

# Die Pollenanalyse, ihre Methode und Bedeutung für Klima, Wald- und Vorgeschichte

Hermann Buhde, Dortmund

Schon lange hatte man den Torf der Moore nach Holzresten, Pflanzenteilen und Samen makroskopisch untersucht. C. A. Weber war der Altmeister nordwestdeutscher Moorforschung. Mit Hilfe des Mikroskops lernte man dann aber auch die feinsten Einschlüsse, vor allem die im Torf enthaltenen Pollen (Blütenstaubkörner) kennen. Gerade diese Pollen erschienen der Forschung von größter Bedeutung, und von dem Schweden v. Post und seinen Schülern wurde vor etwa 20 Jahren der Grund zur pollenanalytischen Bearbeitung der Moore gelegt. Seitdem sind in allen europäischen Staaten die Moore derart untersucht worden.

## 1. Wie entnehme ich einem Moore die Torfproben?

Ich trete an eine der tiefgehesten Torfwände heran und steche mit dem Spaten von oben bis unten eine neue Fläche aus; wenn nötig, muß ich bis auf den Untergrund weitergraben. Nun entnehme ich, unten beginnend, in Abständen von 10 cm (bei weiterer Erfahrung auch in kleineren oder größeren Abständen) die Torfproben. Ich schneide kleinere Stücke heraus und lege sie in Präparatengläser; oder aber, ich steche Glasröhrchen (2—2½ cm Durchmesser) ohne Boden in den Torf hinein und verschließe sie nach Entnahme beiderseits mit Korken. Wichtig ist, daß die Proben sauber entnommen werden, d. h. daß keine Beimischung von Torf, der ober- oder unterhalb lagert, stattfindet, und daß man nicht vergißt, die Gläschen genau der Reihenfolge nach zu beschriften (Zettel hineinlegen oder gut aufkleben).

Wenn keine Torfstiche und -gräben vorhanden sind, benötigt man Moorbohrer; oder man kann Eisenrohre hineintreiben, die man nachher in entsprechende Stücke zersägt; beide Methoden kommen für uns kaum in Frage. — Will man die Proben nicht sofort untersuchen, so setzt man Wasser und Alkohol zu; auf jeden Fall darf der Torf nicht austrocknen, er läßt sich dann nur schwierig aufweichen und aufkochen.

## 2. Wie bereite ich die Torfproben zur Untersuchung vor?

Von den Torfproben werden einige ccm, möglichst aus dem Innern, in einem kleinen Eisen- oder Blechtopf (auch Becherglas) gekocht und zwar mit etwa 10 % Kali- oder Natronlauge, 20 Minuten lang unter Umrühren (Vorsicht!). Dabei gehen die Humusstoffe in Lösung, und die Pollenkörner werden aufgehellt. Nachher gießt und rührt man den Brei durch ein feines Haarsieb (Kaffeefieb). Von der durchgeflossenen, schwarzbraunen Masse kann man nun einen Tropfen auf den Objektträger bringen, ihn mit einem Tropfen Glycerin mischen und nach Auflegen des Deckglases untersuchen. Man kann natürlich auch schon vorher die schwarzbraune Masse mit einigen Tropfen Glycerin aufhellen.

Enthält die Probe viel Sand oder Ton (hauptsächlich bei den Grundproben), so muß man versuchen, durch mehrfaches Schlämmen diese Bestandteile zu entfernen.

Stören trotzdem noch beim Mikroskopieren die Sandteilchen, so müssen sie mit Flußsäure (HF1) gelöst werden. Man nimmt Porzellantiegel, die

man mit Paraffin innen überzogen hat (Flußsäure äßt Glas und Porzellan). Also Vorsicht! Tiegel im Freien aufstellen! Man läßt das Gefäß einige Tage mit kalter Flußsäure stehen; später tüchtig auswaschen und mit Salzsäure verätzen.

