©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	178./98. Jahrgang	S. 239–253	Klagenfurt 1988

Wie und warum man Pflanzenfossilien sammelt

Einführende Gedanken zur Paläobotanik

Von Miente BOERSMA*

Mit 11 Abbildungen und 1 Tabelle

EINLEITUNG

Als korrespondierendes Mitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten bin ich gebeten worden, eine kurze Einführung in die Paläobotanik zu geben. Ich habe dazu einige Gedanken ausgewählt, bin mir aber im klaren darüber, daß ich genausogut andere hätte wählen können, wie z. B. die Rolle der Paläobotanik in der Religion des 18. Jahrhunderts (SCHEUCHERZERS „Herbarium Diluvianum"), die Geschichte der Paläobotanik seit dem griechischen Altertum, der Zustand paläobotanischer Sammlungen in der Welt, weshalb fossile Pflanzen wichtiger sind als fossile Tiere oder wie die Urlandpflanze aussah usw.

WAS IST PALÄOBOTANIK?

Paläobotanik ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Studium von Vegetation und Pflanzen aus der Vergangenheit beschäftigt. Paläobotanik und Paläozoologie zusammen bilden die Paläontologie.

Sowohl Paläobotaniker als auch Paläozoologen untersuchen Fossilien. Es ist nicht selbstverständlich, daß man Tiere und Pflanzen aus der Vergangenheit als Fossil wiederfindet, denn normalerweise würden sie unter dem Einfluß v n Bodenbakterien, Pilzen, Tieren, durch mechanische Zerstörung, Oxidation durch den Luftsauerstoff usw. im Laufe der Zeit verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen.

* Labor für Paläobotanik und Palynologie der Universität Utrecht, Niederlande.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Wie entstehen Pflanzenfossilien?

Nehmen wir ein Beispiel aus der Jetztwelt: einen Kirschbaum. Würde man einen Kirschbaum fällen, so bliebe davon im Laufe der Zeit nichts übrig. Will man Teile eines Kirschbaumes konservieren, so ist das nur unter speziellen Umständen möglich. Ein Blatt kann man mit Hilfe eines Buches und einiger Steine, die es beschweren, trocknen: Durch Druck wird das Wasser ausgepreßt, und durch Abdeckung werden Tierfraß und Verwesung verhindert.

Ein Holzstück wiederum kann man anstreichen, damit es gegen Wasser, Pilzsporen, Tierfraß und ähnliches geschützt ist. Eine Portion Kirschen schließlich kann man mit einer besonderen Flüssigkeit (Zuckerwasser, Alkohol) imprägnieren, um den Verwesungsprozeß zu verhindern.

Die gleichen Voraussetzungen, welche die Teile eines Kirschbaumes vor deren Zerstörung schützen, ermöglichen auch deren Fossiliation: Überdeckung mit einer Schichte bestimmter Eigenschaften und Imprägnierung.

Überdeckung

Zur fossilen Erhaltung von Pflanzenteilen muß die überdeckende Schichte zwei Bedingungen erfüllen: Sie muß einerseits genügend porös sein, um ein Auspressen des Wassers unter Druck zu gestatten, sie darf aber andererseits nicht zu porös sein, um den Zutritt von Luft, vor allem von Sauerstoff, zu verhindern. Ton ist in dieser Hinsicht günstiger als Sand.

