

**Zeitschrift:** Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich  
**Band:** - (1943)

**Buchbesprechung:** Max Welten : Pollenanalytische, strategigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez

**Autor:** Lüdi, W.

#### 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:** 20.02.2026

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

MAX WELTEN:  
POLLENANALYTISCHE, STRATIGRAPHISCHE UND  
GEOCHRONOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AUS  
DEM FAULENSEEMOOS BEI SPIEZ

Eine Buchbesprechung von *W. Lüdi*

Das Faulenseemoos ist ein kleines, vor zwanzig Jahren trockengelegtes Flachmoor bei Spiez im Berneroberland. Max Welten<sup>1</sup> hat durch zahlreiche Bohrungen, von denen einzelne bis auf 15 m Tiefe vorgetrieben wurden, ein großes Material gesammelt, das er in eingehender und scharfsinniger Weise bearbeitete. Das Studienobjekt erwies sich in verschiedener Hinsicht als außerordentlich günstig. Es ergab zusammenhängende Sedimentationsreihen von der ausgehenden Eiszeit bis in die Gegenwart, und die Untersuchungen hellten nicht nur den innern Bau und die Entstehungsgeschichte des Moores auf, sondern brachten auch neue Ergebnisse zur Waldgeschichte und zur Klimageschichte, besonders der ältesten und jüngsten Zeiten des Postglazial und erlaubten die Aufstellung einer absoluten Chronologie seit dem Rückzuge des eiszeitlichen Gletschers aus der Gegend von Spiez. Die Arbeit, so wie sie vorliegt, ist originell in Methode, Beweisführung und Ergebnissen.

Nach seinen Pollendiagrammen unterscheidet Welten seit dem Rückzuge des Gletschers folgende Zeiten:

Salixzeit → Hippophaëzeit → Betulazeit → Betula-Pinuszeit → Pinuszeit → Sekundäre Betulazeit → Eichenmischwaldzeit → 1. Faguszeit → Abieszeit → 1. Fagus-Mischwaldzeit → 2. Faguszeit → 2. Fagus-Mischwaldzeit → 3. Faguszeit → 3. Fagus-Mischwaldzeit → 4. Faguszeit → 4. Fagus-Mischwaldzeit.

Die dreiteilige Weidenzeit folgt unmittelbar nach dem Rückgange des Gletschers. Der erste Abschnitt ist das Pionierstadium der Besiedelung des Gletscherbodens durch eine nordisch-alpine Tundra. Welten nimmt an, die Besiedelung durch Krautpflanzen und Zwergsträucher, die ungefähr mit dem 1. Abschnitte der Weidenzeit begündigt ist, habe nach dem Eisfreiwerden etwa 200 Jahre benötigt. Bei der Abschätzung dieser Zeit geht er davon aus, im heutigen Glet-

---

<sup>1</sup> Veröff. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich 21 1944 (201 S., 30 Abb.)

scherboden des Rhonegletschers, der innerhalb der Waldgrenze gelegen ist, also günstigere Klimaverhältnisse aufweise, als sie unmittelbar nach dem Rückzuge des eiszeitlichen Gletschers herrschten, brauche nach Friedel die Vegetation zur Besiedlung rund ein Jahrhundert. Diese Annahme beruht wohl auf einem Mißverständnis; denn am Rhonegletscher ist bereits nach wenigen Jahrzehnten die Feinerde vollbesiedelt und wachsen überall Sträucher und Lärchen auf.

Der zweite Abschnitt der Weidenzeit ist durch den reichlichen Pollen von *Helianthemum alpestre* charakterisiert, der dritte durch die Ausbreitung der Zergbirke, *Betula nana*. Die beiden ersten Abschnitte der Weidenzeit waren nach Welten gänzlich baumlos. Einzelne Baumpollen führt er auf Ferntransport zurück oder auf Verunreinigung der Proben oder auf Umlagerung von Pollen interglazialer Wälder. Das gilt insbesondere für den Pollen wärmeliebender Gehölze in der ganzen Weidenzeit und den anschließenden Perioden. Erst gegen das Ende der Weidenzeit wanderten in Faulensee die ersten Großbirken ein, ungefähr zur gleichen Zeit wie auch in dem ausgedehnten Gebiete des schweizerischen Mittellandes. Die eigentliche Charakterpflanze des Spätglazials in seiner ganzen Ausdehnung ist die Weide in ihren verschiedenen Arten. Allerdings dürfte es sich m. E. auch hier, wie wir es im südlichen Tessin und in der Umgebung von Zürich festgestellt haben, bei dem Weidenpollen-Typ zur Hauptsache um den *Artemisiapollen* handeln, wodurch die Wertung der Weidenzeit als nordisch-alpine Weiden-Tundra ein etwas anderes Gesicht erhält.