Neuerdings berichtet Erdman (Schweden) über ein weiteres Verfahren. Der feuchte Torf wird ausgetrocknet; wenn schnelle Untersuchung nötig ist, dann im Vacuum-egicicator über konzentrierter Schwefelsäure; der trockene Torf wird weiter durch Reiben gegen ein Eisen- oder Messingsieb pulverisiert. Eine Menge Torfpulver von etwa 0,2 g wird mit 4 cm<sup>3</sup> Eisessig in ein Zentrifugierröhrchen hinuntergespült. Nach Hinzufügen von 5 bis 6 Tropfen Natriumchloratlösung (Na Cl O<sub>2</sub>, 1 Gewichtsteil, 2 Gewichtsteile Wasser) wird das Röhrchen unter Umrühren mit konzentrierter Salzsäure bis zur 5 cm<sup>3</sup> Linie gefüllt. Das Torfpulver wird von den entstehenden Gasen angegriffen und gebleicht. Nun wird zentrifugiert, dann nach Abgießen der Flüssigkeit mit etwa 10 cm<sup>3</sup> Aq. dest. kräftig gewaschen und durchgeschüttelt, Entfernen des Schaumes mit Aeton, nun wieder zentrifugiert und die Flüssigkeit abgegossen, dann folgt Auswaschen mit 5 cm<sup>3</sup> Eisessig, hinterher wiederum zentrifugiert und abgegossen, schließlich 10 cm<sup>3</sup> Essigsäureanhydrid-Schwefelsäuremischung hinzu (9 Volumenteile Essigsäureanhydrid, chemisch rein, nicht die teure Qualität Pro analysi, und 1 Volumenteil Schwefelsäure, die man aus einer Pipette unter kreisenden Bewegungen zufließen läßt). Nun setzt man die Röhrchen mit dem Reaktionsgemisch ins Wasserbad bei 70° C. Unter langsamer Weitererwärmung und Umrühren bringt man das Wasserbad zum Kochen, dann nimmt man die Röhrchen vorsichtig heraus, trocknet ab und setzt sie in die Zentrifuge (Handzentrifuge genügt, etwa 15 M). Nach dem Zentrifugieren gießt man die Flüssigkeit ab, füllt Wasser hinzu und schüttelt kräftig; jetzt zum zweitenmal zentrifugiert, das Wasser abgegossen und eine Mischung Glycerin-Wasser 1:1 zugefügt bis etwa zur 5 cm<sup>3</sup> Linie; dann wiederum zentrifugiert und abgegossen. Der Rückstand kann nun auf den Objektträger gebracht und untersucht werden.

Die erste Methode, die Behandlung mit Kalilauge, reicht für unsere Zwecke vollkommen aus, sie liefert gute Bilder. Wer die zweite Methode versuchen will, wird aber erstaunt sein über die großartigen Fortschritte.

Anmerkung. Zur Herstellung von Dauerpräparaten schließt man in allen Fällen mit Glyceringelatine ein (man verrührt einen Tropfen der Pollenmasse mit einem auf den Objektträger gebrachtes und geschmolzenes Stückchen Glyceringelatine), legt ein angewärmtes Deckglas ohne Druck auf, dreht das ganze Präparat um, damit die Pollenkörner auf dem Deckglas sedimentieren und läßt erkalten. Nach einigen Monaten werden die Deckgläser mit Lack umrandet.

Bemerkt man, daß bei Präparaten der ersten Kalilauge-Methode die Pollenkörner nur sehr dünn verteilt sind, greift man auch am besten zur Zentrifuge und konzentriert dadurch.

### 3. Wie untersuche und zähle ich unter dem Mikroskop?

Zunächst muß ich mir eine gesicherte Kenntnis der Pollenkörner verschaffen. Das geschieht 1) mit Hilfe von Abbildungen (Abbild. 1) und 2) mit Hilfe von Vergleichspräparaten (ich sammle mir dazu die Staubkörnchen der verschiedensten Baum- und auch wohl Pflanzenarten, behandle sie nach der Kalilauge-Methode und zeichne).

Die Unterscheidung der bekanntesten Baumpollen: Kiefer, Fichte, Tanne, Erle, Birke, Hasel, Ulme, Linde, Eiche, Hainbuche ist nicht besonders schwierig.