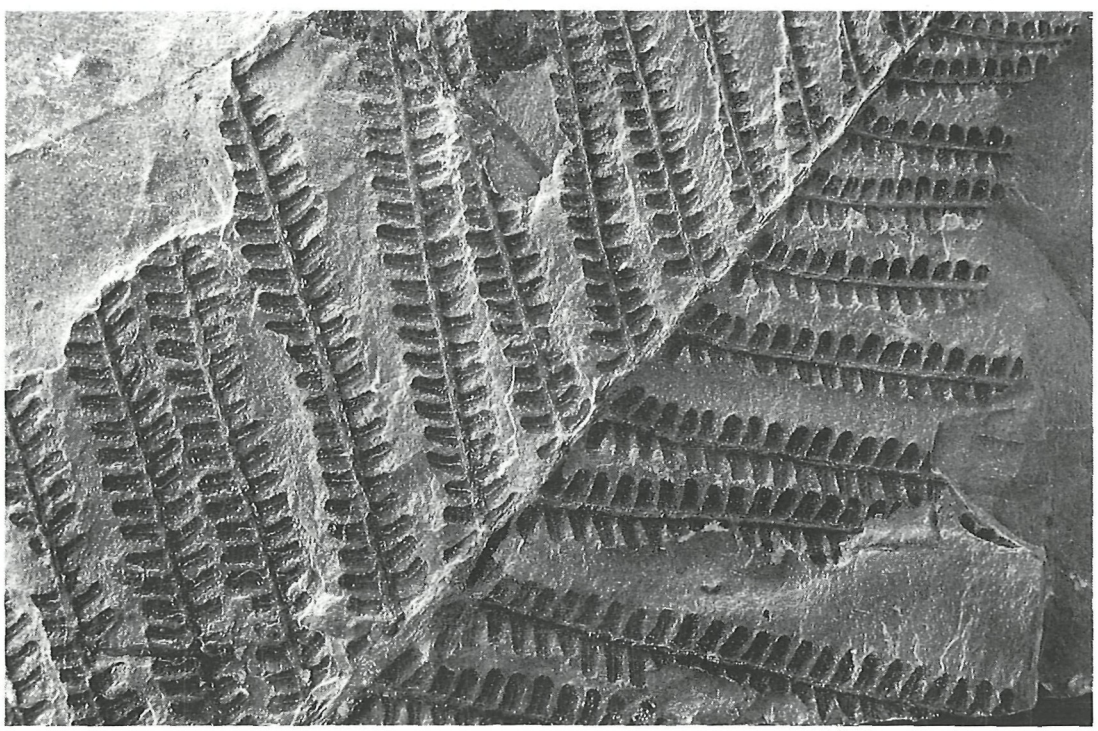


Abb. 1: *Pecopteris* sp. „Zusammendruck" aus dem Stefan von Reisbach (Saarland, BRD).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Auf diese Weise entstandene Pflanzenfossilien werden meist irrtümlich „Abdrücke" genannt. Diese Benennung ist nicht ganz richtig, da es sich nicht nur um Abdrücke einer Pflanze handelt, sondern auch um die Pflanze selbst (Abb. 1). Spaltet man nämlich einen Stein, der ein solches Fossil enthält, so bekommt man zwei Hälften. Auf der einen Hälfte sieht man das Fossil – man könnte es einen „Zusammendruck" nennen (englisch: *compression*) – und auf der anderen den tatsächlichen Abdruck des Fossils (englisch: impression).

Günstige Fossilisationsbedingungen bestehen für Vegetationsbestände von Meeresküsten, und zwar überall dort, wo durch Flüsse ununterbrochen Feinsand und Ton herbeigeführt werden. Dies kann man in der Gegenwart besonders gut im Mississippi- bzw. im Orinoco-Delta beobachten. Außer Sand, Ton und dergleichen gibt es auch noch andere Überdeckungsmittel, wie z. B. vulkanische Asche.

Ein nur „halb gelungenes" Fossil gibt es, wenn eine eingebettete Pflanze trotzdem langsam verfault, so daß im inzwischen verfestigten Sediment ein Hohlraum übrigbleibt. Wenn es ein Blatt betrifft, bekommt man bei Spaltung des Gesteins Abdrücke der Ober- und Unterseite des verschwundenen Blattes. Ist es ein aufrecht stehender Stamm, wird der Hohlraum später oft mit einem neuen Schub Überdeckungsmaterial aufgefüllt. So entsteht ein Steinkern (englisch: cast), Abb. 2.



Abb. 2: Steinkern von Basalteilen einiger karbonischer Lepidophyten: Der „versteinerte Wald" von Glasgow (Schottland).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

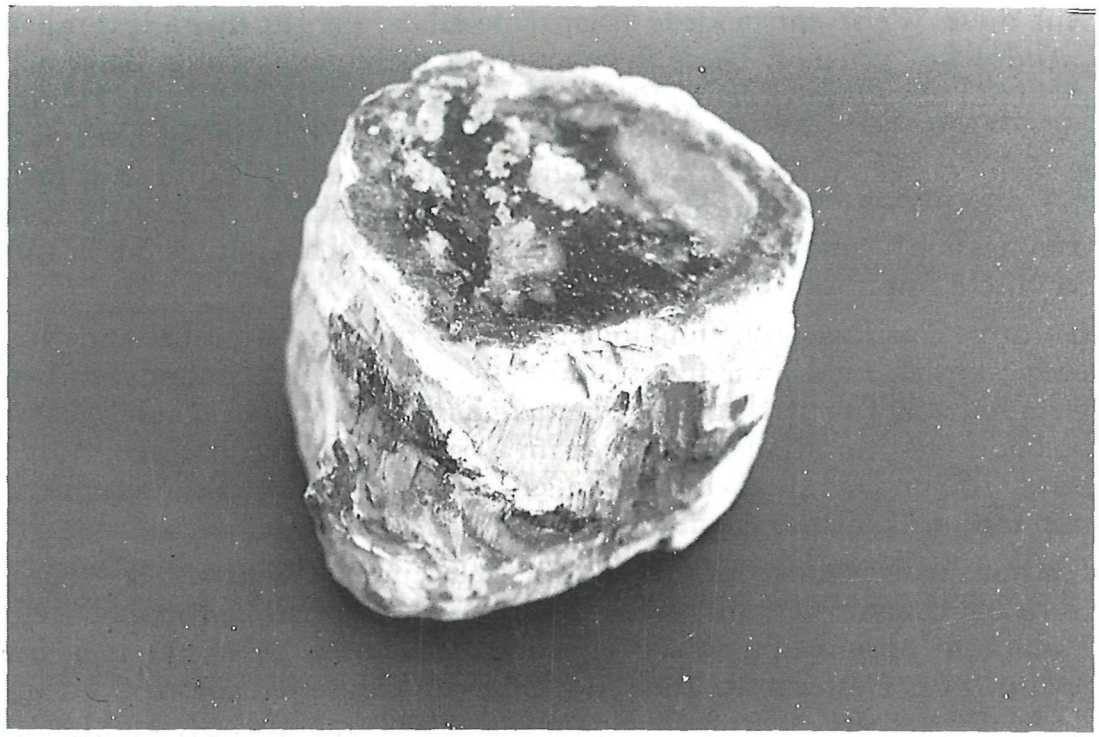


Abb. 3: Ein Stück versteinertes Holz unbekannter Herkunft.

