenzeit macht der Pollen wärmeliebender Gehölze einen bedeutenden Betrag aus, der in seiner Gesamtheit oft nicht weit hinter der Summe des Föhren- und Birkenpollens zurückbleibt, sie in einigen Fällen sogar erreicht oder übertrifft (610—630 cm Tiefe). Dieser ältere Föhrenabschnitt weist eine deutliche Dreiteilung auf: in der ältesten Zeit kommt unter den wärmeliebenden Gehölzen der größte Anteil der Erle zu, und reichlich ist die Tanne vertreten, zeitweilig auch die Buche und Fichte; Eiche, Ulme, Kastanie, Hasel sind nicht selten, sogar Ostrya wurde wiederholt gefunden. Dann kommt ein kurzer Abschnitt (570—510 cm), in dem die Birke stärker vortritt, die wärmeliebenden Gehölze stark abnehmen. Am längsten halten sich Tanne und Fichte; doch sind auch deren Kurven schließlich nicht zusammenhängend. Im dritten Abschnitt (500—370 cm Tiefe) erfolgt eine neue Zunahme der wärmeliebenden Arten, und zwar ist es diesmal vor allem die Tanne, die bedeutende Werte erreicht (bis 31%). Auch Erle und Fichte überschreiten vereinzelt die 10%-Grenze um weniges.

Der Hippophaë-Pollen fehlt den oberen Schichten und wurde zum erstenmal in 240 cm Tiefe gefunden. Bis in 340 cm Tiefe bleibt er sporadisch, wird dann bis 420 cm Tiefe häufiger (bis 14% der Baumpollensumme), setzt bis 470 cm aus und ist von da an häufig und regelmäßig bis 610 cm (bis 20%). Weiter abwärts wird er wieder spärlich. Hippophaë scheint also in den Zeitabschnitten zurückzugehen, da die Pollen wärmeliebender Gehölze zunehmen.

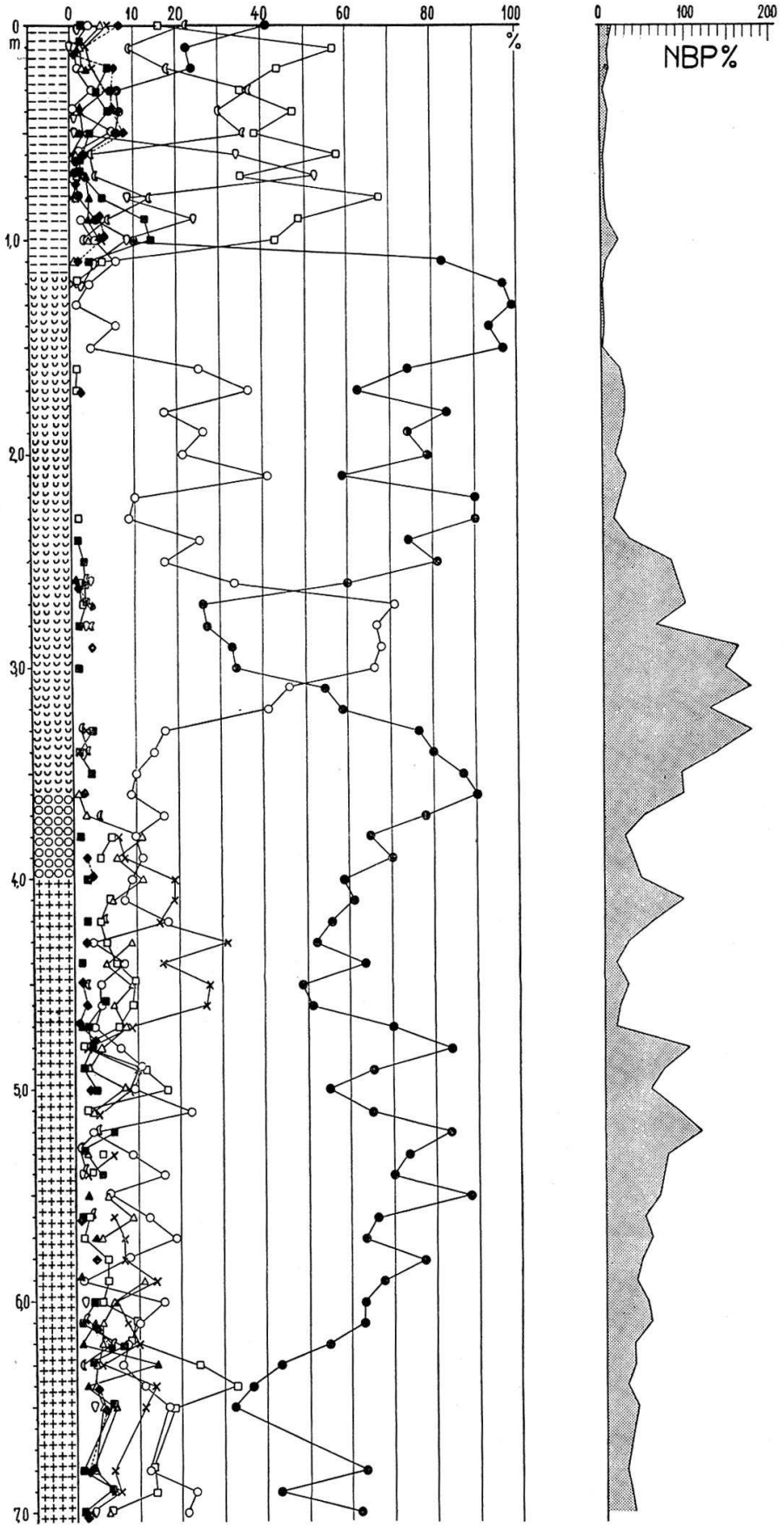

Abb. 4. Pollendiagramm vom Muzzanersee I.
Für die Zeichen vergleiche Abb. 2 und 3.

Der Krautpollen zeigt die gleiche Zusammensetzung wie im Origlioprofil, also Dominanz von Artemisia und reichliche Gramineen. Der Helianthemum alpestre-Typ wurde nur vereinzelt gefunden in zusammen 7 Horizonten, von 220 cm abwärts bis gegen den Grund des Profils. Der Zahl nach erreichen die Krautpollen, wie in Origlio, das Maximum in der Zeit der Birkendominanz zwischen älterer und jüngerer Föhrenzeit. Zur Zeit der Abiessubdominanz sinkt ihre Zahl stark ab, um während der älteren Birkensubdominanz wieder anzusteigen. Auch im ältesten Abschnitt der älteren Föhrenzeit, zur Zeit der Alnussubdominanz, sinkt die Zahl der Krautpollen ab. Die Pollenfrequenzen (auf der Abb. 3 nicht dargestellt) bleiben während dieser ganzen ältern Zeit niedrig. Sie steigen erst von 260 cm Tiefe an aufwärts stark an, also nach der Birkenzeit. Eine deutliche Hebung der Pollenfrequenz ist aber auch von 650—640 cm Tiefe festzustellen (Alnusdominanz).

Der Zeitpunkt der endgültigen Bewaldung ist auch in dieser Gegend auf den Anfang der Birkenzeit anzusetzen. Doch spricht vieles dafür, daß bei den beiden Vorstößen wärmeliebender Arten, die dieser Zeit vorangingen, bereits erste Bewaldungsvorgänge eingeleitet waren, die dann wieder zurückgingen. Jedenfalls ist anzunehmen, daß Gehölze verschiedener Art damals bereits bis in die nähere Umgebung gelangten, wenn auch nicht als geschlossene Bestände, so doch als Einzelbäume oder Baumgruppen an klimatisch begünstigten Lokalitäten.

Der jüngere Teil des Muzzanerdiagrammes, von 110 cm an aufwärts, ist sehr verkürzt und unvollständig. Doch folgt auch hier auf die Föhrenzeit eine Erlenzeit mit viel Quercus und schließlich die Castaneazeit, während der die Erle aber immer hohe Werte behält, meist dominiert. In den obersten Horizonten steigt Pinus an, um an der Oberfläche, im rezenten Pollenspektrum, die andern Pollen zu überflügeln. Juglans wurde, wie bereits erwähnt, hier nicht regelmäßig gezählt; ihre Verbreitung ergibt sich aber aus den übrigen Muzzanerdiagrammen. Der Pollen von Ostrya nimmt zusammen mit der Erle einen starken Aufschwung, steigt weit über den der Eiche und kommt vorübergehend sogar im Spektrum zur Dominanz. Wir dürfen annehmen, daß in der Umgebung Ostrya-Quercus-Mischwälder herrschten, und daß der plötzliche Rückgang des Pollens der Hopfenbuche, die ja jetzt noch auf dem benachbarten M. S. Salvatore ausgedehnte Massen-

vegetation bildet, vor allem auf den Niederwaldbetrieb zurückzuführen ist, bei dem der Baum nicht mehr zur Blühreife gelangt.

Muzzanersee Profil II (Abb. 5). Da diese Bohrung bis auf unterliegenden Fels oder große Blöcke hinabreicht, so sollte das Diagramm auch die ältesten Zeiten nach dem Rückgang des Eises repräsentieren. Trotzdem sind die älteren Zeiten nicht so schön gegliedert, wie in dem bereits besprochenen Diagramm von Muzzano I. Aber die verschiedenen Abschnitte lassen sich doch deutlich unterscheiden. Vom Grund des Profils an bis in 310 cm Tiefe sind die wärmeliebenden

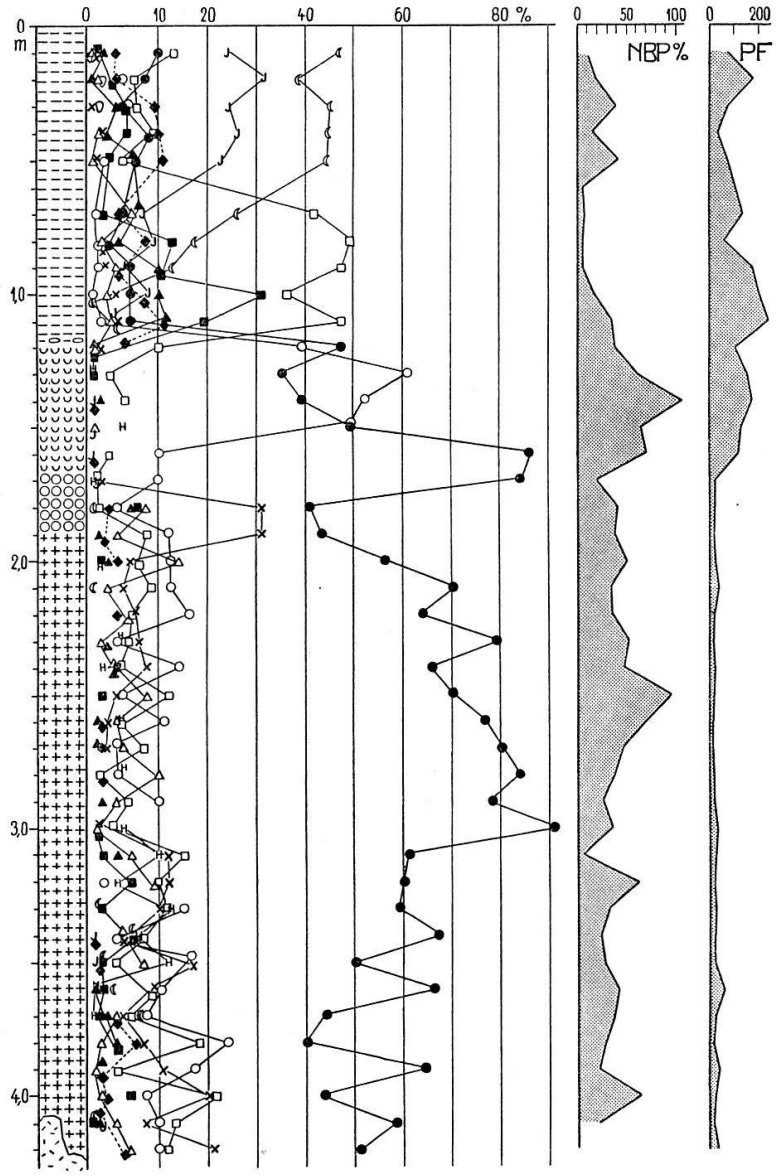

Abb. 5. Pollendiagramm vom Muzzanersee II.

Gehölze sehr stark vertreten, häufig vor allem Abies und Alnus. Der Anteil der Föhre kann bis auf 40% zurückgehen. Darauf folgt ein Abschnitt, in dem der Föhrenanteil stark ansteigt und nur Birke, Erle und Fichte sich neben der Föhre noch in geschlossener Kurve halten können. Bald nimmt aber Abies wieder zu, um in 190 und 180 cm Tiefe einen steilen Anstieg zu nehmen zur Subdominanz, die nur wenig hinter der Föhre zurückbleibt. Dann verschwinden die Pollen wärmeliebender Arten bis auf vereinzelte Stücke; die Birke steigt an zur Dominanz. Die jüngere Birken-Föhrenzeit dagegen ist nur angedeutet; denn nach dem Abfall der Birkenkurve ist die Föhre nur in einem einzigen Horizonte dominant, und nachher gelangen wir gleich in die Eichen-Erlenzeit. Hier enthält unser Diagramm eine Lücke, die auch stratigraphisch deutlich ausgebildet ist durch den Steinchenhorizont und den unvermittelten Übergang zur Seekreide (120 cm Tiefe). Wahrscheinlich hat in der älteren Eichen-Erlenzeit Erosion stattgefunden, oder dann seit der Birkenzeit die Auflagerung ausgesetzt. Als Ursache kommt am ehesten die Verlegung des Seeausflusses an diese Stelle in Betracht. Am Ende der Erosionsperiode, in der Eichen-Erlenzeit, als der Seeausfluß seine Lage wieder veränderte, blieb der Steinchenhorizont zurück und setzte Torfbildung ein.

In den obersten Schichten des Diagramms erfolgt der Anstieg der Castanea-Kurve, dem in einigem Abstand die Juglans-Kurve folgt. Ostrya tritt erst von 50 cm an aufwärts in Erscheinung, und ihr Pollen übersteigt nie 7%.

