

Jb. Oö. Mus.-Ver.	Bd. 122/I	Linz 1977
-------------------	-----------	-----------

## ZUR BESTIMMUNG UND INTERPRETATION DER POLLENDICHTE IN SEDIMENTEN

Am Beispiel von Tongesteinen aus dem Hallstätter Salzberg und dem  
Torfmoor am Walserberg dargestellt

Von Wilhelm Klaus  
(Mit 3 Abb. im Text)

### Einleitung

Bei flüchtiger Beurteilung eines Pollendiagrammes mag die Meinung auftauchen, daß die in Prozenten angegebenen Werte der Gattungen oder Arten etwa die Häufigkeit der betreffenden Pflanze in der Umgebung der Untersuchungsstelle zur Zeit der Ablagerung wiedergeben würden. Daß in einer derartigen Interpretation Schwierigkeiten liegen, fällt dem praktisch arbeitenden Pollenanalytiker beim Auszählen der Präparate sofort auf, wenn sehr dicht gestreute Spektren und extrem pollenarme in einem Profil wechseln und sich trotzdem in der Kurvendarstellung ähnliche Prozentsätze zeigen. Enthält ein Präparat unter einer bestimmten Deckglasfläche beispielsweise nur 3 Pollenkörner, ein *Pinus*-, ein *Betula*- und ein *Artemisia*-Pollenkorn, so bestreitet dieses einzige Pinuspollenkorn bereits 33 Prozent. In einem anderen Präparat gleicher Deckglasfläche finden sich hingegen einige tausend Pollenkörner. Beim Auszählen der Prozentanteile entfallen auf die große Zahl von *Pinus*-Pollenkörnern im Verhältnis zu den anderen Arten auch lediglich 33 Prozent. Das heißt, die Diagrammkurven, welche üblicherweise die relativen Prozentsätze repräsentieren, geben nur das Verhältnis des einen Florenanteiles zum anderen an und sagen keineswegs, wie häufig die entsprechenden Pflanzen in der Natur überhaupt vertreten waren.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß in ersterem Fall, wo nur drei Pollenkörner pro Deckglasfläche vorhanden waren, am Standort überhaupt kein Kiefernwald, sondern Pollenanwehung von weit entfernten Bäumen (Fernflug) anzunehmen ist. Trotzdem werden im Diagramm beachtliche 33 Prozent des Vegetationsbildes eingenommen. Im zweiten Fall, wo aufgrund der hohen Pollendichte im Präparat die Annahme eines echten Kiefernstandortes in der Umgebung ge-

rechtfertigt erscheinen würde, fällt der *Pinus*-Anteil im Diagramm deshalb auch nicht höher aus als bei dem fast leeren Präparat. Es ist von Vorteil, diese Tatsache beim Lesen eines Pollendiagrammes aus spät- und frühpostglazialen Torfmoo- ren stets gegenwärtig zu haben. Viele Pollenanalytiker klären in einer eigenen Rubrik des Diagrammes über die Anzahl der tatsächlich vorgefundenen Pollen- körner pro Präparat auf (ERDTMAN, 1921). Es gibt dann Angaben über ge- zählte Pollenkörner pro Deckglas, oder bei genauerer Betrachtung wird  $1\text{ cm}^2$  Deckglasfläche als Bezugsfläche gewählt. Was besagen nun solche Zahlenanga- ben. Vermitteln sie tatsächlich ein nur annähernd reales Vergleichsbild der Häu- figkeit der Pollenkörner? Dazu wäre zunächst vorauszusetzen, daß sämtliche Präparate eines Profiles aus einer ganz genau gleich großen Ausgangssubstanz Torf oder anderem Gestein gewonnen und auch im gleichen Verhältnis mit dem Präparationsglycerin oder sonstigen Präparationsmitteln ideal homogen ver- mischt auf das Deckglas aufgebracht wurden. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die solcherart erreichte Konzentration lediglich ein Abbild der Effizienz der Aufbereitungsmethode darstellt. Die Konzentration unter dem Deckglas ist eine Funktion der Aufbereitungskunst. Denn jede derartige Methode zielt darauf ab, jene Sedimentpartikel, welche die Pollenkörner bei der Fossilisation einhüllen und einbetten, chemisch oder physikalisch wegzuschaffen, so daß im Idealfall ausschließlich Pollenkörner übrigbleiben. Das wäre 100%ige Konzentration. Von der gewählten Aufbereitungsart und der Geübtheit des Analytikers hängt es nun ab, wie sehr Pollenkörner im Rückstand tatsächlich konzentriert werden können. Man kann ein ursprünglich pollenarmes Sediment so erfolgreich aufbe- reiten, daß eine hohe Konzentration der Pollenkörner im Deckglas erreicht wird. Umgekehrt mag es auch vorkommen, daß Sedimente ursprünglich hoher Pollenkonzentration nach dem Aufbereitungsversuch noch viel weiteren Rück- stand im Verhältnis zu den Pollenkörnern aufweisen. Das heißt, durch die Auf- bereitung kann die ursprüngliche Pollendichte im Präparat völlig verändert er- scheinen. Ein weiterer Faktor, welcher das Pollenbild verändern kann, ist die Herstellung des Präparates selbst. Je nach dem, ob einmal mehr oder weniger Einbettungsflüssigkeit zum Pollenkonzentrat dazugemischt wird, erscheint der Rückstand stark verdünnt oder gegebenenfalls konzentrierter. Auch die Ho- mogenisierung und Aufbringung auf die Objektträgerfläche unterliegt einer Vielfalt von Zufälligkeiten. Die Beurteilung, ob alle Proben in einem Profil in bezug auf die genannten Faktoren gleichmäßig hergestellt wurden, besitzt eine stark subjektive Seite. Genau geben die Zahlen der Pollenkörner pro Deckglas- fläche lediglich an, wie gut die eine oder andere Aufbereitung gelungen ist. Sie sind mit einer großen Zahl erheblicher Unsicherheitsfaktoren behaftet. Um ein etwas verlässlicheres Bild über die ursprüngliche Pollendichte zu erhalten, scheint es zweckmäßig, die Pollenzahl nicht auf die Präparatfläche, sondern auf das Volumen der zur Aufbereitung verwendeten Ausgangssubstanz zu bezie- hen. Als die Salzsporennuntersuchungen in Hallstatt im Jahre 1951–1955 das in-

