

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)  
**Band:** 21 (1944)

**Artikel:** Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez  
**Autor:** Welten, Max  
**Kapitel:** I: Einleitung und Methodisches  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307553>

### **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>**

## I. Einleitung und Methodisches.

Der Verfasser begann vor zwölf Jahren seine pollenanalytischen Untersuchungen im Gebiet des Simmentals im westlichen Berner Oberland mit der Fragestellung: Wie entwickelte sich der Wald in diesem Voralpengebiet? Die Vegetation dieses Gebietes war im Sinne heimatkundlicher Forschung etwas näher studiert worden (W e l t e n , 1938). Die Fragestellung ist charakteristisch für den damaligen Stand der pollenanalytischen Forschung: Die Waldentwicklung vieler Jahrtausende war in großen Zügen und über weite Gebiete erforscht. Die Woge der extensiven und weiträumigen ersten Durchforschung drang in die letzten noch unerforschten Gebiete. Eine Periode des Ausbaus setzte ein.

In diesem Zeitpunkt gab es weder aus dem Gebiet des Simmentals selbst, noch aus dem umschließenden Gebiet der Westschweiz und des Wallis Pollenprofile. Das einzige dem Gebiet naheliegende Profil war dasjenige von P. K e l l e r (1928) aus dem Schmiedmoos bei Thun; es war zudem das westlichste Profil des schweizerischen Alpenrandes. In einiger Entfernung schlossen sich daran nach Osten und Norden die Profile aus dem Wachseldornmoos und dem Stauffenmoos bei Heimenschwand und vom Moosseedorfsee vom gleichen Autor.

Seither sind aus der weitem Umgebung des Simmentals folgende zum Vergleich heranzuziehende Profile publiziert worden: W. L ü d i (1929) Siehenmoos bei Eggiwil; W. L ü d i (1932) Grimsel; P. K e l l e r (1933) vorläufige Mitteilung über westschweizerische und Walliser Moore; W. L ü d i (1935) Großes Moos; P. K e l l e r (1935) Wallis; W. R y t z (1937) Schoßhalde bei Bern.

Zahlreiche Profile aus dem Simmental und seiner Umgebung sind bis heute vom Verfasser durchgearbeitet worden. Die Waldentwicklung ist in großen Zügen und vielen Einzelheiten vom Thunersee (560 m ü. M.) bis auf über 2000 m hinaus klargelegt. Diese Ergebnisse sollen in anderem Zusammenhang publiziert werden.

Die vorliegende Arbeit hat mit den genannten Untersuchungen nur den Ausgangspunkt gemeinsam: Das Faulenseemoos sollte ein Punkt im Untersuchungsnetz des Simmentales sein. In-

dessen hat sich das Faulenseemoos als derart günstig erwiesen im Erhaltungszustand, im zeitlichen Wachstum und stratigraphischen Aufbau, daß sich eine Reihe neuer F r a g e s t e l l u n g e n geradezu aufdrängte:

1. Aufstellung eines in kleinen Abständen untersuchten Pollendiagramms bis in die Jetztzeit.
2. Erweiterung des bisher bekannten «normalen» Pollendiagramms bis in die Jetztzeit.
3. Anschluß des Pollendiagramms ans letzte Glazial: das Spätglazial.
4. Die Verbindung des Pollendiagramms mit dem Sedimentdiagramm.
5. Die Artunterscheidung bei *Pinus* und *Betula*.
6. Abklärung und Auswertung der festgestellten Feinschichtung des Sediments.
7. Die Zuwachsverhältnisse in Seekreide und Kalkgyttja.

Eine lückenhafte monographische Bearbeitung des Moores ergibt sich freilich aus der Behandlung der genannten Probleme; eine Monographie aber war nicht geplant; die wenigen Angaben in dieser Richtung sind als der notwendige Rahmen aufzufassen.

Das Faulenseemoos liegt an der Straße Spiez—Interlaken am Westende des Dörfchens Faulensee in einer Meereshöhe von 590 m und ist nur rund 700 m vom Thunersee entfernt. Die sehr steile Kalkflanke des prähistorisch interessanten Hügels der Bürg (ca. 690 m ü. M., bronzezeitliche Höhensiedlung, vgl. O. T s c h u m i, 1938) stellt die Begrenzung des Moores gegen Norden und den Thunersee dar; sie liefert den Vorderrand der Rinne, die das Moor trägt. Den Hinterrand südwärts vom Moor bildet die sanft nordwärts abfallende moränenbedeckte Flanke Spiez—Krattigen. Die wohl ursprünglich gegen Osten (Faulensee) offene Rinne ist durch Moränenmaterial des Aaregletschers verschlossen worden. Die kesselartigen Steilhangbildungen am oberen Ende und die besonders große Tiefe der Mittelmulde scheinen auf Vertiefung der Rinne durch Einsturz oder Versickerungstrichter zu deuten (westwärts der Bürg finden sich Gipstrichter; vgl. Geol. Karte Thun—Stockhorn von B e c k und G e r b e r, 1925). Das Moor erreicht so eine größte Länge von 500—600 m und eine Breite von nur 50—150 m. Es ist in den ersten Nachkriegsjahren 1918/20 trockengelegt worden und ist heute von Matten und

