Zeitschrift: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern

Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern

Band: 53 (1977)

Artikel: Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Seelandes

Autor: Wegmüller, Samuel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-960298

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.07.2025

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

Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Seelandes

Samuel Wegmüller[1]

1. Einleitung

Blicken wir von einer Anhöhe des Juras auf das Seeland hinunter, bietet sich uns ein Bild eines reichen Vegetationsmosaiks: Grosse Flächen intensiver landwirtschaftlicher Kulturen wechseln mit Laubmischwäldern und Forsten, längs der Altwasserläufe der Zihl und der Alten Aare erstrecken sich Auenwälder, während die Seeufer stellenweise bald von breiten, dann wiederum von schmälern Verlandungsgürteln gesäumt werden. Besonders kontrastreich ist aber auch der Übergang zu den südexponierten Jurahängen mit den Felsenheiden, dem thermophilen Flaumeichenbusch, den nach oben anschliessenden naturnahen Buchenwäldern und den Weisstannen-Buchenwäldern. Bei diesem Ausblick auf das Seeland mag uns aber auch bewusst werden, wie ungemein stark der Mensch auf die Vegetationsdecke dieser Landschaft eingewirkt und wie tiefgreifend er sie umgestaltet hat.

Die Aufnahme des gegenwärtigen Zustandes der Vegetationsdecke ist Aufgabe der Ökologen. Sie zeigen die Abhängigkeit der Vegetation von den örtlichen Klima- und Bodenverhältnissen auf und gehen den menschlichen Eingriffen der jüngsten Zeit nach. Demgegenüber suchen die Palynologen, die historisch interessierten Botaniker, die Entstehung der Vegetation von der geschichtlichen Seite her zu erklären. In den letzten Jahrzehnten sind über das Gebiet des Seelandes verschiedene auf diesen Problemkreis ausgerichtete Untersuchungen durchgeführt worden. Bevor wir jedoch auf die Ergebnisse dieser Arbeiten eingehen wollen, mag es angezeigt sein, kurz über die Methoden vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen zu orientieren.

2. Palynologische Methoden zur Erforschung der Vegetationsgeschichte

In Seeablagerungen und vor allem auch in Mooren finden sich häufig fossile und subfossile Pflanzenreste. Es handelt sich dabei um Holzstücke, Früchte und Samen, Blattreste und in reichem Masse auch um Pollen und Sporen. Diese sind deshalb erhalten geblieben, weil sie in wässeriger Umgebung abgelagert worden und unter Luftabschluss der Zersetzung durch Pilze und Bakterien entgangen sind.

1 PD Dr. phil. Samuel WEGMÜLLER, Systematisch-geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern

Die in jüngerer Zeit im Gebiet des Seelandes erzielten vegetationsgeschichtlichen Ergebnisse sind allerdings nicht durch Analyse von Makroresten (Holz, Früchte, Samen, Blätter) gewonnen worden, sondern durch die Untersuchung fossilen Pollens. Dies mag durch den Umstand bedingt sein, dass es in unserem Lande gegenwärtig nur wenige Palynologen gibt, die auf das Studium von Makroresten spezialisiert sind, hingegen verschiedene Pollenanalytiker, die sich vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen widmen.

Jedes Jahr werden von den Blütenpflanzen grosse Mengen von Blütenstaub abgegeben. Längst nicht alle Pollenkörner werden auf Narben von Blüten übertragen; grosse Pollenmengen fallen auf die Erde, auf Seen, Tümpel und Moore. Während der auf die Erde abgelagerte Pollen durch natürliche Abbauvorgänge rasch zersetzt wird, sinkt der auf offene Wasserflächen niedergegangene Pollen bald auf den Grund und wird mit weiterem Material sedimentiert. Auf feuchten Mooroberflächen wird der Pollen durch Moose bald eingeschlossen und bleibt ebenfalls erhalten. Seeablagerungen und Moore stellen daher Pollenarchive dar, in die seit Jahrtausenden Pollen eingelagert worden ist.

Aus See- und Moorsedimenten können nun durch Handbohrungen oder durch technische Sondierungen Profile gewonnen werden. Diesen entnimmt man in bestimmten Abständen Sedimentproben von einigen Kubikzentimetern. Im Labor lässt sich anschliessend durch Säure- und Laugebehandlung ein grosser Teil des Sedimentmaterials entfernen, so dass eine an Pollen angereicherte Probe entsteht. Nach Färbung des Pollens und Einschluss in ein Präparat kann die einzelne Probe unter dem Mikroskop analysiert werden. Anhand der Form, der Öffnungsverhältnisse und der Oberflächenbeschaffenheit ist es möglich, die einzelnen Baum- und Strauchpollen bis zur Gattung oder bis zur Art zu bestimmen. Bei Krautpollen gelingt die Bestimmung in vielen Fällen vorläufig nur bis zur Familie oder Gattung, in bestimmten Fällen aber auch schon bis zur Art. Durch Auszählen der einzelnen Präparate stellt man die Anzahl der verschiedenen Pollentypen fest und berechnet nach abgeschlossener Analyse die prozentualen Anteile. Die Analyse einer einzelnen Probe erfordert 2–4 Stunden; zur Analyse eines längern Profils müssen mehrere hundert Stunden aufgewendet werden. Nach Abschluss einer Untersuchung werden die Ergebnisse graphisch in Form eines Pollendiagramms dargestellt.

Die Pollenanalyse hat sich im Verlaufe der letzten sechzig Jahre als aufschlussreiche Methode zum Studium der Vegetationsgeschichte erwiesen. Sie ist allerdings, wie andere Methoden auch, nicht ohne Fehlerquellen. Einmal produzieren nicht alle Pflanzen gleiche Pollenmengen; dies erschwert die Deutung der ermittelten Pollenspektren. Dann wird Pollen windblütiger Arten reichlicher abgelagert als jener insektenblütiger, der gezielt übertragen wird. Schliesslich kann auch Pollen, der ortsfremd ist, durch Ferntransport eingeweht und abgelagert werden. Immerhin haben zahlreiche speziell auf dieses Problem gerichtete Untersuchungen ergeben, dass der weitaus grösste Teil des abgelagerten Pollens aus der Vegetation der nähern Umgebung stammt, die Pollenspektren daher doch ein annähernd zuverlässiges Bild über die Vegetation zur Zeit der Ablagerung vermitteln.

