

Die Paläobotanik und ihre Grenzgebiete.

Von Dozent Dr. Elise Hofmann.

Vortrag, gehalten am 22. November 1939.

Die Paläobotanik hat die Erforschung des Pflanzenvorkommens in den einzelnen geologischen Zeitperioden, soweit sie als Fossilien aufgefunden wurden, zur Aufgabe.

Der Fossilisationszustand kennzeichnet sich entweder als echte Versteinerung (Intuskrustation), als Abdruck, Hohldruck oder als Pflanzensubstanz in verschiedenen Stadien der Inkohlung, wie Vertorfung, Braun- oder Steinkohle.

Die Paläobotanik erstreckt ihr Forschungsgebiet aber nicht nur auf solche echte Fossilien, sondern auch auf Subfossilien, also auf noch erhaltene Überreste aus vor- und frühgeschichtlicher Zeit des Menschen. Hier ist die Pflanzensubstanz noch sehr gut erhalten, denn ihr Abbau erfährt meist nicht nur die Anfangsstadien der Inkohlung, sondern auch Zustände der Vermoderung und häufig auch Pflanzen und Pflanzenteile als Holzkohle, dem Ergebnis unvollständiger Verbrennung.

Das Erkennen pflanzlicher Fossilien kann entweder makroskopisch erfolgen, wenn Pflanzen und Pflanzenteile so erhalten sind, daß sie in ihrer äußeren Form im Vergleich mit rezenten Pflanzen sich in ihrer Zugehörigkeit zu Familie, Gattung oder Art des natürlichen Systems zu erkennen geben, oder aber mikroskopisch, wenn die Fossilien eine morphologisch nicht mehr bestimmbare Form aufweisen oder bei einem Detritus von Resten, der überhaupt erst mit Hilfe des Mikroskopes in seinem Gewebebau erkannt und aus diesem erst bestimmt zu werden vermag.

Diese histologische Methode gründet sich darauf, daß für Gattung und Art der Gewebebau, die Form der Skulpturen der Zellen ebenso kennzeichnend sind wie die äußere Gestalt der Pflanze.

Dies gilt sowohl für den Gewebebau der Pflanzenachsen, mit dem sich die Stelenanalyse beschäftigt, wie den der Epidermis und Kutikula, welcher in der Kutikularanalyse Verwertung findet, schließlich für die Form der Pollen, die der Pollenanalyse als Grundlage dient.

Der Gewebebau der pflanzlichen Fossilien gibt sich erst nach verschiedenen Methoden der Aufschließung zu erkennen. So lassen sich von Kohlen Anschliffe, seltener auch Dünnschliffe anfertigen, die im auffallenden Licht des Auflicht-

mikroskopes oder im durchfallenden gewöhnlicher Mikroskope histologisch untersucht werden können, von weicheren Kohlen, wie Braunkohlen, können Hand- und Mikrotom-schnitte hergestellt, desgleichen andere inkohlte Reste, z. B. Blattkutikulen durch Einwirkung verschiedener Chemikalien mazeriert und so in ihrem Gewebebau aufgeschlossen werden.

Von echt versteinerten (intuskrustierten) Materialien, wie verkieselten, pyritisierten und phosphorisierten Resten, meist Hölzern, ergaben Dünn- und Anschliffe oft prächtig erhaltene Gewebebilder. Bei Blatt- oder sonstigen Abdrücken in geeignetem Material, z. B. Kalk, können feine Kollodiumhäutchen, durch Auftropfen auf das Gestein hergestellt, noch den etwa vom Gestein aufgenommenen Gewebebau im Mikroskop zeigen.

Mannigfaltig wie die Erhaltungszustände sind auch die Untersuchungsmethoden pflanzlicher Reste. Welcher Weg anzuwenden ist, bestimmt die Natur des Fossiles, wie ich dies immer bei meinen paläobotanischen Untersuchungen erfahren habe.

Für eine Reihe von Grenzgebieten ist die paläobotanische Forschung mit ihren Ergebnissen von großer Bedeutung.

In engster Verbindung mit ihr steht die Phylogenie, die Stammesgeschichte der Pflanze. Denn die Paläobotanik weist ausgestor-

ebene Pflanzenformen nach, die auf Grund morphologischer und histologischer Untersuchungen als Vorläufer bestimmter Entwicklungsreihen anzusehen sind. Sie füllt damit Lücken im natürlichen System aus, bewirkt, daß die Entwicklungsreihe sich immer mehr schließt und die Grade der Verwandtschaft der einzelnen Reihenglieder erkennen läßt.

