

# Sekundäre Pollen als Fehlerquelle.

Von Johs. Iversen, Kopenhagen.

Auf Grund des Nachweises bedeutender Pollenfrequenzen wärmeliebender Bäume (*Alnus*, *Picea*, *Tilia*, *Corylus* u. a.) in nordeuropäischen spätglazialen Ablagerungen ist in den letzten Jahren wiederholt die Theorie eines Waldvorstoßes in spätglazialer Zeit verfochten worden. Zur Erklärung desselben hat man dann verschiedene Hypothesen hinsichtlich des spätglazialen Klimas aufgestellt.

Gegen diese Deutungen sind aber schwerwiegende Einwände zu erheben. So ist es unverstänlich, daß die vermutete Wärmeperiode weder in der Sedimentation, noch in der angeblichen Waldentwicklung irgendeine Ähnlichkeit mit der jetzt über große Teile von Nordeuropa sichergestellten Allerød-Oszillation aufweist. An verschiedenen dänischen, spätglazialen Profilen konnte denn auch nachgewiesen werden, daß der problematische Baumpollen in solchen Schichten aus glazialen Ablagerungen (Geschiebelehm usw.) hineingeschwemmt worden ist und daß er letzten Endes aus tertiären oder auch interglazialen Sedimenten stammt.

Einen wichtigen Fingerzeig in dieser Richtung ergab der bekannte Aufschluß im Strandsteilufer von Nørre Lyngby in Nordjütland. Man findet hier folgende Schichtenfolge: Zu unterst Yoldienton, dann Moostorf, Süßwasserton, tonhaltiger Sand. Zunächst ist es auffallend, daß sämtliche Ton- und Sandschichten reichlich mit Pollen wärmeliebender Bäume versehen sind, während sich in der dünnen Torfschicht auch nicht ein einziges derartiges Pollenkorn nachweisen ließ. Die Erklärung liegt auf der Hand; in dem autochthon gebildeten Torf fehlte die Möglichkeit der Pollenzufuhr durch Einschlammung, alle dort enthaltenen Pollen (ganz überwiegend Nichtbaumpollen) stammen von der Vegetation jener Zeit. Besonders wichtig war der Nachweis mehrerer mit Sicherheit tertiärer Pollentypen in den allochthonen Sedimenten (z. B. *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, *Rhus*); ein wesentlicher Teil der *Pinus*-Pollen erwies sich hier (nicht aber in der Torfschicht) als vom *Silvestris*-Typ abweichend (hauptsächlich *Haploxylo*-Typ).

Aus alledem geht hervor, daß die allochthonen Schichten größtenteils sekundäre Pollen enthalten. Analysen von Geschiebelehmproben, welche aus großer Tiefe in Ziegeleigräben geholt waren, ergaben die Herkunft der eingeschlämmten Pollen. Es zeigte sich nämlich, daß der Geschiebelehm eine überraschend reiche Baumpollenflora enthielt, welche völlig mit derjenigen der spätglazialen Tone übereinstimmte. Genau dieselben Verhältnisse wurden auch in allen anderen Teilen Dänemarks nachgewiesen. Überall konnte festgestellt werden, daß unverwitterter Geschiebelehm nach Flußsäureaufschluß einen bedeutenden Gehalt an — z. T. ausgezeichnet erhaltenen — Baumpollen besaß. Wichtig ist, daß sich regionale Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Pollenflora der Moränen nachweisen ließen, und es ist sehr wohl möglich, daß man in Zukunft auch die Mikroflora zur Unterscheidung der verschiedenen Moränen und Eisvorstöße verwerten kann. Besonderes Interesse verdienen einige meist kugelförmige, mit einfachen oder gegabelten Stacheln versehene, in Flußsäure unlösliche Mikrofossilien („*Hystrix*“), welche aus marinen präquartären Schichten stammen und als sichere Zeugen sekundärer Pollenzufuhr gelten

können, wenn sie in quartären Ablagerungen gefunden werden. Die Mehrzahl dieser Typen gehört zu der von Wetzel<sup>1)</sup> genauer untersuchten Gruppe der *Hystriosphäriden*.