Aufgrund vieler pollenanalytischer Untersuchungen in Nord- und Mitteleuropa war es möglich, die vegetationsgeschichtliche Entwicklung seit dem Abschmelzen der würmeiszeitlichen Gletscher, also seit rund 15'000 v.Chr. bis zur Gegenwart

nachzuweisen. Bei all diesen Untersuchungen hat es sich gezeigt, dass sich zu bestimmten Zeiten bestimmte Vegetationszustände eingestellt haben. Die charakteristische Abfolge dieser Vegetationszustände, die je nach den örtlichen klimatischen Verhältnissen, nach dem Grad der Bodenreifung und auch nach der Einwanderung einzelner Baumarten von Gegend zu Gegend etwas verschieden verlaufen ist, wird als mitteleuropäische Grundsukzession bezeichnet. Verschiedene Autoren haben diese Abfolge aufgrund der charakteristischen Pollenspektren und unter Einbezug weiterer Kriterien gegliedert. Für Mitteleuropa wurde in vielen Arbeiten die von FIRBAS (1949, 1954) vorgeschlagene Gliederung übernommen, welche den gesamten Abfolgekomplex in zehn Pollenzonen (I–X, vgl. Tabelle) unterteilt. Die einzelnen Zonen dieser Gliederung sind heute durch ^{14}C-Altersbestimmungen recht gut datiert, so dass sie zeitlich zuverlässig eingestuft werden können.

3. Pollenanalytische Untersuchungen aus dem Gebiet des Seelandes (vgl. Tabelle)

LÜDI (1935), der nachmalige Direktor des geobotanischen Forschungsinstituts Rübel in Zürich hat als erster im Seeland pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Dies geschah im Rahmen seiner breit angelegten Monographie über das Grosse Moos. Wenn sich auch seine Analysen fast ausschliesslich auf die Baum- und Strauchpollen beschränkten, vermochte er doch die Abfolge der Vegetationszustände vom jüngern Spätglazial bis zur Römerzeit nachzuweisen. Durch die Verknüpfung der pollenanalytischen Befunde mit archäologischen Fundstellen konnte er ebenfalls eine erste zeitliche Zuordnung einzelner vegetationsgeschichtlicher Abschnitte vornehmen. Ihm gelang ferner erstmals die Rekonstruktion der säkularen Seespiegelschwankungen des Neuenburgersees.

MOECKLI (1952) hat durch pollenanalytische Untersuchungen von Sedimenten des Brüggmooses zwei detailliertere Diagramme erarbeitet, die aus dem spätglazialen Bereich mindestens die Abschnitte des Alleröd-Interstadials (II), der Jüngeren Dryaszeit (III) und des Präboreals (IV) aufweisen.

MATTHEY (1958, 1971) untersuchte ein langes Profil aus dem nordöstlich von St. Blaise gelegenen See «Le Loclat», das Pollenspektren vom Ältesten Spätglazial bis zum Beginn des Subatlantikums (IX) umfasst.

Das von HÄNI (1964) erarbeitete Profil vom Lobsigensee stellt gegenwärtig das vollständigste der Region dar, umfasst es doch, von wenigen kleinern Unterbrüchen abgesehen, den gesamten Bereich des Spät- und Postglazials. Es handelt sich ebenfalls um das erste, durch ^{14}C-Altersbestimmungen datierte Profil des Seelandes.

AMMANN-MOSER (1975) befasste sich eingehend mit der Enstehung des Heidenweges im Bielersee. Mit zwölf pollenanalytischen Profilen, die allerdings nicht durch ^{14}C-Altersbestimmungen datiert werden konnten, weil der Gehalt der Seesedimente an organischem Material zu gering war, trug die Autorin zur Klärung der spätglazialen und der jüngern postglazialen vegetationsgeschichtlichen Entwicklung der Region bei. Sie wies ausserdem eine bedeutende Sedimentlücke nach, die ungefähr den Zeitraum von der Jüngern Dryaszeit (III) bis zum Jüngern Atlantikum (VII) umfasst. Durch diese Untersuchungen konnten die bereits von LÜDI (1935)

Tabelle
Übersicht über die spät- und postglaziale Vegetations- und Klimageschichte des Seelandes
(Klimageschichtliche Daten nach FIRBAS (1949), FRENZEL (1967), LANG (1971) und WEGMÜLLER (1966)

Zeit		Zeitabschnitte Pollenzonen	Klima	Vegetationsgeschichte
Gegenwart	Spätglazial	X Jüngeres Subatlantikum	ähnlich wie heute, mit Schwankungen	Fichten-Föhrenforste Mittelalterliche Rodungen Buchenwald mit Tannen, Eichen und Fichten
1000 n.Chr.		IX Älteres Subatlantikum	ähnlich wie heute	Römerzeitliche Rodungen Buchenwald mit Tannen und Eichen Erste Spuren der Hainbuche
800 v.Chr.		VIII Subboreal	wärmer als heute, aber Sommer- und Wintertemperaturen absinkend	Starke Buchenausbreitung Buchen-Tannenwald mit Eichen Erste Fichtenspuren
3000 v.Chr.		VI und VII Atlantikum	Klimaoptimum Sommer 2.5° C, Winter 0.5–1° C wärmer als heute	Einwanderung von Buche und Tanne Eichenmischwald
5500 v.Chr.		V Boreal		Eichen-Ulmen-Lindenmischwald mit Hasel Ausbreitung des Haselstrauches
7000 v.Chr.		IV Präboreal	rasche Erwärmung	Föhren-Birkenwald Erste Spuren wärmeliebender Laubbäume
8300 v.Chr.	Postglazial	III Jüngere Dryaszeit	Sommer 3.5–5° C kälter als heute	Leichte Auflichtung des Föhrenwaldes
8800 v.Chr.		II Alleröd-Interstadial	Sommer ca. 2° C kühler als heute	Föhrenwald
9800 v.Chr.		Ic Ältere Dryaszeit Ib Bölling-Interstadial	rasche Erwärmung	Erste Vorstösse der Föhre Birken-Parktundra Wacholder-Sanddorn-Weiden-Gebüsch
11400 v.Chr.		Ia Älteste Dryaszeit		Wermut-Steppentundra
15000–17000 v.Chr.	Hochglazial		Sommer 8–10° C kälter als heute	