Die Hippophaëzeit war nur kurzdauernd. In ihr fallen Weidenkurve und *Helianthemum*-kurve und Anteil der Zergbirke sehr stark ab; die baumförmigen Birken erobern sich das Land.

In der Birkenzeit herrschte ein Birkenwald mit etwas Föhre. Daraufhin breitete sich unter mehreren Rückschlägen die Föhre aus und dominierte während langer Zeit. Welten macht eingehende Untersuchungen, um die einzelnen Birken- und Föhrenarten von einander zu unterscheiden. Er kommt zum Schluß, daß am Ende der Weidenzeit zuerst *Betula pubescens* häufiger war, in der *Betula*-zeit aber *Betula verrucosa* zum Dominieren kam. Die Föhren der Birkenzeit gehörten zu *Pinus silvestris* und *Pinus montana*, wobei die Waldföhre reichlich vertreten war und zeitweise das Übergewicht erhielt, besonders in der anschließenden Birken-Föhrenzeit. In der

Föhrenzeit gelangte aber bald die Bergföhre zur absoluten Vorherrschaft. Ein Bergföhrenwald bedeckte das Land, dem *Betula pubescens* reichlich beigemischt war, während *Betula verrucosa* eher spärlich wurde. Die Bergföhre hielt sich in der Folge in starkem Anteil bis in die Eichenmischwaldzeit hinein.

In der sekundären Birkenzeit stellten sich die ersten Pollen der Hasel und der Komponenten des Eichenmischwaldes ein. Und dann erfolgt der bekannte rasche Wechsel im Waldbild. Die Hasel dominiert im ersten Abschnitt der Eichenmischwaldzeit sehr stark; die Summe ihres Pollens kann 500 % der gesamten Baumpollensumme erreichen. Dann nimmt sie langsam ab, und im letzten Abschnitt dieser Zeit tritt sie zurück. Unter den drei Gattungen des Eichenmischwaldpollens herrschte im Gebiet immer die Ulme; Eiche und Linde teilten den Rest mit ungefähr gleichen Anteilen.

Die Tanne hat vor der ersten Buchenzeit ein Maximum, das in einem Teile der Diagramme sehr ausgeprägt ist, in andern kaum in Erscheinung tritt; dagegen ist die Tannenzeit nach der ersten Buchenzeit immer gut entwickelt. In den Buchen-Mischwaldzeiten herrschen in wechselndem Verhältnis Buche, Tanne und Fichte; wobei mit der Annäherung an die Gegenwart die Fichte zunimmt, die Tanne stark zurücktritt.

Eingehend hat Welten die Analyse der Sedimente auf ihren Anteil an Kalkkarbonat, Ton und organischer Substanz durchgeführt. Die ältesten Ablagerungen waren mergelige Art. In der mittleren Weidenzeit folgte eine Zunahme des Kalkgehaltes, was als Zeichen der Besiedelung des Wassers mit kalkabscheidenden Pflanzen gedeutet wird. Als Folge der Eutrophierung des Gewässers nahm auch der Gehalt an organischen Stoffen zu. Das entstehende Sediment wird in der Regel vom Kalkkarbonat beherrscht, aber bald als Seekreide, bald als Kalkgyttja, bald als tonig-kalkige Gyttja klassifiziert; immer wieder traten ausgesprochene Schwankungen in der Toneinschwemmung und in der Ablagerung organischer Stoffe auf. Die Ablagerung der Seekreide und die Kalkausfällung überhaupt erfolgte vor allem in der Nähe des Ufers. Darum ging die Auffüllung des kleinen Seebeckens am stärksten in den randlichen Teilen vor sich, und in der Mitte blieb lange Zeit tiefes Wasser erhalten. Die flachen, randlichen

Teils waren bereits im Spätglazial verlandet; im Zentrum wurden seit der Eichenmischwaldzeit noch 11 m Sediment abgelagert.