Imprägnierung

Auf diese Weise entstandene Fossilien werden „Versteinerungen" genannt (englisch: petrifactions), Abb. 3. Meistens sind die Pflanzenteile mit Kieselsäure (die berühmten versteinerten Stämme von Karl-Marx-Stadt) oder mit Dolomit (die sogenannten „coal balls" in Steinkohlenflözen) imprägniert. Sowohl Kieselsäure als auch Dolomit besitzen die Eigenschaft, durch chemische Umsetzung sehr harte, unzerdrückbare Knollen bilden zu können. Das Zellgewebe der imprägnierten Pflanzen wird dadurch nicht zerstört und bleibt dreidimensional erhalten. Mit speziellen Techniken (Dünnschliffen, peels) kann man auf diese Weise die Anatomie von Pflanzen studieren, die vor Millionen von Jahren gelebt haben (Abb. 4). Sowohl in den Vereinigten Staaten (Columbus, Ohio) als auch in Europa (Montpellier, Frankreich) gibt es Labors, die auf Imprägnationsfossilien spezialisiert sind. In diesem Artikel werde ich auf Pflanzenversteinerungen nicht weiters eingehen, da diese Art von Fossilisation in Kärnten eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

WO FINDET MAN PFLANZENFOSSILIEN?

In jedem Staat wird kartiert. Geologen durchqueren das Land und untersuchen die Gesteine. In Kärnten sind viele Geologen tätig, z. B. von der Technischen Universität Wien, von der Grazer Universität, von der Geo-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

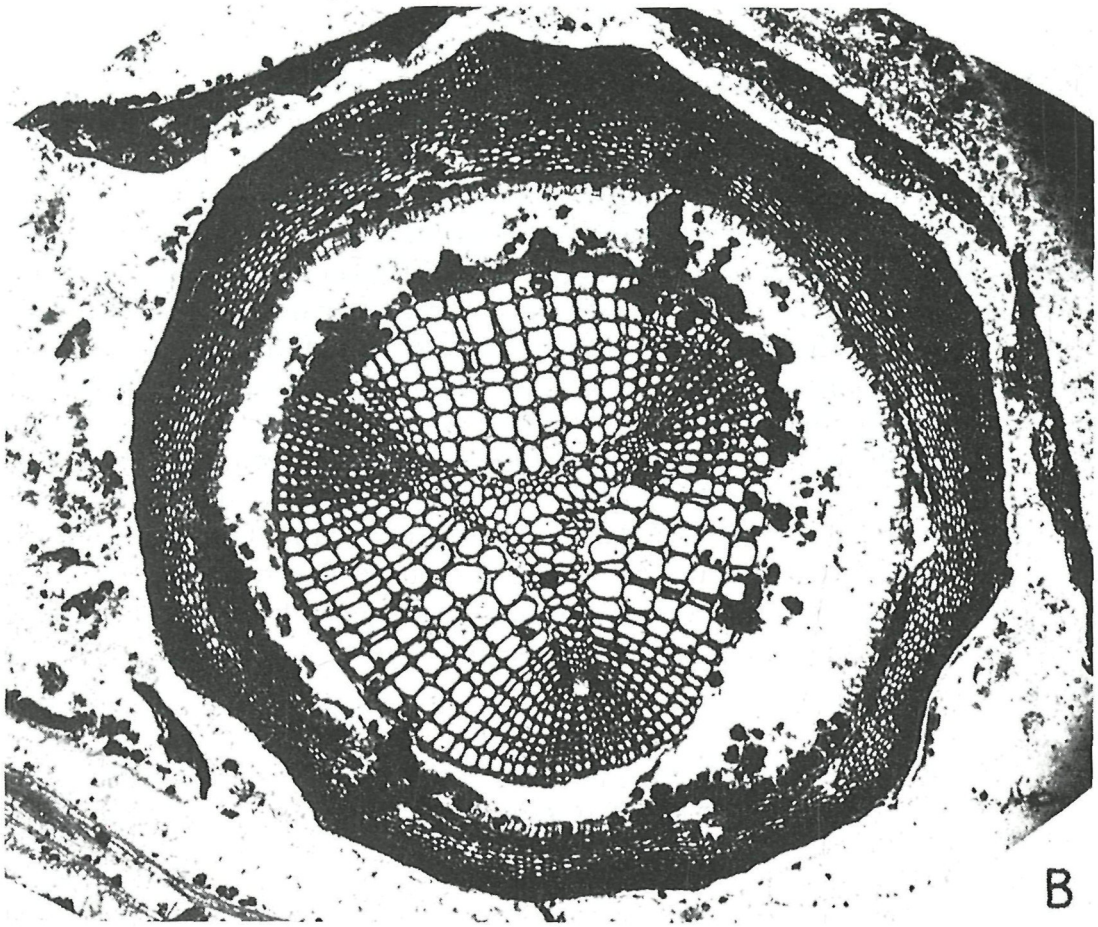


Abb. 4: Querschnitt eines Stengels von *Sphenophyllum quadrifidum* aus dem französischen Perm (aus BOUREAU, 1964).

logischen Bundesanstalt usw. Die Resultate werden auf Karten eingetragen, in denen jede geologische Periode eine andere Farbe bekommt. Will man in irgendeiner Gegend Fossilien sammeln, so studiert man die geologische Karte und weiß dann, welche Gesteine dort aufgeschlossen sind, d. h. an der Oberfläche erscheinen. Ist man z. B. am Karbon Kärntens interessiert, dann kann man auf einer solchen Karte sehen, wohin man gehen soll.