Nun das Auszählen! Im allgemeinen muß man 100 bis 150 Pollen zählen und bestimmen. Das Zählen geschieht reihenweise mit Hilfe des Kreuztisches. Wer diesen nicht besitzt, muß einfach die Pollen im Blickfeld des Mikroskopes zählen und langsam weiterschieben, das ganze Deckglas

von oben nach unten durch; wenn die Zahl 100 bis 150 noch nicht erreicht ist, dann gleicherweise dasselbe etwas weiter rechts oder links, nur nicht ein zweimaliges Zählen derselben Pollen.

Es folgt jetzt die prozentuale Berechnung der aufgefundenen Arten: etwa bei 150 Pollen 39 % Birke, 55 % Kiefer, 1 % Eiche, 1 % Erle, 4 % Hasel, oder bei 150 Pollen 4,7 % Birke, 1,3 % Kiefer, 19,3 % Eiche, 46 % Erle, 23,4 % Buche, 4 % Hainbuche, 1,3 % Hasel.

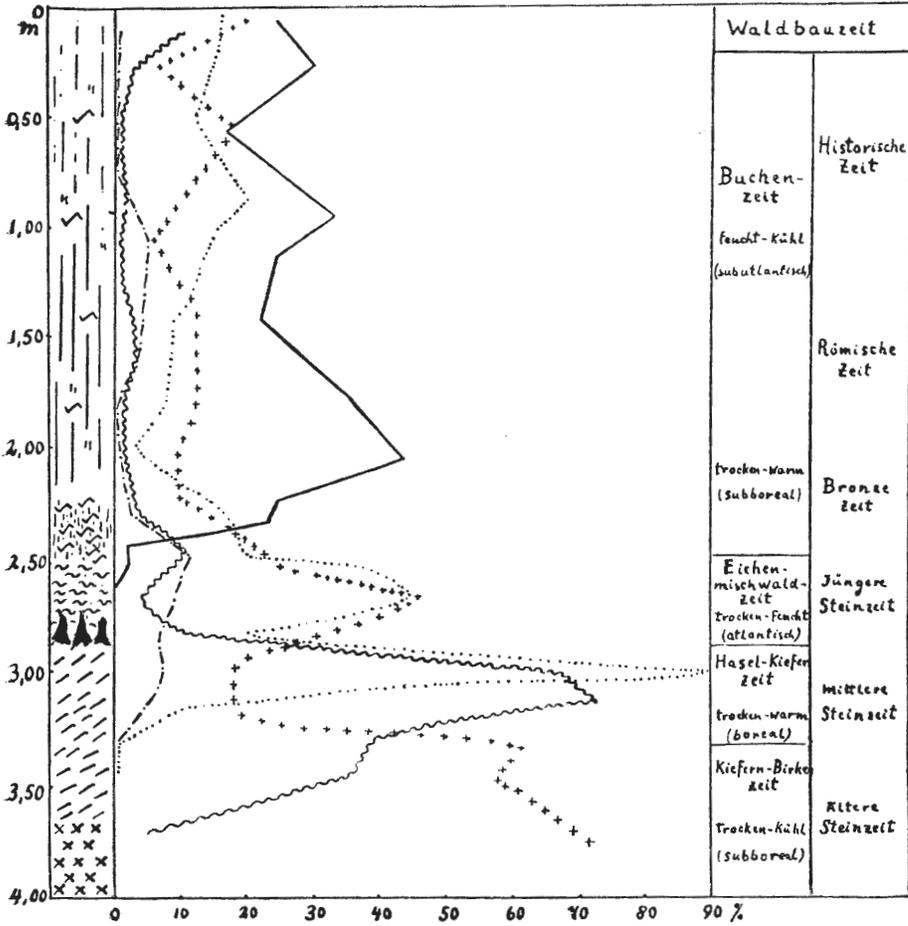
Jetzt kommt die wichtigste Folgerung und damit die Deutung! Aus den verschiedenen Prozentzahlen der Pollen schließt man auf die Waldzusammensetzung der Zeit, in der die Pollen abgelagert worden sind. Damals blies der Wind die Pollen aufs Moor, und dort blieben sie infolge der konservierenden Eigenschaft des Torfmooses erhalten. Mit dem wachsenden Moor wurden immer neue Pollenmassen eingebettet. Untersuchen wir nun heute die Torfproben von unten nach oben, so erhalten wir zunächst ein Bild über die gleichsam schichtenweise übereinander abgelagerten Baumpollen, aber damit zugleich, gemäß unserer obigen Folgerung, ein Bild der im Laufe der Zeitgeschichte wechselnden Waldzusammensetzung der umgebenden Landschaft. Nach unseren eben angegebenen Zahlen hätten wir einen vorherrschenden Kiefer-Birkenwald und einen Buchen-Eichenwald. Es fragt sich nur, ob obige Schlussfolgerung richtig ist! Da ich an dieser Stelle eine genaue Darlegung nicht geben kann, muß sich der Leser damit begnügen, daß ich feststelle: Ja, sie ist richtig! Alles weitere kann aus dem nebenstehenden Pollendiagramm entnommen werden. Im Pollendiagramm geben die Zahlen links die Tiefe in m an und die Zahlen unten die Pollen-Prozentsätze.

