

Überblick über die Waldgeschichte

Objektyp: **Chapter**

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

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

PDF erstellt am: **28.06.2024**

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.

der Pollen von *Tilia* die erste Stelle ein. *Quercus* war verschiedentlich nur mit 1% vertreten und konnte in einer Probe nicht nachgewiesen werden. *Ulmus* 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 *Abies*dominanzen 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 *Abies*wälder 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 austreuten, 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 *Abies*dominanzen in die *Quercus*-*Alnus*zeit fixieren, und die *Abies*dominanz findet in unseren Profilen von Fornaci und Origlio doch wenigstens eine Andeutung im zeitweiligen Anstieg der *Abies*kurve, der vor allem in der älteren *Quercus*-*Alnus*zeit auftritt. Vielleicht lassen die verhältnismäßig hohen *Corylus*- und *Pinus*-werte 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 Origgio 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 Weiden-*dominanz* ließ sich nicht nachweisen; der Pollen von *Salices* erreichte nie mehr als einige Prozente des Baumpollens. Auch *Ericaceen*pollen 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. Blumer⁸ „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 vereinzelt 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. Bettelini² 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. Andererseits 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 wärme-liebender 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 vereinzelt 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 Andersson⁹ 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 Süden des Lago Maggiore). Übereinstimmend stellte er zwei Haupthorizonte fest: unten, in der Gytjtja 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. Andererseits wurde in Polada am Süden des Gardasees der Inhalt einer bronzezeitlichen Pfahlbaustation untersucht, deren Pfähle aus Eichenholz bestanden. Auch hier ist von der Edelkastanie nicht die Rede.

Mit pollenanalytischer Methode hat Paul Keller¹⁰ 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 ($\pm 30\%$). 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 andererseits aber auch nicht auf. In den tiefsten Horizonten des Coldrerio-Profiles 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 zusammensetzt.

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 Bissonne hervor, auf der heute der Eisenbahndamm über den See verläuft. Sie wurde von A. Penck¹¹ 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. Annaheim¹² 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.).