Weiters kann man sich über entsprechende Fundstellen erkundigen, oder man beachtet in einem regionalen naturwissenschaftlichen Museum die Ortsangaben auf den zu den einzelnen Fossilien gehörigen Beschriftungen und weiß dann, wo sie aufgesammelt wurden. Steht auf einem Beschriftungszettel der Name eines Sammlers (z. B. „Sammlung HÖFER"), dann erkundigt man sich, ob Herr HÖFER noch lebt, und wenn ja, wo er wohnt und ob er publiziert hat. Zurzeit gibt es außerdem viele Amateurvereine, die in ihrem Gebiet die Fundstellen kennen. Manchmal findet man in alter Literatur Angaben über Fundstellen, die seitdem nicht mehr beachtet worden sind, da die genaue Kenntnis der Lokalität verlorengegangen ist. Ab und zu gelingt es jedoch, eine solche Fundstelle wiederzuentdecken.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

WIE SAMMELT MAN FOSSILIEN?

Selbstverständlich braucht man einen Hammer, am besten einen Geologenhammer, bei dem Kopf und Stiel aus einem Stück angefertigt sind. Zum Aufspalten von Schichtflächen sind flache Meißel sehr nützlich. Man sorgt dafür, im Rucksack genügend Zeitungspapier dabei zu haben, denn jedes aufgefundene Stück wird separat verpackt. Persönlich ziehe ich es vor, die Funde nicht gleich einzupacken, sondern sie abseits aufzulegen, damit ich dauernd sehen kann, was schon aufgesammelt wurde. Ich habe dafür immer ein großes Stück Plastik dabei, das gegebenenfalls die Funde gegen Regen oder Sonne schützt. Besonders schöne und/oder zerbrechliche Stücke soll man gleich an Ort und Stelle photographieren, weil immer die Gefahr besteht, daß sie beim Transport beschädigt werden. Beim Einpacken wird jedes Stück datiert, die Fundstelle angegeben und eine vorläufige Bestimmung hinzugefügt. Am Ende der Sammeltätigkeit schreibe ich immer ein Protokoll: eine Artenliste, Länge der Sammelzeit, besonders wichtige Funde, Namen (Grubenbesitzer, Baggerführer usw.), genaue Angaben über die Fundstelle, wieviel Photos gemacht wurden und von welchen Stücken.

WAS MACHT MAN IM LABOR MIT DEN GESAMMELTEN STÜCKEN?

Die gesammelten Fossilien werden im Labor ausgepackt, zusammengehörige Fragmente zusammengeklebt. Mit Hilfe von Nadeln, kleinen Meißeln und Hämmerchen sowie Elektrogeräten werden Teile, z. B. Ach-



Abb. 5: Präpariertes Blatt von *Mariopteris muricata* aus dem Westfal von Süd-Limburg (Niederlande).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

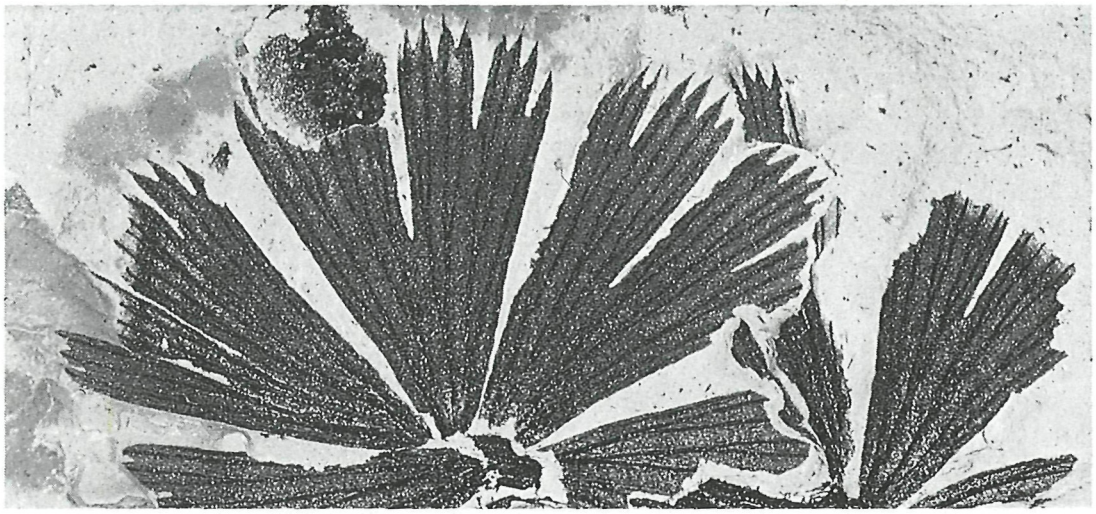


Abb. 6: Blattwirtel von *Sphenophyllum zwickaviense* aus dem Westfal von Holz (Saarland, BRD).

sen, die sich unter der Oberfläche im Gestein befinden, freigelegt. Das in Abb. 5 gezeigte Fossil wurde fast völlig durch Präparation sichtbar gemacht. Man erkennt an den Schlagspuren (weiß), wo präpariert wurde.