interessante Ergebnis zeitigten, daß es sich dabei um keine Einzelfunde, sondern um eine weite Verbreitung von zum Teil außerordentlich dicht gestreuten Pollenkörnern und Sporen sowohl im Ton als auch im Salz handelt, entstand natürlich die Frage, wie weit die Vegetation von den Konzentrationsgebieten des Salzes entfernt gewesen sein würde und ob sich die gefundene Pollendichte mit jenen hohen Werten der Torflager vergleichen ließen. Es war daher naheliegend, die Ergebnisse der Pollendichtebestimmung im Gletschereis (VARESCHI, 1935) und auch jene der Torfproben von der lappländischen Tundrengrenze (AARIO, 1940) zum ersten groben Vergleich heranzuziehen. So verschiedene Sedimente wie Gletschereis, Torf, Steinsalz und Kohle ergeben zunächst ein schwer überblickbares Bild, da man vorwiegend die Ausgangssubstanz in Gewichtseinheiten anzugeben pflegte. Es zeigte sich, daß die Pollendichte der Tundra sich deutlich von den Werten der Waldgebiete unterscheidet. In der Tundra fanden sich in 50 mg Torf 69 Baumpollen, obwohl keinerlei Bäume vorhanden waren. Die Pollendichte der Waldgrenze war hingegen unvergleichlich höher. Im Bereich der unzusammenhängenden Birkenwälder fanden sich vergleichsweise 1072 Pollenkörner, wovon allein auf die Kiefer 445 entfielen. Das heißt, die Pollenmenge steigt in den Waldgebieten mindestens auf das 15fache der Tundra. Proben mit weniger als 100 Pollenkörner pro 50 mg Torf erweisen sich mit großer Sicherheit als Tundrenproben.

Eine andere Möglichkeit, das Verhältnis von Baum- und Nichtbaumpollen zu prüfen, bietet die Untersuchung des Gletschereises. Im Aletschgletscher beträgt der Pollengehalt pro  $\text{dm}^3$  Eis etwa 350 Körner. Dabei ist die Feststellung für basale Spätglazialtone von besonderem Interesse, daß, je weiter weg vom Wald die Probe entnommen wurde, desto höher der Baumpollengehalt anstieg. Daher sollten hohe Nichtbaumpollen keineswegs als Gletschernähe gedeutet werden.

### Pollendichte

Eine Anzahl weiterer Autoren haben sich um die Entwicklung dieser Methode bemüht. TRAVERSE & GINSBURG (1966) bestimmen, von der Gewichtseinheit ausgehend, die Pollendichte mariner Sedimente im Areal der Bahama-Inseln. WOODS (1955) untersuchte im Golf von Mexiko Meeressedimente und zeigte in einem Diagramm die Abhängigkeit der Pollendichte von der Entfernung des Vegetationsgürtels. Sofern man die Absatzgeschwindigkeit eines Sedimentes einzuschätzen vermag und das spezifische Gewicht kennt, könnte man die Werte der Fossilien aus den Tonen direkt mit dem Diagramm von WOODS vergleichen und die Küstenentfernung ablesen. In Vegetationsnähe findet man im Golf von Mexiko bis zu 25 000 Körner pro Gramm Sediment. Diese Zahl

nimmt allmählich, je mehr man sich von der Küste entfernt, ab. Bei 120 km Küstenabstand finden sich aber immer noch um 1000 Körner pro Gramm Sediment. TOMLINSON (1957) überträgt die quantitative Pollendichtebestimmung auf die Kohlenuntersuchung. An Versuchen, absolute Pollendaten zur Rekonstruktion der Vegetationsdichte in Torfmooren zu bekommen, hat es in letzter Zeit nicht gefehlt (z. B. HARTMANN, 1968). FREDERIKSEN (1974) referiert über den Stand derartiger Analysemethoden.