#### 4. Wie deuten wir das Pollendiagramm!

Es ist das Pollendiagramm des „Weißen Benn“ bei Belsen nach Hanns Koch. Links sieht man auch den Aufbau des Moores. Das Moor entstand aus einem verlandeten See, denn wir erkennen über dem Sand die Seeablagerungen (Kalk- und Lebermudde). Nach der Verlandung bildete sich ein Flachmoor, das mit Bäumen bestanden war (Kiefernstubben) — Kiefern, Weiden, Birken —; darüber wuchs dann ein Hochmoor mit Wollgras und Torfmoosen auf (älterer Sphagnumtorf). Es folgt nun eine deutliche Trockenlage mit viel Wollgras und Heidekraut, zwischen 2,50 m und 2,00 m, als „Grenzhorizont“ bezeichnet. Darüber baut sich dann eine mächtige Lage von jüngerem Sphagnumtorf auf. Über den „Grenzhorizont“ ist noch folgendes zu sagen: Bei allen nordwestdeutschen Mooren läßt sich diese Grenzschicht deutlich nachweisen, sie scheidet 2 verschiedenen stark zerfetzte Torfe voneinander, den stark zerfetzten älteren Sphagnumtorf und den nur schwach zerfetzten jüngeren; auch kann man in dieser Grenzlage immer sehr viel reicher Wollgras und Heidekrautreste feststellen. Verschiedener Meinung ist man zwar in der Erklärung dieser Wechselagerung. Die eine Ansicht will in der Grenzlage einen Stillstand des Moornwachstums infolge einer trockenen und warmen Klimazeit erblicken; eine neuere Ansicht lehnt eine solche Klimazeit ab; sie besagt, daß die stärkere Zerfetzung des älteren Sphagnumtorfes primär, also gleichzeitig mit der Bildung, anzunehmen sei; eine Unterbrechung des Moornwachstums habe zur Zeit des „Grenzhorizontes“ nicht stattgefunden; die zunehmende Verheidung sei schon durch eine geringe klimatische Änderung möglich, durch eine vorübergehende Niederschlagsverringerung; die dann

folgende Verstärkung des Niederschlags habe durch Vernässung das letzte mächtige Torfmooswachstum in Fluß gebracht.

Nun zu den Pollenkurven! Zu Beginn der Moorbildung haben wir eine Birken-Kiefernwaldphase; dieser Wald überzog in lichten Beständen das nacheiszeitliche Tundragebiet. Das Klima war trocken und kalt! Es folgt eine Zeit, in der der Haselstrauch herrscht, nicht als Unterholz, sondern waldbildend. Aus Funden wissen



### Zusammenstellung des Profils nach Koch, Vertsch, Budde

- jüngerer Sphagnumtorf
- Grenzhorizont
- älterer Sphagnumtorf
- Kiefernstubb
- Lebermudde
- Raftmudde