Seespiegelstände nach Lüdi (1935) und Ammann-Moser (1975)	Pollenanalytisch erfasste Zeitabschnitte in Profilen des Seelandes						
	Lüdi (1935) Grosses Moos	Moeckli (1952) Brüggmoos	Matthey (1958, 1971) «Le Loclat»	Häni (1964) Lobsigensee	Ammann-Moser (1975) Heidenweg	Ammann-Moser (1977) Twann	Wegmüller (unpubl.) Pieterlenmoos
1872–1874: 1. Jurage-wässerkorrektion; Absenkung um rund 2 m ansteigend							
ansteigend							
im Verlaufe der Bronzezeit absinkend rasch ansteigend							
langsam ansteigend absinkend							
absinkend							
absinkend							
absinkend							
hoher Stand							
hoher Stand							
hoher Stand							

für das Gebiet des Neuenburgersees erkannten Seespiegelschwankungen auch für das Gebiet des Bielersees bestätigt werden.

Im Rahmen archäologischer Ausgrabungen in Twann untersuchten ferner LIESE–KLEIBER (1977) und AMMANN-MOSER (1977) verschiedene kleinere Profile.

Der Autor dieses Beitrages hat im Jahr 1977 (unpubliziert) ein Profil einer 24 m langen Tiefbohrung, die im Pieterlenmoos ausgeführt worden war, pollenanalytisch untersucht. Es umfasst im obern Teil postglaziale Pollenspektren vom Präboreal bis ungefähr zur Römerzeit. Die darunter liegenden grossen Schichtpakete, die ebenfalls pollenführend sind, dürften würmeiszeitlich sein, doch ist eine genauere zeitliche Zuordnung noch nicht möglich. In diesem Profil ist der spätglaziale Abschnitt nicht erfasst worden.

Aus der Übersichtstabelle geht hervor, dass die umfassendste Information aus dem Pollengehalt von Sedimenten kleinerer Becken («Le Loclat», Lobsigensee), in denen die Verlandungsvorgänge ruhig und kontinuierlich verlaufen sind, gewonnen werden konnte.

4. Grundzüge der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung des Seelandes

Bei der Betrachtung der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung ist davon auszugehen, dass zur Zeit der maximalen Würmvergletscherung das ganze Seeland unter dem Eis des Rhonegletschers gelegen hat. Wann dieser Maximalvorstoss, belegt durch die Endmoränenstände von Walliswil-Wangen, erfolgt ist, wissen wir nicht. Nach Befunden im Gebiet der Inn-Vergletscherung in den Ostalpen begann der Vorstoss um 21'000 v.h. und endete um 15'000 v.h. (FLIRI et al., 1972). FRENZEL (1972) gibt dafür einen Zeitraum von ungefähr 25'000 v.h. bis 17'000 v.h. an. Es gibt aber auch Autoren, die diesen Maximalvorstoss in die Zeit des Frühwürms, etwa um 60'000 v.h. bis 48'000 v.h. legen, so MONTJUVENT (1973) und HANNSS (1973 und 1977 unpubl.). WELTEN (mündl. Mitteilung) äussert sich aufgrund umfassender, pollenanalytischer Untersuchungen an Frühwürm-Stadialen und -Interstadialen in der gleichen Richtung. Nach diesen drei Autoren war der würmzeitliche Vorstoss von 25'000 v.h. bis 17'000 v.h. wesentlich schwächer als der frühwürmzeitliche.

Sicher ist, dass durch dieses tiefgreifende klimatische Ereignis die Wälder in unserem Lande vollständig vernichtet worden sind. Nach FRENZEL (1967) lagen die durchschnittlichen Temperaturen im wärmsten Monat während des Hochglazials um 8°–10° C tiefer als heute. Unter diesen extremen klimatischen Bedingungen dürften von den Bäumen höchstens die Föhren an geschützten unvergletscherten Stellen (Nunatakker) des Juras, des höhern Mittellandes und der Alpen die Eiszeit überdauert haben. Ob dies auch für die Baumbirken zutrifft, ist ungewiss. Wo die klimatisch anspruchsvollern Laubbäume die Eiszeit überdauert haben, wissen wir nicht. Vieles spricht aber dafür, dass die Refugien dieser Bäume weit im Süden, im mediterranen Raum gelegen haben. Nach BEUG (1967) wurde aber auch hier die zonale Verbreitung dieser Gehölze unter der Einwirkung der extremen Klimaun-

gunst vollständig zerschlagen, so dass die Laubbäume nur in kleinen Gruppen an klimatisch günstigen Stellen die Eiszeit zu überdauern vermochten. Von diesen weit entlegenen Refugien aus muss dann im Verlaufe des Spät- und Postglazials ihre Rückwanderung in unser Gebiet erfolgt sein. Nach den oben erwähnten pollenanalytischen Untersuchungen zeichnen sich nun für das Seeland die nachstehend aufgeführten Grundzüge der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung ab.

4.1. Spätglazial

Älteste Dryaszeit (Pollenzone Ia)
Beginn des Eisfreiwerdens bis ca. 11'400 v.Chr.

