**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)

**Band:** 34 (1958)

**Artikel:** Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten

Radiocarbon - Datierung in der Südschweiz

Autor: Zoller, Heinrich

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-308103

#### Nutzungsbedingungen

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

#### **Conditions d'utilisation**

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 10.12.2025

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

# Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz

Von Heinrich Zoller, Zürich

## **Einleitung**

Pollenanalytische Untersuchungen in der Südschweiz wurden schon von P. Keller (1930) und W. Lüdi (1944) durchgeführt. Sie ergaben einen orientierenden Überblick über die Waldentwicklung auf der Alpensüdseite. Es konnten von Lüdi die folgenden nachwürmeiszeitlichen Abschnitte der Vegetationsentwicklung festgestellt werden: Wald-lose Zeit, Betula-Pinus-Zeit, Quercus-Alnus-Zeit, Castanea-Juglans-Ostrya-Zeit. Die zeitliche Verknüpfung mit geologischen und archäologischen Befunden ist jedoch äußerst schwierig, und eine Parallelisation mit der vorgeschichtlichen Zeitrechnung nördlich der Alpen war ohne Hilfe der C<sub>14</sub>-Methode ausgeschlossen.

Da die Alpensüdseite den glazialen Refugien der Flora bedeutend näher liegt als die Nordalpen oder die Mittelgebirge, schien mir eine solche Verknüpfung mit C<sub>14</sub>-Datierungen an intensiv bearbeiteten Profilen wesentlich <sup>1</sup>. Die bisherigen Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf die tiefgelegenen Ablagerungen im Sottoceneri, so daß ich besonders Moore aus der montan-subalpinen Stufe berücksichtigte, wobei die Bearbeitung des Moores von Pian di Signano bei Sta. Maria ob Grono im unteren Misox abgeschlossen ist. Es wurden zwei Profile analysiert; für das erste entnahm ich die Proben mit dem Kammerbohrer, während ich das zweite durch Ausgraben und Probeentnahme an einer Stichwand gewann.

Hier seien die wichtigsten Ergebnisse des zweiten Profiles als orientierende Mitteilung veröffentlicht, wobei ich aber betone, daß viele Einzelheiten nicht berücksichtigt oder näher begründet werden können. Das betrifft die Darstellung des Profiles (Art der Berechnung, Versuch einer Gliederung der Arten des NBP nach ihrem Verhalten gegenüber den Kultureinflüssen usw.) und ferner eine Anzahl bemerkenswerter Ergebnisse wie der Verlauf der Kulturpollenkurve, das Auftreten seltener Nichtbaumpollen wie Stratiotes und Xanthium spec. usw. Es kann auch nicht das Ziel dieser Mitteilung sein, einen Überblick über die Entstehung des südalpinen Höhenstufenprofils und über die Einwanderung der verschiedenen Vegetationsgürtel zu geben. Diese Probleme sollen später in weiterem Zusammenhang behandelt werden. Dagegen kommen die Ergebnisse zu den folgenden Fragen zur Besprechung:

 $<sup>^1</sup>$  Für die Ausführungen der ersten beiden  $C_{14}$ -Datierungen bin ich Herrn Dr. K. O. Münnich in Heidelberg zu großem Dank verpflichtet.

- 1. Die ersten Parallelisationspunkte mit der mitteleuropäischen Waldgeschichte.
- 2. Die Verknüpfung der letzten stadialen Schwankungen mit der absoluten vorgeschichtlichen Zeitrechnung.
- 3. Die Höhenverbreitung des Eichenmischwaldes und der Hasel im postglazialen Wärmeoptimum.
- 4. Die Einwanderung der Grünerle.
- 5. Die Einwanderung von Edelkastanie, Nußbaum und Hopfenbuche.