Der Betrag des Sträucherpollens ist nie bedeutend. Die Corylus-Kurve ist nur am Grunde des Profils und wiederum von 120 cm an aufwärts geschlossen und erreicht im Maximum 11%. Der Salixpollen ist im unteren Teile des Diagramms etwas häufiger als gegen oben hin; doch wird die Kurve nicht geschlossen und steigt nirgends über 6%. Hippophaë verhält sich ähnlich wie Salix, mit einem Maximum von 12%; beim Eintritt der Birkendominanz verschwindet dieser Pollen auch hier.

Der Krautpollen, in dem bis in 120 cm Tiefe der Artemisia-Typ herrscht, erreicht in den obersten Horizonten wieder beträchtliche Werte, was auf reichliches Auftreten von Gramineenpollen zurückzuführen ist. Die Pollenfrequenzen steigen bereits etwas vor der Birkenzeit an, gelangen aber in diesem Profil nie zu bedeutenden Werten.

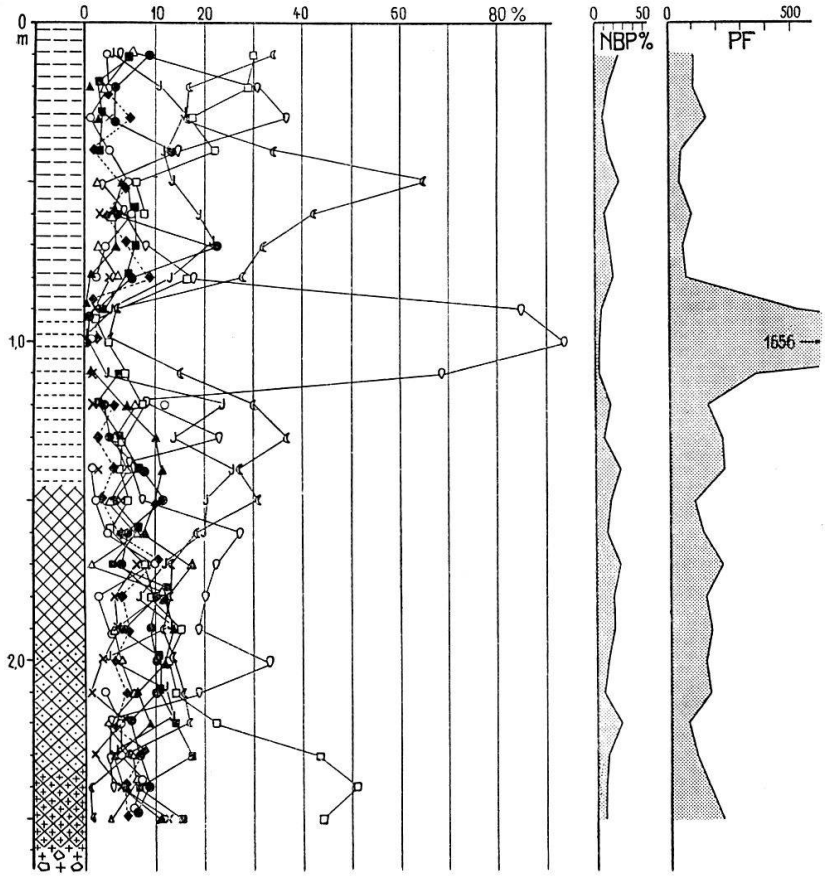

Abb. 6. Pollendiagramm vom Muzzanersee III.

Muzzanerprofil III (Abb. 6). Hier, in der Nähe des Seeinflusses, haben wir auch die jüngeren Zeiten in besserer Entwicklung angetroffen. Die tiefsten Schichten, die noch verwertbare Proben ergaben, liegen in der Eichen-Erlenzeit. Castanea ist bereits vorhanden und steigt bald an; schneller vollzieht sich aber der Anstieg von Ostrya, die beim Rückgang der Erle zur Dominanz gelangt. Gegen oben hin lösen sich nun Ostrya und Castanea dreimal in der Dominanz ab. In den obersten Horizonten ist zusammen mit dem Ansteigen von Castanea ein erneutes Steigen der Alnuskurve zu bemerken. Der Juglanspollen macht die Schwankungen der Castanea-Kurve mit, abgesehen vom jüngsten Castanea-Anstieg, dem ein ausgesprochenes Sinken des Juglans-Anteils parallel geht. In einzelnen Horizonten der Castanea-Depressionen steht Juglans sogar über der Kastanie.

Während Quercus mit dem Aufkommen von Ostrya rasch abnimmt, hält sich der Buchenpollen bis zur großen Ostryadominanz in beacht-

licher Höhe (max. 18%). Gegen oben hin wird er aber sporadisch. Abies erreicht im untersten Horizonte 12% und fällt dann auf wenige Prozent und schließlich auf gelegentliche, vereinzelte Pollen ab. Picea hält sich etwas besser, doch auch ohne eine zusammenhängende Kurve zu bilden. Vom Grunde des Profils bis in 180 cm Tiefe wurden mit einiger Regelmäßigkeit vereinzelte Carpinus-Pollen gefunden. Von Tilia fand sich im ganzen Profil kein Stück, von Ulmus ein einziger Pollen. Auffallend sind einige Pinusgipfelchen, von denen zwei mit dem Ansteigen von Castanea, eines mit dem Abfallen dieser Kurve zusammengehen. In 270 cm Tiefe zeigte sich ein Ilex-Pollen.

Die Gesamtzahl der Krautpollen bleibt immer gering. Etwa zur Hälfte sind es Gramineenpollen. Von 200 cm an nach oben fanden sich vereinzelt Pollen vom Typ Zea mays. Auch die Pollenfrequenzen sind mit Ausnahme des großen Ostrya-Gipfels immer ziemlich klein.

Die drei Profile von Muzzano können sich recht gut zu einem Gesamtbild ergänzen. Profil I ist am vollständigsten, enthält aber die jüngeren Zeiten nur sehr verkürzt, Profil II enthält die ältesten Zeiten gut entwickelt, die Birken-Föhrenzeit unvollständig, und die jüngsten Zeiten scheinen zu fehlen. Im Profil III dagegen sind nur die jüngsten Zeiten vorhanden, diese aber in breiter Gliederung. Die Steinhorizonte in 40—50 cm Tiefe am Südufer in der Umgebung von Profil II und in 50—70 cm Tiefe am Ostufer gegen den Zufluß hin liegen in der Castaneazeit und dürften mit der Tätigkeit des Menschen in Verbindung gebracht werden, der die benachbarten Felder kultivierte und die gesammelten Steine in den See warf. Das gleiche geschieht noch in der Gegenwart. Am Ostufer des Origliosees beobachtete ich in der Uferregion an verschiedenen Stellen kleine Haufen von Ackersteinen und anderem Schutt, die erst neuerdings abgelagert wurden.

Fornaci (Abb. 7). Das Diagramm von Fornaci repräsentiert, trotzdem es eine beträchtliche Mächtigkeit erreicht (6 m), nur einen mittleren Ausschnitt aus dem Gesamtdiagramm, wie wir es am benachbarten Muzzanersee gefunden haben: es beginnt in der Quercus-Alnuszeit und endigt zu Beginn der Castaneazeit. Die genauere Fixierung im Vergleiche mit den Muzzanerdiagrammen ist schwierig. Auffallend ist der reichliche Gehalt an Abies-Pollen, der in den älteren Teilen des Diagrammes bis auf 30% der Gesamtbaumpollenzahl ansteigt, aber noch gegen das Ende der Alnuszeit 17% erreicht. Gut vertreten sind

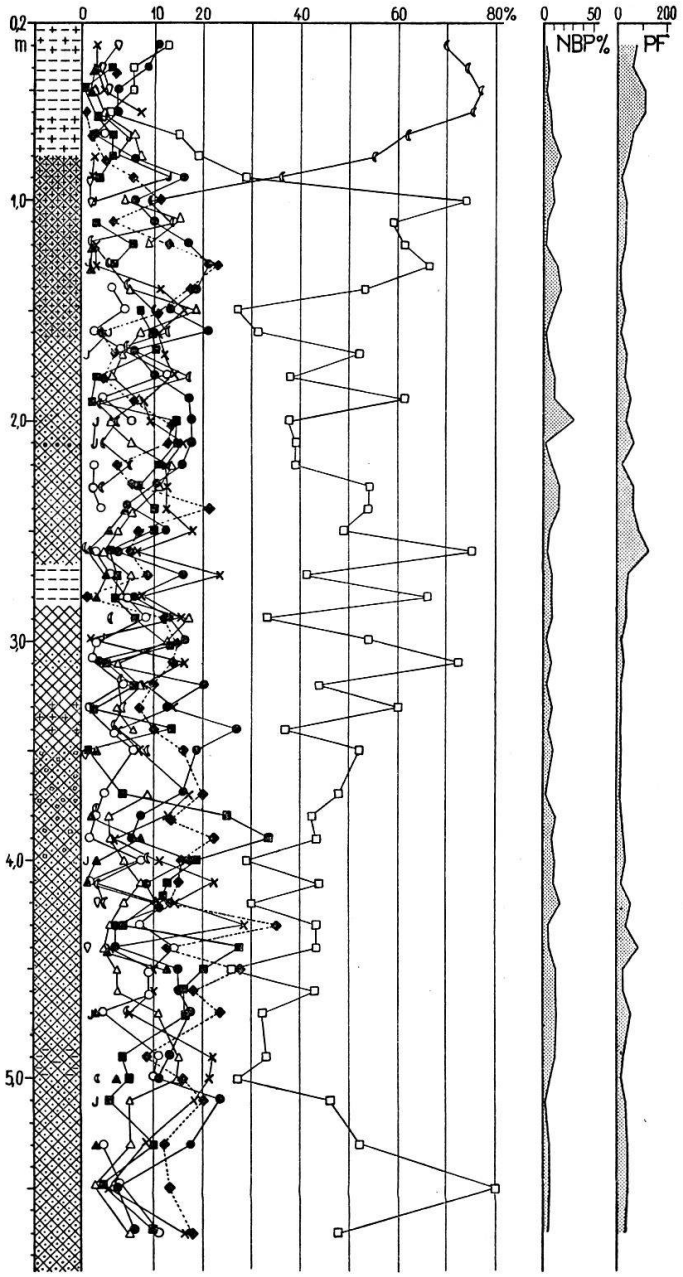

Abb. 7. Pollendiagramm von Fornaci bei Lugano.

auch Pinus, Picea und Corylus, während Fagus auffallend zurücktritt, nur um 400 cm Tiefe herum etwas reichlicher vertreten ist und von 380 cm an aufwärts in den meisten Spektren fehlt. Quercuspollen ist sehr ungleich vorhanden und erreicht beträchtliche Werte nur in einigen Spektren, die ebenfalls um die 400 cm Tiefe herum liegen. Ulmuspollen wurde kein einziger gefunden, Tilia nur vereinzelt, besonders in 440—370 cm Tiefe. Auffallend ist anderseits, wie Castaneapollen,

dessen zusammenhängende Kurve in 230 cm Tiefe beginnt, auch bis in 500 cm Tiefe immer wieder gefunden wird, mehrmals sogar in wesentlichen Zahlenwerten und zusammenhängenden Kurvenstücken. Juglans bildet im Zeitpunkte des Aufstieges der Castaneakurve ein zusammenhängendes Kurvenstück und reicht vereinzelt und in wenigen Horizonten bis in 510 cm Tiefe hinab, wurde aber in den obersten Schichten nicht mehr beobachtet. In den Diagrammen von Muzzano I und III geht der Dominanz des Castanea-Pollens ein Ostryamaximum voraus. In Fornaci tritt Ostryapollen vereinzelt in 440 und 420 cm Tiefe, dann wieder in 100 und 90 cm auf, und erst die obersten drei Horizonte zeigen ihn um ein weniges reichlicher. Ähnlich verhält sich auch das Diagramm Muzzano II, bei dem aber Juglans zusammen mit Castanea hohe Werte erreicht. Wir können hier keine sichere Parallelisierung geben.

Als Ganzes betrachtet zeigt das Fornaci-Diagramm starke und plötzlich eintretende Schwankungen, die in Verbindung mit den kleinen Pollenfrequenzen zu der Annahme führen, die Auffüllung des Wasserbeckens sei sehr rasch erfolgt, so daß die auf gebräuchliche Weise zur Anfertigung der Aufschlüsse entnommenen Proben von etwa 1 cm Schichthöhe einen Zeitraum umfassen, der noch den Zufälligkeiten der jährlichen Unterschiede in der Pollenerzeugung und Pollensedimentation unterworfen ist. Jedenfalls sind die kleinen Schwankungen dieses Diagrammes nicht auswertbar.

Diagramm von Astano (Abb. 8). Dieses Diagramm, das wohl bis in die jüngste Zeit reichen dürfte, umfaßt einen Ausschnitt aus der Castaneazeit mit einer eingeschalteten, lange dauernden Alnus-Dominanz, während der ganz gewaltige Pollenfrequenzen auftreten. In der Alnuszeit steigen auch die Kurven des EM. (neben Quercus auch regelmäßig einige Tilia und vereinzelte Ulmus), von Abies und, wenngleich nur schwach, von Fagus an, während Juglans sehr stark zurückgeht und in den meisten Spektren verschwindet und auch Corylus eine deutliche Depression aufweist. Die Betula-, Pinus- und Piceakurve, alle von unbedeutenden Werten, scheinen von dem Wechsel in den dominanten Arten nicht beeinflußt. Ostryapollen fand sich, wie es in diesem Silikatgebiet nicht anders zu erwarten ist, nur vereinzelt, am meisten in der Zeit des Erlenanstieges.