Nach dem Abschmelzen des Rhonegletschers stellte sich auf den weiten Schotterfluren des Seelandes eine noch sehr offene Pioniervegetation mit Gräsern *(Gramineae),* Riedgräsern *(Cyperaceae),* viel Wermut *(Artemisia),* aber auch mit zahlreichen Korbblütlern *(Compositae),* Doldengewächsen *(Umbelliferae),* Kreuzblütlern *(Cruciferae),* Arten der Hahnenfussgewächse *(Ranunculaceae)* und merkwürdigerweise auch solchen der Gänsefussgewächse *(Chenopodiaceae)* ein. In diesen Pionierstadien fanden sich ebenfalls Arten des Wegerichs *(Plantago),* des Ampfers *(Rumex)* und der Nelkengewächse *(Caryophyllaceae)* sowie Sonnenröschen *(Helianthemum).* Vereinzelt traten auch die seltsamen Zwergsträuchlein der Meerträubchen *(Ephedra)* auf. Es sind dies Steppenpflanzen, von denen eine Art, *Ephedra helvetica,* noch heute an den trockensten, südexponierten Hängen des zentralen Wallis gedeiht.

In dieser noch sehr offenen Wermut-Steppentundra siedelten sich vereinzelt Weiden *(Salix,* wohl Zwergweiden), Wacholder-*(Juniperus)* und Sanddorn-Sträucher *(Hippophaë)* und sicher auch Zwerg-Birken *(Betula nana)* an. Das Artenspektrum dieser Schotterfluren war eigenartig zusammengesetzt. Neben zahlreichen arktisch-alpinen und einigen boreal-subalpinen Arten fanden sich kontinentale Steppenelemente *(Ephedra, Artemisia),* daneben aber auch Arten, deren Verbreitungsschwerpunkt heute im submediterranen Raum liegt *(Helianthemum).*

Das Klima war zu jener Zeit kalt und trocken. Wenn es auch im Verlaufe dieses Zeitabschnittes zu einem Zusammenschluss der offenen Tundrenvegetation kam, waren doch die thermischen Bedingungen noch zu ungünstig, als dass sich Baumwuchs hätte einstellen können.

Bölling-Interstadial s.l. (Pollenzone Ib)
ca. 11'000 v.Chr. – ca. 10'300 v.Chr.

Die späteiszeitliche Wiederbewaldung setzte im Seeland in guter Übereinstimmung mit vielen Befunden, die an zahlreichen Profilen der Schweiz und der angrenzenden Gebiete ermittelt worden sind, mit einer ausgeprägten Strauchphase von Wacholder, Sanddorn und Weiden ein. Diese Strauchstadien wurden bald von den sich kräftig ausbreitenden Baumbirken verdrängt. In allen seeländischen Profilen, die bis

in diese Zeit zurückreichen, ist diese Phase durch einen starken Rückgang des Nichtbaumpollen-Anteils gekennzeichnet. Dies bedeutet, dass die Krautvegetation infolge der Bewaldung zurückgegangen war.

Eine am Lobsigensee (HÄNI 1964) durchgeführte ^{14}C-Altersbestimmung ergab für die Zeit der maximalen Birkenausbreitung eine Zeitstellung von 10'740 ± 240 v.Chr.; es handelt sich dabei um die erste Datierung des böllingzeitlichen Abschnittes in der Schweiz. Durch eine Serie von ^{14}C-Datierungen aus einem Aufschluss im Murifeld bei Bern (WELTEN 1972) wie auch durch einige weitere Datierungen aus den Ostalpen (BORTENSCHLAGER 1976), von Oberschwaben (LANG 1962), Oberbayern (BEUG 1976) und aus Norddeutschland (FIRBAS, MÜLLER und MÜNNICH 1955) ist belegt, dass der Beginn der Wiederbewaldung auf rund 11'400 v.Chr. anzusetzen ist. EICHER und SIEGENTHALER (1976) haben zudem durch Untersuchungen von Sauerstoff-Isotopen aus Seekreiden des Gerzensees und vom Faulenseemoos einen deutlichen Temperaturanstieg für den Beginn dieses Interstadials nachgewiesen. Unter Einwirkung thermisch günstigerer Verhältnisse konnte sich im Verlaufe dieser Phase über weite Gebiete eine lichte Birken-Parktundra einstellen.

Dieses Interstadial wurde nach der Typuslokalität in Jütland, dem Böllingsee, benannt. Der dänische Botaniker und Palynologe IVERSEN hatte diese klimatisch günstigere Phase im Jahre 1942 aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen von Sedimenten dieses Sees erstmals beschrieben. Datierungen haben allerdings später gezeigt, dass die Wiederbewaldung im Norden um einige Jahrhunderte später eingesetzt hat als in Mitteleuropa. Aus diesem Grunde hat man vorläufig das Interstadial zeitlich etwas weiter gefasst und als Bölling-Interstadial sensu lato bezeichnet.

Ältere Dryaszeit (Pollenzone Ic)
ca. 10'300 v.Chr. – ca. 9800 v.Chr.

Der kurze Abschnitt der Ältern Dryaszeit, der in Diagrammen aus Nordeuropa klar abgezeichnet ist, konnte bisher in Profilen aus Mitteleuropa nur an wenigen Stellen eindeutig nachgewiesen werden. Es handelt sich um eine klimatisch leicht rückläufige oder zumindest stagnierende Phase, die sich im Mittelland nicht nachhaltig ausgewirkt hat. Der Abschnitt ist nach AMMANN-MOSER (1975) durch kleinere Föhren-Vorstösse, grössere Schwankungen der Birken-Anteile und durch eine verhältnismässig stärkere Vertretung der Gräser und von Wermut gekennzeichnet.

Alleröd-Interstadial (Pollenzone II)
ca. 9800 v.Chr. – ca. 8800 v.Chr.

Zu Beginn des Interstadials verdrängten die sich rasch ausbreitenden Föhren die Birkenwälder. Im gesamten Gebiet herrschten bald weithin eintönige Föhrenwälder vor. Die Birken dürften nur noch an den Flussufern, im feuchten Uferbereich der Seen und in den periodisch überfluteten Gebieten bestandbildend aufgetreten sein.

In den Alpen lag die Waldgrenze zu jener Zeit in 1500 m, vielleicht sogar in 1700 m Höhe. Obwohl die Temperaturen im Sommer nur um 2°C unter den heutigen gelegen haben, fehlten die klimatisch anspruchsvollern Laubgehölze vollständig; der Grund für ihre recht späte Einwanderung ins Gebiet ist wahrscheinlich in den weit entfernten eiszeitlichen Refugien und den dadurch bedingten langen Zuwanderungswegen zu suchen.