## Das rezente Höhenstufenprofil und der rezente Pollenniederschlag im unteren Misox

Aus dem rezenten Pollenniederschlag (vgl. Tab. 1) können wir bei Kenntnis der Vegetationsstufen einige grundsätzliche Schlüsse ziehen, die ich an den Anfang der weiteren Betrachtungen stellen möchte. Die Gliederung der Vegetation ist ungefähr die folgende:

1. collin-montan 300—1000 m Eichen-Kastanienstufe häufigste Bäume: Castanea, Quercus, Betula, Alnus, Juglans.

2. hochmontan 1000—1500 m Fichten-Weißtannenstufe häufigste Bäume: Picea, Abies, Larix.

3. subalpin 1500—1900 m, darüber alpine Rasen Fichten-Lärchenstufe häufigste Bäume: Picea, Alnus viridis, Larix, Abies.

Das Moor liegt in 1450 m und, wie zu erwarten, erreicht in allen Proben Picea weitaus die höchsten Werte. Mit großem Abstand folgen Pinus und Alnus, die beide ähnliche Pollenprozente aufweisen. Auch für Alnus läßt sich eine große Übereinstimmung mit der tatsächlichen Häufigkeit feststellen. Zum größten Teil handelt es sich um Alnus viridis, der neben Picea die größten Flächen der subalpinen Stufe bedeckt. Relativ hohe Werte weist die im Gebiet seltene Kiefer auf. Sie lassen sich aber auf das Vorkommen alter Exemplare von Pinus silvestris in der unmittelbaren Umgebung des Moores zurückführen. Es folgen Betula und Abies. Erstere ist in den randlichen Teilen des Moores verbreitet, letztere scheint im Vergleich zu ihrer Häufigkeit unterrepräsentiert, ist aber noch häufiger als Quercus oder Castanea. Larix ist leider wie in vielen Pollendiagrammen stark unterrepräsentiert.

H. Rempe (1937) hat festgestellt, daß durch Aufwinde große Pollenmengen in sehr hohe Luftschichten gelangen, und daß die größte Pollendichte in der Luft oft erst in mehreren hundert Metern über der Erd-

Tab. 1. Die pollenstatistische Auszählung rezenter Proben bei Pian di Signano.

					16	1955										1956	<b>'</b> C			
Probenummer	-		61		80	4		5		9	-		61		80	4		2	9	
Larix	-		2	+		+	1		-		2		_	61		61	+		2	
Picea	38	4	0.	35		31	50		43		32	u,	90	30	•	27	45		<b>1</b> 0	
Abies	9		4	7		7	αC		<b>∞</b>		5		4	5	٠	9	5		4	
Pinus	14		0	11		12	<b>∞</b>		Ξ		20		<b>∞</b>	16		15	10		14	
EMW	4		5	5		9	80		80		4		9	5			4		4	
Quercus		90	93		90		89	96		95		98	93	80	95	Ο,	90	96	94	
Tilia		×.	•		-		•	***		٠		-		2				٠	•	
Ulmus		01	-		61		•	-		ě		80			37.67		_	-	-	
Acer		٠	•				•	300		٠		•			•			•	-	2011110
Carpinus		8	61		80		85	-		-		4	4	#	-		80	-	-	Accessory.
Ostrya		50	4	000	4		<b>∞</b>	6		4		9			4		9			
Castanea	80						61		8		4		4			9	80		80	
Juglans	-			_			_		+				1			_	+		+	
C+J in % EMW	_	101	162		120	=	104	95		70		131	83	80	90	14	140	81	95	
Fagus	-			-			+		+				80			7	-			
Alnus	19			18			16		15				<b>∞</b>			20	16			
Alnus vir.		91					85			78		70	7			•	11	9/	80	
A. glut. + inc.		24								22		30	61			01	53	24		_
Betula	6			=			10		12		7		7			6	10			
Corylus	4		5	9					50				2			7	9			
Cor. in % EMW	_	801	102		123		97	203		125		101	6	0		13	37	135	85	٠.
BP in % total		52	57		50	1000	20	69		99		47	20	0	49	,	91	65	61	
NBP in % total		48	43		50		20	31		34		53	50	0	51	~,	46	35	39	•