Die freigelegten Fragmente werden gezeichnet und photographiert. Mit speziellen Techniken können Details besser sichtbar gemacht werden (Abb. 6). Das hier gezeigte Fragment einer ausgestorbenen schachtelhalm-

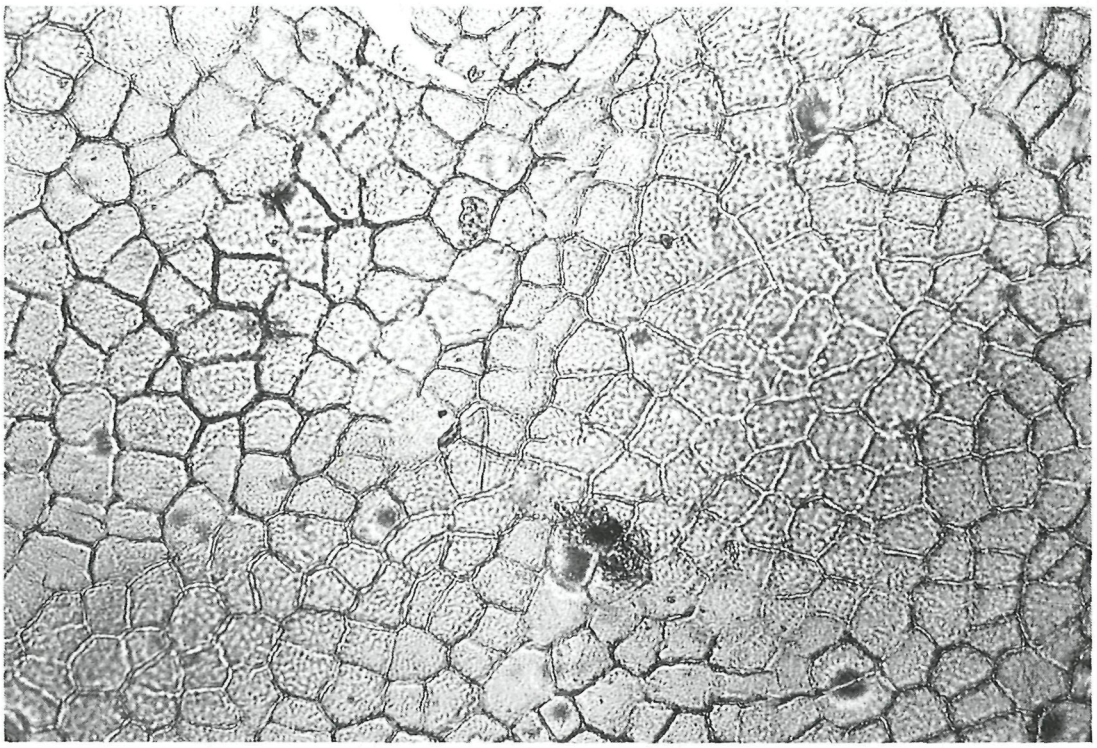
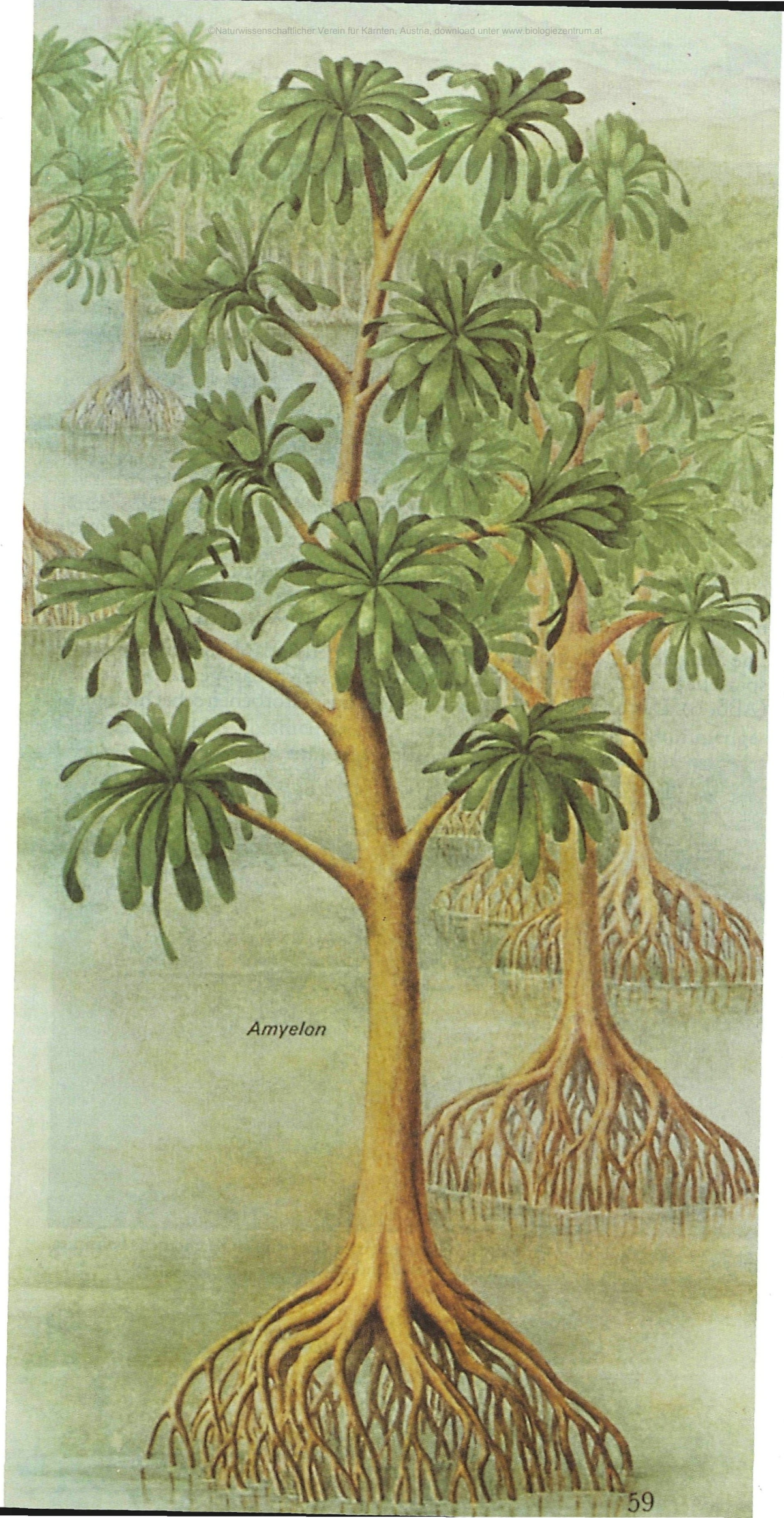