Der Verfasser hat 1951–1955 den Grundgedanken der Pollendichtebestimmung von AARIO aufgegriffen und die damals im Steinsalz von Hallstatt entdeckten fossilen Pollenkörner zur Beurteilung der Vegetationsdichte und Entfernung vom Ort der Ablagerung heranzuziehen versucht. Es wurde insofern eine Modifikation durchgeführt, als man dazu überging, an Stelle der Gewichtseinheit bei der Messung der Ausgangssubstanz die *Volumseinheit* zu bestimmen. Man ging von der Überlegung aus, daß beim Auffallen der Pollenkörner auf das Einbettungssediment die Größeneinheit der *Fläche* ( $1 \text{ cm}^2$ ) und das *Volumen* der darüber sich aufbauenden Sedimentsäule bei der Ablagerung wesentlich sei, wobei es für die Pollenkörner bedeutungslos ist, ob sie in schwere oder leichte Sedimente hineinfallen. Durch die Angabe der Pollendichte pro Volumseinheit sind Direktvergleiche zwischen völlig verschieden schweren Sedimenten möglich, etwa wie zwischen Ton und Torf, Tonschiefer und Steinsalz und Ähnlichem. Nachdem der Verfasser an mehreren europäischen Laboratorien (Institut français du Pétrol in Paris [1952], Geologisches Landesamt in Hannover usw.) diese Methode demonstrierte und dann am Hallstätter Salzberg bei den laufenden Untersuchungen (1951–1961) so gut wie für jede Probe anwendete, wurde die Methode in weiteren Kreisen vielfach eingesetzt (SITTLER, 1954). Zahlreiche Studenten der Pollenanalyse, welche meine Vorlesungen und Demonstrationen seit 1965 besuchten, ist die Bestimmung der Pollendichte zu einer Selbstverständlichkeit bei der Ausarbeitung von Diagrammen geworden (vgl. Draxler, Schultz, Bobek u. v. a.). Es scheint daher einer Darstellung wert, den Weg zu zeigen, welcher zu der Erarbeitung der Dichtebestimmung führte. Grundsätzlich hatte die Bestimmung der Pollenzahl in einem Sediment das Ziel, festzustellen, wieviel Pollenkörner pro Volumseinheit Untersuchungssubstanz ( $1 \text{ cm}^3$ ) tatsächlich in einer Sedimentprobe vorhanden sind.

### Methodik (vgl. Abb. 1)

Je nach Sedimentbeschaffenheit wird die allgemein der Größenordnung nach übliche Ausgangsmenge für pollenanalytische Untersuchungen gewählt. Von Torf und Ton etwa  $1 \text{ cm}^3$ , von Steinsalz etwa  $\frac{1}{2}$ – $1 \text{ l}$  je nach Reinheit, von

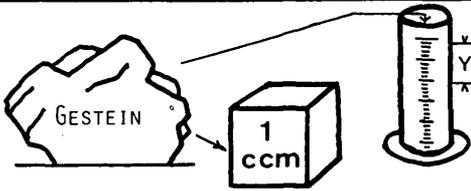
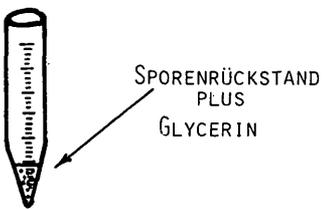
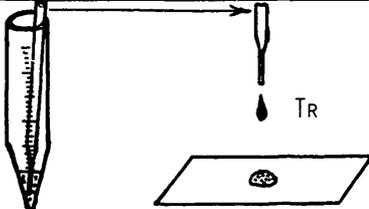
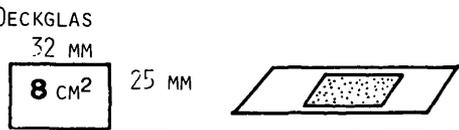
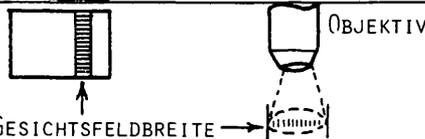
BESTIMMUNG DER POLLEN-SPORENDICHTE EINES GESTEINES	
ARBEITSGANG	MESSDATEN
<p>1</p>  <p>GESTEIN</p> <p>1 ccm</p> <p>Y</p>	<p><b>Y</b></p> <p>VOLUMEN DER AUSGANGS-SUBSTANZ IN CCM</p>
2 AUFBEREITUNG OHNE VERLUST	
<p>3</p>  <p>SPORENRÜCKSTAND PLUS GLYCERIN</p>	<p><b>Ip</b></p> <p>VOLUMEN DES SPORENRÜCKSTANDES PLUS GLYCERIN</p>
<p>4</p>  <p>Tr</p>	<p><b>Tr</b></p> <p>VOLUMEN EINES GLYCERINTROPFENS DER PIPETTE IN CCM</p>
<p>5</p>  <p>DECKGLAS 32 MM 25 MM 8 CM<sup>2</sup></p>	<p><b>Df</b></p> <p>DECKGLASFLÄCHE IN CM<sup>2</sup></p>
<p>6</p>  <p>GESICHTSFELDBREITE</p> <p>OBJEKTIV</p>	<p><b>Bf</b></p> <p>BAHNFLÄCHE IN CM<sup>2</sup> GESICHTSFELDBREITE X DECKGLASHÖHE</p>
<p>7</p> 	<p><b>Ab</b></p> <p>ANZAHL AUSGEZÄHLT. BAHNEN.</p>

Abb. 1: Analysengang zur Ermittlung der Meßwerte, welche von einem Gestein benötigt werden, um die Pollen-(Sporen-)Dichte zu berechnen.