Äckern bedeckt. Die ehemals reiche Sumpfvegetation ist ganz vernichtet. Jeder Bewohner von Faulensee weiß, daß an der breitesten und tiefsten Stelle des Moores bis 1920 ein seichter, aber keineswegs betretbarer Schilfteich lag, das «Nagelseeli» genannt (wohl von «Roßnägel», d. h. Kaulquappen). Diese Stelle ist noch heute als tiefste und nasse Stelle mit Sauergräsern gut kenntlich. Überdies dürfte der Name Faulensee selbst von diesem Moortümpel stammen. Daß das Moor auch in randlichen Teilen gegen die Bürg bis in späte Zeiten sehr naß war, zeigt der Umstand, daß der alte Oberländerweg über die Einsattelung der Bürg hinauf- und hinunterführte und nicht dem Moorrand nach, wo heute die neue Straße auf tiefem Moorboden ruht. Diese Tatsachen lassen nicht den geringsten Zweifel bestehen, daß die zentralen Teile des Moores bis in die Gegenwart hinein in vollem Wachstum begriffen waren. Die Mooroberfläche ist heute mehrfach merkwürdig uneben; das rührt von ungleichem Einsinken nach der Trockenlegung her, bedingt durch randliche tonige und sandige Einschwemmungen eines kleinen Bächleins, welches vom Hondrichhügel her (ca. 500 m südwärts) etwa in die Mitte des Moores mündet. Am obern Ende des Moores tritt Grundwasser ins Moor. Die Entwässerung geschieht Richtung Faulensee in den Thunersee.

Die heutigen Waldverhältnisse der Umgebung des Moores sind folgende: Die gesamte Waldfläche der Gemeinde Spiez erreicht nicht ganz 30 % des Gemeindeareals; 60 % sind Matten, der Rest Äcker und unproduktives Land. Es sind vor allem sechs größere Waldungen, die als Hauptpollenlieferanten in Frage kommen. Der unmittelbar angrenzende Bürgwald wendet seine xerotherme Südflanke mit Buchen, Eichen, Linden, Eschen, Feldulmen und Waldkiefern dem Moor zu. Winde aus dieser Nordrichtung sind zwar selten; doch dürften Warmluftströmungen hier zu allen Zeiten Pollen nach dem Moor verfrachtet haben. Die Bise kommt von Osten (Brünigbise) über den See oder von Nordwesten (Aaretalbise) über die Waldungen des Rust-, Au- und Lattigwaldes, deren kleinste Distanz vom Moor rund 2 km beträgt. West- und Südwestwinde sind die häufigsten Winde, zugleich die Regenwinde; sie bestreichen wohl auch die zwei letztgenannten Waldungen, dazu den 500 m entfernten Hondrichwald. Die recht häufigen Föhnströmungen, die infolge ihrer hohen Tem-

peratur und Trockenheit für den Pollentransport besonders geeignet sein dürften, kommen aus Osten über den See oder aus Süden (aus dem Kandertal) über den 600 m entfernten Faulenseewald. Fast alle genannten Winde bringen wohl gelegentlich etwas Ferntransportpollen aus den Berglagen des Simmentals, des Kandertals und des Thunerseegebietes; da diese aber bis 1200 m hinauf Buchenwald und Buchen-Weißtannen-Mischwald tragen, dürfte eine sehr wesentliche Beeinflussung des Pollenbildes durch Fichtenpollen aus dem Fichtengürtel der Berge nicht vorkommen, um so weniger als die Luftlinie bis dorthin 5 bis 10 km beträgt. Die Waldrodungen zur Gewinnung von Kulturland werden allerdings für die Zeit der letzten Jahrtausende und Jahrhunderte den relativen Anteil des Ferntransportpollens zum ortseigenen Pollen wesentlich gesteigert haben. Folgende Zusammenstellung der relativen Stammzahlverhältnisse (%) (nach den Wirtschaftsplänen des Kreisforstamts Spiez berechnet) der Waldungen der Gemeinde Spiez gibt die einzige und vorsichtig auszuwertende Vergleichsbasis zwischen Pollenprofil und wirklichem Wald.