Das Auffinden von *Pinus*-Spaltöffnungen im Geschiebelehm mahnt zur Vorsicht: nur in autochthonen Sedimenten beweist ihr Vorkommen, daß *Pinus* zur Zeit der Sedimentbildung in der Gegend gewachsen ist.

Die dargelegten Tatsachen sind natürlich entmutigend für die Anwendung der Pollenanalyse in spätglazialen, minerogenen Sedimenten. Viele spätglazialen Diagramme werden insofern ziemlich wertlos, als sie mehr die sekundäre Pollenflora der lokalen glazialen Ablagerungen als die Vegetation der Umgegend zum Ausdruck bringen. Das schlimmste ist, daß sich die verschiedenen Diagramme nicht leicht vergleichen lassen, da es in vielen Fällen schwierig ist, zu entscheiden, in welchem Grade sie durch sekundäre Pollenzufuhr entstellt worden sind. Eine Möglichkeit der Kontrolle besitzt man, wenn man die Pollenflora derjenigen Ablagerungen kennt, aus denen die sekundären Pollen mit den Tonpartikeln zusammen eingeschlämmt worden sind.

Eine genaue pollenanalytische Untersuchung eines Allerød-Profiles (vgl. Lit. 2) in dem Stenstrup-Eisstausee auf Fyn (Schichtenfolge: Geschiebelehm, Bänderton, Dryaston, Allerødyttje, Dryaston) ergab nun folgende wichtige Feststellung: Die mit Sicherheit sekundären Pollentypen (*Alnus*, *Picea*, *Corylus*, *Carya*, *Tsuga* u. a.) sind durch das ganze Profil hindurch stets im gleichen gegenseitigen Verhältnis eingeschlämmt, u. zw. in demselben Verhältnis, indem sie auch im Geschiebelehm vorkommen. Dadurch wurde es möglich, den Grad der Einschlämzung in den verschiedenen Schichten zu bestimmen, indem die mit Sicherheit umgelagerten Pollentypen („SP“) als Berechnungsbasis dienten. Dabei zeigte es sich z. B., daß das Verhältnis zwischen der *Pinus*-Pollenfrequenz und dem SP in dem Bänder-, dem unteren und dem oberen Dryaston fast genau dasselbe war wie im Geschiebelehm; fast alle *Pinus*-Pollen sind demnach auch in jenen Sedimenten sekundär. Primär ist dagegen die Hauptmenge der *Cyperaceen*-, *Gramineen*- und *Salix*-Pollen, in den oberen Schichten auch der *Betula*-Pollen. Auf diese Weise konnte eine Subtraktion der sekundären Pollen vorgenommen werden. Ein Diagramm der übrigbleibenden Pollen (Pollensumme: *Cyperaceen*+*Gramineen*, *Salix*, *Betula*, *Pinus* und *Ericaceen*) hat ein — im Vergleich mit dem klassischen — ganz verändertes Aussehen. Im älteren Dryaston verschwinden fast alle Baumpollen bei der Subtraktion, *Cyperaceen* und *Gramineen* herrschen sehr stark vor. Etwas unterhalb der Allerødyttje biegt die *Betula*-Kurve scharf nach rechts, während die *Cyperaceen*+*Gramineen*-Kurve entsprechend fällt. Im späteren Teil des Allerøds erreicht *Pinus* ein kleines, aber deutliches Maximum und nähert sich schon der *Betula*-Kurve. Im oberen Dryaston beherrschen wieder *Cyperaceen* und *Gramineen* das Bild; *Betula* ist noch stark vertreten; *Pinus* verschwindet wieder. Im „klassischen Spektrum“ dagegen besitzt *Pinus* im Allerød ein sehr ausgeprägtes Minimum. So sehr wird das Bild durch sekundäre Pollenzufuhr und Nichtberücksichtigung der Nichtbaumpollen in der Pollensumme entstellt.