Genaue Bezeichnung der Proben: 1 und 2 Mooroberfläche, Sphagneto-Callunetum, 3 und 4 Mooroberfläche, Trichophoretum, 5 Hylocomieto-Piceetum, 6 Sphagneto-Piceetum. — Von jeder Probe wurden 1000 Baumpollen gezählt. Für jede Probe ergeben die Werte in der ersten Kolonne (Baumpollen + Corylus) 100%. In der zweiten Kolonne jeder Probe sind die folgenden Werte zusammengestellt: Das Verhältnis der einzelnen Komponenten des Eichenmischwaldes, wobei EMW = 100%; Castanea + Juglans in % EMW; das Verhältnis von Alnus viridis zu den beiden andern Alnus-Arten, wobei Alnus = 100%; Corylus in % EMW; das Verhältnis der Baumpollen (BP) zu den Nichtbaumpollen (NBP) berechnet aus der Gesamtpollensumme, wobei diese = 100%; +=Werte von 0—1%.

oberfläche auftritt. Es war deshalb eine starke Verfrachtung von Pollen aus der Eichen-Kastanienstufe zu erwarten. Betrachten wir die Proben 1—4 (offenes Moor), so ergeben sich für die Gesamtsumme von Castanea, Juglans, EMW und Corylus in beiden Jahren relativ niedrige Werte und eine große Konstanz. Erst beim Übergang in den geschlossenen Fichtenwald (Proben 5 und 6) ergeben sich Schwankungen, doch sind die betreffenden Werte noch geringer. Die Ergebnisse bestätigen deshalb die schon von M. Welten (1952) ausgesprochene, grundsätzliche Feststellung, daß der Ferntransport in Gebirgsgegenden die Pollenproduktion in einer bestimmten Höhenlage nur schwach bis mäßig, nie aber stark oder bis zur Unkenntlichkeit modifiziert.

Andererseits sind die verfrachteten Pollen so häufig, daß die wichtigsten Ereignisse der tieferen Lagen ebenfalls nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse ermöglichen deshalb folgende, für die Probleme 3 und 5 wichtige Überlegung: Die große Konstanz der rezenten Pollenwerte von Arten, deren Verbreitungsgrenze mit der Obergrenze der Eichen-Kastanienstufe zusammenfällt, zeigt, daß in einer bestimmten Meereshöhe eine bestimmte Menge Pollen aus tieferen Vegetationsstufe nniedergeschlagen wird. Im Falle von Pian die Signano in ca. 1500 m Meereshöhe und 500 m über der Laubwaldgrenze beträgt der Prozentsatz von Pollen aus der tieferen Vegetationsstufe ± 15% (Schwankung bei je 6 Proben aus zwei verschiedenen Jahren 10—19%). Einer Schwankung von mehr als 10% entspricht wohl eine deutliche Verschiebung der entsprechenden Höhengrenze.

Die Interpretation des Pollendiagrammes (vgl. Tafel bei S. 176)

1. Die ersten Parallelisationspunkte mit der mitteleuropäischen Waldgeschichte.

Der untere  $C_{14}$ -Fixpunkt mit Abies-Holz in 210 cm ergab  $\pm$  5000 v. Chr. Er beweist, daß die ungestörten Ablagerungen in Pian die Signano erst an der Wende Boreal/Atlantikum beginnen. Für die Parallelisation mit der mitteleuropäischen Waldgeschichte besonders wichtig ist die  $C_{14}$ -Datierung mit Betula-Holz in 140 cm mit  $\pm$  3500 v. Chr. (vgl. das nebenstehende Schema Tab. 2).