Wald	Größe in ha	Buche	andere Laubbäume	Tanne	Fichte	Kiefer und Lärche
Bürgwald	22	62	6	+	16	16
Faulenseewald	93	63	4	0,5	33	—
Hondrichwald	44	72	3	1	24	1
Lattigwald	50	31	2	3	49	15
Auwald	60	32	7	6	44	11
Rustwald	98	51	3	28	10	8

### Einige Bemerkungen zur Methodik.

Gerade in dem Augenblick des Ausbaus einer Disziplin ist eine Prüfung der Fehlermöglichkeiten der angewandten Methoden am Platz. Zur Gewinnung von Untersuchungsmaterial wurde fast stets der schwedische Kammerbohrer verwendet, den mir das Botanische Institut und das Naturhistorische Museum Bern, später auch das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich bereitwillig zur Verfügung stellten. Den Herren Prof. Dr. Rytz, Dr. Gerber und Dr. Lüdi sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt. Der Bohrer arbeitet in Material von recht homogener

Beschaffenheit befriedigend. Torf - Seekreide - Kontakte, feinere Lehmeinschwemmungsbändchen, Schichten feinster Art in der Kalkgyttja und in der Seekreide und in der Tongyttja (siehe später) kommen meist so sauber, unvermischt, in sozusagen natürlicher Lage zum Vorschein, daß man alles Zutrauen zum Gerät gewinnt. Etwas lagefremdes Material schiebt sich zwar fast immer im Zwischenraum des beweglichen und festen Kammerteils über den Kern. Diese Verunreinigung muß jedesmal vorsichtig entfernt werden, bevor man dem Kern Material entnimmt; auch darf das Material nie ganz bis zu den Kammerwandungen entnommen werden; natürlich muß das entnehmende Messer ständig peinlich sauber gereinigt sein. Nicht gerade selten bekommt man allerdings auch stärkere und unangenehme Verunreinigungen zu Gesicht, wenn sich z. B. Torfwasser aus den oberen Teilen des Bohrlochs ins Innere der Kammer hineingedrängt hatte (den geschlossenen Bohrer deshalb rasch durchs offene Bohrloch hinunterstoßen), oder wenn Sand usw. das richtige Funktionieren des beweglichen Teils hinderte; es braucht dann oft große Geduld der Präparation, um etwas sauberes Material einzusammeln. Wichtig ist, alle verdächtigen Erscheinungen beim Bohren sogleich genau zu protokollieren. Eine prinzipiell fast bedenklichere Fehlermöglichkeit liegt im obersten Teil (ca. 5—10 cm) jeder 50 cm fassenden Kanne, dort, wo beim Entnehmen der vorigen Kanne die Bohrerspitze schon eingedrungen war und vielleicht Material von oben liegengelassen hatte (bei großem Probeabstand die Proben aus dem untern Teil der Kanne entnehmen, bei kleinem Probeabstand genau beobachten und notieren). Gewohnheitsmäßig fehlerhaft arbeitet der Bohrer nach meiner Erfahrung auch beim Eindringen aus lockerem Material in sehr dichtes Material, indem dann die Windungen der Bohrerspitze durch das zähe Material ausgeputzt werden. Diese Beobachtung habe ich am Kontakt Seekreide-Lehm (zäh) oft gemacht. Vereinzelte wärmezeitliche Pollen an dieser meist spätglazialen Grenzlinie sind sehr vorsichtig auszuwerten.

Die Proben wurden meist in Zeitungspapier eingewickelt, gut verpackt und so trocknen gelassen. Doppelte, zuverlässige Anschrift der Tiefenlage ist so besonders leicht. Das Austrocknen verursacht nur bei reiner Gyttja einige Aufbereitungsschwierigkeit, da das Material sehr zäh wird; durch Abschneiden von Spän-



chen mit scharfem Messer bekommt man aber leicht gutes Aufbereitungsmaterial, ohne im allgemeinen die Pollenkörner zu verletzen.