Braun- und Steinkohle etwa  $1-5 \text{ cm}^3$ . Vor der Zerkleinerung des Sedimentes wird das Ausgangsvolumen ( $Y$ ) bestimmt und notiert. Am einfachsten geschieht dies durch Einsenken der Probe in ein Meßglas und Ablesen der Volumsänderung. Als Meßflüssigkeit kann Wasser verwendet werden, bei Steinsalz am besten gesättigte, gereinigte Sole. Plastische Sedimente, wie fette, weiche Tone oder Torf, kann man auch mit einem Messer zu einem oder mehreren Würfeln von  $1 \text{ cm}^3$  Kantenlänge formen. Hierauf wird das Gestein in der dafür am besten geeigneten Methode aufbereitet. Es ist lediglich etwas sorgfältiger darauf zu achten, daß kein Rückstand verschüttet wird. Nach Erledigung des gesamten anorganischen und organischen Aufbereitungsganges wird der letzte gereinigte Rückstand im Zentrifugenglas wie üblich mit Glycerin zur Präparatherstellung vermischt. Es ist von Vorteil, hierfür ein ziemlich spitzes Zentrifugenröhrchen mit Meßeinteilung zu benützen. Man liest darauf das Volumen ( $I_p$ ) des Glycerin-Sporengemisches ab. Daraufhin bedient man sich einer kleinen Glaspipette, an welcher schon vorher das Volumen eines ausfließenden Glycerintropfens ( $T_r$ ) bestimmt wurde. Dies läßt sich einfach bewerkstelligen, indem ein mit Meßskala versehenes Zentrifugenglas durch langsames und abgezähltes Austropfen aus der Pipette bis zu einer bestimmten Meßeinteilungsmarke mit Glycerin gefüllt wird. Teilt man das abgelesene Volumen durch die Anzahl der abgezählten Tropfen, so ergibt sich daraus das Tropfenvolumen ( $T_r$ ), ausgedrückt in Bruchteilen eines  $\text{cm}^3$ . Mit dieser, solcherart geeichten Pipette, deren Tropfenvolumen nun eine Konstante darstellt und für weitere Messungen bereitgehalten werden kann, wird das Glycerin-Sporenkonzentrat zum Teil angesaugt. Vorher bläst man Luft durch die Pipette in den Sporenrückstand, damit die aufsteigenden Luftperlen die Sporen gleichmäßig im Glycerin verteilen. Eine bestimmte Tropfenzahl ( $A_{T_r}$ ), meist 1–2 je nach verwendeter Deckglasgröße, wird auf einen Objektträger aufgetropft und mit einem Deckglas bestimmter Größe – bei einem Ausmaß von  $35 \times 32 \text{ mm}$  ergibt sich eine Deckglasfläche von  $8,0 \text{ cm}^2$  – so abgedeckt, daß weder Flüssigkeit an den Rändern hervorquillt noch Lufträume unter dem Deckglas entstehen. Dann kann mit dem Auszählen begonnen werden. Ist eine annähernd gleichmäßige Verteilung des Sporenkonzentrates unter dem Deckglas erzielt, so kann man sich eine vollständige Durchzählung ersparen. Aufgrund der gegebenen Linsengröße des Objektivs wird bei einmaligem Durchführen des Objektträgers mit dem Objektführer eine ganz bestimmte Fläche des Präparates vom Gesichtsfeld bestrichen. Diese Bahnfläche ergibt sich aus dem Produkt Gesichtsfeldbreite  $\times$  Deckglashöhe. Die Gesichtsfeldbreite kann mit dem Objektmikrometer vermessen werden. Sie ist für jedes Objektiv konstant. Die Anzahl der auf diese Art durchgezählten Bahnen ( $A_b$ ) sowie die Gesamtsumme der gezählten Sporen ( $X_s$ ) wird notiert. Es ist von Vorteil, bei den Auszählungen immer die gleiche Deckglasgröße, die gleichen Deckgläser, Pipetten und Objektive zu benützen. Dann gehen in den Ansatz als Konstante gleiche Größen ein:

Bf = Bahnfläche; z. B. für Objektive  $45 \times = 0,0875 \text{ cm}^2$ , für Objektive  $60 \times = 0,1175 \text{ cm}^2$ .

Df = Deckglasfläche; z. B. für  $25 \times 32 \text{ mm} = 8,0 \text{ cm}^2$ .

Tr = Tropfenvolumen; z. B. für die von mir benützte Pipette bei konzentriertem Glycerin =  $0,023 \text{ cm}^3$ .

Dies sind die konstanten Werte für alle Messungen. Als Variable bleibt dann für jede Untersuchung noch zu bestimmen:

Y = verwendete Sediment-Menge, ausgedrückt in  $\text{cm}^3$ .

Ab = Anzahl der durchgezählten Bahnen.

Xs = Summe der ausgezählten Sporen.

Ip = Volumen des Konzentrates im Zentrifugenröhrchen mit Meßskala in  $\text{cm}^3$ .

ATr = Anzahl der verwendeten Tropfen zur Präparatherstellung (gewöhnlich 1).