Unter dem Krautpollen sind die Ericaceenpollen ungefähr gleich häufig wie die Gramineenpollen, in den beiden obersten Horizonten

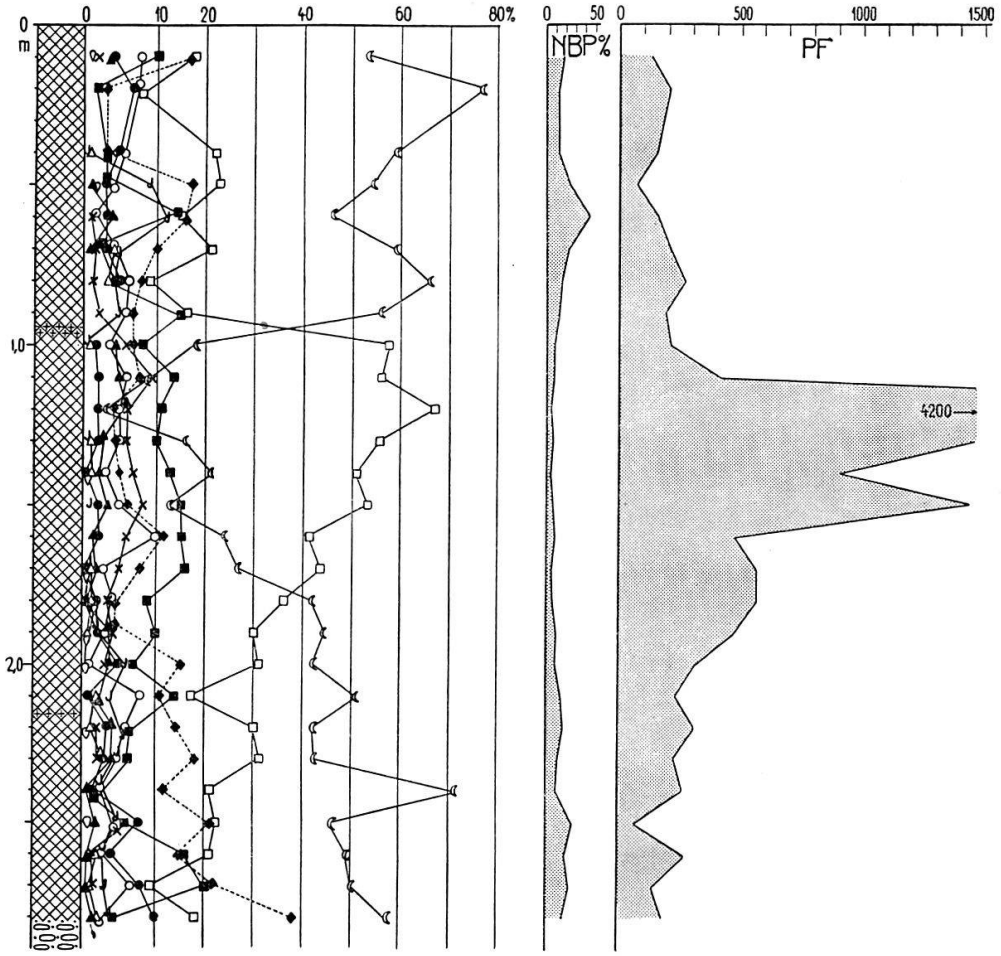

Abb. 8. Pollendiagramm von Astano.

sogar vorherrschend. Die übrigen Krautpollen treten diesen beiden gegenüber zurück. In 60 cm Tiefe wurden 3 Pollen vom Typ Zea mays gefunden, in 150 cm Tiefe einer vom Getreidetyp. Farnsporen fanden sich regelmäßig, doch nicht sehr reichlich, ebenso im untern und mittleren Teile des Profils Sphagnumsporen, die eine deutliche Zunahme in der Zeit des Erlenanstieges und der Erlendominanz zeigten.

Der charakteristische Kurvenverlauf läßt schließen, daß während der in die Castaneazeit eingeschobenen Erlenpollendominanz nicht nur eine lokale Ausbreitung der Erle stattfand, sondern in der Gegend ein allgemeiner Rückgang der Landkultur eintrat, der bis zum beinahe völligen Verschwinden der Nußbäume und der fruchttragenden Kastanien führte, während sich der natürliche Wald stärker ausbreitete.

In den jüngsten Schichten ist ein neuer Rückgang des Nußbaumes erkennbar, dessen Pollen in den beiden obersten Horizonten fehlt.

Diagramm von Sessa (Abb. 9). Dieses Diagramm ist Alnuszeitlich wie Fornaci und durch einen steilen, aber kurz dauernden Pinusgipfel gekennzeichnet. Dem Rückgange von Alnus zur Zeit der Pinusdominanz geht auch ein solcher von Abies, Corylus und Fagus parallel. Eichenmischwald, Betula, Abies liegen in der Regel um 10 bis 15%; Fagus schwankt zwischen 2 und 11%. Pinus ist auch in den älteren Teilen des Diagrammes verhältnismäßig gut vertreten. Castanea erreicht 1 bis 3%, fehlt aber in zwei Horizonten. Juglans und Picea wurden nur ganz vereinzelt gefunden. Im Eichenmischwald sind neben der herrschenden Quercus immer einige Prozente von Tilia und Ulmus vorhanden; auch Carpinus findet sich vereinzelt in der Mehrzahl der Horizonte.

Unter den stets spärlichen Krautpollen herrschen die Gramineen vor; aber die Pollen vom Artemisia-Typ sind verhältnismäßig reichlich vertreten, und meist finden sich auch vereinzelte Ericaceenpollen. Farnsporen sind verhältnismäßig selten, Sphagnumsporen etwas reichlicher.

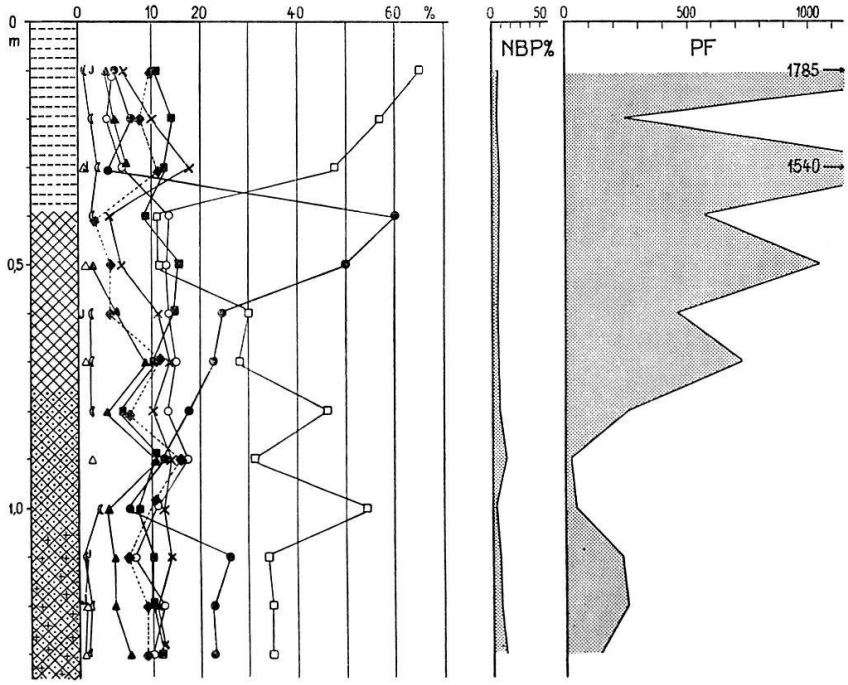

Abb. 9. Pollendiagramm von Sessa.

Aus der Probenserie, die im mittleren Teile der Ebene und mehr talaufwärts entnommen worden war, analysierten wir die unterste Probe. Sie zeigte ebenfalls Alnusdominanz, aber mit einer Subdominanz von Castanea. Dieser Moorteil ist also jünger. Allem Anscheine nach begann die Ablagerung feiner Mineralstoffe, die mit den reichlichen organischen Überresten zur Bildung einer lehmig-sandigen Gyttja führte, in dem randlichen, untern Teile der Ebene, aus dem das Diagramm stammt, im mittleren oder gar im ältern Abschnitt der Eichen-Erlenzeit, während an der Stelle der zweiten Bohrung noch Schutt eingelagert wurde bis zur Zeit, da die Kastanie sich ausbreitete. Die Sumpfebene war jedenfalls großenteils von Erlenwald bedeckt; aber während längerer Zeit muß die Moorbildung recht kräftig gewesen sein, wofür auch der Gehalt an Sphagnumsporen spricht. Die Pinusdominanz des Diagrammes könnte einer Zeit der Mooraustrocknung entsprechen, mit Übergreifen des Föhrenwaldes auf einzelne Teile der Ebene.

Diagramm von Coldrerio (Abb. 10). Hier sind nur die alten Teile unserer Gesamtdiagramme vorhanden: unten eine Föhrenzeit mit reichem Zuschuß von wärmeliebenden Gehölzen und darüber eine Föhren-Birkenzeit, in der die Birke im mittleren Teile vorübergehend dominiert, aber von Pollen der wärmeliebenden Gehölze nur Spuren vorhanden sind. Oben vollzieht sich der Übergang zur Herrschaft des Eichenmischwaldes mit Subdominanz der Föhre, der eingeleitet wird durch einen zweiten Anstieg der Birke bis zur Dominanz. Dieser wirkt sich auf Kosten des Föhrenpollens aus und verbindet sich mit leichtem Ansteigen der Eichenmischwaldkurve, die sich in diesem Zeitpunkt zu ungefähr gleichen Teilen aus Eiche und Linde (Tilia cordata) zusammensetzt, zu denen nur einmal ein Ulmenpollen kommt; in den 46% Eichenmischwald des obersten Horizontes herrscht aber die Eiche mit 32%; auf die Linde kommen 8%, auf die Ulme 6%. In allen andern unserer Diagramme, in denen dieser Zeitpunkt enthalten ist, herrscht nach der Föhre die Erle; daß hier die Erle so sehr znrücktritt, läßt sich durch die lokalen Verhältnisse erklären; denn die Sumpfmulde, aus der unser Profil stammt, trug damals noch offenes Wasser und geht am Rande unmittelbar in trockenen Boden über, der offenbar von Eichenwald mit etwas Föhren bewachsen war.

Die alte Zeit der wärmeliebenden Gehölze läßt sich in Coldrerio nicht mit Sicherheit gliedern. Vielleicht haben wir, falls die Drei-

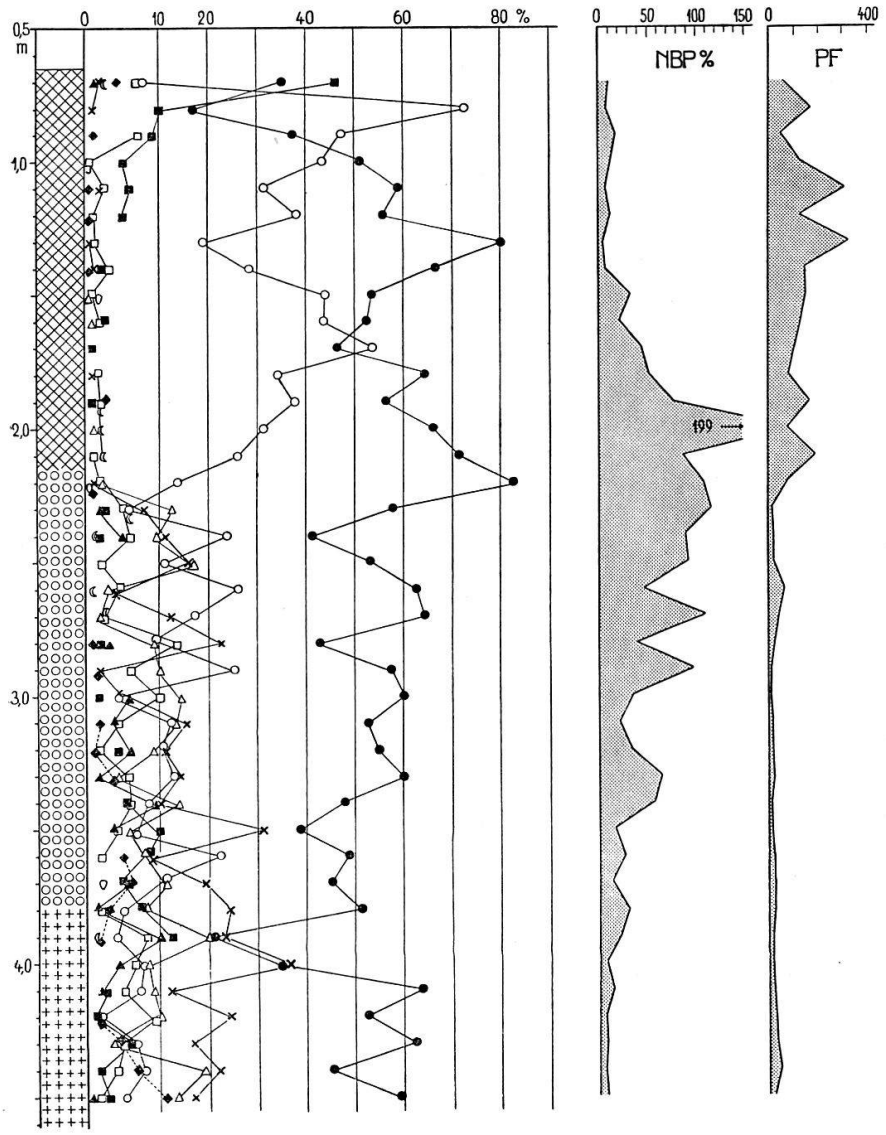

Abb. 10. Pollendiagramm von Coldrerio.

gliederung von Muzzano eine allgemeine Erscheinung ist, nur den jüngsten Abschnitt erbohrt, vielleicht sind wir hier aber bereits dem Wirken des Faktors, der in den alpennäheren Gebieten die Gliederung bewirkte, mehr oder weniger entrückt. Wie in Muzzano herrschen in diesem Abschnitte neben der Föhre die Tanne, die Erle, die Fichte und die Birke. Auch die Buche erreicht bis 10%, ohne aber eine völlig zusammenhängende Kurve zu bilden. Bemerkenswert ist der Reichtum an Tannenpollen, der mit 37% in einem Horizonte sogar zur Dominanz gelangt. Eichenmischwald (Eiche, Ulme und Linde, letztere am spärlichsten) und Corylus sind nur wenig beigemischt.