Abb. 7: Kutikula eines karbonischen Farnsamers, wahrscheinlich *Alethopteris bohemica*, aus dem Stefan von Reisbach (Saarland, BRD).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

artigen Pflanze befand sich auf einem Gestein. Das Fragment wurde mit Nagellack überdeckt, das Gestein in Flußsäure aufgelöst. Der Fossilrest blieb – an dem Nagellackfilm angeheftet – übrig. Die Aderung ist jetzt sehr deutlich zu sehen, da die Blätter durchsichtig sind.

Es gibt auch chemische Methoden, wobei von der Pflanze nur die äußere Schutzschichte, die Kutikula, übrigbleibt. Die hergestellten Präparate sind oft von einer Qualität (Abb. 7), die mit denen rezenter Pflanzen vergleichbar ist.

Auch kann man von der Oberfläche einer Pflanze einen Abzug (Replika) abfertigen. Diese Methode wird benützt, wenn ein Fossil für elektronische Untersuchungen zu groß ist. Einen Teil dieser Replika kann man ausschneiden und im Rasterelektronenmikroskop studieren. Weiters benützt

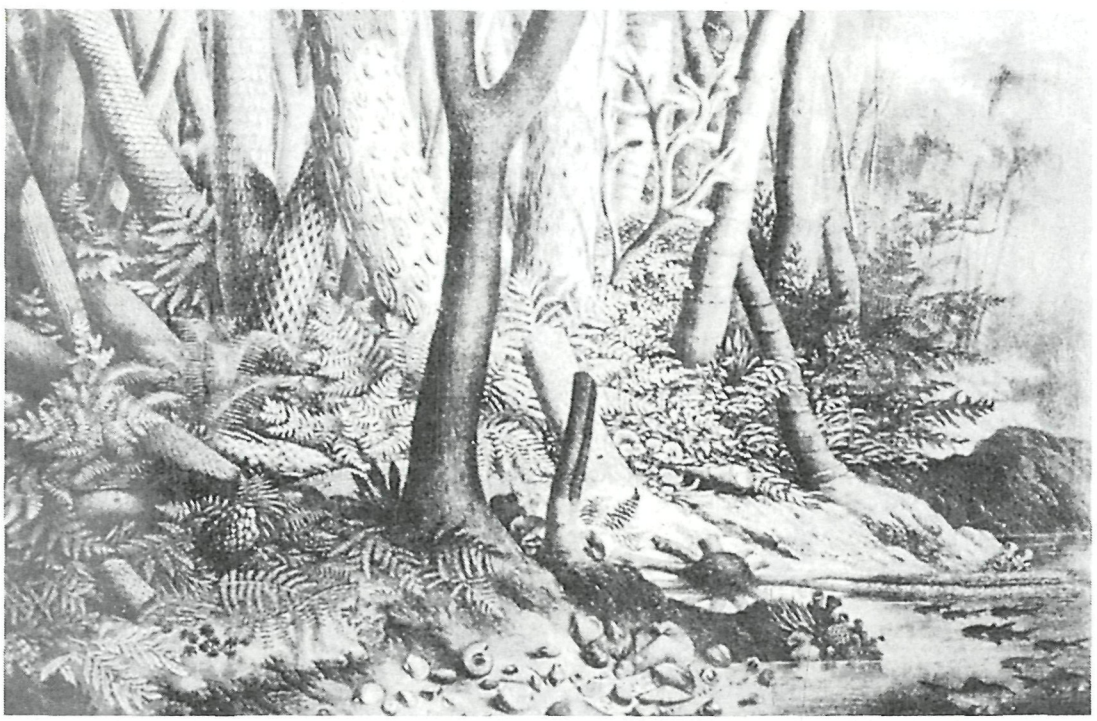


Abb. 9: Karbonvegetation nach GOLDFUSS (1841–44).
a) Die „Qualle" rechts am Ufer ist *Stigmaria* – Wurzelträger eines Lepidophyten. Damals war der Zusammenhang noch nicht bekannt, und man dachte, es sei eine komplette Pflanze.
b) Die „Hirschzunge" links am Fuße des zentralen Baumes ist wahrscheinlich ein Strauß *Cordaites*-Blätter (vgl. Abb. 8).
c) Es waren viele Stammfragmente bekannt. Welche Beblätterung und Fruktifikationen dazugehörten, wußte man aber noch nicht. Deshalb sind nur die basalen Teile der Bäume gezeichnet.
d) Die „Sterne" am Boden im Vordergrund links sind Schachtelhalm-Blattwirtel.

Abb. 8: Rekonstruktion von *Cordaites* – als Mangrove interpretiert – aus THOMAS (1981).



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

man polarisiertes Licht, Strahlung im Infrarot- und Ultraviolettbereich und Röntgenstrahlung.

Wenn genügend Fossilreste vorhanden sind, kann man eine Rekonstruktion der Pflanze versuchen (Abb. 8). Je älter die Pflanze ist, umso schwieriger ist die Rekonstruktion, da man keine Vergleichsbeispiele aus der Gegenwart hat. Pflanzen aus dem Tertiär sehen im allgemeinen den heutigen noch sehr ähnlich. Geht man in der Erdgeschichte zeitlich weiter zurück, so stößt man immer häufiger auf Pflanzengruppen, die es heutzutage nicht mehr gibt (baumförmige Schachtelhalme, Bärlappgewächse).