Als Beispiel einer solchen phylogenetisch wertvollen Pflanzengruppe seien die ältesten bekannten Landpflanzen des Devons, die *Psilophyten* (*Nacktgewächse*) erwähnt, zu denen die kleinen 30—40 cm hohen, völlig blattlosen *Rhyniaceen* gehören, an den gabeligen Verzweigungen ihrer kahlen Stämmchen einfache, länglich-ovale Sporangien tragend. Durch ihr sparriges Aussehen erinnern sie an unsere heute lebenden Binsen und mögen wohl auch im Devon ähnlich dichte Bestände gebildet haben. Der einfachen äußeren Gestalt entspricht auch der innere Bau der Achse, es ist die *Protostele* mit einem kompakten Holzzylinder im Inneren, der von einem Bastteil umgeben wird, an den sich die Rinde und die Spaltöffnungen führende Oberhaut anschließt.

Von diesen Nacktgewächsen ist die Gattung *Asteroxylon* (*Sternholz*) entwicklungs geschichtlich besonders bemerkenswert, da sie durch die Anfänge einer Beblätterung sowie den fortgeschritteneren Achsenbau Beziehungen zu den höher

entwickelten Pteridophyten und durch die Beschaffenheit des Sporangiums solche zu gewissen Moosen erkennen läßt.

Von besonderem phylogenetischen Interesse sind ferner die Pteridospermen (Farnsamer) des Karbonwaldes, samentragende Pflanzen mit wedelartigen und an Farne erinnernden Blättern. Zu den bestbekanntesten von ihnen gehört *Lyginopteris* (*Lyginodendron*), eine mit hakigen Haaren versehene, zartachsige Klimmpflanze, deren Samen von einer mit gestielten Drüsenhaaren besetzten Kupula, ähnlich wie eine Eichel von ihrem Becher, umgeben waren. Die wenige Millimeter dicke Achse weist in ihrer Rinde eine charakteristische Gitterstruktur (*Diktyoxylonstruktur*) auf, welche mit der notwendigen Geschmeidigkeit der Kletterpflanze in ursächlichem Zusammenhang steht und durch den Wechsel von Gruppen sklerenchymatischer mit solchen dünner parenchymatischer Zellen zustandekommt.

Durch Samenausbildung bei sonstigem Farnhabitus ist auch noch die formenreiche Gruppe der *Medullösen* hervorzuheben, Pflanzen aus dem Paläozoikum mit höchst eigenartig gebauter Achse; wie wir eine solche bei den heute lebenden Gewächsen nicht kennen. Mehrere Einzelstelen, die jede für sich Sekundärholz entwickeln und alle in ein gemeinsames Parenchym eingebettet sind, bauen die Achse auf, die als *Polystele* bezeichnet

wird. Die Rinde der Medullosen zeigt auch Diktyoxylonstruktur.

Während die Pteridospermen nur in paläozoischen Schichten angetroffen werden, bietet das Mesozoikum mit seiner Formenfülle an Cycadophyten, insbesondere an Bennettiteen, der pflanzlichen Stammesgeschichte hervorragend wichtige Formen, die in der Ausbildung eigenartiger Schutzorgane, der blattähnlichen, interseminalen Schuppen, Vorsorge für das Ausreifen der Samen in schützender Hülle getroffen haben und dadurch zum ersten Mal unter den Gymnospermen, zu denen sie gehören, Andeutungen einer Angiospermie erkennen lassen, so daß sie vielfach als Ausgangsglieder oder Urformen der Angiospermen angesehen werden. Zu ihnen zählen die knollenförmigen Stämme der Gattung *Bennettites* (*Cycadeoidea*), die hohen palmenähnlichen der u. a. in der Lunzer Trias häufig aufgefundenen *Williamsonien*, schließlich die zarten krautigen Arten von *Williamsoniella* und *Wielandiella*.

Diese wenigen Beispiele mögen die Bedeutung paläobotanischer Forschungsergebnisse für die Phylogenie der Pflanze beleuchten.

Ein anderes Grenzgebiet besitzt die Paläobotanik in der Paläobiologie. Als eines der vielen Beispiele seien die mächtigen Wurzelbildungen der Schuppen- und Siegelbäume angeführt, die

Stigmarien, welche durch ihren waagrechten Verlauf nahe an der Erdoberfläche der Forderung der notwendigen Verankerung im Boden, sowie der ausreichenden Luftzufuhr im feuchten Standort des Karbonwaldes Genüge leisten. Die von den Stigmarien abzweigenden feinen Würzelchen, den Wurzelfasern heutiger Pflanzen vergleichbar, die Appendices, deuten in ihrer Schlauchnatur auf den feuchten weichen Boden des Steinkohlenwaldes, den sie in dieser Form leicht durchdringen konnten und durch die sehr lockeren Gewebe, die das Zentralbündel umgaben, genügend Luft mit sich führten.