Im Profil finden wir in 125—120 cm einen ausgesprochenen Wechsel, der von einer älteren Abies-Pinus-Zeit zu einer jüngeren Picea-Abies-Zeit führt. Damit verbunden sind der Rückgang von Pinus cembra (im Profil wegen der nur ungefähren Bestimmungsmöglichkeit des Arvenpollens nicht eingezeichnet), der Beginn der zusammenhängenden Fagus-Kurve und der kräftige Grünerlenanstieg. Gleichzeitig mit der Ablösung der Weißtanne durch die Fichte

setzt eine Verheid ung im Unterwuchs der Wälder ein, welche sich im Profil durch eine deutliche Zunahme der Ericaceenpollen und andererseits durch eine beträchtliche Abnahme der Graspollen ausdrückt. Auch das simultane Verschwinden von Pollen, die Arten der Hochstaudenfluren und Krautvegetation mineralreicher Böden angehören

Tab. 2

		getationsentwic und der mitte				. Verknüpfung m	nit den nord-
Mitteleuropäische Zeitabschnitte n. Firbas 1949 absolute Zeit	Atlanticur 500	n (Mittlere \ . VI 00 ·	Wārmezeit 4000		3000	2000	<u>. v.a</u>
Unteres Misox (Südalpen) collin-montan	Tilia und Ulmus häufig, Pinus - Tilia und Ulmus selten, später Zunahme						
hochmontan- subalpin	Zeiten mit Zeiten Pinus	n Abies-Pinus= / Pinus-Betula= cembra hāufig, spārlich	Abies - Pinu: Anstieg vo Rückgang cembra.	s = Zeit on Picea, g von Pinus	Pi	cea - Abies = Ze Anstieg von Alnus vi minanz. Geschlossene Pinus cembra spärlic	ridis, zeitweise Do Kurve von Fagus.
Berner-Alpen (nach M.Welten) collin-montan	Eichen	mischwald = Ze	eit		Abies – Fa	gus = Zeit	
hochmontan- subalpin	Eichen- mischwald= Zeit Gegen Wald- grenze Cory- lus und Pinus	Abies = Zeit Jn höheren La zunächst noch lus und EMW Waldgrenze Pfi	gen Cory- gegen	s = Zeit	Pio	ea-Abies = Z Anstieg von Alnus vir	eit idis

wie Polygonum bistorta, Geranium, Heracleum, Pulmonaria, Valeriana, Knautia usw. erscheint als deutlicher Hinweis auf solche Vorgänge.

Nach der Lage zum nächsten C<sub>14</sub>-Fixpunkt muß diese tiefgreifende Veränderung der südalpinen Wälder auf ± 3200 v. Chr. angesetzt werden. Die regionalklimatischen Gründe dieser Erscheinung beweist am besten der Vergleich mit dem Höhen-Zeit-Diagramm aus den Berner Alpen, das von M. Welten an der Tagung vorgelegt worden ist. Ein kurzer Auszug wurde in Tab. 2 eingetragen und zeigt den Beginn der Abies-Dominanz in den mittleren Gebirgslagen des Simmentales bei ± 5000 v. Chr. Die Datierung unseres Abies-Holzes in 210 cm ergab den gleichen Zeitpunkt, doch ist nach unserem Diagramm Abies im unteren Misox noch früher eingewandert, schätzungsweise zwischen 6000 und 5500 v. Chr., d. h. an der Wende Boreal/Atlantikum. Das Abies-Maximum findet sich sowohl in Pian die Signano als auch im Simmental zwischen 4000 und 3000 v. Chr. Zwischen 3500 und 3000 v. Chr. vollziehen sich nach Welten Wandlungen der Wälder, die den im unteren Misox festgestellten Veränderungen völlig parallel laufen. Abies wird von Picea verdrängt, Rückgang und Verschwinden von Pinus cembra, Bildung eines Alnus viridis-Gürtels in der Nähe der

Waldgrenze, Einwanderung und erste Gipfel von Fagus in der collinmontanen Region. Demnach bringt der jüngere Teil des Atlantikum (Zone VII), tief greifende Änderungen in den Nord- und Südalpen, und an Stelle ausgedehnter Abies-Wälder und eines noch wohl ausgebildeten Pinus cembra-Gürtels ist das Subboreal (Zone VIII) gekennzeichnet durch die Vorherrschaft der Fichte und durch ausgedehnte Grünerlen-Gebüsche.