Hat man aus einer Flora genügend Pflanzenarten rekonstruiert, kann man eine Vegetationsrekonstruktion versuchen (Abb. 9 und 10). Es ist sehr lehrreich, die sich im Laufe der Zeit ändernden Pflanzen- und Vegetationsrekonstruktionen miteinander zu vergleichen. Deshalb habe ich meine Privatbibliothek nicht alphabetisch, sondern nach Publikationsjahren geordnet. Man ist oft dazu geneigt zu lachen, wenn man alte Rekonstruktionen sieht. Man soll jedoch bedenken, daß es immer schwierig ist, sich etwas vorzustellen, das es nicht (mehr) gibt.

WOZU BENÜTZT MAN PFLANZENFOSSILIEN?

Biostratigraphie

Die Erdkruste ist dauernd in Bewegung. Die Meeresküstenmoore des Karbons z. B. befanden sich in der Karbonzeit auf Meereshöhe. Jetzt findet man Karbonablagerungen einige tausend Meter über dem Meeresspiegel (Karnische Alpen!) oder in einer Teufe von 1500 m (Ibbenbürener Karbon).

Mit Hilfe von Fossilien, die
a) nur relativ kurz gelebt haben, aber
b) eine weite geographische Verbreitung hatten,
kann man Biostratigraphie betreiben, d. h. man kann relative Altersbestimmungen vornehmen. In Kärnten z. B., wo der Schriftleiter dieser Zeitschrift und ich schon über 15 Jahre paläobotanische Untersuchungen durchführen, wird eine fossile schachtelhalmartige Pflanzenart, *Sphenophyllum oblongifolium* (Abb. 11), als wichtiges Altersindiz herangezogen; ihr Vorkommen ist auf das Stefan und das Autun beschränkt (siehe Tab. 1).

Sobald man Reste dieser Art findet, darf man annehmen, daß die untersuchten Gesteinsschichten ein Stefan- oder Autun-Alter haben. Wenn man eine Fundstelle gründlich untersucht hat und man hat

Abb. 10: Karbonvegetation nach DABER (1978).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Vorkommen von *Sphenophyllum oblongifolium*

Unterperm	Saxon
	Autun
Oberkarbon	Stefan
	Westfal
	Namur
Unterkarbon	Visé
	Tournai

a) *Sphenophyllum oblongifolium* gefunden und
b) keine Arten, die ihr Erstauftreten im Autun haben,

dann kann man auf ein Stefan-Alter schließen.

Bemerkung: Man soll aber immer bedenken, daß es hier um relative Altersbestimmungen geht. Relativ heißt, dieses Gestein ist gleich alt mit einem anderen, welches dieselben Pflanzen enthält. Absolute Altersbestimmung dagegen heißt, wir haben das Alter dieses Gesteins (mit einer hier nicht zu behandelnden mineralogischen Methode) in Jahren gemessen (z. B. es ist 230 Millionen Jahre mit einem Meßfehler von + oder – 5 Millionen Jahre alt). Inzwischen hat man die relativen Datierungen so oft mit absoluten kontrolliert, daß man die Altersbestimmungen mit *Sphenophyllum oblongifolium* als ziemlich sicher annehmen darf. Es wäre