- + + + + + Birke
- ~~~~~ Kiefer
- ..... Hasel
- Buche
- - - - - Eichenmischwald

wir, daß der Haselstrauch damals viel weiter nach Norden ging und auch höher auf die Gebirge hinaufflog. Das Klima war trocken und warm, wahrscheinlich die wärmste Periode nach Beendigung der Eiszeit. Weiterhin drangen aus ihren südlichen Rückzugsgebieten Eiche, Linde und Ulme vor, alle 3 faßt man als Eichenmischwald zusammen. Die Eiche liebt Wärme und größere Feuchtigkeit, darum dürfen wir die Eichenmischwaldzeit klimatisch als warm und feucht bezeichnen. Es kommt die Zeit des „Grenzhorizontes“. Im Waldbilde, auf Grund der Pollenanalyse, ist sie nicht erkennbar. Die Buche hat ihren Einzug gehalten und drängt den Eichenmischwald mehr und mehr zurück. Die Buchenzeit stellt sich mit dem Übergang zu einer feuchten und kühlen Klimaperiode ein. In der Gegenwart steht das Waldbild unter dem Einfluß des menschlichen Eingriffs.

Da die Moore vorgeschichtliche Funde in sich bergen, kann man die verschiedenen Torfschichten und die entsprechenden Klima- und Waldphasen mit den aufeinanderfolgenden Kulturperioden in Verbindung bringen (siehe Diagramm, rechts). So wird die Pollenanalyse zu einer bedeutsamen Hilfswissenschaft der Vorgeschichte!

Dieser kurze Aufsatz vermag nur anzuregen und einführend anzuleiten. Manches konnte nur kurz gestreift und angedeutet werden. Wer sich eingehender mit der Pollenanalyse, ihren Ergebnissen und ihrer Bedeutung beschäftigen will, greife zu:

1. Kräusel, Das Mikroskop in der Paläobotanik (Mikroskopie für Naturfreunde, IX. Jhrg, Aug. 1931, Heft 8). Verlag Vermühlen, Berlin.
2. Erdtman, Neue pollenanalytische Untersuchungsmethoden, aus: Rübel, Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut in Zürich für das Jahr 1935. Zürich 1936.
3. Koch, „Paläobotanische Untersuchungen einiger Moore des Münsterlandes“. Beihefte z. Bot. Zentralblatt, Bd. XLVI, Heft 1, 1929.
4. Koch, Stratigraphische u. pollenfloristische Studien an drei nordwestdeutschen Mooren. Planta, 11. Bd, 3. Heft, 1933.
5. Budde, Die Waldgeschichte des Sauerlandes, Ver. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1929, Bd. XLVII, Heft 5.
6. Budde, Pollenanalytische Untersuchungen im Weißen Binn. Ver. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1930, Bd. XLVIII, Heft 1.
7. Overbeck, Schmitz: Zur Geschichte der Moore, Marschen u. Wälder Nordwestdeutschlands I. Mittlg. Prov. st. f. Naturdenkmalpflege Hannover, 1931.
8. Schubert: wie 7, Teil II, 1933.

### Kultursteppe

Ein großer, schöner Garten war das weite Land,  
 Von Busch und Hecken kreuz und quer durchzogen.  
 Dann störte man das Bild mit plumper Hand:  
 Nun liegt es schattenlos im heißen Sonnenbrand,  
 Weil man die Heimat um ihr Bestes hat betrogen.

G. Spanjer.



Abb. 1. Mikrophotographien fossiler Holzpollen.

1 = *Pinus* sp., 450/l. — 2 = *Picea excelsa*, 270/l. — 3 = *Abies pectinata*, 270/l. —  
 4 = *Quercus* sp., 530/l. — 5. = *Ulmus* sp., 530/l. — 6 u. 7 = *Tilia* sp., Seiten- u.  
 Polansicht, 450/l. — 8 = *Corylus avellana*, 530/l. — 9 = *Alnus* sp., 450/l. — 10 =  
*Betula* sp., 530/l. — 11 = *Carpinus betulus*, 450/l. — 12 u. 13 = *Fagus sylvatica*,  
 Seitenansicht 450/l, Polansicht 530/l. — 14 = Ericaceen, 530/l.

Aus Palaeont. 3. Bd. 11, S e s m e r : Mikroffossilien in Torfen.