Gegen das Ende des Alleröd-Interstadials trat ein Ereignis ein, das Palynologen, Archäologen und Geologen eine markante Zeitmarke verschaffte. Im Gebiet des am Rande der Eifel gelegenen Laacher-Sees wurden in mehreren Ausbrüchen grosse Mengen vulkanischer Aschen ausgeworfen, von den Winden meist in nordöstlicher Richtung davon getragen und abgelagert. Bei offensichtlich veränderter Windrichtung wurden Vulkanaschen von zwei verschiedenen Auswürfen auch in südlicher Richtung verweht und im Schwarzwald (LANG 1952), im Bodenseegebiet (BERTSCH 1960), in der Ostschweiz (HOFMANN 1963) sowie in der Zentral- und Westschweiz (MARTINI et DURET 1965, WEGMÜLLER und WELTEN 1973) und sogar im Dauphiné (WEGMÜLLER 1977) abgelagert. Die dem Seeland am nächsten liegende Fundstelle ist das nordwestlich von Bern gelegene Lörmoos, in dem Welten (unpubliziert) eine 2 cm dicke Lage des weissen Laacher Bimstuffes nachgewiesen hat. Die Vulkanaschenlagen stellen einen hervorragenden Leithorizont dar, der die Korrelation von Diagrammabschnitten über weite Gebiete erlaubt.

Das Alleröd-Interstadial wurde im Jahre 1901 erstmals vom Botaniker Harz und vom Geologen Milthers in Dänemark beschrieben. Sie hatten in einer nahe der Siedlung Alleröd gelegenen Tongrube eine Schicht organischen Materials entdeckt. Aufgrund ihrer Untersuchungen von Makroresten schlossen sie auf eine klimatisch günstigere Phase des Spätglazials.

Jüngere Dryaszeit (Pollenzone III)
ca. 8800 v.Chr. – ca. 8300 v.Chr.

Durch einen starken klimatischen Rückschlag – die Sommertemperaturen dürften gegenüber heute um 3.5°C bis 5°C tiefer gelegen haben (FIRBAS 1949, LANG 1971) – wurde die weitere Waldentwicklung gehemmt und die Zuwanderung klimatisch anspruchsvoller Laubgehölze verzögert. Im Seeland kam es zufolge dieser Klimaverschlechterung zu einer Auflichtung der Föhrenwälder. Dies wird in den einzelnen Diagrammen durch die Zunahme der Nichtbaumpollen-Werte und insbesondere auch durch das Wiederauftreten von Pollen typischer Vertreter des spätglazialen Spektrums wie Wermut, der Gänsefussgewächse, des Ampfers, der Sonnenröschen, des Meerträubchens, des stärker in Erscheinung tretenden Wacholders und der Weiden sichtbar. In den Alpen und im Jura kam es zu einer Absenkung der Waldgrenze um 300–400 m. Der klimatische Rückschlag der Jüngern Dryaszeit wirkte sich vor allem in den Wäldern der höhern Lagen und besonders auch in jenen niederschlagsreicher kühler Gebiete nachhaltig aus.

In Nordeuropa führte der Stillstand der gewaltigen Inlandeismassen zur Bildung der mittelschwedischen Moränen, in Süd-Finnland zur Aufschüttung der grossen Salpausselkä-Moränen.

Von den spätglazialen Gletscherstadien des alpinen Raums ist nach PATZELT (1972) vorläufig das Egesen-Stadium der Jüngern Dryaszeit zuzuordnen. Ob das Daun-Stadium in die Ältere Dryaszeit zu stellen ist (Patzelt, mündl. Mitteilung) oder ebenfalls der Jüngern Dryaszeit zugeordnet werden muss, sollte durch weitere Untersuchungen geklärt werden.

Zufolge stärkerer Erwärmung gegen das Ende der Jüngern Dryaszeit begannen die alpinen Gletscher abzuschmelzen, wobei sie sich auf neuzeitliche Grössenordnung zurückzogen.

4.2 Postglazial

Präboreal – Vorwärmezeit (Pollenzone IV)
ca. 8300 v.Chr. – ca. 7000 v.Chr.

Thermisch günstigere Verhältnisse führten zur erneuten Ausbreitung der Föhren und Birken. Durch den nunmehr dichtern Waldschluss wurden zahlreiche Krautarten verdrängt, einzelne erloschen endgültig. Im Verlaufe dieses Zeitabschnittes traten im Seeland die ersten wärmeliebenden Laubbäume und Sträucher auf, so Eichen, Ulmen, Erlen, der Haselstrauch sowie vereinzelt auch Linden.

Im stillen Verlandungsbecken des Lobsigensees setzte die Ablagerung organischer Sedimente (Gyttja) ein, was als Anzeichen angestiegener biogener Produktion im See zu deuten ist. Zur gleichen Zeit kam es im Pieterlenmoos bei offensichtlich tiefem Wasserstand bereits zur Bildung von Flachmoortorf.

Im grossen und ganzen herrschten im Präboreal sicher bereits wärmere, aber verhältnismässig trockene klimatische Verhältnisse vor.

Boreal – Frühe Wärmezeit (Pollenzone V)
ca. 7000 v.Chr. – ca. 5500 v.Chr.

Zu Beginn des Boreals breiteten sich Eichen, Ulmen, Linden, Ahorne, Eschen und vor allem auch der Haselstrauch kräftig aus, währenddem die Föhre erheblich zurückging. In der Gegend des Pieterlenmooses scheinen die Linden zu jener Zeit am Jurahang und auf den Molasserücken weit verbreitet gewesen zu sein. Wahrscheinlich war der jüngere Abschnitt des Boreals etwas trockener; denn im Profil aus dem Pieterlenmoos hebt sich ein ausgeprägter erneuter Vorstoss der Föhren ab.