Die zarten Achsen der Keilblättler (Sphenophyllaceen), einer mit den Calamiten (Schachtelhalmen) verwandten Pflanzengruppe, weisen in ihrem Gewebebau Merkmale auf, so z. B. den völligen Mangel an Gewebslücken, welche auf die Keilblättler als auf Klimmpflanzen hindeuten, entgegen der Annahme, daß es sich bei ihnen um Wasserpflanzen mit vollspreitigen schwimmenden Blättern und untergetauchten zerschlitzten Blättern handle.

Die Stammbürtigkeit der Blüten (Kauliflorie) mancher Steinkohlenpflanzen, die geringe Behaarung der Pflanzenteile, die Glätte und Borkenlosigkeit der Karbonpflanzen, der Mangel von Jahresringen in den Stämmen des Karbonwaldes, die lederartigen Blätter und der dadurch be-

dingte xerophytische Habitus vieler Vertreter des Steinkohlenwaldes, das alles sind Probleme, welche die Paläobiologie zu lösen hat und die für Vegetationsverhältnisse und klimatische Bedingungen im Karbon manch wertvolle Fingerzeige geben. Solche wichtige Fragen rollt aber auch die paläobotanische Erforschung anderer geologischer Formationen auf.

Die Geologie, bzw. die Stratigraphie ist gleichfalls ein Grenzgebiet der Paläobotanik. Letztere ist berufen, gestützt auf die Ergebnisse der Phylogenie, an der Altersbestimmung der geologischen Schichten (Straten) mitzuwirken. Sie zeigt mit Hilfe morphologischer und histologischer Untersuchungen Pflanzen auf, die zufolge ihres zeitlichen Vorkommens als Leitfossilien gelten können. So ist die reiche Schichtengliederung des Karbons nur mit Hilfe der für die einzelnen Schichten charakteristischen Leitfossilien möglich. Während zum Beispiel im Unterkarbon als Leitfossilien von Schuppenbäumen *Lepidodendron Veltheimii* und *Lepidodendron Volkmannianum* neben dem Calamitenvorläufer *Asterocalamites* und zahlreichen Farnen wie *Cardiopteris*, *Rhacopteris*, *Adiantites* u. a. vorkommen, sind in der Hauptblütezeit der Karbonflora, welche zugleich auch die Zeit intensiver Flözbildung darstellt, im mittleren Oberkarbon zahlreiche Arten von *Lepidodendren*,

Calamiten, Sigillarien (Siegelbäumen), zahlreiche Farne und Pteridosperme wie Sphenopteris, Lonchopteris, Neuropteris u. a., sowie die in ihrem Aussehen höchst eigentümlichen Baumformen der Cordaiten leitende Formen. Das Auffinden solcher Leitfossilien in einem Schichtgliede ermöglicht dessen genaue Altersbestimmung, was für den Bergbau häufig von ausschlaggebender Bedeutung und daher von hohem praktischen Werte ist. Das gleiche gilt auch für Bohrungen von Erdöl, wobei der Geologe sich häufig nur auf die Altersbestimmung der fraglichen Schichten mit Hilfe pflanzlicher Fossilien stützen kann.

Was hier für das Karbon gesagt wurde, gilt aber auch für andere geologische Schichten. Um nur ein Beispiel aus einer viel jüngeren Periode, dem Tertiär, zu erwähnen, sei darauf verwiesen, daß in den älteren Abschnitten des Tertiärs, so im Eozän, Oligozän und im unteren Miozän sich Reste von Palmen finden, während solche im jüngeren Tertiär (Pliozän) nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

In diesem Zusammenhange sei noch hervorgehoben, daß die Kenntnis von Leitfossilien aus dem Tertiär noch lange nicht so umfassend ist, wie unser Wissen über karbonische Leitformen, daß aber eine intensive Braunkohlenforschung diesem empfindlichen Mangel abzuhelpfen vermag.

Denn so wie die Altersbestimmung karbonischer Schichten sich auf Leitformen gründet und für den Bergbau von praktischer Bedeutung ist, wird für die Braunkohlenforschung und die Geologie überhaupt die Frage nach den pflanzlichen Leitfossilien und damit einer genauen Altersbestimmung der tertiären Schichten immer dringender.