Aus diesen gewonnenen Werten läßt sich auf einfache Weise nach folgendem Ansatz die Anzahl der Sporen (Pollenkörner) pro  $\text{cm}^3$  Sediment errechnen:

$$Ab \cdot Bf = f; \quad (f = \text{gezählte Fläche}).$$

$$\frac{Df}{f} \cdot Xs = S_{Tr}; \quad (S_{Tr} = \text{Sporensomme pro Tropfen}).$$

$$\frac{Ip}{Tr \cdot A_{Tr}} \cdot S_{Tr} = S_y; \quad (S_y = \text{Sporensomme pro Ausgangsvolumen}).$$

$$\frac{S_y}{y} = S; \quad (S = \text{Sporen-[Pollen-]dichte pro } \text{cm}^3 \text{ Gestein}).$$

Natürlich kann man die gewonnenen Zahlenergebnisse nur der Größenordnung nach werten. Für das alpine Salzgebirge (Haselgebirge) von Hallstatt wurde für jede Probe eine graphische Darstellung versucht, in welcher vier Gruppen der Sporendichte ausgeschieden werden (vgl. Abb. 2).

0– 50 Sporen . . . . . Eingezeichnet in der linken Ecke des Quadrates, welches den Kreis umgibt.

50– 1 000 Sporen . . . . . Zusätzlich untere Quadratecke.

1 000–10 000 Sporen . . . . . Zusätzlich rechte Quadratecke.

10 000–50 000 Sporen . . . . . Zusätzlich obere Quadratecke.

Die Quadratecken sind noch in weitere fünf Teile unterteilt, so daß man jeweils bis zu den Fünfteln der Zahlenangaben Eintragungen vornehmen kann. Die statistische Fehlergrenze ist verhältnismäßig gering, wie mehrmalige getrennte Auszählungen der gleichen Proben erwiesen haben. Sogar bei sehr geringer Sporendichte, wo die Ergebnisse naturgemäß unsicher werden, scheint die Variation das Resultat nicht ausschlaggebend zu benachteiligen, wie folgende Tabelle einer Kernsalzprobe von Hallstatt zeigt.

	Y	Ab	Xs	Ip	Bf	Df	Tr	A <sub>Tr</sub>	Sporen cm <sup>3</sup>
1. Zählung	2000	17	262	0,5	0,0875	8,0	0,034	1	10
2. Zählung	2000	16	309	0,4	0,0875	8,0	0,014	4	6
3. Zählung	2000	18	449	0,5	0,0875	8,0	0,014	5	8