Es war ein glücklicher Umstand, daß die Ablagerungen in den tieferen Teilen des Beckens eine Feinschichtung mit einem regelmäßigen Wechsel von helleren und dunkleren Schichten erkennen ließen, die von Welten als Jahresschichtung gedeutet und sehr sorgfältig untersucht wurde. Die Schichtung beginnt erst in 7 bis 9 m Tiefe, und ist von da bis in die mergeligen Schichten der frühen Postglazialzeit hinunter zu verfolgen. Die jährliche Schichtdicke beträgt im Mittel 0,86 mm; sie nimmt von unten gegen oben hin zu von 0,5 bis 2,4 mm. In 6 m Tiefe blieb der Jahreszuwachs in den verschiedenen Zeiten immer gleich hoch. Mit steigendem Tongehalt nimmt die Schichtdicke ab. Welten betrachtet die helle Schicht als Sommerschicht, die dunkle Schicht als Winterschicht und sucht dafür mittels Pollenzählungen und Messung der Kalkkristalle den stratigraphischen Beweis zu erbringen. Auf die Zählung dieser Schichtchen baut er eine absolute Chronologie auf. Da die zentralen Teile des Seeleins erst spät aufgefüllt wurden, konnte die Schichtenzählung von der 2. Weidenzeit bis zur 3. Buchenzeit durchgeführt werden, allerdings mit zahlreichen Interpolationen. Von da wurde durch Extrapolierung der Anschluß an die Gegenwart gesucht und ein vollständiges, chronologisches System aufgestellt. Welten schätzt den Fehler seiner Chronologie für die ganze vorchristliche Zeit auf 100 bis 200 Jahre. Er mag auch etwas größer sein: so liefert ihm z. B. das Zählprofil XII für den Zeitabschnitt vom Beginn der 2. Weidenzeit bis zum Ende der Kieferzeit 2340 Schichtchen, das Profil XI für den gleichen Zeitabschnitt nur 2042; die Eichenmischwaldzeit nach Profil XII = 1920, nach Profil XI = 1455 Schichtchen, die 1. Buchenzeit im Profil XII = 965, im Profil XI = 905, im Profil IX = 804, und die jüngsten Zeiten, die ohne Zählungen bestimmt werden mußten, sind noch unsicherer. Darum geht Welten m. E. zu weit, wenn er in seinen Profilen und im Text die Jahreszahlen bis auf 50 Jahre genau angibt.

Aber in den Hauptzügen, auf einige Jahrhunderte genau, dürfte seine absolute Chronologie wohl richtig sein, womit in Mitteleuropa eine Chronologie der Postglazialzeit aufgestellt worden ist, die der nordischen an die Seite gestellt werden kann. Wir bringen nachstehend die Hauptdaten:

ca. 7700 v. Chr. kurz nach dem Rückzug des Gletscher von den Bühlmoränen:  
Mulde des Faulenseemooses wird eisfrei (als Bühlmoränen  
bezeichnet Welten die Moränen im Aaretal unterhalb Thun).

6750 v. Chr.	Ende der Weidenzeit
6000	Beginn der Föhrenzeit
5050	Beginn der Hasel-Eichenmischwaldzeit
3200	Beginn der 1. Buchenzeit
2350	Beginn der Tannenzeit
1800	Beginn der 1. Buchenmischwaldzeit
750	Beginn der 2. Buchenzeit
450	Beginn der 2. Buchenmischwaldzeit
200 n. Chr.	Beginn der 3. Buchenzeit
850	Beginn der 4. Buchenzeit

Beim Vergleich mit der Chronologie vom Großen Moos und Wauwilermoos und vor allem mit der fein ausgearbeiteten Jahreszählung der skandinavischen Forscher findet Welten eine gute Übereinstimmung. Die Weidenzeit und Hippophaëzeit von Faulensee fallen ungefähr mit der finiglazialen Zeit zusammen, und so werden die am Beginn des Finiglazial liegenden Salpausselkä-Moränen mit dem Bühlstadium parallelisiert.

Die Auszählung des Pollengehaltes der Jahresschichten ermöglichte es, mit einiger Zuverlässigkeit den jährlichen Pollenniederschlag in Zahlenwerten anzugeben. Er bewegt sich in dem durchgearbeiteten Profil für den Baumpollen von etwa 30 (Weidenzeit) bis 8300 (sek. Birkenzeit) pro Jahr und  $\text{cm}^2$  Seeboden, zeigt aber dabei viele Schwankungen, die Welten im wesentlichen als klimatisch bedingt ansieht. Das bedeutet gegenüber der gewöhnlichen Art der Bestimmung von Pollenfrequenzen aus einer bestimmten Sedimenteinheit von unbekannter oder nur schätzungsweise bekannter Entstehungsdauer einen großen Fortschritt, benötigt aber außerordentlich weitgehende und mühsame Voraarbeit. Durch Berechnung der Anteile der einzelnen Arten am gesamten Pollenniederschlag wird ein sogenanntes absolutes Pollendiagramm aufgestellt, das allerdings infolge verschiedener Ungenauigkeiten nur in der Größenordnung richtig sein kann und dem wohl kaum die Bedeutung zukommt, die Welten ihm bei mißt. Die zahlenmäßige Kenntnis der mittleren jährlichen Pollensedimentation unserer Baumarten auf einer bestimmten Fläche und deren Schwankungen gibt unter der Voraussetzung, daß die Individuenzahl gleich bleibe, Anhaltspunkte für das Gedeihen der Arten, da dieses die Blühwilligkeit beeinflußt. Welten betont, daß eine Klimaänderung