Mit der Paläobotanik und ihren Ergebnissen stehen aber auch die Paläoklimatologie und die Paläopflanzengeographie in engem Zusammenhange. Durch den Nachweis pflanzlichen Vorkommens in den einzelnen geologischen Zeitperioden, durch die äußere Gestalt (Morphologie) und den Gewebebau (Histologie) des pflanzlichen Fossiles werden Schlüsse auf Standort und Klima in der einstigen geologischen Zeit ermöglicht und durch die paläobotanische Forschung auch die geographische Verbreitung von Familien, Gattungen und Arten in den verschiedenen geologischen Epochen festgestellt.

Ein besonders reiches Betätigungsfeld für die Paläobotanik stellt die Erforschung pflanzlicher Reste aus der Vor- und Frühgeschichte dar.

Da die pflanzlichen Reste aus den Kulturschichten des vor- und frühgeschichtlichen Menschen zumeist als Kohlenreste vorkommen, so tritt gegenüber solchen Funden die Paläohistologie in ihre Rechte und gibt über die pflanzli-

chen Rohstoffe Aufschlüsse, die der urgeschichtliche Mensch als Material für Nahrung und Bekleidung, für Wohnbauten und Gerätschaften verwendet hat.

So konnten die in den Kulturschichten vorhandenen Früchte im Zustande anfänglicher Inkohlung oder verkohlt teils makroskopisch, zumeist aber erst mikroskopisch aus ihrem Gewebebau in ihrer Artzugehörigkeit festgestellt werden, ebenso Früchte und Samen als Breireste und als Brote von verschrotetem Material, ferner aber auch in mehr weniger verdaulichem Zustande als Frucht- oder Gewebsreste in Exkrementen.

Damit hat aber die Paläobotanik, insbesondere die Paläohistologie (Gewebelehre der fossilen Pflanze) nicht nur durch derartige Diagnosen der Urgeschichte einen Dienst erwiesen, sie konnte vielmehr zugleich feststellen, wie sich der urgeschichtliche Mensch ernährt hat.

Meine Arbeit über die Mondseer Pfahlbauten förderte eine Reihe solcher Erkenntnisse zutage, so z. B., daß die Pfahlbauer Emmer (*Triticum dicoccum*) und Zwergweizen (*Triticum compactum*) neben der sechszeiligen Gerste (*Hordeum hexastichum*) bauten, daß sie Brote sowohl aus vergorenem wie auch aus unvergorenem Teig herstellten.

Neben solchen Broten wurden aus der Schlamm-
schichte des Mondsees auch Holzäpfel in reich-

licher Menge ausgebaggert; ferner aber auch durchlochte Scheiben, in denen man Netzschwimmer vermuten konnte, die sich aber nach histologischer Untersuchung an den „gefensterten“ Oberhautzellen als durchlochte, vermutlich auf einer Schnür zum Trocknen aufgehängte Äpfel erwiesen. Sie waren weit größer als die Holzäpfel und zeigten in der Schale noch Reste des roten Farbstoffes, Anthokyan, der nur im Kulturapfel vorkommt. Damit hat die Paläobotanik nicht nur eine Diagnose gestellt, sondern auch gezeigt, daß die Pfahlbauer bereits den Kulturapfel zogen, also lange schon sesshaft gewesen sind, da die Heranbildung der Wildform zur domestizierten Form, eben dem Kulturapfel, wohl große Zeiträume erfordert hat.

Aus den neolithischen Funden des Mondsees konnte ich ferner feststellen, daß die damaligen Siedler die Früchte des roten Hartriegels (*Cornus sanguinea*) aßen, da die Kerne immer wieder in Exkrementen auftreten. Obwohl sie durch die Verdauungssäfte sehr angegriffen waren, konnte noch im Mikroskop an der Art der Oberhautzellen ihre Identität festgestellt werden.