Übrigens ist auch die Erle spärlicher als in den gleichen Abschnitten der Diagramme von Origlio und Muzzano. Der Birkenpollen, der in den untersten erbohrten Horizonten unter 10% blieb, nimmt gegen oben langsam und unter Rückschlägen zu und bereitet seinen Aufstieg vor. Castaneapollen tritt mit einiger Stetigkeit und bis zu 6% ansteigend, von 270—190 cm Tiefe auf, ganz vereinzelt auch in 390 cm Tiefe und im obersten Horizont. Ein Juglanspollen wurde in 100 cm Tiefe gefunden, einige, aber teilweise unsichere, Ostryapollen in verschiedenen Tiefen. Salix und Hippophaë traten nur in wenigen, über das ganze Profil verteilten Spektren auf, meist nur vereinzelt. Dagegen erreichten die Pollen der Krautpflanzen in den mittleren Teilen des Profils bedeutende Werte, wobei dem Artemisia-Typ der Hauptanteil zufällt und auch die Gramineenpollen reichlich vertreten sind. Ericaceenpollen wurden keine gefunden, auch keine Sphagnumsporen, Farnsporen nur ganz vereinzelt.

Die Abnahme der Krautpollen fällt in die Birken-Föhrenzeit, nach dem Birkenmaximum, während die Zunahme der Pollenfrequenz etwas früher eintritt, vor dem Birkenmaximum. Hohe Werte erreicht aber die Pollenfrequenz nicht.

Luganersee. In der Einleitung wurde erwähnt, daß Professor A. Jeannet mir Sedimentproben zur Untersuchung übergab, die er bei Bohrungen unter dem Spiegel des Luganersees entnommen hatte und zwar in den Untiefen von Melide, Stretto di Lavena und Ponte Tresa [7]. Die Proben waren meist pollenreich und ergaben eine bemerkenswerte Ergänzung zu unseren Moordiagrammen, indem in der Regel eine ausgesprochene Abies-Dominanz auftrat; nur in zwei Proben von Ponte Tresa dominierte Alnus, und eine Mergelreihe von Stretto di Lavena war föhrenzeitlich. Von einer Bohrung in dem Stretto di Lavena lag eine Reihe von 17 Proben vor, die in Abständen von je 10 cm entnommen worden waren, von 110 cm unter dem Seegrunde an abwärts. Das Diagramm dieser Reihe ergab von unten bis oben Dominanz von Abies mit 51 bis 75%. Corylus bildete in den untersten Horizonten einen kleinen Gipfel von 42% und hielt sich dann bis oben hin in der Nähe von 10%. Auch die Kurven von Pinus und Eichenmischwald bewegten sich in der Nähe der 10%-Linie. Im Eichenmischwald nahm

---

[7] Vgl. A. Jeannet und W. Lüdi, Sublakustre alluviale Torfe und humose Sande im Luganersee (in diesem Bericht S. 72–89).

der Pollen von Tilia die erste Stelle ein. Quercus war verschiedentlich nur mit 1% vertreten und konnte in einer Probe nicht nachgewiesen werden. Ulums trat mit Unterbrechungen auf und erreichte vereinzelt 3 und 4%. Picea und Betula bildeten keine zusammenhängende Kurve und erreichten nur vereinzelt 2 oder 3%. Vereinzelt fand sich in drei Horizonten Ostrya, in 2 Horizonten Fagus und in einem der obersten Horizonte Castanea. Dagegen war Alnus reichlich vertreten, in den unteren Diagrammteilen um 10% schwankend, gegen oben hin bis 27% ansteigend.

Diese auffallenden Abiesdominanzen haben wir in keinem unserer Moordiagramme wieder gefunden. Es scheint wahrscheinlich zu sein, daß sie als Fernwirkung von den Hängen des Monte S. Giorgio und M. Generoso herrühren, ein Beweis dafür, daß dort während langer Zeit ausgedehnte Abieswälder existiert haben. Auch das reichliche Vorkommen von Tilia-Pollen spricht für Herkunft aus höheren Lagen. Unerklärlich bleibt aber die Spärlichkeit des Buchenpollens. Da die Proben im offenen See entnommen wurden, trat die Wirkung näher liegenden Gehölze gegenüber der Fernwirkung ausgedehnter Waldungen, die ihren Pollen auf den See ausstreuten, zurück, wobei die Zusammenschwemmung des Pollens an seichte Seestellen durch die Wellen von großem Einfluß gewesen ist, indem gut schwimmfähiger Pollen (Abies) gegenüber dem leicht absinkenden (Fagus) begünstigt wurde. Zeitlich lassen sich diese Abiesdominanzen in die Quercus-Alnuszeit fixieren, und die Abiesdominanz findet in unseren Profilen von Fornaci und Origlio doch wenigstens eine Andeutung im zeitweiligen Anstieg der Abieskurve, der vor allem in der älteren Quercus-Alnuszeit auftritt. Vielleicht lassen die verhältnismäßig hohen Corylus- und Pinuswerte der untersten Proben (Pinus erreicht 18%) darauf schließen, daß unser Diagramm unmittelbar nach dem Ende der Föhrenzeit einsetzt.

Überblick über die Waldgeschichte.

Unsere verschiedenen Moorbohrungen im südlichen Tessin ergeben trotz der lokalen Verschiedenheiten im wesentlichen den gleichen Verlauf der postglazialen Waldgeschichte.

Die Diagramme beginnen übereinstimmend, so weit sie genügend alt sind, mit einer waldlosen Periode, deren Pollenspektren aus-

gezeichnet sind durch kleine Pollenfrequenzen und hohen Anteil des Pollens krautartiger Pflanzen. Dominant ist der Pollen der Föhre, der nach dem Ergebnis der Größenmessungen in Origlio vermutlich vor allem der Waldföhre zugehört. Auffallend ist der reiche Gehalt von Pollen wärmeliebender Arten; denn neben der Föhre und Birke findet sich reichlich der Pollen von Abies, Alnus, Picea, Fagus. Viel spärlicher ist der Pollen von Quercus und Corylus. Vereinzelt trat Ulmus, Tilia, Castanea (gelegentlich in mehreren Pollenprozenten), Ostrya, Juglans auf.

Es ist anzunehmen, daß sich damals offene Grasfluren ausbreiteten, in denen neben den Gräsern die Artemisien eine bedeutende Rolle spielten und ihren Blütenstaub in Menge ausstreuten. Eine Weidendominanz ließ sich nicht nachweisen; der Pollen von Salices erreichte nie mehr als einige Prozente des Baumpollens. Auch Ericaceenpollen ist in diesem Zeitabschnitt kaum gefunden worden. Dagegen ist Hippophaë in den ältesten Zeiten, die unsere Diagramme repräsentieren, ziemlich verbreitet und hält sich nach oben hin mit starken Schwankungen bis in die Zeit, da Birken-Föhrenwald sich ausbreitet, um dann abzunehmen und zu verschwinden. Ein zerstreutes Vorkommen des Sanddorns, der Weiden, Grünerlen, Bergföhren und Birken im Untersuchungsgebiete ist wahrscheinlich. In glazialen Tonen in der Nähe von Coldrerio (Balerna), die wahrscheinlich beim letzten Gletscherrückzug in einen Stausee abgelagert wurden, hat S. Blumer [8] „wenig veränderte Baumäste" gefunden, die er der Weide zuschreibt. Die zeitweilig sehr starke Zunahme des Pollens der Tanne und der baumförmigen Erlen (wohl vor allem Alnus incana) lassen die Möglichkeit zu, daß diese Baumarten und vielleicht auch die Fichte und Buche, vorübergehend bis gegen unsere Seen vorgestoßen sind. Doch spricht die sehr geringe Pollenfrequenz und das Überwiegen der Krautpollen entschieden gegen wesentliche Bewaldung. Vielleicht stammt aber der Pollen dieser Gehölze aus der naheliegenden lombardischen Ebene, deren Klima zwar in der Gegenwart nicht milder ist als das des Hügellandes am Südfuße der Alpen, aber heißere Sommer aufweist. Auch war die Ebene nicht vergletschert. Sogar vom Apennin her ist Pollenzuflug anzunehmen, aber sicher nur in geringem Umfange.

---

[8] S. Blumer, Über Pliozän und Diluvium im südlichen Tessin. Ecl. Geol. Helv. **9** 1906 (61–74).

Man muß auch die Möglichkeit ins Auge fassen, daß diese Anreicherung von Pollen wärmeliebender Gehölze durch Verunreinigung von jüngeren Schichten her während der Probenentnahme entstanden sei und sich infolge der geringen Pollenfrequenz stark auswirkte. Das erscheint namentlich im Origlioprofil, wo der Pollen der Erle in höheren Schichten in großer Menge vorkommt, nicht unmöglich, wird aber widerlegt durch die Tatsache, daß der Alnuspollen dieser tiefsten Schichten kleiner ist als in der Eichen-Erlenzeit (s. S. 28). Gegen einen wesentlichen Einfluß solcher Verunreinigung spricht es auch, wenn in den Muzzanerprofilen und im Profil von Coldrerio der Pollen der Tanne (und der Fichte), der in den tiefsten Schichten in hohem prozentualen Anteil gefunden wurde, in den oberen pollenreichen Schichten sozusagen fehlt. Ferner müßte der Castaneapollen und der Ostryapollen (Muzzano II) bei allgemeiner Pollenverschleppung in der Tiefe viel häufiger auftreten, als es der Fall ist. Für die nur vereinzelt gefundenen Pollen ist dagegen nicht auszuschließen, daß sie durch Verunreinigung in die Proben gekommen sind.

Die Abies-Alnus-Pinuszeit unserer ältesten Diagrammteile läßt in Muzzano eine Dreiteilung erkennen, in einen älteren Abschnitt mit Alnus-Abies, einen mittleren Abschnitt, in dem die wärmeliebenden Gehölze zurücktreten und Pinus-Betula stärker vertreten sind und einen jüngeren Abschnitt, in dem Abies seine stärkste Entwicklung erreicht. Ob es sich hier um eine lokale oder regionale Erscheinung handelt, ist nicht festzustellen. Möglicherweise ist in Coldrerio und in Origlio, wo die Bohrung im blauen Ton stecken blieb, nur der jüngste dieser drei Abschnitte erbohrt worden. Sollte die Dreiteilung der Abies-Alnus-Föhrenzeit regional sein, so müßte sie wohl als Ausdruck eines kleinen Gletschervorstoßes aufgefaßt werden.

Der nächste Abschnitt der Waldgeschichte ist durch die Dominanz von Föhre und Birke und das völlige Zurücktreten der Pollen wärmeliebender Gehölze charakterisiert (Birken-Föhrenzeit) und kann auch in mehrere Abschnitte geteilt werden: im ältesten steigt die Birkenkurve an bei Pinus-Dominanz, im mittleren dominiert der Birkenpollen, und im jüngeren herrscht wieder der Föhrenpollen bei hohen Birkenwerten, die in Origlio und Coldrerio gegen den Schluß hin den Föhrenpollen an Zahl erreichen oder übertreffen. In Muzzano I, wo dieser jüngere Abschnitt besonders gedehnt ist, findet sich noch ein jüngster Abschnitt entwickelt, während dem die Birkenkurve ganz niedrig ist und die Erle ihren Anstieg beginnt. In diese Föhren-Birkenzeit ist die Bewaldung des Gebietes einzusetzen. Das ergibt sich aus der zu Beginn erfolgenden starken Zunahme der Gehölzpflanzen-Pollenfrequenz, der etwas später der Rückgang der Krautpollenfrequenz folgt. Der Wald, der sich ausbildete, war aus Birken

und Föhren gemischt, wobei das Verhältnis der beiden Baumarten sich im Laufe der Zeiten änderte. Falls Föhre und Birke in normalem Blühen den Blütenstaub etwa im gleichen Verhältnis entwickelten wie in der Gegenwart, so ist aber anzunehmen, daß die Birke an Individuenzahl immer vorherrschte, auch wenn mehr Föhrenpollen abgelagert wurde.

Ein Birkengipfel im mittleren Teil dieser Zeit ist mehr oder weniger deutlich in allen untersuchten Lokalitäten entwickelt und muß einer regionalen Erscheinung entsprechen, die vermutlich klimatisch bedingt ist. Indem nur Pinus silvestris in Berücksichtigung gezogen wurde, hat man bisher in der Regel angenommen, eine Föhrenzeit entspreche einem besseren Klimawert als eine Birkenzeit. Unsere ausgeprägten Birkendominanzen würden also auf Abschnitte mit ungünstigeren Klimaverhältnissen hindeuten. Es ist aber auch der umgekehrte Fall möglich. Sollte die Birke damals mit der Bergföhre in Konkurrenz gestanden und sich auf deren Kosten ausgebreitet haben, so würde dies eher eine Klimaverbesserung bedeuten; denn die Bergföhre steigt heute in den Alpen wesentlich höher als die Birke, sogar als die anspruchslose Betula pubescens. Welche Birkenarten beteiligt sind, wurde nicht zu bestimmen versucht; doch fällt die Zwergbirke, die wiederum ganz andere Klimaverhältnisse andeuten würde, nach der Pollenbeschaffenheit außer Betracht.

Wir haben aber an Hand von Pollenmessungen in Origlio darauf aufmerksam gemacht, daß in der waldlosen Föhren-Erlenzeit der Föhrenpollen mehrheitlich der Waldföhre zuzugehören scheine, in der Föhren-Birkenzeit dagegen mehrheitlich der Bergföhre und gegen den Schluß dieses Abschnittes wieder der Waldföhre. Leider haben wir diese Erscheinung nicht genauer untersucht. Dies ist dagegen durch Max Welten im Faulenseemoos bei Spiez, also auf der Nordseite der Alpen geschehen, der uns auf die Sache aufmerksam machte und nach mündlicher Mitteilung durch eingehende Vergleiche herausfand, daß in der sogenannten Föhrenzeit, dem Zeitabschnitt vor der endgültigen Ausbreitung der wärmeliebenden Gehölze, im Faulenseegebiet die Bergföhre vorherrschte, in noch älteren Abschnitten dagegen die Waldföhre. Er nimmt an, die auf seine Birkenzeit folgende Bergföhrendominanz entspreche einer ausgesprochenen Klimaverschlechterung.