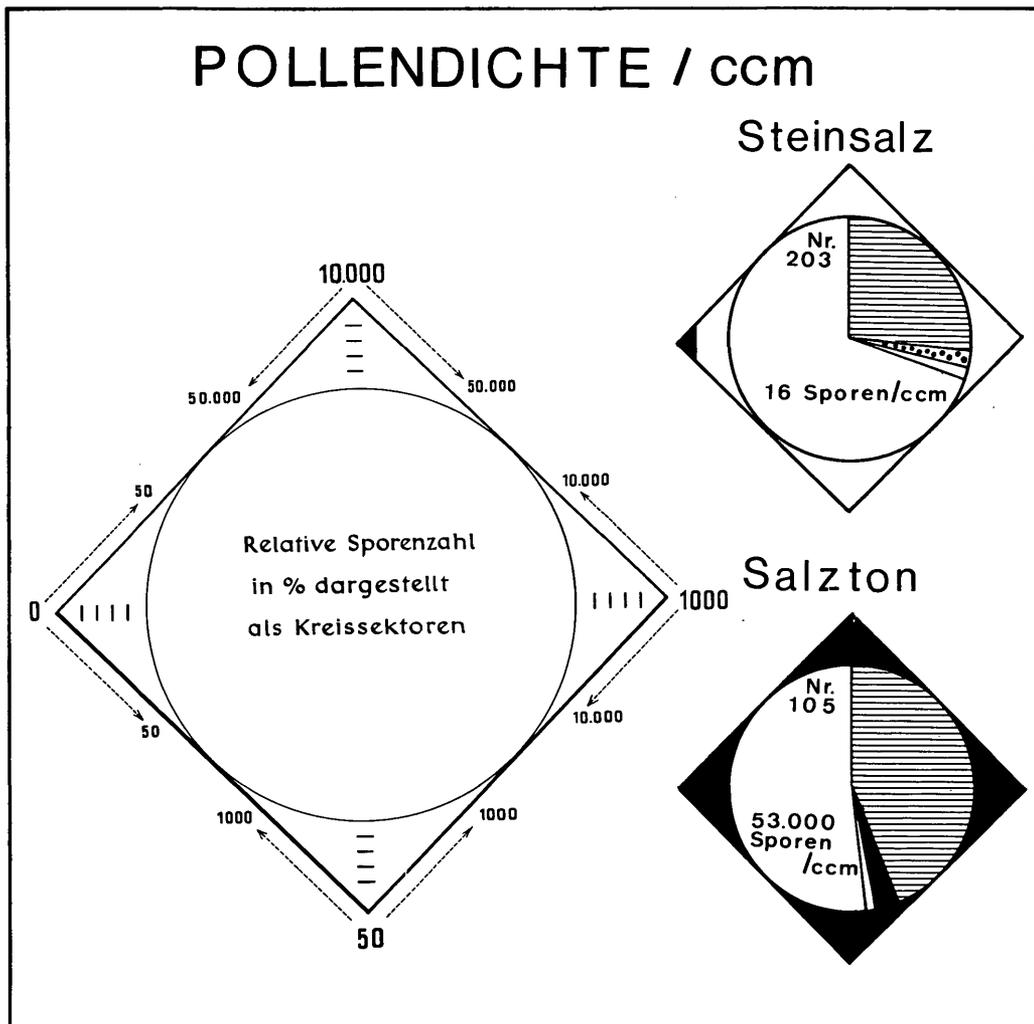


Abb. 2: Ergebnisse von Pollen-(Sporen-)Dichtebestimmungen. Salzberg Hallstatt, Buntes Haselgebirge. Aus der Art der quantitativen Darstellung durch Ausfüllung von Quadratecken, welche den Kreis mit der relativen Sporenzusammensetzung umschreiben, ist ersichtlich, wie stark sich z. B. die verschiedenen Tone dieser Gebirgsart vom Kernsalz selbst unterscheiden. Weißes Kreisfeld = Anteil von *Lueckisporites virkkiae*, schraffierter Teil = Anteil der Pollensumme *Pityosporites zapfei* u. *schaubergeri*. Die übrigen Kreissignaturen stellen seltenere Elemente dar.

Für die Sedimente des Salzgebirges kommt man etwa auf folgende Werte:

Salzton .....	5 000–50 000 Sporen pro cm <sup>3</sup>
Kernsalz .....	10– 50 Sporen pro cm <sup>3</sup>
hell und rein	
Kernsalz .....	100– 500 Sporen pro cm <sup>3</sup>
dunkel, verunreinigt.	

Vergleicht man die Angaben mit jenen der Tone des Golfes von Mexiko, so könnten unter der Annahme ungefähr ähnlicher Sedimentationsgeschwindigkeiten Küstenentfernungen von 5–10 km für die 50 000 Werte und 120 km für die 5000 Werte angenommen werden. Es gibt aber vereinzelt auch Tone mit noch höheren Konzentrationen bis zu 100 000 Körner, welche entweder auf extrem langsame Tonsedimentation oder direkte Küstenbereichsablagerung hinweisen. Die extrem niedrigen Werte des Steinsalzes mögen zum Großteil aus einer wesentlich rascheren Ablagerung resultieren. Wenn es sich beim Liniensalz um Jahresschichten handelt, wofür manches spricht, dann könnten mehrere cm Salz pro Jahr abgelagert worden sein. Das würde in den Bereich der Werte des Gletschereises kommen, wo VARESCHI etwa 1 Pollenkorn auf 3 cm<sup>3</sup> festgestellt hat und daher eine noch größere Jahresakkumulation stattfindet (VARESCHI, 1937).

Nützlich erweist sich auch im Quartärpollendiagramm die Angabe der Pollendichte pro cm<sup>3</sup> Torf oder Spätglazialton. Man gewinnt dadurch eine genauere Kontrolle über den Zeitpunkt der Waldeinwanderung und bei einem datierten Pollenprofil auch eine Abschätzung der Sedimentationsrate. Bei raschem Torf- oder Tonwachstum wird bei gleicher Vegetationsdichte der Umgebung der Pollen in wesentlich dünnerer Streuung auf die Volumseinheit verteilt sein als bei langsamerem Wachstum.

Bei der Untersuchung des Torfmoores am Walserberg wurde für jede Probe zusätzlich eine Pollendichtebestimmung durchgeführt (Abb. 3). Dabei zeigen sich in der spätglazialen, waldlosen Zeit Werte zwischen 500 und 5000 Pollenkörnern. Noch am Ende der älteren Dryas schnellen die Werte auf 30 000 und 50 000 hinauf. Das Eintreffen des geschlossenen Kieferngürtels bewirkt Anfangswerte von 60 000 Körnern pro cm<sup>3</sup>, welche im Torf der Allerödzeit auf über 100 000 Körner hinaufschnellen. Ein normaler Wert für langsam gewachsene holozäne Hochmoortorfe. Die niedrigeren Werte des Spätglazial decken sich recht gut mit den Tundren-Werten von AARIO (490) und seinen Schlußfolgerungen, daß Werte bis 700 Körner pro cm<sup>3</sup> (Umrechnung des Verfassers) in Torf als Tundrenproben anzusehen sind.

Ist in einem Profil die Datierung mittels der relativen Pollenprozentsätze möglich, so lassen sich im Verein mit der Bestimmung der Pollendichte auch Berechnungen über die Ablagerungsgeschwindigkeit und das Moorwachstum anstellen.