sich im Pollenspektrum zuerst bei noch gleichbleibenden Individuenzahlen durch eine Veränderung des Pollenniederschlages auswirken müsse und die Veränderung im Individuenbestand erst weit später nachfolge. Aber die Kenntnis der Veränderung im Individuenbestand wird uns auch durch das absolute Pollendiagramm nicht vermittelt.

Gestützt auf die Ergebnisse seiner Untersuchungen macht Welten eingehende Angaben über den Klimacharakter der einzelnen Zeitabschnitte. Er zieht neben den Pollendiagrammen auch die Sedimentuntersuchungen bei, in der Annahme, stärkere Seekreidebildung lasse auf ein wärmeres, stärkere Einschwemmung auf ein feuchteres Klima schließen, und kommt bei vergleichender Betrachtung eines Streudiagramms der absoluten Sedimentzahlen zum Schluß, es lasse sich nachweisen, daß das Klima die Ursache der großen Waldphasenänderungen war. Ferner berücksichtigt er das Gedeihen der verschiedenen Arten: starke Pollenerzeugung ist für ihn ein Zeichen günstiger, Rückgang in der absoluten Pollenmenge (z. B. mittlere Teile der Föhrenzeit) der Ausdruck ungünstiger Klimaverhältnisse. Wenn wir von den vielen kleinen Schwankungen absehen, so ergibt sich folgende Übersicht über die Hauptetappen des Klimas der Nacheiszeit: die Weidenzeit ist kalt und feucht. In der Hippophaëzeit und weiterhin in der Birkenzeit erfolgt eine rasche Klimaverbeserung zu mittlerer Wärme und mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen, welche die Ausbreitung des Birkenwaldes gestatten. In der Föhrenzeit stellt sich ein ausgesprochener Klimarückschlag ein; das Klima wird kühl und ziemlich feucht, besonders in den mittleren Teilen. Hier setzt Welten die Schlußvereisung ein (Daun? Gschnitz?). Dann beginnt in der sekundären Birkenzeit eine neue Aufwärmung, die zu Beginn der Hasel-Eichenmischwaldzeit zur postglazialen Wärmezeit führt. Das Klima ist vorerst warm und trocken, wird aber im jüngeren Teil der Eichenmischwaldzeit bei abnehmender Wärme etwas feuchter. In der 1. Buchenzeit ist es warm und feucht (nach S. 165 relativ kühler als EMW-Zeit) und nimmt in der folgenden Tannenzeit mittlere Werte an (nach S. 166 etwas wärmer als 1. Bu-Zeit). Für die jüngeren Zeiten sind die Angaben weniger bestimmt, da die menschliche Einwirkung sowohl das Pollendiagramm als auch die Sedimentation stark beeinflußt. Immerhin wird angenommen, die Buchen-Mischwaldzeiten hätten ein ungünstigeres Klima gehabt als die Buchenzeiten, und in der 2. Buchenzeit (jüngste Bronzezeit–Hall-

statt) seien die Klimaverhältnisse besonders günstig gewesen. Eingehend wird die Klimabestimmung auf Grund der Kurve von Milankovitsch diskutiert und abgelehnt.

Die Arbeit von Welten über das Faulenseemoos bereichert also unsere Kenntnisse über die postglaziale Vegetationsentwicklung in bedeutendem Maße. Sie bringt neue Anschauungen über die vorwärmezeitlichen Perioden, sowohl über ihre Dauer als auch über die Klimaverhältnisse (stratigraphische Untersuchungen; Versuch der Bestimmung der Baumarten sowie des absoluten Pollenniederschlages). Die Nachwärmezeit wird eingehend gegliedert. Zum erstenmal erhalten wir für unsere Gegenden eine auf Jahresschichtenzählung beruhende Chronologie der Nacheiszeit. Zahlreiche kritische Betrachtungen und neue methodische Versuche erhöhen den Wert dieses Buches.