Die angewandte „Subtraktionsmethode“ zur Reinigung der Spektren von eingeschlämmten „Moränenpollen“ ist zeitraubend, da man sehr viele Pollen zählen muß, um die statistische Unsicherheit herabzudrücken. In vielen Fällen lohnt sich aber die Mühe. Der beste Ausgangspunkt der Subtraktion bildet sicher Bänderton, dessen Pollenflora in Dänemark fast ausschließlich sekundär ist. Auf alle Fälle ist es aber natürlich das beste und einfachste, solche spätglaziale Profile zu untersuchen, die nur aus autochthonen Gytten bestehen. Im nordeuropäischen Vereisungsgebiet kommen derartige Fälle offenbar nur mehr ausnahmsweise vor und müssen daher systematisch aufgesucht werden.

In postglazialen Sedimenten ist die Bedeutung sekundärer Pollenzufuhr meist sehr gering; bei gewöhnlichen Gytten kann man von dieser Fehlerquelle ganz absehen. Da-

<sup>1)</sup> Wetzel O. (1933), Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreidefeuersteins. *Palaeontographica*, Bd. 77—78, Abt. A.

gegen ist bei marinen Tonen Vorsicht geboten und die Baumpollenflora der Marschklei ist so stark durch umgelagerte Pollen beeinflusst, daß die pollenanalytische Zeitbestimmungsmethode hier ihren Sinn verliert.

#### Literatur.

1. Iversen Johs., Sekundäres Pollen als Fehlerquelle. Eine Korrektionsmethode zur Pollenanalyse minerogener Sedimente. Danmarks Geol. Unders. IV. Række, Bd. 2, Nr. 15, S. 1—24, København 1936.
2. Madsen Victor, Nordmann V. u. a. 1928. — English: Summary of the Geology of Denmark. — Deutsch: Übersicht über die Geologie von Dänemark. — Danmarks Geol. Unders. V. Række, Nr. 4, København.
3. Thomasson H., Äldre baltiska skeden. Geol. Fören. i Stockh. Förh. Bd. 57. 1935.
4. Hyyppä E., Das Klima und die Wälder der spätglazialen Zeit im Bereich der karelischen Landenge. Acta forestalia fennica, 1933.
5. Hyyppä E., Über die spätquartäre Entwicklung Nord-Finnlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas. Vorläufige Mitteilung. Comptes Rend. Soc. géol. Finlande. IX. 1936.

#### Summary.

1. Moraine-clay (boulder-clay)<sup>1)</sup>, not oxidated, in Denmark always contains plenty of pollen partly well-preserved originally dating from Tertiary and interglacial deposits.
2. While different samples of moraine-clay from the same part of the country show a surprising homogeneity concerning the pollenflora, the spectra of different moraines often differ strongly from each other, so that the botanical micro-analysis can be of importance as a way of distinguishing different moraines from each other.
3. In two lateglacial profiles was pointed out that the main part of the tree-pollen in the Dryas-clay (cf. Lit. 2) and probably all the pollen in the varved glacial clays were washed in from the moraine-clay. The pollen of warmth-loving trees (*Alnus*, *Tilia*, *Corylus*, *Picea* a. o.) must in lateglacial deposits always be interpreted as secondary.
4. Also the contents of pollen in postglacial inorganic sediments (marsh clay, Litorina-clay), are often largely secondary, while pure mud is never influenced by secondary supplies of pollen.
5. In moraine-clay generally occur great masses of a peculiarly spinous fossil („*Hystrix*“, partly *Hystrichosphaerideae*), insoluble in hydrofluoric acid, originating from marine deposits from the Cretaceous- and Tertiary period. In lateglacial and postglacial sediments it is a safe indication for secondary supply of pollen.
6. A profile with the lateglacial Allerød Oscillation was thoroughly examined. It appeared that the, to a certainty, secondary pollen-types throughout the profile were washed in in the same mutual proportions. For that reason it became possible to work out a correcting method for subtraction of the „moraine-pollen“.
7. At pollen-diagrams from the lateglacial period should be used a special pollen-sum, which besides *Betula*, *Pinus* and *Salix* also comprises *Cyperaceae*+*Gramineae* and *Ericaceae*. In this way the reciprocal relations of the wood and the cold-steppe can be made intelligible.