Auch aus dem vorgeschichtlichen Bergwerke des Hallstätter Salzberges konnten überreiche pflanzliche Reste geborgen werden. Regierungsrat Dr. F. Morton, der Kustos des Hallstätter Ortsmuseums, hat sie in zahlreichen Grabungen zutage gefördert und mir zur paläobotani-

schen Bestimmung übergeben. Von Getreidearten konnte ich besonders Reste von Gerste und Hirse im Mikroskop nachweisen. Spelzen und Körner besitzen gerade bei den Getreidearten überaus charakteristische Zellen, die auch noch in einem Zelldetritus leicht erkennbar sind. Bemerkenswert ist auch der Fund von *Vicia Faba* (Pferdebohne) in Form von Resten der Samenschale und als ein völlig unzerstörter Same, der den Verdauungskanal des damaligen Siedlers passierte. Die Oberhautzellen dieses Samens, sowie auch dessen dicht mit Stärke gefüllten Parenchyme sind in bester Erhaltung im Mikroskop deutlich zu erkennen, die Stärke ergab auch noch nach so langer Zeit die typische Jodreaktion.

Von *Gespinstpflanzen* traf ich im Mondsee als auch in den Funden aus dem Hallstätter Salzberg immer wieder den *Lindenbast* an, den die damaligen Siedler zu Schnüren, gröberen und feineren Geweben verarbeiten konnten.

Weitgehende Aufschlüsse konnte die Paläobotanik, insbesondere die Paläohistologie, über die Verwendung von Pflanzenmaterial bei Bauten des urgeschichtlichen Menschen sowie als Werkstoff für Gerätschaften und Werkzeuge aller Art erbringen.

Da kommt in erster Linie das Holz in Betracht. Da es sich hier durchwegs um Artefakte des Menschen, wie behauenes Holz für Bauten verschiedener Art, gespaltenes oder geschnitztes Holz für

Werkzeuge und Hausrat handelt, so kann die Paläobotanik nur mittels des Mikroskopes auf histologischem Wege die Artbestimmung durchführen, dank der charakteristischen Zellstruktur des Holzes, die sich im Quer-, Radial- und Tangentialschnitt zu erkennen gibt.

Der Gebrauchswert des Holzes, es kommen sowohl Nadel- als auch Laubhölzer in den vor- und frühgeschichtlichen Funden verschiedenster Siedlungsstätten vor, seine Druck-, Zug- und Tragfestigkeit, seine Elastizität ergeben sich aus dem Aufbau des Holzes, wie Verteilung der Tracheiden und Gefäße, der Libriformfasern, aus dem Markstrahlbau, schließlich aus der Art der Gefäßverdickung, der Dichte der Jahresringe und anderen Merkmalen.

Die vor- und frühgeschichtlichen Funde beweisen immer wieder, daß der damalige Siedler schon frühzeitig aus Erfahrung die technische Verwertbarkeit der Hölzer für die verschiedenen Gebrauchszwecke erkannt hat und daß sich in diesem Sinne von einer Paläotechnologie sprechen läßt, die mit einem Gradmesser für die Kulturhöhe urgeschichtlicher Menschen bedeutet.

So leuchtet die Paläobotanik, ausgerüstet mit guten Präparationsmethoden, reich an Erkenntnissen über Morphologie, Anatomie und Histologie sowohl der fossilen als auch der für Vergleichszwecke bedeutsamen rezenten Pflanze in das Dun-

kel des Pflanzenlebens verflossener Jahrmillionen, gibt uns Kunde von der formenreichen Mannigfaltigkeit versunkener Pflanzenwelten, von deren Lebensbedingungen, wie Standort, Klima und Umweltseinflüssen, von der geographischen Verbreitung der einstigen Pflanzen in den verschiedenen Abschnitten der Erdgeschichte, sie lehrt uns aber auch die pflanzliche Umwelt des vor- und frühgeschichtlichen Siedlers kennen, die Pflanzen, die er erst sammelte, dann kultivierte, die Wanderzüge der Menschenrassen und die damit in ursächlichem Zusammenhange stehenden der Kulturpflanzen, die Hölzer, deren technische Eigenschaften er trefflich zu nutzen wußte und liefert uns so den untrüglichen Beweis für die hohe Kultur des urgeschichtlichen Menschen, deren Zeugen uns in den reichen pflanzlichen Resten aus den Uranfängen menschlicher Besiedlung überkommen sind.

So ist die Paläobotanik, durch den ständigen Vergleich mit der lebenden Pflanze untrennbar mit dem Forschungsgebiet der Botanik verbunden, eine Wissenschaft, die, wie in obigen Ausführungen nur skizziert werden konnte, anderen Wissensgebieten Forschungsergebnisse von grundlegender Bedeutung übermittelt und die, wenn wir nur an die Kohlenforschung und den Bergbau denken, von praktischem Werte im Vierjahresplan, aber auch in die Ur- und Frühgeschichte des Menschen hinein zu leuchten vermag, demnach ein von reichem Leben durchströmter Forschungszweig.