Bemerkenswert sind ferner die zahlreichen Pollenfunde des Efeu *(Hedera)* und die vereinzelten Nachweise des Pollens von Misteln *(Viscum)*. Während die Funde des Efeu-Pollens – sie stammen von der baumkletternden Form – für günstiger gewordene Wintertemperaturen sprechen, belegen jene der Misteln, dass auch die Sommertemperaturen leicht angestiegen waren (IVERSEN 1944). Beide Pflanzen dürfen als Klimaindikatoren betrachtet werden.

Älteres und Jüngeres Atlantikum – Mittlere Wärmezeit (Pollenzonen VI und VII) ca. 5500 v.Chr. – ca. 3000 v.Chr.

Zur Zeit des Klimaoptimums herrschte im Seeland der Eichenmischwald vor. Es ist jene Zeit, in der die wärmeliebenden Laubbäume ihre grösste Entfaltung erlangten. Der Eichenmischwald war, wie dies LANG (1971) in seiner Arbeit über die Wutachschlucht dargelegt hat, sicher nicht einheitlich strukturiert; vielmehr ist an eine ökologische Differenzierung nach Standortsansprüchen der einzelnen Laubbäume zu denken, wie sie sich auch heute noch abzeichnet. Eichen und Linden dürften den warmen Südhang des Juras sowie die trockenern Molasserücken besiedelt haben, während Ulmen, Ahorne und Eschen die luftfeuchtern, nordexponierten Hänge, Bacheinschnitte und die nicht zu stark vernässten Gebiete der Flussauen einnahmen. Am Rande der grossen Überschwemmungsgebiete waren die Erlen sehr stark verbreitet, und die hohen Anteile der Eschen zeigen, dass diese am Aufbau der Auenwälder erheblich beteiligt gewesen sind. Das reichliche Auftreten des Efeu-Pollens sowie das wiederholte Vorkommen jenes der Misteln darf als Zeichen günstiger Temperaturverhältnisse gewertet werden. Die mittlern Julitemperaturen lagen um rund 2.5°C über den heutigen; demgegenüber war die Erhöhung der mittlern Januartemperaturen mit ungefähr 0.5°C – 1°C wesentlich geringer (WEGMÜLLER 1966, LANG 1971).

Im Verlaufe des Jüngern Atlantikums (Pollenzone VII) wanderten Buche und Weisstanne ins Gebiet ein. Nach einer ^{14}C-Datierung des Profils Lobsigensee breiteten sich beide, insbesondere die Buche, in der Zeit von 3300–3000 v.Chr. leicht aus. Die Ausbreitung wurde allerdings durch die Konkurrenz des Eichenmischwaldes noch stark gehemmt.

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen stiess die Weisstanne im Verlaufe des Postglazials von den auf der Apennin-Halbinsel gelegenen Refugien ins Alpengebiet vor. Sie breitete sich im Südtessin bereits um 6800 v.Chr. aus, im Vorderrheintal um 5800 v.Chr., im Säntisgebiet um 5400 v.Chr., im Appenzellerland um 4400 v.Chr. In den Westalpen setzte die Ausbreitung um 5500 v.Chr. ein, im Waadtländer Jura um 3900 v.Chr. und im Neuenburger Jura um 3300 v.Chr. Die Weisstanne dürfte demnach sowohl von Osten wie auch von Westen her ins Mittelland eingewandert sein (Literaturverzeichnis und Karten zur Einwanderung und Ausbreitung der Weisstanne finden sich in WEGMÜLLER 1977). Demgegenüber sind Einwanderung und Ausbreitung der Buche trotz Vorliegen zahlreicher ^{14}C-Daten noch nicht klar erfassbar.

Das Atlantikum bot im Vergleich zu den vorangehenden und nachfolgenden Abschnitten des Postglazials die günstigsten Voraussetzungen zur Entfaltung der Vegetation. Einzelne submediterrane Arten sind wahrscheinlich schon im Boreal eingewandert; die Haupteinwanderung dürfte jedoch im Verlaufe des Atlantikums erfolgt sein. Der heutige Artenreichtum der Felsenheiden und des Flaumeichenbusches am Jurahang geht auf jene Zeit zurück.

Subboreal – Späte Wärmezeit (Pollenzone VIII)
3000 v.Chr. – 800 v.Chr.

Der Übergang des Atlantikums zum Subboreal ist in einer Reihe von Pollendiagrammen der Schweiz und auch in den Diagrammen des Seelandes durch den Rückgang des Eichenmischwaldes, besonders durch den Abfall der Ulmen, dann aber auch durch jenen der Linden und Eschen gekennzeichnet. Dieser Rückgang erfolgte um 3000 v.Chr. oder etwas später. Ob das Zurückweichen des Eichenmischwaldes durch eine erste leichte Klimaverschlechterung bedingt gewesen ist, welche die Ausbreitung der Weisstanne und Buche begünstigt hat oder durch erste grössere menschliche Einflussnahme bewirkt worden ist, kann nicht entschieden werden. Es fällt immerhin auf, dass in den Diagrammen vom Heidenweg (AMMANN-MOSER 1975) gleich nach dem Rückgang der Werte des Eichenmischwaldes die ersten Spuren von Getreide auftreten, erste, wenn auch noch wenig deutliche Zeichen der Besiedlung durch die Neolithiker. Trotz des allgemeinen Rückganges des Eichenmischwaldes vermochte die Eiche ihren Platz noch für lange Zeit zu halten, wenn auch Buche und Tanne mehr und mehr als Konkurrenten hervortraten.

Zu Beginn des Subboreals stieg der Seespiegel nach AMMANN-MOSER (1975) um rund 5m an. Durch die dadurch bedingten enormen Überflutungen wurden grosse Teile der bestehenden Auenwäler vernichtet, aber auch die an die Überschwemmungsgebiete angrenzenden Wälder erfuhren wegen des veränderten Grundwasserspiegels sicher eine tiefgreifende Umgestaltung.