Unsere Materialien aus dem südlichen Tessin geben uns keine Sicherheit darüber, in welchem Sinne die Birkendominanz in der Föhrenzeit klimageschichtlich aufzufassen ist. Dem Anscheine nach wanderten Bergföhren und Birken miteinander ein und beherrschten auf lange Zeit das Waldbild, während die Waldföhre sich erst gegen das Ende der Birken-Föhrenzeit ausbreitete. Die Birkendominanz im Pollendiagramm bedeutet also nur eine Schwankung in der Birken-Bergföhrenzeit, die vermutlich einer Klimaverbesserung entspricht. Aber bedeutend kann diese nicht gewesen sein, sonst würde sie sich deutlicher ausgewirkt haben. Denn die großen Mengen der Gramineen- und Artemisia-Pollen sowie die verhältnismäßig kleinen Pollenfrequenzen deuten an, daß noch zur Zeit der Birkendominanz ein Klima herrschte, das dem Wald nicht günstig war, während die hohe Pollenfrequenz und das starke Zurückgehen des Krautpollens im Schlußteil der Birken-Föhrenzeit ein Dichterwerden des Waldes und damit auch eine stärkere Klimaverbesserung anzeigt. In dem südlicher gelegenen Coldrerio tritt dem Anscheine nach diese Verbesserung etwas früher auf als in Muzzano und Origlio.

Während sich die Bewaldung des Gebietes in der Birken-Föhrenzeit mit Sicherheit feststellen läßt, bereitet das Verhalten der wärmeliebenden Gehölze, aus dem vielleicht Schlüsse auf den Klimacharakter gezogen werden könnten, Schwierigkeiten. Die einfachste Erklärung für den Rückgang der wärmeliebenden Gehölze ergäbe sich aus der Annahme einer Klimaverschlechterung, die empfindlichere Arten zum Rückzuge gegen Süden zwang. Alle Stationen in der näheren und weiteren Umgebung mußten aufgegeben werden. Es läßt sich aber auch ganz anders überlegen. Da zu gleicher Zeit die starke Zunahme der Pollenfrequenz eintritt, so nimmt bei zahlengleicher Einstreuung einer Pollenart ihr prozentualer Anteil am Pollenspektrum ab. Es können also genau die gleiche Zahl von Pollen der wärmeliebenden Gehölze eingeblasen worden sein, und ihr prozentualer Anteil beim Auszählen einer bestimmten Pollenzahl wird doch so vielmal kleiner, als die Pollenfrequenz sich vergrößert.

Doch wird diese einleuchtende Erklärung nicht allen Tatsachen gerecht. Im Diagramm von Origlio nimmt der Alnuspollen in entscheidender Weise ab, lange bevor die Pollenfrequenz wesentlich zunimmt. Ferner ist auffallend, daß das Spektrum der wärmeliebenden Gehölze in der Birken-Föhrenzeit eine andere Zusammensetzung hat

als in der vorausgehenden Periode. Im Origlio-Diagramm ist zwar Alnus immer noch am reichlichsten vorhanden, fehlt aber in mehreren Horizonten und steht als ganzes nur wenig über dem Eichenmischwald, der vorher, mit Ausnahme eines einzigen Horizontes, viel schwächer repräsentiert war. Auch Abies erscheint geschwächt gegenüber Eichenmischwald, Castanea, Corylus. Diese Erscheinung ist in Muzzano und Coldrerio noch viel stärker ausgeprägt für Abies, Picea, Alnus. Das ist nur möglich, wenn der Zuflug der Pollen wärmeliebender Arten qualitativ wesentlich verändert worden ist: der Anteil von Abies, Picea, Alnus (incana?) ist stärker verkleinert als der von Eichenmischwald, Corylus, Castanea. Wir schließen daraus, daß die anspruchsloseren der sogenannten wärmeliebenden Gehölze, von denen wir angenommen haben, daß sie in der vorausgegangenen Zeitperiode mindestens mit Vorposten in der Nähe stunden, zurückgewichen sind, während die anspruchsvolleren ihre Positionen in den weiter entfernten Gebieten, aus denen schon früher ihr Pollen herstammte, behaupten konnten. Das legt uns doch nahe, für die Zeit, die mit der Herrschaft der Föhre und der Birke eintritt, eine Klimaverschlechterung anzunehmen. Eine Zunahme der Bewaldung durch Föhren und Birken ist trotzdem möglich, besonders wenn wir berücksichtigen, daß als Föhre wahrscheinlich die anspruchslose Bergföhre einwandert und herrschend wird, die mit einem subarktischen Klima auskommen kann, und daß die Bewaldung jedenfalls auf längere Zeit hin nur locker war.

Der Zeitpunkt der Ausbreitung von Birke und Föhre ist übrigens auch durch eine durchgreifende Veränderung in der Sedimentation charakterisiert. Wurden in der ältesten Zeit blaue, pflanzenarme Tone, in Origlio sogar mit eingeschwemmten Steinchen abgelagert, so treten jetzt an ihre Stelle Seekreiden, die wesentlich unter Mitwirkung der pflanzlichen und tierischen Lebewesen des Wassers entstehen (Muzzano), oder die organischen Gyttjen (Origlio, Coldrerio). Dieser Übergang geht mit der Zunahme der Pollenfrequenz einher, liegt also vor der Birkendominanz; nur in Origlio erfolgt er später, zur Zeit der Abnahme der Krautpollen.

Der Übergang von den Birken-Föhrenwäldern zu den Gehölzen wärmeliebender Arten erfolgt in allen Profilen rasch, was nur durch eine durchgreifende Änderung im Klimacharakter erklärt werden kann. Ebenso allgemein ist die einsetzende Dominanz des Erlenpollens, der,

nach dem Ergebnis einer Untersuchung in Origlio, zugleich eine wesentliche Größenzunahme aufweist, was wir als Folge des Zurückweichens der strauchigen Grünerle und der Zunahme der baumförmigen Erlen, besonders der Schwarzerlen, deuten. Eine Ausnahme macht nur Coldrerio, wo der Eichenmischwaldpollen alle andern übergipfelt. Neben der Erle erreichen bedeutende Häufigkeiten der Eichenmischwald, die Buche, die Tanne. Die Verteilung dieser Arten dürfte nach den heutigen Lebensansprüchen zu urteilen etwa so gewesen sein, daß die Erle vor allem im Sumpfgebiet der Seeufer (Schwarzerle), dann aber auch an Hängen mit mehr oder weniger wasserzügigem Boden sich ausbreitete (Schwarzerle und Grauerle), die Eiche und ihre Begleiter das niedrig gelegene, trockene Gelände in Besitz nahmen, die Tannen, Buchen und Fichten die höheren Berglagen besiedelten. Jedenfalls ist festzuhalten, daß die Tannen und Buchen damals und für lange Zeit in der Umgebung von Lugano auf den Bergen sehr verbreitet waren. Auch die Fichte wird in den höheren Lagen da und dort vorgekommen sein, zeitweilig gar nicht spärlich. Diese Arten nahmen aber bereits während der Erlendominanz an Bedeutung ab, zuerst die Tanne, dann die Buche, deren Pollen vom Ende der Erlenzeit an nur noch sporadisch zu finden ist, nicht häufiger als der Pollen der Fichte.

Der „Eichenmischwald" der Tieflagen wurde in erster Linie von der Eiche gebildet. Ulmen- und Lindenpollen ist stets spärlich, mit Ausnahme von Sessa und Astano. Gelegentlich finden sich Pollen von Acer (campestre u. a.), Carpinus (betulus), Fraxinus (excelsior, ornus). Reichlich, aber ohne zur Dominanz vorzutreten, ist der Pollen von Corylus. Die Hasel wird in den Laubwäldern Unterholz gebildet und oft die Ufer der Seen und Bäche gesäumt haben.

Der Pollen der Föhre fehlt nie. Häufig ist er in dem Diagramm von Sessa, wo er vorübergehend zur Dominanz kommt, in manchen Horizonten von Fornaci und wohl auch in Coldrerio. Wir dürfen annehmen, die Föhre habe, ohne im Landschaftsbild stark vorzutreten, da und dort an trockenen Hängen kleine Bestände gebildet, ähnlich wie heute. Allgemein verbreitet war die Birke; aber ihr Pollen erreicht nur wenige Prozent.

Bei Berücksichtigung der Ungleichheiten in der Pollenerzeugung ergibt sich, daß die Eiche viel häufiger gewesen sein muß, als das Pollendiagramm erwarten läßt. Sie hat ohne Zweifel zusammen mit der

Erle das Landschaftsbild der tieferen Lagen beherrscht, so daß wir diesen Zeitabschnitt am besten als Eichen-Erlenzeit benennen. Eine eigentliche Haselzeit oder Hasel-Eichenmischwalddominanz, wie nördlich der Alpen, fehlt.

Während der Eichen-Erlenzeit breiten sich die Kastanie, der Nußbaum und in den Kalkgebieten auch die Hopfenbuche aus. Ihre Einwanderung erfolgte sicherlich nicht lange vor ihrer Ausbreitung, nicht vor der mittleren Eichen-Erlenzeit (Origlio, Muzzano III, Fornaci). Es ist schwer zu sagen, wie weit der Mensch daran beteiligt war. Die Tatsache, daß der Pollen dieser Arten bereits in den tiefsten, spätglazialen Schichten unserer Profile gefunden worden ist, spricht dafür, daß die Bäume damals bereits in der weiteren Umgebung, vielleicht südlich der Poebene, vorkamen. Möglicherweise gelangten diese vereinzelten Pollen durch Verunreinigung beim Bohren in die tiefen Schichten der Profile. Aber gerade Castanea ist dort stellenweise so reichlich und dann wieder aussetzend, wie es eher bei den Zufälligkeiten des Ferntransportes als bei Verschmutzung der Proben, die sich mehr oder weniger gleichmäßig auswirken sollte, zu erwarten ist. Und im Profil von Coldrerio, wo die jüngeren Schichten fehlen, wurden Pollen dieser drei Arten in den älteren Schichten trotzdem gefunden.

Was im besondern Ostrya anbetrifft, so ist nicht einzusehen, was der primitive Mensch dieser Zeiten für einen Grund gehabt hätte, diesen Waldbaum anzupflanzen und auszubreiten. Wenn man aber für Ostrya die natürliche Einwanderung annimmt, so muß sie auch für die zur gleichen Zeit wandernden Castanea und Juglans als wahrscheinlich erklärt werden. Unsere Überlegungen führen uns eher dazu, diese Einwanderung als natürliche Erscheinung und nicht als Einführung durch den Menschen zu betrachten.

Von ihren südlichen Refugien aus sind also Kastanie, Nußbaum, Hopfenbuche gegen das Ende unserer Eichen-Erlenzeit in das insubrische Seengebiet eingewandert. Warum diese Arten nicht bereits früher, zusammen mit der Eiche, ins Sottoceneri gekommen sind, können wir vorläufig nicht beantworten. Vielleicht hat sich das Klima während der Eichen-Erlenzeit noch verbessert. Namentlich könnten für Castanea und Juglans Spätfröste ein Ausschließungsgrund gewesen sein.

Die jüngsten Zeiten, wie sie uns besonders in den Diagrammen von Origlio, Muzzano III und Astano vorliegen, sind charakterisiert

durch die Konkurrenz dieser Neueinwanderer mit dem Eichen-Erlenwald. Wir haben dies in den Einzelheiten bereits betrachtet. Ohne Zweifel hat dabei der Mensch eine ausschlaggebende Rolle gespielt und der Kastanie und dem Nußbaum zu der großen, dominanten Verbreitung verholfen, die sich im Diagramm spiegelt. Ging die Kultur dieser Arten als Fruchtbäume zurück, so nahm die Zahl ihrer Pollen im Spektrum ab. Das wird zum Beispiel für Juglans in den jüngsten Zeiten der Fall gewesen sein, wo die Kurve bis gegen den Nullpunkt absinkt. Bettelini[2] bestätigt ausdrücklich, die Kultur des Nußbaumes sei im Laufe des 19. Jahrhunderts sehr stark zurückgegangen. Wie wir erwähnten, werden die Ostrya-Bestände und viele Castanea-Bestände als Niederwälder bewirtschaftet, wodurch die Pollenerzeugung dieser Arten sehr verringert oder ganz ausgeschaltet wird. In den Bergen ist durch Rodungen der Wald in weitestem Umfange zerstört worden, und durch den Niederwaldbetrieb wurde die Tanne, sowie eventuell vorhandene Fichte und Lärche, ausgerottet, die Pollenerzeugung der Buche sehr verkleinert. Das erklärt das Verschwinden von Tanne und Buche in den jüngsten Teilen der Diagramme. Anderseits wird in jüngster Zeit die Fichte vom Menschen da und dort angepflanzt und ebenso die Föhre, die aber wahrscheinlich auch in natürlichen Beständen erhalten geblieben ist. Als Folge aller der genannten waldwirtschaftlichen Vorkehren wird im Pollenspektrum der jüngsten Zeit die Föhre und meist auch die Erle, Birke und Hasel, da und dort auch die Fichte begünstigt; besonders benachteiligt sind Tanne, Buche, Hopfenbuche, Nußbaum. Je nach den Bewirtschaftungsverhältnissen werden die Kastanie, die verbliebenen Reste der Eichenbestände und die Hopfenbuche bald mehr, bald weniger vortreten, bald mehr, bald weniger zur Blütenbildung gelangen. Aus dieser Mannigfaltigkeit erklären sich die Variationen in den jüngsten Teilen der Pollendiagramme.

Zusammenfassend ergibt sich also nach unseren Untersuchungen folgende Gliederung der Waldzeiten des südlichen Tessin seit dem Rückzuge der Gletscher:

1. Waldlose Zeit. Im Spektrum Alnus-Abies-Pinuszeit: kleine Pollenfrequenz, aber hoher Anteil der Krautpollen; Pinus-Dominanz (Pinus silvestris vorwiegend) mit reichlichen Pollen wärmeliebender Gehölze, vor allem Alnus und Abies, dann auch Fagus und

Picea, außerdem reichlich Betula. Offene Grasvegetation mit viel Artemisien. Etwas Salix und Hippophaë. Baumpollen durch Ferntransport; doch in der Nähe wahrscheinlich vereinzelte Pinus (mugo), Betula, Alnus viridis, vielleicht auch Alnus incana, Abies, Picea. Zeitweiliger Rückgang der wärmeliebenden Gehölze bringt in Muzzano eine Dreiteilung dieser Zeitperiode.