Der Probeabstand sollte stets kleiner gewählt werden, als für die Untersuchung beabsichtigt ist, damit man an interessanten Stellen des Profils später Zwischenproben einschalten kann, ohne ein neues Profil erbohren und untersuchen zu müssen. Der Probeabstand ist im übrigen der Mächtigkeit der Lager anzupassen. Firbas (z. B. Federsee, 1935) hat in dieser Beziehung vorbildlich gearbeitet. In sehr mächtigen Ablagerungen genügen heute vielfach noch Untersuchungsabstände von 20 cm in Tieflagen, 10 cm in größeren Meereshöhen; bei geringerer Mächtigkeit sollte man mindestens alle 10 cm, in größeren Höhen alle 5 cm Proben entnehmen. In größerer Tiefe limnischer Ablagerungen sind die Probeabstände kleiner zu wählen als nahe der Oberfläche. Methodisch wird man allerdings die richtigen Probeabstände nur durch eine extensive Voruntersuchung feststellen können. Ein gewisses Kriterium für genügenden Probeabstand haben wir in folgendem: Die Proben sind so eng zu entnehmen, daß die Prozentkurven von einer Probe zur andern nicht mehr sprunghaft verlaufen. Die Anwendung des Kriteriums stößt zwar auf zwei Schwierigkeiten: Weite Probeabstände ergeben gerne ausgeglichene Kurven, weil die Wahrscheinlichkeit, Maxima und Minima zu erfassen, mit zunehmendem Abstand rasch sinkt. So wird dann leicht eine erschöpfende Darstellung der Waldentwicklung vorgetäuscht. Andererseits dürften engste Probeabstände (Größenordnung Millimeter) wieder sprunghaft veränderliche Kurven ergeben, indem dann die natürlichen Jahresschwankungen der Pollenproduktion in die säkulare Kurve einbezogen werden. Welche Größe des Kurvensprungs man als zulässig betrachten will, hängt natürlich vom Zweck der Untersuchung ab.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Größe der zu entnehmenden Probe so gewählt werden soll, daß sie mindestens etwa sechs Jahresablagerungen umfaßt. In mächtigen Ablagerungen sind die Jahresschichten etwa 1—3—5 Millimeter dick, weshalb jede Probe über 1—3 cm greifen sollte. In wenig mächtigen Ablagerungen dürfen die Proben weniger als 1 cm Schichthöhe umfassen. Immerhin ist zu bedenken, daß erst eine Voruntersuchung zeigt, ob eine Ablagerung, verglichen mit

dem entsprechenden Entwicklungsabschnitt, mächtig oder gering zu nennen ist. Für das Spätglazial fehlte uns freilich ein Zeitmaßstab noch; er wird durch vorliegende Arbeit geschaffen.

Bei der Aufbereitung des Materials hat man sein Augenmerk außer auf peinlich saubere Gefäße und Geräte auch auf gute statistische Vertretung der Probe im reduzierten Untersuchungsmaterial zu richten. Es hat keinen Sinn, eine Probe von sechs Jahresablagerungen nach Hause zu nehmen und dann nur eine bis zwei Jahresablagerungen von einem Ende der Probe zu untersuchen. Von mindestens einem halben Dutzend verschiedenen Stellen der Probe ist Material für die Untersuchung zu entnehmen, je nach Material durch Abbröckeln oder Abschaben mit dem Messer. — Die übliche Behandlung mit Kalilauge und nachherigem Glyzerinzusatz wurde fast stets angewendet, auch wenn kalkhaltige Materialien zuvor mit Salzsäure, tonige mit Flußsäure und Salzsäure (nach den Angaben Assarsons und Granlunds, 1924) vorbehandelt waren. Das Auswaschen nach Säurebehandlung erfolgte mangels einer Zentrifuge durch mehrstündiges Absitzenlassen in weiten kurzen Reagensgläsern (dreimal wiederholt).

Mangels der nötigen Ausrüstung konnten die neuen Aufbereitungsmethoden nach Erdtman (1936) nicht angewandt werden. Es ist in diesem Falle wichtig, recht dünne Präparate anzufertigen, damit man auch die kleinsten Pollenkörner neben dem unvermeidlichen übrigen Pflanzenmaterial gut erkennt. Sonst tritt leicht eine Überrepräsentation der besser sichtbaren Großpollen auf.

Die mikroskopische Untersuchung sollte eine gute statistische Vertretung des Präparatmaterials ergeben, wenn nicht das ganze Präparat durchuntersucht wird. Man macht gelegentlich die Beobachtung, daß gewisse Pollenkörner, wohl beim Auflegen und Verschieben des Deckglases, stärker nach dem Rand verschoben sind als andere. Es ist deshalb ratsam, bei pollenreichem Material die Untersuchungszeilen in weitem Abständen als gewohnt bis in die Mitte des Präparats vorzuschieben oder über das ganze Präparat zu verteilen.