# TORFMOOR WALSERBERG bei Salzburg

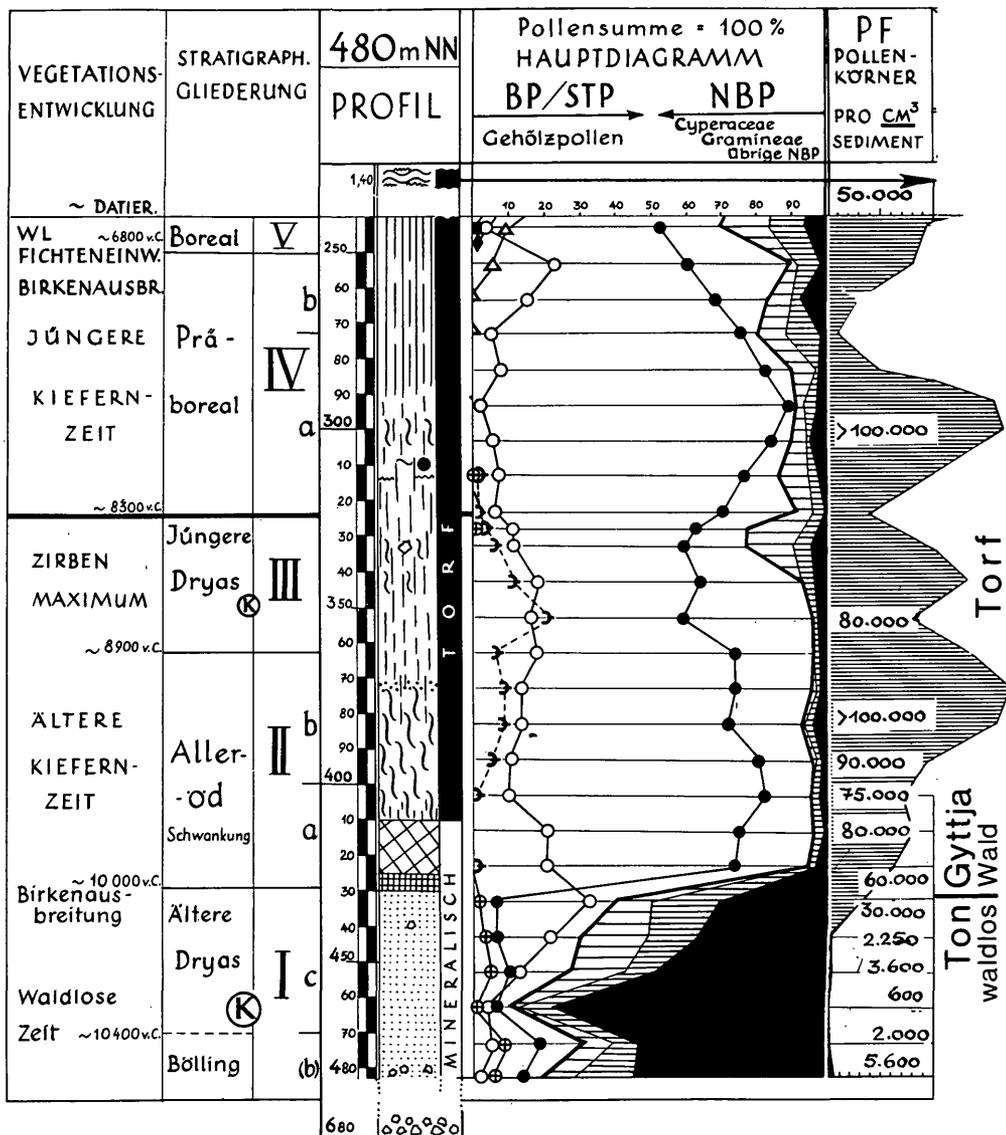


Abb. 3: Torfmoor Walsberg. Waldlose Spätglazialzeit deutlich von jüngerer Bewaldungsphase unterschieden.

### Bedankungen

Für die Ermöglichung der Probenentnahme zum Zwecke palynologischer Untersuchungen wurden Begehungen im Salzbergwerk Hallstatt und auch in anderen Salzbergen jahrelang durchgeführt. Dabei durfte ich mich der Bewilligung und tatkräftigen Unterstützung durch die Generaldirektion der Österreichischen Salinen erfreuen. Daran maßgeblich mitgeholfen hat die Leitung des Salzbergwerkes Hallstatt und die geologische Forschungsstelle der Österreichischen Salinen. Ihnen allen sei mit einem herzlichen Glück-Auf gedacht.

### Zusammenfassung

Die Prozentsätze der verschiedenen Pollengattungen und -arten in Pollendigrammen geben an, in welchem gegenseitigen Mengenverhältnis die verschiedenen Pollenkörner im Sediment vorzufinden sind. Sie geben nur indirekte Anhaltspunkte über die Vegetationsdichte. Diese läßt sich eher durch Bestimmung der tatsächlich in einer bestimmten Volumseinheit Sediment vorhandenen Anzahl von Pollenkörnern und Sporen – der sogenannten absoluten Pollenzahl oder Pollendichte in Verbindung mit weiteren Faktoren der Sedimentationsgeschwindigkeit beurteilen. Am Beispiel von permischen Tongesteinen aus dem Hallstätter Salzberg sowie denjenigen des Torfmoores Walserberg wird eine Bestimmungsmethode vorgelegt und Schlußfolgerungen auf die Vegetationsdichte diskutiert. Die Salztone von Hallstatt enthalten als Höchstwerte etwa 100 000 Pollenkörner und Sporen pro  $\text{cm}^3$  Gestein. Im Golf von Mexiko entspricht diese Konzentration heute dem Küstenbereich. Niedere Werte liegen bei 5000 Körner/ $\text{cm}^3$ , etwa 100 km Küstenentfernung entsprechend. Das Steinsalz enthält wegen der offenbar viel höheren Ablagerungsgeschwindigkeit Werte um einige 100 Körner/ $\text{cm}^3$ . In spätglazialen Tonen wurden Tundrenwerte um 5000 Pollenkörner pro Volumseinheit gefunden, welche bei Waldannäherung auf 30 000, bei Waldbedeckung am Standort auf 50 000 bis 100 000 Körner/ $\text{cm}^3$  anwachsen.