2. Betula-Pinuszeit. Zuerst lockere und dann zunehmende Bewaldung. Betula herrscht und steigt im mittleren Teil dieser Zeit vorübergehend auch im Pollenspektrum zur Dominanz an (Betulazeit). Die einwandernde Föhre ist vor allem Pinus mugo. Abies, Alnus incana, Fagus, Picea ziehen sich weiter zurück. Am Ende dieser Zeitperiode neue, vorübergehende Verstärkung des Birkenanteils und dann stärkere Ausbreitung von Pinus silvestris. Pinus mugo zieht sich ins Gebirge zurück (Denti della Vecchia). Die Birke wird dauernd zu einer Nebenbaumart.

3. Quercus-Alnuszeit. Quercuswälder in den tieferen Lagen; Corylus als Unterholz nicht sehr vortretend; Alnus glutinosa und incana und etwas Betula an den Ufern der Gewässer und auf wasserzügigen Böden; Pinus silvestris stellenweise an trockenen Hängen. In den höheren Lagen Abies- und Faguswälder und da und dort auch Picea und Larix sowie Alnus viridis. Gegen das Ende dieser Zeitperiode erfolgt die Einwanderung von Castanea, Juglans, Ostrya.

4. Castanea-Juglans-Ostryazeit. Erle und Eiche werden durch Kastanie, Nußbaum und in den Kalkgebieten durch die Hopfenbuche zurückgedrängt. In den Bergen verschwindet Abies (und Larix); Fagus nimmt stark ab. Die Veränderungen im Waldbild werden vor allem durch die menschlichen Kulturmaßnahmen bedingt. Ihre Art und Intensität (Rodung, wechselnder Anbau von Kulturbäumen, Niederwaldbetrieb) ruft in erster Linie die festgestellten Schwankungen im Pollenspektrum hervor.

Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchungen anderer Forscher.

Im Jahre 1893 untersuchte Gunnar Andersson[9] den Aufbau einer Anzahl Moore am Südfuße der Alpen, die allerdings alle außer-

[9] G. Andersson, Beiträge zur Kenntnis des spätquartären Klimas Norditaliens. Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Herausgeg. vom Exekutivkomitee d. 11. internat. Geologenkongresses, Stockholm 1910 (79–95).

halb der Schweiz liegen, aber doch teilweise unserem Untersuchungsgebiet benachbart sind (Cazzago bei Varese, Angera am Südende des Lago Maggiore). Übereinstimmend stellte er zwei Haupthorizonte fest: unten, in der Gyttja gelegen, einen Kieferhorizont, und darüber, meist im Torf, einen Eichenhorizont, in dem auch massenhaft Trapa und reichlich Vitis, Cornus mas und Corylus enthalten waren. Wir finden also hier ebenfalls unsere beiden Hauptzeiten der Waldentwicklung wieder, durch makroskopische Funde gesichert. Andersson legt mit Recht großen Wert darauf, daß sie zwei ganz wesentlich verschiedene Klimaperioden repräsentieren müssen. Castanea wird nicht erwähnt. Es ist wahrscheinlich, daß er bei seinen Untersuchungen die jüngeren Zeiten nicht erfaßt hat. Die Torfoberflächen waren an verschiedenen Orten von tonigen oder sandigen Schichten zugedeckt. Anderseits wurde in Polada am Südende des Gardasees der Inhalt einer bronzezeitlichen Pfahlbaustation untersucht, deren Pfähle aus Eichenholz bestunden. Auch hier ist von der Edelkastanie nicht die Rede.

Mit pollenanalytischer Methode hat Paul Keller[10] die Moore des Sottoceneri und des italienischen Alpensüdrandes bearbeitet. Er gibt uns Diagramme der Moore von Origlio, Muzzano, Coldrerio und vom Bergmoor bei Astano. Sie zeigen übereinstimmend unten eine Föhrendominanz, während der die Eichenmischwaldkurve ansteigt oder subdominant ist und darüber eine bis zum obersten Horizont reichende, sehr ausgeprägte Eichenmischwalddominanz. Das Diagramm von Muzzano gibt nur die EM.-Zeit. In der Eichenmischwaldzeit wandert Castanea ein, kommt aber nicht zur starken Entwicklung (nie über 20% der Baumpollen). Alnus ist in der älteren Eichenmischwaldzeit gut vertreten, ohne je die EM.-Kurve zu überschreiten. Doch gelangt dieser Pollen in einigen Spektren vom Origlioprofil zur Subdominanz. Die Hasel bildet im Profil von Coldrerio während des mittleren Teiles der EM.-Zeit einen Kurvengipfel, der bis gegen 80% hinaufreicht, und ist auch in Astano vom Ansteigen der EM.-Kurve an subdominant (± 30%). Buche, Tanne, Fichte bleiben um die 10% herum, oder können auch ganz aussetzen, namentlich die Tanne (Coldrerio), deren Kurve im allgemeinen entschieden unter der Fichte steht. Im Diagramm von Origlio bilden Tanne und Fichte zu Anfang

[10] S. Anm. S. 12 und P. Keller, Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien. Veröff. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel in Zürich **9** 1931 (195 S.).

der Eichenzeit ein deutliches Gipfelchen (bis gegen 20% der Baumpollen), während die Buche hier, wie auch in anderen Diagrammen, bedeutend später als die genannten Nadelhölzer einwandert. Auch die Birkenkurve hält sich in der Nähe der 10%-Linie und steigt nirgends merklich darüber hinaus, löst sich anderseits aber auch nicht auf. In den tiefsten Horizonten des Coldrerio-Profils ist die Weide mit bedeutenden Beträgen vertreten (bis 30%; wahrscheinlich handelt es sich hier um den Artemisia-Typ). Über die Zusammensetzung des Eichenmischwaldes wird angegeben, daß dieser sich ungefähr zur Hälfte aus Eiche und zu je einem Viertel aus Ulme und Linde zusammensetze.

Wenn wir diese Ergebnisse mit den unseren vergleichen, so erkennen wir leicht, daß die Diagramme Kellers nur die mittleren Teile der vorstehend beschriebenen Profile umfassen, die jüngsten Teile der Föhrenzeit und die Eichen-Erlenzeit. In merkwürdiger Weise ist aber innerhalb der Eichen-Erlenzeit die Erle und in der Birken-Föhrenzeit die Birke unterrepräsentiert, so daß die Föhre resp. der Eichenmischwald viel stärker vortreten als in unseren Diagrammen. Auffallend ist auch der hohe Prozentsatz der Linden- und Ulmenpollen, den Keller gefunden hat. In Coldrerio hat Keller jüngere Zeiten erfaßt, die wir nicht finden konnten. Sie ergeben, daß dort der Föhre in der Eichenzeit eine wesentlichere Rolle zukam als an den übrigen untersuchten Lokalitäten und daß namentlich auch Haselbestände von bedeutender Ausdehnung vorhanden waren, Feststellungen, die nach unsern Betrachtungen für Coldrerio recht einleuchtend sind. Im ganzen betrachtet zeigt sich, daß die enge Probenentnahme und die sorgfältige Analyse, wie wir sie vorgenommen haben, in den Diagrammen zum Nachweis vieler Einzelheiten führt, die den Diagrammen Kellers fehlen, ganz abgesehen von der beträchtlichen Ausdehnung der Profile nach oben und unten.

Die Diagramme, die P. Keller weiter südlich in der Umgebung von Varese und in andern nördlichen Randgebieten der Poebene in einer bedeutenden Zahl von Mooren erarbeitet hat, stimmen im allgemeinen mit denjenigen, die er aus dem Sottoceneri veröffentlichte, überein. Besonderes Interesse bietet für uns das Moor vom Lago di Ganna zwischen Varese und dem Luganersee, indem in der älteren EM.-Zeit nach einem kurzen Eichenmischwald-Haselgipfel eine ausgeprägte Tannendominanz erscheint. Die Übereinstimmung mit un-

serem Diagramm aus dem Luganersee in Stretta di Lavena ist auffallend. Einen zeitlich wohl entsprechenden Tannengipfel gibt auch das Diagramm vom hochgelegenen Moor des M. Mottarone ob Stresa am Langensee (930 m). Leider war es wegen des Krieges nicht möglich, die eigenen Untersuchungen auf diese in Italien gelegenen Moore auszudehnen.

Verbindung unserer Pollendiagramme mit geologischer und vorgeschichtlicher Zeitrechnung.

Zur Zeit des Hochstandes der letzten Eiszeit waren alle unsere Untersuchungsstellen vom Eise bedeckt. Die äußersten Moränen des Addagletschers liegen südlich von Como, außerhalb der Schweiz. Von dort ziehen sie sich ungefähr der heutigen Westgrenze unseres Mendrisiotto nach gegen Norden bis in die Gegend von Stabio und biegen dort nach Westen gegen Induno um. Dort stoßen sie an die Moränen des Tessingletschers, die sich ebenfalls nach Süden wenden und das Seengebiet von Varese sowie den Südrand des Langensees umfassen.

Über die verschiedenen Stadien des Eisrückzuges scheinen die Meinungen der Forscher noch nicht ganz geklärt zu sein. Als markanteste Bildung tritt die Moräne im Luganersee zwischen Melide und Bissone hervor, auf der heute der Eisenbahndamm über den See verläuft. Sie wurde von A. Penk [11] und andern Forschern dem Bühlvorstoß zugerechnet. Auch A. Jeannet hält nach freundlicher mündlicher Mitteilung an dieser Zuordnung fest, während andere Forscher die Moräne als älter betrachten, etwa gleich dem Zürichstadium. So vor allem H. Annaheim, der neuerdings die Quartärablagerungen des Sottoceneri einer umfassenden Bearbeitung unterzogen hat. Annaheim [12] unterscheidet im Luganergebiet drei Rückzugsstadien:

1. Endmoränen bei S. Pietro-Ligornetto und bei Arcisate; Addagletscher und Tessinergletscher vereint.
2. Der Gletscher füllt im wesentlichen nur noch das Tal des Luganersees aus, und auch dieses ist im westlichen Teile eisfrei. Endmoränen des Addagletschers bei Cantone nördlich Mendrisio, bei Porto Ceresio und im See

---

[11] A. Penck und Ed. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 1909, 3. Band, S. 813.

[12] Hans Annaheim, Diluviale Ablagerungen aus der Umgebung von Lugano. Ecl. Geol. Helv. **27** 1934 (463–505, 3 Taf.). — Die Landschaftsformen des Luganerseegebietes. Geogr. Abhandl. begründet v. A. Penck, 3. Reihe, Heft 8, 1936 (148 S., 2 Karten, 8 Taf.).

bei S. Bartolomeo westlich Morcote, des Tessingletschers im See bei Magliaso und NE Vezia. Die beiden Gletscher haben sich also getrennt, und der Tessingletscher ist stärker zurückgegangen als der Addagletscher.

3. Der Gletscher füllt noch den östlichen Teil des Seebeckens; Endmoräne des Addagletschers bei Melide-Lugano-Canobbio, des Tessingletschers bei Cadempino und südlich des Origliosees.

P. Beck [13] bezeichnet in einer sehr knappen, generellen Übersicht diluviale Seeablagerungen als charakteristisch, die das ganze Talgebiet von Chiasso bis zum Luganersee erfüllen und wieder in der Umgebung von Lugano auftreten. Darüber liegen nur spärliche Moränenspuren der letzten Vereisung. Becks Auffassungen decken sich offenbar nicht völlig mit denen von Annaheim. Doch fehlen genauere Angaben, und für unsere Zwecke können wir uns auf Annaheims Gliederung stützen.

Unsere Untersuchungslokalitäten wurden alle erst mit dem Rückzuge der Gletscher eisfrei, aber zu verschiedenen Zeiten. Coldrerio liegt außerhalb des Endmoränengürtels von S. Pietro-Ligornetto, war also am frühesten eisfrei; doch lagerte in der tiefen Grube dieses Moores wohl noch während längerer Zeit ein Eisbrocken. Die Umgebung des Muzzanersees und Fornaci wurde wahrscheinlich beim Rückzug vom Stadium 1 auf das Stadium 2 vom Eise befreit, das Becken von Origlio erst nach Stadium 3, als das Eis das Sottoceneri endgültig verließ. Das Stadium von Melide-Lugano wird von Annaheim in drei Abschnitte gegliedert. Als sich der Gletscher bis gegen Lugano zurückzog, stand seine Oberfläche vorerst in einer Höhe von etwa 330 m und sperrte das Tal des Cassarate ab, in dem gewaltige Mengen von Schotter aufgehäuft wurden, die heute die großen, sehr auffallenden Talterrassen bilden. Dann wich das Eis vorübergehend zurück; der Stausee im untern Cassaratetal leerte sich, und der Bach begann die Terrasse anzuschneiden. Daraufhin stieß der Gletscher ein zweitesmal vor und lagerte eine Wallmoräne ab, die sich von Cassarate über den Höhenzug von Porza-Sorengo an den S. Salvatore hinzieht, also dicht neben dem Muzzanersee und nördlich von Fornaci vorbeiführt. Die Abspülungsprodukte dieser Moräne mußten in das Becken des Muzzanersees und in die Mulde von Fornaci getragen werden. Wir erinnern uns an die wenig ausgeprägte Dreiteilung der baumlosen, ältesten Zeiten unserer Diagramme im Muzzanergebiete (Abb. 4, S. 34). Diese könnte mit einer solchen Gletscherschwankung in Beziehung gebracht werden. Sie müßte aber jedenfalls von kleinem

[13] P. Beck, Über das Pliozän und Quartär am Alpensüdrand zwischen Sesia und Iseosee. Ecl. Geol. Helv. **28** 1935 (528–532).

Ausmaße gewesen sein; denn die Sedimentation des blauen Mergels oder Tons war nicht gestört. In Coldrerio und Origlio wurde diese Schwankung nicht bemerkt. Das erscheint begreiflich, weil in Coldrerio, falls sich die Gletscherschwankung dort überhaupt bemerkbar machte, die Bohrung nicht tief genug ging, um diese Schichten zu erreichen, und weil Origlio, wo die Bohrung übrigens auch nicht bis auf die Moräne gelangte, um diese Zeit nach Annaheim noch unter dem Eise des Tessingletschers liegen mußte.