Aus dem Profil können wir zuverlässig ablesen, daß der Wechsel mitten in die lange und ziemlich homogene Quercus-Alnus-Zeit der Tieflagen fällt, eine für die insubrische Vegetationsgeschichte entscheidende Tatsache. Unsere C<sub>14</sub>-Datierungen beweisen, daß die Quercus-Alnus-Zeit, wie schon Lüdi (1944) vermutet, mehrere Abschnitte des mitteleuropäischen Postglazials umfaßt, sicher Teile von Zone VI und die Zonen VII und VIII. Durch Auszählung des EMW auf mindestens hundert Pollen ergibt sich aber deutlich ein älterer Teil mit hohen Anteilen von Tilia und Ulmus, der ungefähr bis 4000 v. Chr. gedauert hat. Im jüngeren Abschnitt nach 4000 v. Chr. gewinnt Quercus endlich die Oberhand, was gut mit der Abgrenzung der Zonen VI und VII in Mitteleuropa übereinstimmt.

2. Die Verknüpfung der letzten stadialen Schwankungen mit der absoluten vorgeschichtlichen Zeitrechnung.

Aus der C<sub>14</sub>-Datierung in 210 cm Tiefe ergibt sich der Nachweis beträchtlicher Klimaschwankungen bis zum Beginn der mittleren Wärmezeit (Zone VI). Als Auswirkungen treten ausgeprägte Kieferndominanzen auf. Die starke Zunahme der NBP- und Weidenpollen und die vermehrte Einschwemmung von Sand beweisen sogar vorübergehende Senkungen der Waldgrenze bis in die Höhenlage des Moores. Daß es sich hier nicht um lokale Ereignisse in der nähern Umgebung des Moores handelt, zeigt der Vergleich mit dem Brandhorizont in 165 cm, dem ein scharfer Alnus-Gipfel entspricht, und mit dem Birkenbruchtorf in 145—125 cm, der von einem deutlichen Anstieg von Betula begleitet wird. Dabei ändert sich die Zusammensetzung der übrigen Pollenarten nur unwesentlich. Im Falle der Pinus-Gipfel sinkt dagegen Abies jedesmal von fast 40% auf weniger als 2% ab, was eine weitgehende Verdrängung der Art aus der weiteren Umgebung des unteren Misox bedeutet.

Die Krautvegetation weicht von der spätglazialen ab. An Stelle der dominierenden Artemisien, Cyperaceen und Gramineen, sind hier die Compositen-Ligulifloren am häufigsten und Helianthemum ist nur spärlich vertreten. Hippophaë fehlt völlig, dagegen tritt als charakteristischer Zeiger für offene Vegetation noch Ephedra auf (vgl. hiezu Welten 1957<sup>2</sup>). Daß derartige, wärmezeitliche Senkungen der Waldgrenze sich im Alpengebiet bei weiteren Untersuchungen über große Räume hin verfolgen und vielleicht sogar parallelisieren lassen, zeigt der Vergleich mit dem Höhen-Zeit-Diagramm von Welten aus den Walliseralpen, wo synchron mit den Schwankungen von Pian di Signano beträchtliche Depressionen der Waldgrenze eingezeichnet sind, ohne daß allerdings in den mir zugänglichen Diagrammen die betreffenden Phänomene so scharf hervortreten. Ob es sich hiebei um Schwankungen handelt, die mit dem jüngsten, nach dem Finiglazial auftretenden Daunstadium der Waldgrenze im Gebiet von Pian di Signano von 300 bis 400 m würde mit der für das Daunstadium errechneten Schneegrenzendepression von 300 m gut übereinstimmen.