Im Verlaufe der späten Bronzezeit kam es zu einer markanten Ausbreitung der Buche; es ist nicht auszuschliessen, dass durch die menschliche Rodungstätigkeit – die Rodungszeiger treten in den Spektren bereits stärker hervor – das Gleichgewicht innerhalb der Wälder gestört und die Ausbreitung der Buche dadurch begünstigt worden ist. Es ist in diesem Zusammenhang interessant zu verfolgen, wie sich im Verlaufe dieses Zeitabschnittes auch die Fichte erstmals im Seeland anzusiedeln vermochte.

Älteres Subatlantikum – Ältere Nachwärmezeit (Pollenzone IX)
800 v.Chr. – 1000 n.Chr.

Wenn auch die Siedlungszeiger im eisenzeitlichen Abschnitt etwas stärker hervortreten, finden sich in den Pollenspektren keine weitern Hinweise, die auf tiefgreifende Veränderung der Wälder schliessen lassen. Vielmehr blieben die subborealen Waldbestände, die sich unter dem bereits etwas kühler gewordenen Klima herausdifferenziert hatten, über längere Zeit noch stabil.

Die Landnahme zur Römerzeit bildet nach AMMANN-MOSER (1975) in den seeländischen Diagrammen einen markanten Einschnitt. Sie ist durch eine starke Zunahme der Nichtbaumpollen zufolge des Bewaldungsrückgangs, des Getreidepollens sowie des Pollens von Unkräutern gekennzeichnet. Charakteristisch ist ferner die Zunahme der Anteile des Walnussbaumes *(Juglans)*, den die Römer offensichtlich gepflegt haben. Wiederholt konnte auch der Pollen von *Vitis* festgestellt werden, wobei dieser wahrscheinlich nicht von der Wald-Rebe sondern von der

Weinrebe stammt, Zeuge des ersten Rebbaues am Bielersee. Die Römer dürften auch die Edelkastanien *(Castanea sativa)* in der Gegend eingeführt haben; denn der Pollen ist in den römerzeitlichen Spektren ebenfalls festzustellen (AMMANN-MOSER 1977). Erhebliche Anteile des Getreidepollens (Weizen, Roggen) und des Hanfs zeugen von verbreitetem Ackerbau in jener Zeit.

Für die nachrömische Zeit ist kein bedeutender Siedlungsrückgang belegt.

Jüngeres Subatlantikum – Jüngere Nachwärmezeit (Pollenzone X)
ca. 1000 n.Chr. – Gegenwart

Der jüngste Abschnitt der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung zeigt in allen Diagrammen, die über diese Epoche Aufschluss geben, die mittelalterliche Landnahme, die auch im Seeland grosses Ausmass erreichte. Die sehr starke Zunahme der Nichtbaumpollen, insbesondere jene des Getreides und des Hanfs aber auch der kulturbegleitenden Unkrautflora belegt einerseits den starken Rückgang des Waldes und zeugt andererseits vom breit angelegten Ackerbau. Die Eichen vermochten sich über lange Zeit zu halten. Möglicherweise wurden sie aus Gründen der Eichelmast (Schweine!) geschont. Erst im jüngsten Abschnitt zeichnet sich eine Zunahme der Fichten und Föhren ab, möglicherweise eine Folge erster forstwirtschaftlicher Förderung.

5. Rückblick und Ausblick

Die heutige Vegetation des Seelandes ist durch einen Entwicklungsprozess entstanden, der sich über Jahrtausende hingezogen hat. Einwanderung und Ausbreitung der einzelnen Pflanzensippen hingen einerseits von der Entfernung der eiszeitlichen Refugien ab, andererseits aber auch von den klimatischen Bedingungen des Gebietes, dem Grad der Bodenreifung und nicht zuletzt auch von den jeweiligen Konkurrenzverhältnissen der vorherrschenden Vegetation. Aus der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung wird klar ersichtlich, dass die von den Ökologen beschriebenen Pflanzengesellschaften keineswegs als ausgewogene Vegetationseinheiten zu einem bestimmten Zeitpunkt in der seeländischen Landschaft aufgetreten sind; sie haben sich vielmehr in einem langwierigen, komplexen Wechselbezug herausdifferenziert.

Ohne jegliche menschliche Beeinflussung der Vegetation würde noch heute im Seeland ein Wald vorherrschen, dessen Zusammensetzung etwa jener der subborealen oder früh subatlantischen Wälder entspräche. Nur extreme Standorte wie die Felsenheiden von Twann, Biel und Pieterlen sowie die ausgedehnten Sumpf- und Riedflächen der Überschwemmungsgebiete wären waldfrei.

Der Mensch hat nun aber seit 5000 Jahren, vor allem aber seit der Römerzeit mit grossem Einsatz dem Wald die heutigen kultivierten Flächen abgerungen und dadurch tiefgreifende Veränderungen in der Waldvegetation herbeigeführt.

Durch die einschneidenden Flusskorrektionen wurden zudem grosse Flächen trockengelegt und der Landwirtschaft zugeführt. Die ehemals ausgedehnten Auenwälder wurden auf schmale, die Altwasserläufe und Seeufer begleitende Streifen zu-

rückgedrängt, vielerorts aber auch vernichtet. Die Absenkung des Grundwasserspiegels beeinflusste die Vegetation der Seeufer, Altwasserläufe und Giessen stark, so dass zahlreichen Arten die natürlichen Lebensbedingungen entzogen wurden. Der Rückgang der Artenzahl in den Feuchtgebieten ist denn auch gross.

In den letzten Jahrzehnten haben die erheblichen Bemühungen des Naturschutzes zur Erhaltung der Felsenheide und der Feuchtgebiete Erfolge gezeitigt; die wertvollsten stehen heute unter Schutz.

Wir erinnern hier gerne an den grossen Einsatz des im Jahre 1975 verstorbenen Eduard BERGER, Primarlehrer in Biel, später in Schüpfen, der ein hervorragender Kenner der seeländischen und jurassischen Flora gewesen ist. Ihm verdanken wir, neben verschiedenen auf einzelne Gattungen gerichtete Untersuchungen die schöne Monographie über das Meienried (1954). Seine fundierten Gutachten zur Unterschutzstellung einzelner Gebiete hatten Gewicht und wurden beachtet.