Wir haben gesehen, daß in unseren Diagrammen eine spätere Klimaverschlechterung wahrscheinlich gemacht wird in der Birken-Föhrenzeit, als die wärmeliebenden Gehölze aus dem Diagramm beinahe verschwanden und die Bergföhre sich im Gebiete ausbreitete. Es scheint gut möglich, daß diese Veränderung in der Zusammensetzung des Pollenspektrums mit einem letzten Gletschervorstoß, in Verbindung zu bringen ist, dessen Auswirkungen bis in das Untersuchungsgebiet reichten. In Anlehnung an die Verhältnisse der Nordalpen denken wir in erster Linie an den Gschnitzvorstoß; sollte aber wirklich das Stadium von Melide-Lugano den älteren Jungmoränen zugerechnet werden müssen, so dürfte für die Birken-Bergföhrenzeit auch das Bühlstadium in betracht fallen.

Annaheim (1934, S. 496) beschäftigt sich mit der Vegetation am Gletscherrande zur Zeit des Stadiums von Melide-Lugano. Er nimmt an, sie habe aus wärmeliebenden Gehölzen bestanden, deren Reste in Quartärablagerungen von Noranco (330 m, am Talrand unmittelbar westlich von Fornaci) und bei Paradiso am Osthange des M. S. Salvatore (ca. 330 m n. Annaheim, 360 m n. C. Schmidt [14]) aufgefunden worden sind. Sie wurden verschiedentlich beschrieben, zuletzt von H. Brockmann-Jerosch [15], der für die beiden Fundstellen die folgenden Arten aufzählt: ***Abies alba***, ***Picea excelsa*** (in Paradiso nur Pollen, in Noranco reichlich Zapfen), ***Pinus silvestris*** (Noranco), ***Taxus baccata*** (Paradiso), *Salix* sp. (Noranco), *Alnus incana* und *glutinosa*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Quercus*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cf. cordata* (Noranco), *Viscum album* (Paradiso), *Buxus sempervirens* (massenhaft), *Rhododendron ponticum* (Blätter relativ klein). Von

[14] C. Schmidt, Die pliozänen und glazialen Bildungen am Nordabhang des Monte S. Salvatore. Ecl. Geol. Helv. **2** 1890/92 (50–57, 1 Profilzeichnung).

[15] H. Brockmann-Jerosch, Fundstellen von Diluvialfossilien bei Lugano. Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich **68** 1923, Beiblatt **1** (1–7).

A. Baltzer[16] werden nach den Bestimmungen Ed. Fischers für Paradiso ferner angegeben: *Fagus*, *Ulmus campestris*, *Philadelphus coronarius*. Die beiden letzteren betrachtet Fischer als zweifelhaft; unzweifelhafte Fagus-Blätter machten nach ihm den Hauptanteil der Blätter aus. Brockmann dagegen betrachtet die Fagus-Blätter als nicht gesichert. Dazu kommen in reicher Zahl Süßwasser-Diatomeen, vor allem Cyclotellen.

Diese Ablagerungen wurden ursprünglich als pliozän oder interglazial gedeutet. Brockmann nimmt an, sie seien glazialer Entstehung: Eichenwälder (Laubmischwald) und Grauerlenwälder mit eingesprengtem Nadelholz und zum Teil mit immergrüner Begleitflora hätten den Gletscher gesäumt, der in bedeutender Höhe über dem heutigen Seespiegel im Seetale lagerte und durch Stauung die zur Ablagerung der gebänderten Tone nötige freie Wasserfläche erzeugte. Absolut beweisend ist das Argument der nur durch den Gletscher möglichen Aufstauung nicht. In den Interglazialzeiten können die morphologischen Verhältnisse in der Umgebung von Lugano wesentlich anders gewesen sein als im Postglazial, und insbesondere können die Abschlußriegel des Luganerbeckens bedeutend höher gelegen haben als heute.

Brockmann verlegt die Ablagerung nicht in eine bestimmte Eiszeit, und es ist anzunehmen, daß er an eine der älteren Eiszeiten dachte. Im Gegensatz dazu gelangt Annaheim zum Schlusse, diese Eichenwälder mit Buchsbaum und pontischer Alpenrose hätten bei Lugano am Ende der Würmeiszeit existiert, unmittelbar dem Gletscher folgend, der damals in der Nähe von Lugano stand. Der letzte Gletschervorstoß des Melide-Lugano-Stadiums hätte sie vernichtet.

Wir wollen hier die sehr verwickelten geologischen Verhältnisse nicht näher beurteilen. Doch sei darauf aufmerksam gemacht, daß in Noranco gerade an der Stelle, wo die Pflanzenfunde gemacht wurden, die blaugrauen Tone in der Unterlage nicht aufgeschlossen sind. Und auf diese Tone, die in mächtiger Schicht den Talboden des Val Scairolo füllen — im Frühling 1942 waren sie im Zusammenhange mit Entwässerungsarbeiten durch einen großen Teil des Tälchens hinab aufgeschlossen —, gründet Annaheim seine Zuordnung der Pflanzenreste von Noranco an das Ende der letzten Eiszeit. Sie sollen die

[16] A. Baltzer, Beiträge zur Interglazialzeit auf der Südseite der Alpen. Mitt. Naturf. Ges. Bern **1891** 1892 (83–88).

pflanzenführenden Schichten unterlagern, und da sie gekritzte Geschiebe enthalten, besonders in den oberen, zum Teil verwitterten Schichten, und an einer Stelle am Nordende des Tälchens nach Annaheim durch Schotter und Lehme überlagert werden, so nimmt dieser Forscher an, die Tone seien am Ende der letzten Eiszeit entstanden, zur Zeit, da durch den im Luganersee liegenden Gletscher am Gletscherrand und im Val Scairolo ein See bis in etwa 330 m Höhe aufgestaut wurde. Einschwemmungen aus den Moränen brachten die gekritzten Gerölle, und der letzte Gletschervorstoß von Lugano bis zum Muzzanersee lagerte noch die Schotter und Sande bei Noranco ab.

Diese Beweisführung für die Entstehung der Tone mag richtig sein. Immerhin wäre eigentlich nach den Angaben Annaheims der Ausgang vom Val Scairolo zum Luganersee bereits zwischen den Rückzugsstadien 1 und 2 (S. Pietro-Cantone) eisfrei geworden, worauf die Aufstauung im Tälchen doch hätte aufhören müssen.

Solange aber nicht nachgewiesen ist, daß die Schichten mit den Resten der wärmeliebenden Pflanzen nach unten in die glazialen Tone übergehen, ist der genetische Zusammenhang dieser beiden Bildungen nicht bewiesen. Auch stratigraphisch ist diese Wechsellagerung fein geschichteter, roter oder grauer Sande und feintoniger dunkler Zwischenlagen (Annaheim) doch von den eigentlichen Glazialtonen recht verschieden. Es bleibt die Möglichkeit bestehen, daß wir hier am Talrand von Noranco eine von der Erosion verschonte Stelle vor uns haben, an der sich ältere, vor der letzten Eiszeit gebildete Ablagerungen erhalten haben. Allerdings ist es auffällig, daß über solchen älteren Ablagerungen die Tone der letzten Eiszeit fehlen; aber allem Anscheine nach reichte eben damals die Wasserbedeckung nicht ganz so hoch hinauf. Die Bodenoberfläche liegt an der Lokalität, wo die Pflanzenreste gefunden wurden, nach Annaheim in 332 bis 336 m Höhe; der Talboden nebenan nur in etwa 315 m, und auch an der Stelle, wo Annaheim die Überlagerung der Tone durch Moränenbildungen feststellte, reichen sie nicht über 320 m hinauf. Die Oberfläche der Tonlager des Talbodens ist überhaupt nicht ausgeglichen: unsere Bohrung in Fornaci, nur etwa 300 m östlich der Erhöhung mit den pflanzenführenden Schichten, blieb bis in 6 m Tiefe (= ca. 304 m Meereshöhe) in verhältnismäßig jungen, postglazialen Gyttjabildungen stecken, unter denen die glazialen Tone erst in bedeutender Tiefe zu erwarten sind.

Bei Paradiso fehlen übrigens allem Anscheine nach die dunklen, glazialen Tone. Nach C. Schmidt[14], der die Ablagerung zuerst beschrieb und die besten Aufschlüsse einsehen konnte, lagern die pflanzenführenden, 40 m mächtigen, braungelben, sandigen Mergel direkt auf dem kristallinen Grundgebirge in dünngeschichteten, horizontalen Lagen. Sie sind von mächtigen Moränen, in die eine Seekreideschicht eingeschaltet ist, überdeckt.

Betrachten wir das Problem der Noranco-Paradiso-Pflanzen von der Seite unserer waldgeschichtlichen Studien, so kommen wir zu einem klaren und sicheren Schluß. Vorerst die stratigraphische Seite. Alle unsere tiefgehenden Bohrungen endigen in blauen Tonen oder Mergeln von großer, meist unbekannter Mächtigkeit. Diese lassen mit Sicherheit auf einen ganz schwachen Pflanzenwuchs der Umgebung schließen. Nur bei starken mineralischen Einschwemmungen, wie sie zum Beispiel durch größere Flüsse oder Alpenbäche gebracht werden, oder bei großer Oberflächenentwicklung der Ablagerungsfläche im Verhältnis zur sedimentierten organischen Substanz, welche denWasserlebewesen die völlige Aufzehrung der anfallenden Leichen ermöglicht, verträgt sich die rein tonige (oder sandige) Ablagerung mit Bewaldung. An unsern Seelein aber würde die Bewaldung sogleich zu einer außerordentlichen Verkleinerung der mineralischen Bodenausschwemmung geführt haben, verbunden mit einer ebenso bedeutenden Verstärkung der organischen Stoffproduktion. Die Folge wäre im offenen Wasser die Bildung von Seekreide, die aber in dem kalkarmen Gebiete nicht in großer Entwicklung zu erwarten ist, oder von Gyttja, im ungünstigsten Falle mit starker Ton- und Sandeinlagerung, wie in unserem Profil von Fornaci.

Die Pollendiagramme ihrerseits lassen erkennen, daß in dieser Zeit in der Umgebung von Lugano kein richtiger Wald geherrscht haben kann. Wir haben dies eingehend begründet (S. 48). Auch bei der Annahme einer raschen Einschwemmung müßten die Pollenfrequenzen viel größer sein, das Verhältnis der Krautpollen zu den Baumpollen kleiner. Vereinzelte Baumgruppen sind für die Frühzeit in der Nähe möglich. Dann handelt es sich aber um Nadelhölzer, vor allem die Föhre, ferner um Birke und Erle, vielleicht sogar Tanne und Fichte, während gerade die Hasel, die Eiche und andere edlere Laubbäume im Pollenniederschlag auffallend schwach vertreten sind. Der Vergleich mit den Diagrammteilen der Eichen-Erlenzeit zeigt, wie etwa das

Pollenspektrum einer Zeit mit Eichenwäldern und einem Klima, in dem der Buchs und die pontische Alpenrose gut gedeihen, aussehen würde.

Annaheim meint, durch den letzten Vorstoß in der Gegend von Lugano sei die wärmeliebende Vegetation vernichtet worden. Weder unsere stratigraphischen Bohrprofile noch unsere Pollendiagramme geben Anhaltspunkte zu so schweren Umwälzungen im Vegetationsbild. Es ist auch zu beachten, daß diese Vernichtung nur ganz lokal gewesen wäre. Bereits südlich vom Luganersee hätte sich die Pflanzenwelt, die kurz vorher die Gletscherenden zierte, sicher halten können. Da das Klima in der Folge parallel dem andauernden Rückzuge der Gletscher sich immer mehr verbesserte und auch bei Rückschlägen (Birken-Bergföhrenzeit) ohne Zweifel nie mehr bedeutend schlechter wurde als in der Zeit, da der Gletscher bis nach Lugano reichte, so wäre nicht einzusehen, warum der Buchs und die pontische Alpenrose aus dem ganzen Südalpengebiet verschwanden. *Rhododendron ponticum* kommt heute nur am Schwarzen Meer und in Südspanien und Südportugal vor, und vom Buchs nimmt auch Brockmann an, er sei erst in jüngster Zeit wieder vom Menschen eingeführt worden und allerdings in der Folge reichlich verwildert.

Wir müssen also von verschiedenen Gesichtspunkten aus die Annahme Annaheims, im Spätglazial hätten in der Umgebung Luganos Wälder wärmeliebender Gehölze geherrscht, ablehnen.

Jüngere Zeiten. Nördlich der Alpen fällt die Zeit der großen Haseldominanz, die auf die Föhrenzeit folgt, ins Mesolithikum. Das Neolithikum beginnt in der Eichenmischwaldzeit, während seine jüngeren Teile (Pfahlbauneolithikum) bereits in die Buchen-Tannenzeit reichen. Im Tessin fehlen die Möglichkeiten zu genauerer Datierung dieser Zeiten, da noch keine eigentlichen Pfahlbauten aufgefunden wurden und von Streufunden auf Moorboden genaue Lagebezeichnungen nicht bekannt sind. P. Keller[1,10] hat Datierungsversuche gemacht, namentlich unter Beizug der bereits im italienischen Gebiete liegenden Moore von Varese, in denen mehrere Pfahlbauten zum Vorschein kamen. Er gibt an, in Coldrerio seien neolithische Funde bei der Ausbeutung des Torfes gemacht worden. Das würde nach unseren Bohrungen nur bedeuten, sie seien jünger als föhrenzeitlich; nach dem weiter hinaufreichenden Diagramm von Keller könnte man schließen, daß sie jünger seien als die älteren Teile der Eichenzeit und

vermutlich erst nach der von ihm angegebenen Haseldominanz eingelagert wurden. Es ist zu bedauern, daß dieses kleine Moor völlig abgebaut wurde, ohne daß eine gründliche wissenschaftliche Erforschung parallel ging. Nach der Literatur [17] sind hier im Torf auch paläolithische (Magdalénien) und bronzezeitliche Funde gemacht worden, so daß wahrscheinlich außerordentlich wichtige Konnexionen zwischen Vorgeschichte und Waldgeschichte möglich geworden wären. Vielleicht waren hier richtige Pfahlbauten vorhanden. Spätpaläolithische Funde im Torf, falls sie nicht an sekundärer Lagerstätte liegen, würden übrigens ergeben, daß sich hier die Altsteinzeit bis in die Eichen-Erlenzeit ausdehnte. — Im Moor von Cazzago südlich des Lago di Varese wurden bei der Ausbeutung der Torflager zahlreiche bronzezeitliche Funde gemacht. Auch hier ist die Lage der bronzezeitlichen Fundschichten nicht näher bekannt. Jedenfalls fallen sie in die 4 m mächtigen Torfschichten, denen bei Keller parallel geht die Dominanz der Eiche, Subdominanz der Erle und, mit Ausnahme der untersten 60 cm, eine zusammenhängende, aber nur wenige Prozent umfassende Kurve der Kastanie. In unseren Diagrammen entspricht diesem Diagrammteil wahrscheinlich der jüngste Teil der Eichen-Erlenzeit.