### Summary

On the occasion of the palynological investigation of salt and clay in the Permian evaporites of Hallstatt, Upper-Austria, a method for volumetric spore concentration measuring has been applied. Technical steps are presented. The different concentration values in clay and salt are based upon the original volume unit of the prepared rock. 100 000 grains/ $\text{cm}^3$  occur as a maximum in dark clay, an average value lies near 10 000–20 000 grains, and the lower figures tend towards 5000 grains/ $\text{cm}^3$ . In salt, spores are much less concentrated. 10–500 grains/ $\text{cm}^3$  is an average value.

In late glacial clay and peat deposits of Salzburg, tundra-time is indicated by pollenvalue below 5000 grains/cm<sup>3</sup>, forest approach by 30 000–50 000 grains and dense forest on the spot by peat values of about 100 000 grains per gramm.

#### Literatur

- Aario, L., 1940: Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. – Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. A. Tom. LIV, Nr. 8, Helsinki 1940.
- Benningshoff, W. S., 1962: Calculation of pollen and spores density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. – Pollen et Spores, 4 (2), p. 332–333.
- Bertsch, K., 1942: Lehrbuch der Pollenanalyse. – Handb. prakt. Vorgesch. Forsch., 3, Stuttgart 1942.
- Bortenschlager, S. & Patzelt, G., 1969: Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2700 m) der Venedigergruppe. Eiszeitalter und Gegenwart, 20.
- Davis, B. M., 1965: A Method of Determination of Absolute Pollen Frequency. – In: Kummer & Raup, Handbook of Paleontological Techniques. p. 674–686, Verl. Freeman & Co, San Francisco 1965.
- Erdtmann, G., 1921: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwestschweden. – Arkiv för Botanik. 1921.
- Fredriksen, N. O., 1974: Statistics in Stratigraphic Palynology: An Annotated and indexed Bibliography. – Am. Ass. Strat. Palyn. Contr. Ser. Nr. 3, 1974.
- Habib, D., 1969: Middle Cretaceous palynomorphs in a deep-sea core from the Seismic Reflector Horizon A outcrop area. – Micropaleontology, vol. 15, Nr. 1, pp. 85–101, pls. 1–4, New York 1969.
- Habib, D., 1970: Middle Cretaceous palynomorph assemblages from clays near the Horizon Beta deep-sea outcrop. – Micropaleontology, 16 (3), p. 345–379, New York 1970.
- Hartman, A. A., 1968: A study on pollen dispersal and sedimentation in the Western Part of the Netherlands. – Acta Botanica Neerlandica 17 (6), p. 1–48, Wageningen 1968.
- Holzner, F., 1976: Methode zur Eingliederung von postglazialen Moorprofilen ins absolute Zeitsystem. – Linzer biol. Beitr., 8 (1), p. 79–94, Wien 1976.
- Klaus, W., 1953: Alpine Salzmikropaläontologie (Sporendiagnose). – Paläont. Z. 27, Stuttgart 1953.
- Klaus, W., 1957: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs: Das Torfmoor am Walsberg. – Verh. Geol. B. A., H. 1/2, Wien 1967.
- Kummel, B. & Raup, D., 1965: Handbook of Paleontological Techniques. – Verl. W. H. Freeman and Co., San Francisco 1965.
- Sittler, C., 1954: Palynologie et Stratigraphie – Principe et Application de l'analyse des pollens aux études de recherche de pétrole. – Rev. I. F. P., 9 (7), p. 367–375, Paris 1954.
- Szafer, W., 1935: The Significance of Isopollen Lines for the Investigation of the Geographical Distribution of Trees in the Post-Glacial Period. – Bull. Acad. Pol. Sci. & Lett., Cl. Sci. Math. et Nat., Ser. B, Sci. Nat. (I), p. 235–239, Cracovie 1935.
- Traverse, A. & Ginsburg, R. N., 1966: Palynology of the Surface Sediments of Great Bahama Bank, As Related To Water Movement and Sedimentation. – Marine Geol., 4, p. 417–459, Verl. Elsevier, Amsterdam 1966.
- Tomlinson, R. C., 1957: Coal Measures Microspore analysis: a statistic investigation into sampling procedures and some other factors. – Bull. Geol. Surv. Great Britain (12), p. 18–26, London 1957.
- Vareschi, V., 1935: Pollenanalysen aus Gletschereis. – Ber. Geobot. Inst. (1934) 1935.
- Vareschi, V., 1935: Blütenpollen im Gletschereis. – Zeitschr. f. Gletscherkunde, 23, 1935.
- Vareschi, V., 1937: Prüfung der neuen pollenanalytischen Methode der Gletscherforschung an Hand eines Firnprofils von bekannter Entstehungszeit. – Zeitschr. f. Gletscherkunde, 1937.
- Welten, M., 1944: Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. – Veröff. Geobot. Inst. Rübél, 21, 1944.
- Welten, M., 1952: Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentales. – Veröff. Geobot. Inst. Rübél, 26, 1952.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [122a](#)

Autor(en)/Author(s): Klaus Wilhelm

Artikel/Article: [Zur Bestimmung und Interpretation der Pollendichte in Sedimenten, am Beispiel von Tongesteinen aus dem Hallstätter Salzberg und dem Torfmoor am Walsenbergr dargestellt. 171-182](#)