Allerdings geht Welten in der Auswertung und Parallelisierung der Ergebnisse seiner Pollen- und Sedimentanalysen oft sehr weit. Kleine Kurvenschwankungen der Pollendiagramme, der Pollenfrequenzen, der Sedimentzusammensetzung, die zufälliger Art sein können, werden als Ausdruck von Klimaschwankungen hingestellt oder gelegentlich in entscheidendem Maße benutzt. Die Auswertung der Ergebnisse, die Darstellung der Vorgänge, der Versuch zur Parallelisation geht außerordentlich in die Einzelheiten. Der genaue Vergleich der Kurven zeigt oft nicht die enge Übereinstimmung, die der Text erwarten lässt. Auch das einerseits durch Pollenmessung anderseits durch Strukturvergleich der Pollenmembran festgestellte Verhältnis der *Pinus*-Arten stimmt nicht überall. Wiederholt werden auf bloße Annahme oder Abschätzung oder grobe Messung gegründete Ergebnisse später ohne jede Einschränkung weiter verwendet. So wird ohne eigentliche Begründung angenommen, der Ton werde mit einem Gehalt von 25 bis 40 % Kalkkarbonat als Mergel eingeschwemmt; daraufhin werden die Tonprozente mit 1.67 multipliziert und der so zum Ton geschlagene Kalk vom Kalkprozent subtrahiert. Das erhöht den Anteil der Einschwemmung auf Kosten der Seekreide sehr stark, was sich für die Beurteilung der Klimaverhältnisse auswirkt. Es ist auch nicht recht einzusehen, warum die Toneinschwemmung im Winter größer sein soll als im Sommer. Auf Seite 172 wird eine Probeentnahme von 2 cm Probenabstand als zu wenig eng bezeichnet, um die Einzelheiten der Pollenkurve zu vermitteln, und doch umfassen 2 cm Sediment bei der mittleren Jahresschichtdicke von mindestens 0,5 mm

höchstens einen Abstand von 40 Jahren. Beim Vergleich mit der Tundrenvegetation Lapplands wird der dortige jährliche Pollenniederschlag rein gefühlsmäßig eingestellt.

Auch der Vergleich mit den Arbeiten anderer Autoren wird gelegentlich etwas summarisch vorgenommen. Es geht kaum an, alle früheren Ergebnisse, die weniger Buchenzeiten enthalten, als sie in Faulensee gefunden wurden, mit der Begründung abzulehnen, die betreffenden Aufnahmen seien ungenau oder die Probenabstände seien zu weit oder die Untersuchung sei an Lokalitäten ausgeführt worden, die ihr Wachstum frühzeitig eingestellt hätten. So wird über ein vom Ref. veröffentlichtes Diagramm aus dem Breitried im Sihltale bei Einsiedeln, von dem angegeben wurde, es reiche bis in die jüngsten Zeitabschnitte, einfach geurteilt, daß es vermutlich nur bis etwa zum Jahr 1000 reiche. Für eine solche Behauptung fehlt jeder Beweis, und sowohl die Morphologie und Dynamik der Umgegend als auch die Torfbeschaffenheit sprechen gegen diese Annahme. Die Profile der Studie Härris über das Wauwilermoor werden in bezug auf die jüngeren Waldzeiten ohne Einschränkung mit denen von Faulensee verglichen, obschon Welten im Gegensatz zu Härris in seinen Diagrammen den Alnuspollen nicht in die Baumpollensumme einbezogen hat, die Buchendominanzen in den Profilen Härris aber seit der Eichenmischwaldzeit meist durch die Alnuspollenkurve in maßgebender Weise bedingt sind. Übrigens geben auch die Faulenseediagramme Weltens für die nacheichenmischwaldzeitlichen Diagrammteile eine bedeutende Vielgestaltigkeit an in bezug auf Kurvenverlauf und Dauer der einzelnen Abschnitte. Manches könnte anders gedeutet werden, als es von Welten geschieht, und es scheint doch zweifelhaft, ob sich die generelle Lösung der Waldzeitenfolge im schweizerischen Mittellande seit der EM-Zeit ganz dem von Welten gegebenen Schema anpassen wird.

Diese Bemerkungen sollen aber den Wert der Faulenseemoosmonographie nicht herabsetzen. Welten hat den Versuch einer groß angelegten Gesamtschau gemacht, und ihr eingehendes Studium bringt einem jeden großen Gewinn.