Bei unseren eigenen Arbeiten sind wir in Fornaci in ca. 210 cm Bodentiefe (jüngste Erlen-Eichenzeit) auf kleine Kohlen gestoßen, die sich auf eine Sedimentschicht von etwa 10 cm verteilen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine vom Menschen stammende Ablagerung, die aber nicht zu datieren ist. Ferner fanden wir bei der Untersuchung von Proben aus dem Luganersee bei Melide und in dem Stretto di Lavena (s. S. 46) wiederholt kleine Kohlen. Eine Ablagerung in dem Stretto di Lavena bezeichnete A. Jeannet sogar als „fumier lacustre", allerdings ohne Artefakte. Das Pollenspektrum zeigte übereinstimmend Abiesdominanz mit reichlich Alnus. Wir müssen diese Kohlenhorizonte in die ältere Eichen-Erlenzeit eingliedern. Aber zur genaueren vorgeschichtlichen Datierung reichen diese Kohlenfunde nicht.

Aus den Untersuchungen E. Neuweilers [18] wissen wir, daß zur Bronzezeit Castanea am Varese-See vorhanden war (Holzstück von

---

[17] 10. Pfahlbaubericht. Mitt. antiquar. Ges. Zürich, **29** 4. Heft 1924 (S. 219). Jahresber. Schweiz. Ges. f. Urgesch. **10** 1917 (S. 21), **13** 1922 (S. 43).

[18] E. Neuweiler, Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **50** 1905 (23–134).

Isolino). Auch von anderen Orten der Poebene wird sie in der Bronzezeit angegeben (vielleicht sogar neolithisch?: Monatesee bei Varese). Nördlich der Alpen wurde von Neuweiler[19] im bronzezeitlichen Pfahlbau Vinelz am Bielersee ein Holzstück als Castanea bestimmt, und im Lac de Bourget in Hochsavoyen fand der gleiche Forscher Fruchtschalen der Kastanie[18]. Auch der Nußbaum war nach Neuweiler zur Bronzezeit und vielleicht bereits zur jüngeren Steinzeit am Südrande der Alpen vorhanden (Mercurago, Peschiera), und aus zwei neolithischen Pfahlbauten am Bodensee (Wangen und Arbon) hat Neuweiler Schalen der Baumnüsse bestimmt. Auffallenderweise erwähnt aber Andersson in seinen Moorstudien am südlichen Alpenrand weder Edelkastanie noch Nußbaum, auch nicht vom bronzezeitlichen Pfahlbau Polada (s. S. 57).

Wenn wir aus diesen dürftigen und zum großen Teil ungenauen Angaben einen Schluß ziehen wollen, ist es der, daß wir seit dem Anfange der Quercus-Alnuszeit Spuren des Menschen finden (Magdalénien?), und daß die Bronzezeit vermutlich in den Beginn der Castanea-Juglanszeit einzusetzen ist. Der Südrand der Alpen war schon im Neolithikum besiedelt und in der Bronzezeit auch mit Dörfern, die auf dem festen Lande stunden. Es ist einleuchtend, daß in dieser Zeit die leicht zu handhabende Kultur der Baumnuß und der edlen Kastanie, falls diese Früchte bekannt waren, einen Aufschwung nehmen mußte und daß die Erle als Folge der sich ausbreitenden Bodenkultivierung einen ausgesprochenen Rückgang erlitt. Aber leider sind das nur mehr oder weniger begründete Vermutungen. Durch einige zweckmäßig angelegte Untersuchungen in Pfahlbaustationen Oberitaliens sollte es jedoch möglich sein, das Waldbild des Neolithikums und der Bronzezeit sicher festzulegen.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Im südlichen Tessin (Sottoceneri) wurden in Torfen und Seeablagerungen am Origliosee, am Muzzanersee, bei Fornaci (Val Scairolo), Astano, Sessa und Coldrerio Bohrungen ausgeführt und die Proben pollenstatistisch ausgewertet. Es ergab sich folgendes Bild der Waldentwicklung:

---

[19] E. Neuweiler, Untersuchungen über die Verbreitung prähistorischer Hölzer in der Schweiz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **55** 1910 (156–202).

Alle Untersuchungsstellen lagen zur Zeit des Hochstandes der Würmeiszeit unter dem Eise begraben. Sie wurden zur Zeit der älteren Rückzugsstadien vom Eise befreit, zuerst Coldrerio, zuletzt wahrscheinlich Origlio. Der waldfreie Zustand dauerte längere Zeit an. Die Ablagerungen dieser Zeit sind in Form von reinen, blauen Mergeln oder Tonen recht mächtig und konnten meist nicht durchbohrt werden. Rasige Gesellschaften mit viel Artemisia herrschten vor. Schon frühzeitig wanderten Sträucher (Salix, Hippophaë, Alnus viridis) und wahrscheinlich auch Bäume in die Gegend ein, ohne aber Wald zu bilden; denn die Pollenfrequenzen sind sehr gering und die Zahl der Krautpollen ist relativ hoch. Im Baumpollenspektrum dieser Zeit dominiert der Föhrenpollen, vorwiegend aus Pollen von Pinus silvestris bestehend, doch auch Pinus mugo enthaltend. Verhältnismäßig hoch ist der Anteil des Pollens von Abies, Alnus (incana, viridis), Betula, Picea und zum Teil auch von Fagus. Es ist möglich, daß diese Bäume in der Nähe vorgekommen sind, in kleinen Gruppen an besonders begünstigten Standorten. Für Quercus, Ulmus, Tilia, Corylus, deren Pollen in dieser Zeit meist spärlich auftritt und keine geschlossene Kurve bildet, ist anzunehmen, sie seien weiter entfernt gewesen, vielleicht erst jenseits der Poebene. Pollen von Castanea, Ostrya, Juglans findet sich gelegentlich. Auch hier ist Ferntransport anzunehmen, soweit es sich nicht um Verunreinigungen handelt. Die von H. Annaheim geäußerte Ansicht, die gemischten Eichenwälder mit Buxus sempervirens und Rhododendron ponticum, welche die fossilen Floren von Noranco und Paradiso bei Lugano lieferten, seien in die Zeit zu verlegen, da das Ende des Addagletschers bei Lugano stand, wird abgelehnt.

Die Diagramme von Muzzano lassen in diesem Zeitabschnitte eine Schwankung erkennen, während der die wärmeliebenden Gehölze im Anteil am Pollenspektrum etwas zurückgehen, die Pollenfrequenzen leicht absinken und der Anteil der Kräuterpollen etwas zunimmt. Vielleicht ist hier der Einfluß einer von Annaheim festgestellten Gletscherschwankung merkbar, als der Addagletscher, der sich bereits von Lugano zurückgezogen hatte, wieder bis auf die Linie Porza-Sorengo-S. Salvatore-Melide vorstieß.

Die endgültige Bewaldung im Untersuchungsgebiete erfolgte durch Birken und Föhren, wobei die Birken wahrscheinlich zahlenmäßig vorherrschten. Aus der ausgesprochenen Größenzunahme des Föhren-

pollens ist zu schließen, daß Bergföhren sich ausbreiteten und der Waldföhrenanteil vor allem aus größerer Ferne herstammte. In dieser wieder lange dauernden Birken-Föhrenzeit ändert sich der Charakter der Sedimentation. An Stelle der Tone und Mergel wurde Seekreide oder Gyttja abgelagert. Es macht aber den Anschein, als ob der Klimacharakter sich eher verschlechtert habe; denn der Anteil der wärmeliebenden Gehölze am Pollenniederschlag geht zurück, besonders soweit es die Arten anbetrifft, von denen wir das Vorhandensein in der Gegend vor der allgemeinen Bewaldung angenommen haben (Abies, Alnus, Picea).

Das Verhältnis der Föhren- und Birkenpollen während der Föhren-Birkenzeit erleidet beträchtliche Schwankungen. Im mittleren Teile dieser Zeit kommt der Birkenpollen zu einer deutlichen Dominanz, und gegen ihr Ende hin nimmt er nochmals in ausgesprochener Weise zu. Sofern es sich um die Konkurrenz Bergföhre-Birke handelt, könnte die Zunahme der Birke eine Klimaverbesserung andeuten. Dies dürfte sehr wahrscheinlich für den Endabschnitt der Birken-Föhrenzeit mit seinem kleinen Birkengipfel der Fall sein, da hier der Pollen der Waldföhre im Pollenspektrum wieder in ausgesprochener Weise zum Vorherrschen kommt. Der Gang der Bewaldung wäre dann so, daß zuerst während langer Zeit Bergföhre und Birken in wechselnder Mischung herrschten und schließlich, bei vorübergehender Zunahme der Birke, die Waldföhre die Bergföhre verdrängte, als Einleitung zur postglazialen Wärmezeit. Salix tritt auch in diesem Zeitabschnitte nie wesentlich hervor; Hippophaë findet sich zerstreut und verschwindet langsam gegen oben hin. Ebenso nimmt der Artemisiapollen mit dem Einsetzen der Bewaldung sehr ab und kommt nur noch vereinzelt vor.

Die Betula-Pinuszeit wird abgelöst durch eine Quercus-Alnuszeit. Die strauchige Alnus viridis zieht sich ins Gebirge zurück; Alnus glutinosa und incana breiten sich aus, letztere vor allem in höheren Gegenden. Tilia und Ulmus finden sich nur am Anfange dieses Zeitabschnittes und in unbedeutender Menge. Reichlich ist dieser Pollen nur in dem Stretto di Lavena, vermutlich als Einflug aus höher gelegenem Gelände. Eine eigentliche Corylusdominanz oder Coryluszeit ist nicht vorhanden; doch findet sich in einigen Profilen Coryluspollen reichlich, namentlich auch am Übergang von der Birken-Föhrenzeit zu der Eichen-Erlenzeit. Im Diagramm von dem Stretto di Lavena bildet sie sogar einen kleinen Gipfel. Neben der Eiche und der Erle sind anfäng-

lich meist Abies und Fagus reichlich vorhanden, auch Picea nicht selten, wohl alle drei in den höher gelegenen Gegenden. In Sessa fällt in diesen Zeitabschnitt eine Pinusdominanz, und auch in Fornaci ist Pinus zeitweise reichlich vertreten, bis zur Subdominanz. Kleine Pinus silvestris-Bestände erhielten sich also an geeigneten Stellen.

Damals wurde auch das höhere Gebirge vom Walde besiedelt. Vielleicht reicht der Anfang der Quercus-Alnuszeit noch ins ausgehende Magdalénien; der ältere Teil fällt vermutlich in das Mesolithikum, der jüngere in das Neolithikum.

Am Ende der Quercus-Alnuszeit breitet sich Castanea aus. Der zerstreut bis gegen den Grund der Profile hinabreichende Castaneapollen kann von Bäumen herstammen, die in größerer Entfernung von unseren Untersuchungsstellen lebten, von der noch Polleneinwehung möglich war, vielleicht jenseits der Poebene. In das Gebiet wanderte aber die Kastanie jedenfalls erst kurz vor der Ausbreitung ein, die geradezu sprunghaft gewesen sein muß und auf Kosten der Quercus-, Alnus- und vielleicht auch der Fagusbestände erfolgte. Auch Juglans und Ostrya wanderten zur gleichen Zeit ein, und Ostrya breitete sich in den Kalkgebieten aus. Ob klimatische Veränderungen bei diesen Einwanderungen von Bedeutung waren, können wir nicht entscheiden. Groß sind sie jedenfalls nicht gewesen. Aber es ist auch keineswegs sicher, daß der Mensch die neuen Baumarten einführte. Namentlich für Ostrya ist kein Grund dafür einzusehen. Etwas anders ist es mit der plötzlichen Ausbreitung der Kastanie und des Nußbaumes. Da in dieser Zeit bereits eine beträchtliche Besiedelung durch Völker mit höherer Kultur vorhanden war — wir dürfen vermutlich hier die Bronzezeit einsetzen —, so ist anzunehmen, daß dem Menschen an der starken Ausbreitung der Kastanie und des Nußbaumes der Hauptanteil zukam.

Die Castanea-Juglans-Ostryazeit dauert bis in die Gegenwart, mit Schwankungen in den Dominanzen, besonders ausgeprägt in Astano durch Dominanzwechsel von Castanea und Ostrya. Das Auf und Nieder dieser Kurven dürfte die Folge menschlicher Kulturmaßnahmen sein (stärkere oder schwächere Intensivierung der Fruchtbaumkultur und des Niederwaldbetriebes). In den jüngsten Zeiten verschwand der Pollen von Tanne und Buche sozusagen aus dem Pollenspektrum wohl auch durch den Niederwaldbetrieb und die Weidereutungen in den Bergen, in deren Folge die Tanne und die pollen-

statistisch nicht erfaßte Lärche im ganzen Sottoceneri ausgerottet sind. Die Buche hielt sich etwas besser, kommt aber wenig zum Blühen. Der Fichte ging es besser als der Tanne; natürliche Bestände sind zwar von ihr auch kaum mehr erhalten; sie wurde aber da und dort angepflanzt. Auch die Föhre hat sich unter dem Einfluß des Menschen ausgebreitet.