#### Nachschrift.

Der gehaltene Vortrag ist eine gekürzte Wiedergabe der zitierten Arbeit von 1936. Das vorgebrachte Tatsachenmaterial schien mir so überzeugend, daß ich es für überflüssig hielt, auf die Hypothesen von Hyyppä (Lit. 4), Thomasson (Lit. 3) u. a. näher einzugehen. Zu meiner großen Überraschung hält aber Hyyppä (1936, Lit. 5) auch jetzt noch an seiner Auffassung fest; — ja, die meines Erachtens schon früher sehr unwahrscheinliche Deutung des Pollens wärmeliebender Bäume im spätglazialen Ton ist jetzt sogar in Lehrbüchern als „Tatsache“ eingedrungen. Auf Hyyppäs Versuch, meine Kritik zu widerlegen, will ich hier nur ganz kurz eingehen. Wenn Hyyppä meint, daß das von mir dargestellte Untersuchungsmaterial „äußerst gering und einseitig“ sei, so wendet sich diese Aussage insofern gegen Hyyppä selbst und seine Meinungs-genossen, als noch kein einziges ihrer fraglichen Profile so gründlich untersucht worden ist, wie die beiden besonders geeigneten Profile, die ich als Beispiele gewählt habe. So lange das nicht geschehen ist, ist es ohne prinzipielle Bedeutung, ob die Anzahl ihrer Profile größer oder kleiner ist, da sie sich eben alle auf entsprechende Weise erklären lassen. Hyyppä bedauert, daß ich nicht die genaue Tiefe meiner Moränenproben angegeben habe und scheint damit anzudeuten, daß sie vielleicht aus zu geringer Tiefe stammen und deshalb herabgesickerte postglaziale Pollen enthalten könnten. Alle meine Geschiebelehmproben stammen aber aus viel größerer Tiefe als die von Hyyppä mitgeteilten Analysen, welche daher zur Klärung der Frage nicht geeignet

<sup>1)</sup> After preparation with hydrofluoric acid.

sind, weil Pollendestruktion in trockenen Ablagerungen tief hinabgeht. Der geringe Pollengehalt seiner oberflächlichen Proben ist vermutlich rezent. Endlich möchte ich hervorheben, daß die unverwitterten Moränen in ganz Dänemark von Skagen bis zur Reichsgrenze, von Westjütland bis Bornholm pollenführend sind; unter Dutzenden von Analysen habe ich keine Ausnahme angetroffen. In Finnland mag das anders sein; negative Ergebnisse einiger Analysen beweisen aber keinesfalls, daß die Pollen wärmeliebender Bäume in spätglazialen Schichten der Gegend nicht sekundärer Herkunft sein können, wie Hyypä überraschenderweise zu glauben scheint. Ich möchte — in geringer Abänderung — mit einem Satze Hyypäs (l. c., S. 460) schließen: Man könnte die Reihe von Fragen noch vom — dänischen — Gesichtspunkt her fortsetzen, ich halte es aber bei dem gegenwärtigen Stand der Forschung nicht für notwendig.

Die aus botanischen und geologischen Gründen unmögliche Hypothese der spätglazialen Wärmezeit hat durch die Entdeckung der sekundären Pollenzufuhr ihren letzten Halt verloren; es kann sich jetzt nur darum handeln, die Herkunft des bezüglichen Pollens in den einzelnen Fällen nachzuweisen.

### Diskussion.

v. Post stimmt beiden Vorrednern Sauramo und Iversen zu, hält jedoch die sekundäre Pollenführung im zentralen Fennoskandien für sehr gering. Für die spätglazialen Klimaschwankungen ist auch die Birkenanalyse nach Eneroth wichtig.

Gams verweist auf neuere Spätglazialprofile aus den Alpen, wo schon Briquet und Beck v. Mannagetta ein spätglaziales Wärmemaximum angenommen haben, auf Joukovskys Fund von „Hystrix“ im Genfer See, Sukatschews Funde von sekundärem Pollen in Sibirien und Vareschs Untersuchungen über die Pollenführung der heutigen Gletscher. Sauramo teilt mit, daß unter den in Finnland auf Pollen untersuchten Grundmoränen einige auf dem karelischen Isthmus und bei Kristinestad ähnliche sekundäre Pollenspektren ergeben haben, wie die von Iversen in Dänemark untersuchten, und dieser, daß er auch in Dänemark pollenfreie Moränen gefunden hat.