3. Die Höhenverbreitung des Eichenmischwaldes und der Hasel im postglazialen Wärmeoptimum.

Eine beträchtliche Verschiebung der Höhengrenzen thermophiler Laubgehölze im Atlantikum nach oben ist für die Nordalpen und ganz Mitteleuropa unbestritten. Zunächst sei hervorgehoben, daß unter den zahlreichen Holzfunden von Pian di Signano (vgl. Diagramm, Kolonne: Hölzer) die Edellaubhölzer und die Hasel völlig fehlen, was mit dem stets relativ geringen Pollenniederschlag dieser Arten durchaus übereinstimmt. Wir können deshalb aus dem Vergleich mit den rezenten Pollenspektren schließen, daß der Eichenmischwald im unteren Misox nie in wesentlich größere Höhen gereicht hat als heute. Zählt man die Pollenprozente der betreffenden Arten für die verschiedenen Perioden zusammen, wobei in den jüngsten auch Castanea und Juglans mitgerechnet werden müssen, da sie sich auf Kosten des EMW ausgebreitet haben, so erhält man für die Jetztzeit, frühes Subatlantikum, Subboreal und jüngeres Atlantikum immer die gleichen

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Daß es sich hier um mehrmals wiederkehrende Phänomene handelt, ist stratigraphisch eindeutig bewiesen. Trotz aller Ähnlichkeit ist die letzte Kiefernperiode von der mittleren verschieden. Während ihrer ganzen Dauer erreichen die Cruciferenpollen eine viel größere Häufigkeit. Mitten in ihrem Ablauf findet sich ein scharfer Rückgang der NBP verbunden mit einem Abfall der Salix-Pollen und einem gleichzeitigen Gipfel der Pteridophyten. Diese Einzelheiten fehlen der mittleren Kiefernschwankung. Wichtig ist der Vergleich mit dem Kammerbohrerprofil. Die Bohrung blieb in 212 cm am Ende der mittleren Kiefernperiode stecken. Es folgt von 210—200 cm Gyttja und die zweite Abies-Schwankung, und darauf sandige Gyttja und die letzte Kieferndominanz von 200—175 cm mit einem kleinen Abies-Gipfel in 190 cm, der mit einer Abnahme der NBP verbunden ist. Eine so große Übereinstimmung zwischen zwei verschiedenen Profilen ist nur bei ungestörter Lagerung möglich.

Werte. Die Schwankungen überschreiten die im rezenten Pollenniederschlag festgestellten Prozente nur selten und unbedeutend, so daß wir auch im Atlantikum (Zone VII) mit einer Obergrenze der mesothermen Laubmischwälder in ± 1000 m rechnen müssen. Diese Feststellung ist überraschend, da man am Alpensüdhang eine besonders starke Ausbreitung von EMW und Corylus erwarten würde. Die Gründe, die eine solche verhindert haben, können im Rahmen dieser Mitteilung nicht erörtert werden.

Dagegen erscheinen Senkungen der Höhengrenze im Zusammenhang mit den Klimarückschlägen während der älteren Quercus-Alnus-Zeitin Zone VI. Aus den Diagrammen von Lüdizu schließen, machen sie sich in den Lagen unter 450 m kaum bemerkbar, da nach Beginn der Quercus-Alnus-Zeit nirgends eine entsprechende Erhöhung der NBP-Werte auftritt. Es bleibt aber zu untersuchen, ob nicht die Pinus-Dominanz in Sessa in die ältere Quer-cus-Alnus-Zeit fällt, und mit den Schwankungen in der montan-subalpinen Stufe parallelisiert werden kann. Da Lüdi gerade von Sessa höhere Linden- und Ulmenprozente angibt, ist dies nicht unwahrscheinlich.