Es gilt heute, den Fortbestand der Reservate durch pflegerische Massnahmen zu gewährleisten. Es gilt aber auch, zu jenen Objekten Sorge zu tragen, die vom pollenanalytischen Informationsgehalt her wertvoll sind; denn spätere Generationen werden die vegetations- und klimageschichtliche Information besser auszuschöpfen wissen, als wir es beim heutigen Stand der Methode tun können.

6. Literatur

AMMANN-MOSER, B. 1975: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme der Schweiz *56,* 1–76.

– 1977: Pollenanalytische Untersuchungen in den nachneolithischen Sedimenten der Ufersiedlung Twann. In: Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann, *3.* Staatl. Lehrmittelverlag Bern, 79–85.

BERGER, E. 1954: Das Naturschutzgebiet Meienried im Berner Seeland. Verlag: Biel/Heimatkundekommission, 1–89.

BERTSCH, A. 1960: Über einen Fund von allerödzeitlichem Laacher Bimstuff im westlichen Bodenseegebiet und seine Zuordnung zur Vegetationsentwicklung. Naturwiss. *47,* 167.

BEUG, H.-J. 1967: Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Dtsch. Bot. Ges. *80,* 10, 682–689.

– 1976: Die spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Rosenheimer Sees (Oberbayern). Bot. Jahrb. Syst., *95,* 3, 373–400.

BORTENSCHLAGER, S. 1976: Alpine Late- and Post-Glacial. Proceedings of working session of Commission on Holocene-INQUA (Eurosibirian Subcommission). Geologický ústav Dionýza Stúra v Bratislava, 1977, 123–128.

EICHER, U. und U. SIEGENTHALER, 1976: Palynological and oxygen isotope investigations on Late-Glacial sediment cores from Swiss lakes. Boreas, *5,* 109–117.

FIRBAS, F. 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena, I, 1–480.

– 1954: Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme. Danmarks. Geol. Undersøgelse. II. Raekke, *80,* 12–21.

FIRBAS, F., H. MÜLLER und K.O. MÜNNICH 1955: Das wahrscheinliche Alter der späteiszeitlichen «Bölling»-Klimaschwankung. Naturw. *42,* 509.

FLIRI, F., H. FELBER und H. HILSCHER 1972: Weitere Ergebnisse der Forschung am Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Nordtirol). Zeitschr. f. Gletscherk. u. Glazialgeol. *VIII,* 1–2, 203–213.

FRENZEL, B. 1967: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. Die Wissenschaft (Braunschweig), *129,* 1–296.

– 1972: Einführung. Vegetationsgeschichtliches Symposium, Innsbruck 1971. Ber. Dtsch. Bot. Ges. *85,* 1–4, 1–5.

HANNSS, Ch. 1973: Das Ausmass der würmeiszeitlichen Isèretalvergletscherung im Lichte neuer Datierungen. Eiszeitalter und Gegenwart *23/24*, 100–106
– 1977: Spätpleistozäne bis postglaziale Talverschüttungs- und Vergletscherungsphasen im Bereich des Sillon alpin der französischen Nordalpen. Manuskript, Tübingen, 1–254.
HÄNI, R. 1964: Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. Mitt. Natf. Ges. Bern, N.F. *21*, 75–97.
HARTZ, N. & V. MILTHERS 1901: Det senglaciale Ler i Allerød Teglvaerksgrav. Meddr dansk geol. Foren. *8*, 31–60.
HOFMANN, F. 1963: Spätglaziale Bimsstaublagen des Laachersee-Vulkanismus in schweizerischen Mooren. Eclogae geol. Helv. *56*, 1, 147–164.
IVERSEN, J. 1942: En pollenanalytisk tidsfaestelse af ferkvandslagene ved Nørre Lyngby. Medd. Dansk. Geol. For. København, *10/2*, 130–151.
– 1944: *Viscum, Hedera* und *Ilex* as Climatic Indicatators. Geol. Fören. Förh. Stockholm, *66*, 463–483.
LANG, G. 1952: Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. Flora *139*, 243–294.
– 1962: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalénienstation an der Schussenquelle. Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, *37*, 129–154.
– 1971: Die Vegetationsgeschichte der Wutachschlucht und ihrer Umgebung. Die Wutach, 323–349.
LIESE-KLEIBER, H. 1977: Der pollenanalytische Befund beim Einbaum. In: Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann, *3*. Staatlicher Lehrmittelverlag Bern, 53–60.
LÜDI, W. 1935: Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, *11*, 1–344.
MARTINI, J. et J.-J. DURET 1965: Etude du niveau de cendres volcaniques des sédiments postglaciaires récents des environs de Genève. Arch. Sc. *18*, 3, 563–575.
MATTHEY, F. 1958: Contribution à l'étude de la végétation postglaciaire de l'étage inférieur du canton de Neuchâtel. Bull. Soc. neuchâtel. Sc. nat. *81*, 113–118.
– 1971: Contribution à l'étude de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation dans le Jura central. Mat. pour le levé géobot. de la Suisse *53*, 1–86.
MOECKLI, B.E. 1952: Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsgeschichte der Umgebung von Bern unter besonderer Berücksichtigung der Späteiszeit. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz *32*, 1–62.
MONTJUVENT, G. 1973: La transfluence Durance-Isère. Essai de synthèse du Quaternaire du bassin du Drac (Alpes françaises). Géol. Alp. *49*, 57–118.
PATZELT, G. 1972: Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. Ber. Dtsch. Bot. Ges. *85*, 1–4, 47–57.
WEGMÜLLER, S. 1966: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz *48*, 1–143.
– 1977: Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). Haupt, Bern, 1–185.
WEGMÜLLER, S. und M. WELTEN 1973: Spätglaziale Bimstufflagen des Laacher Vulkanismus in den Gebieten der westlichen Schweiz und der Dauphiné. Eclogae geol. Helv. *66*, 3, 533-541.
WELTEN, M. 1972: Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Ber. Dtsch. Bot. Ges. *85*, 1–4, 69–74.