Damit sind wir an die Frage nach der Zahl der auszu-zählenden Pollenkörner herangetreten. Die Antwort auf diese Frage könnte statistisch erst durch äußerst komplizierte



und mannigfaltigste Untersuchungen erarbeitet werden. Der Einfluß jeder Fehlermöglichkeit müßte durch Experimente ermittelt, der Gesamtfehler vorsichtig abgewogen werden. Jeder Autor müßte für jedes neue Material neue Untersuchungen durchführen. Es ist praktisch deshalb nur möglich, alle Fehlermöglichkeiten zu verringern und dann eine empirisch als notwendig festgestellte und dem Zweck der Untersuchung angepaßte Pollenzahl auszu-  
zählen. Meine Erfahrungen zeigen, daß in pollenarmen Materialien die Verteilung meist eine homogenere ist als in pollenreichen, wo zufällige Häufungen eher auftreten. Daraus folgt, daß man sich bei pollenarmem Material gut mit einer kleineren Pollenzahl begnügen kann. Um die Fehler bei geringer Zahl der ausgezählten Pollenkörner abschätzen zu können, stellte ich folgendes Material zusammen: Unter 1000 ausgezählten Pollenkörnern hatte eine Art 19 %, eine andere 45 % erreicht; für mannigfaltigste Gruppenbildung zu 20, 50 und 100 Stück wurden die Prozentzahlen und die mittlern arithmetischen Abweichungen von obigem Tausendermittel berechnet. Es ergab sich:

	Mittlerer arithmetischer Fehler für		
	20 Stk.	50 Stk.	100 Stk.
bei 19 % Anteil	$\pm 6 \frac{1}{2} \%$	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$
bei 45 % Anteil	$\pm 7 \frac{1}{2} \%$	$\pm 4 \frac{1}{2} \%$	$\pm 3 \%$

Die großen Extremfehler sind relativ selten. Die Steigerung der Pollenzahl von 50 auf 100 bringt in diesem Material das Prozent im Mittel um 1—2 Einheiten näher an das Tausendermittel. Es hat also sehr oft keinen Sinn, weit über 50 hinauszuzählen. Unter Beachtung des Vorangehenden ist in sehr pollenarmem Material, wie es z. B. im frühen Spätglazial die Regel ist, selbst bei nur 20 ausgezählten Pollen ein recht befriedigendes Resultat zu erhalten. Sollen niedrigste Pollenprocente aber mehr oder weniger genau erfaßt werden, dann sind weit über 100 Pollenkörner auszuzählen. Im übrigen darf man aber die Anforderungen an die statistische Genauigkeit nicht übertreiben: Es hat nämlich keinen Sinn, einen beliebig herausgegriffenen Kurvenpunkt auf 2 % genau festzulegen, wenn sich die Kurve wenige Zentimeter höher oder tiefer um 5—20 % sprunghaft ändert und dieser Kurvenabschnitt infolge zu wenig enger Probeentnahme doch nicht untersucht wird.

Neben diesen untersuchungsbedingten Fehlern bestehen noch die von der Untersuchung unabhängigen Fehler: ungleiche Pollenproduktion, ungleiche Erhaltung, Häufung durch Anwehen oder Andrift oder nahen Stand eines entsprechenden Gehölzes, Materialumlagerungen, Ferntransport. Diese Einflüsse scheinen aber doch meist so klein zu sein, daß die Profile aus dem gleichen Moor oder aus benachbarten Mooren zwar nicht gleich, aber selbst bis ins Detail hinein vergleichbar sind. Ein äußerst wertvolles Hilfsmittel für eine wirklich wissenschaftliche Deutung und Verwendung der erhaltenen Kurven ist die Untersuchung von mindestens zwei Profilen aus dem zu untersuchenden Moor. Auch sollten Profile und Profilstücke mit schlechter Pollenerhaltung schon in den Diagrammen gekennzeichnet sein, um zu verhüten, daß diese Abschnitte als vollwertige Ergebnisse weiter verwendet werden.

---

Für die Publikation der vorliegenden Arbeit und stete wohlwollende Unterstützung danke ich dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich und dessen Direktor, Herrn Dr. W. L ü d i , bestens. Für bereitwilligste Unterstützung danke ich auch Herrn Prof. Dr. W. R y t z , Bern. Für die Zurverfügungstellung von Literatur bin ich auch dem verstorbenen Herrn Prof. Dr. P. A r b e n z , Bern, ebenso Herrn Prof. Dr. E. W e g m a n n . Neuenburg, dankbar.