## 4. Die Einwanderung der Grünerle.

G. E. ERDTMAN (1936) hat gezeigt, daß die Unterscheidung von Alnus viridis außer durch die Pollengröße noch durch morphologische, auch bei mäßigem Erhaltungszustand erkennbare Merkmale möglich ist. Das erlaubte die Aufzeichnung einer genauen Kurve, die folgende Aussagen ermöglicht: Im ganzen Atlantikum vermögen die äußerst spärlichen, sicheren Körner von Alnus viridis das Gedeihen der Art in der weiteren Umgebung des Moores nicht zu beweisen. Gegen das Ende von Zone VII erfolgt ein kräftiger Anstieg, und im Subboreal (Zone VIII) gelangt die Grünerle zeitweise zur Dominanz. Die gleichzeitige, wohl regionale Ausbreitung von Alnus viridis und Picea stellt auch Welten (1952 und 1957) gegen das Ende von Zone VII fest. Dieser Befund ist für die Abgrenzung von Fichten- und Lärchen-Arvengürtel äußerst wichtig. Während die sibirische Rasse von Alnus viridis sich in Nordosteuropa streng an die Grenzen der Lärchen-Arven-Taiga hält (vgl. A. Kalela 1943), hat sich die isolierte, alpine Sippe aus diesem Gürtel losgelöst, und zeigt in der Nacheiszeit ein reziprokes Verhalten gegenüber *Pinus cembra* und eine Einwanderung, die mindestens teilweise mit Picea übereinstimmt.

## 5. Die Einwanderung von Edelkastanie, Nußbaum und Hopfenbuche.

Die Verbreitungsgeschichte der ersteren Bäume hängt eng mit der Besiedlung der insubrischen Schweiz zusammen. Für die Edelkastanie nimmt Engler (1901) die Einführung durch die Römer an. Bettelini (1904) glaubt dagegen an die Spontaneität am Alpensüdhang, und neuerdings zieht Rubner (1953) die Nordgrenze durch die Südschweiz, während er natürliche Vorkommen von Juglans nur aus dem Balkan nennt. Die bisherigen Pollendiagramme bringen keine eindeutige Lösung. Sie beweisen zwar, daß die heutige Massenverbreitung anthropogen bedingt ist, enthalten aber auch in den tieferen und tiefsten Schichten mehr oder weniger reichlich Castanea- und Juglans-Pollen. Längere Überlegungen führen Lüdi zur Annahme, diese Einwanderung als natürliche Erscheinung und nicht als Einführung durch den Menschen zu betrachten.

Die Untersuchungen in Pian di Signano liefern jedoch mehrere Befunde, die darauf hinweisen, daß *Castanea* und *Juglans* wenigstens im unteren Misox anthropochor sind. Folgende Argumente sind für die Beweisführung ausschlaggebend:

- a) Der gleichzeitige, explosionsartige Anstieg der Pollenkurven beider Arten im Subatlantikum;
- b) das vollständige Fehlen von Pollen beider Arten im ausgegrabenen Profil von 45 cm an abwärts und unter ca. 50 000 in den tieferen Schichten gezählter Baumpollen;
- c) das Auftreten absoluter Kulturzeiger wie Getreide, Caucalis, Centaurea cyanus vor dem Beginn der Castanea- und Juglans-Kurven.

Da sich in den Mooren von Dalpe und Gribbio in der Leventina die gleichen Verhältnisse ergeben haben, scheint eine ursprüngliche Einwanderung von Castanea und Juglans in den alpennahen Teilen des Sopraceneri sehr unwahrscheinlich. Für eine vollständige Beweisführung sind noch weitere Untersuchungen aus tiefen Lagen nötig. Anders verhält sich dagegen Ostrya. Machen schon die disjunkten Vorkommen in Nordtirol (Innsbruck) die wärmezeitliche Einwanderung sehr wahrscheinlich, so ist sie auch in unserem Profil schon im Atlantikum regelmäßig vorhanden underreichtim Subboreal wesentlich höhere Werte als in der Jetztzeit.

Eine letzte Frage bildet der Zeitpunkt der Einwanderung von Castanea und Juglans. In welcher frühgeschichtlichen Epoche wurden die beiden Bäume eingeführt, in der Bronzezeit, von den Etruskern oder von den Römern? Unser Profil sagt darüber nichts sicheres aus, da sich in 35 cm Tiefe ein typischer Regressionshorizont befindet (Einlagerung von mineralischen Bestandteilen, Massenausbreitung von Lycopodium inundatum). Es sind deshalb größere Teile der subatlantischen Vegetationsentwicklung ausgefallen; während die obersten Teile mit dem Picea-Anstieg kaum mehr als die letzten 300 Jahre umfassen (Zea-

Pollen in 20 cm), sind die Teile unter 35 cm wahrscheinlich wesentlich älter. Eine interessante Tatsache verdient aber Erwähnung: Der Castanea-Gipfel in 37,5 cm Tiefe. Dieser Anstieg findet sich in größerer Ausdehnung auch in dem vollständigeren Profil von Dalpe. In beiden Fällen ist dieser Gipfel verbunden mit einer auffallenden Häufigkeit von Vitis (bis über 1 % der Baumpollen). Der Anstieg der Pollenmenge von Castanea gegenüber dem rezenten Spektrum beträgt 10 % und mehr, so daß eine größere Höhenverbreitung der Kastanien- und Weinbaukultur in einer frühen Siedlungsperiode kurz nach der Einführung von Castanea sehr wahrscheinlich ist.

### Literatur

- Bettelini, A., 1904: La flora legnosa del Sottoceneri. Diss. Univ. Zurigo, Bellinzona.
- Engler, A., 1901: Über Verbreitung, Standortsansprüche und Geschichte der Castanea vesca mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 11.
- ERDTMAN, G. E., 1936: New methods in pollen analysis. Svensk Bot. Tidskr. 30. H. 2.
- FIRBAS, F., 1949: Waldgeschichte Mitteleuropas. Jena.
- Kalela, A., 1943: Die Ostgrenze Fennoskandiens in pflanzengeographischer Beziehung. Veröff. Geob. Inst. Rübel 20, Zürich.
- Keller, P., 1930: Die postglaziale Waldgeschichte des südlichen Tessin. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 75.
- Lüdi, W., 1944: Die Waldgeschichte des südlichen Tessin seit dem Rückzug der Gletscher. Ber. Geob. Forsch. Inst. Rübel 1943 Zürich.
- Rempe, H., 1937: Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubs durch die Luftströmungen. Planta 27.
- Rubner, K., 1953: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Berlin. Welten, M., 1952: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. Veröff. Geob. Inst. Rübel 26, Zürich.
  - 1957: Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von Ephedra am nordwestlichen Alpenrand. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 67.
  - 1957: Vervielfältigte Diagramme zur Vegetationsgeschichte der Berner- und Walliser-Alpen. 4. internationale Tagung der Quartärbotaniker.

Diskussion. H. Gams: Auch im Südtirol (Dalla Fior, Sarnthein, Lona) vielfach frühere Abies-Maxima, erste wohl schon Alleröd. Im Misoxer Profil wahrscheinlich subatlantischer Moorausbruch mit Maximum von Lycopodium inundatum. — M. Welten: Uebereinstimmung mit meinen Ergebnissen zeitlich und in bezug auf Klimaschwankungen ausgezeichnet. — K. Faegri: Hat sich der Vortragende vergewissert, daß die Wiederholung des Pinus-Gipfels im unteren Teile des Diagrammes nicht auf Rutschungen im Sediment verursachte Störungen zurückgeht? — H. Zoller: Die Wiederholung des Pinus-Gipfels findet sich auch in einem zweiten Profil des gleichen Moores. Eine entsprechende, dreiteilige Klimaschwankung konnte ferner bei Dalpe in der benachbarten Leventina festgestellt werden.