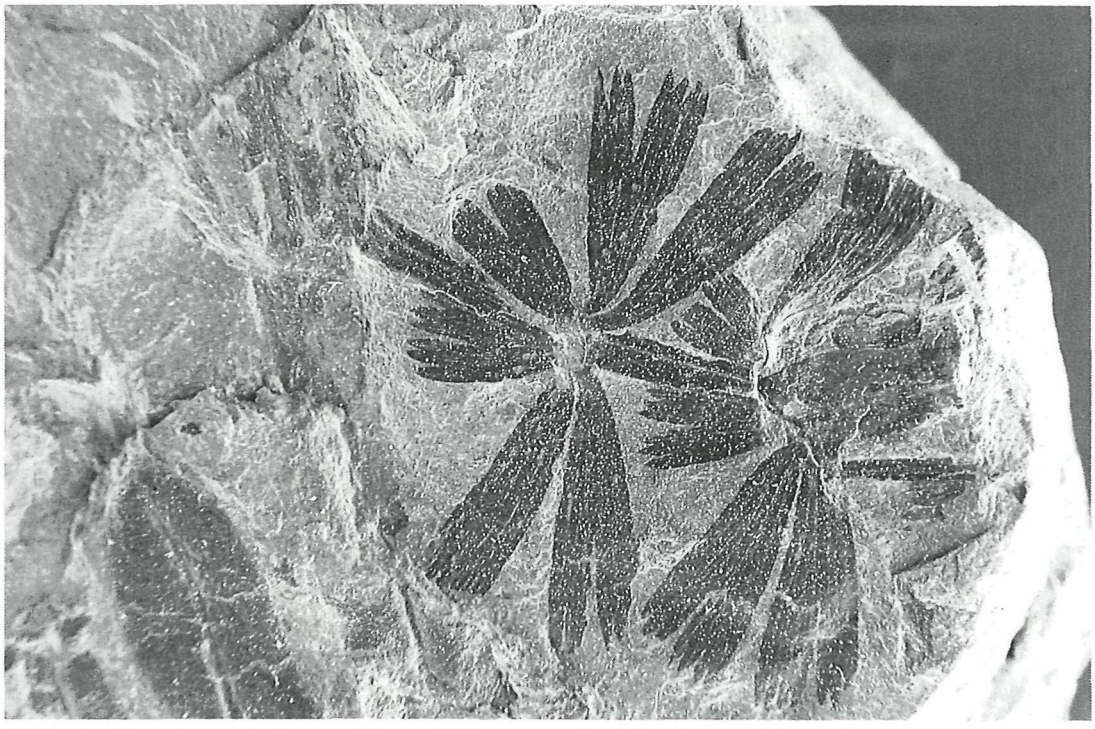


Abb. 11: *Sphenophyllum oblongifolium* aus dem Stefan von Reisbach (Saarland, BRD).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

aber immerhin möglich, daß ausgerechnet Kärnten die einzige Stelle in der Welt ist, wo die Art schon im Westfal vorkam.

In der Praxis sind biostratigraphische Aussagen sehr wichtig. In der Erdölindustrie z. B. ist man sehr oft auf Pflanzenfossilien angewiesen – Sporen, Pollenkörner, Dinoflagellaten –, um das vermutliche Vorkommen von Erdöl vorauszusagen. Unser Labor arbeitet auf diesem Gebiet mit vielen Ölfirmen zusammen.

Phytogeographie

Neben biostratigraphischen Untersuchungen werden fossile Pflanzen auch für phytogeographische Zielsetzungen verwendet. Es ist z. B. nicht schwierig festzustellen, daß die Floren von Westvirginia in den Vereinigten Staaten und die von Nova Scotia in Kanada im Oberkarbon denjenigen von Westeuropa sehr ähnlich sind. Diese Tatsache unterstützt die Theorie, daß im Karbon Nordamerika und Westeuropa miteinander verbunden waren.

Auch wenn die geographische Verbreitung einer Pflanze nicht verständlich ist, z. B. sie ist auf nur zwei weit voneinander entfernte Gebiete beschränkt, kann man mit Hilfe von Fossilien feststellen, daß die Pflanze früher einmal ein großes, geschlossenes Areal besiedelte und daß das Areal später auf die zwei isolierten Lokalitäten sich einengte (z. B. durch die Eiszeit).

Taxonomie

Die Kenntnis von fossilen Pflanzen kann dazu beitragen, daß man die rezente Flora besser versteht. Bei den Farnen z. B. kann es von Bedeutung sein zu wissen, daß eine Gattung, die jetzt nur mehr eine sehr beschränkte Artenzahl umfaßt, früher, sagen wir mal im Mesozoikum, sehr wichtig war. Wüßte man das nicht, dann könnte man die Gattung leicht als abweichende Randgattung einer rezenten Farnfamilie auffassen, obwohl sie in Wirklichkeit ein Überrest einer einst sehr wichtigen, aber fast ausgestorbenen Farnfamilie ist.

Phylogenie

Die Kenntnis von fossilen Pflanzen kann dazu beitragen, daß man Merkmale einer Pflanze als primitiv bzw. als mehr oder weniger fortgeschritten (abgeleitet) betrachten kann und daß man Theorien bezüglich der Abstammung unterschiedlicher Pflanzengruppen entwickeln darf.

Wenn man weiß, daß die ältesten Blütenpflanzen radiärsymmetrisch gebaut waren – gänsefußähnlich –, dann kann man die zweiseitigsymmetrische – orchideenähnlich – davon ableiten, aber nicht umgekehrt. Wenn man weiß, daß Cycadophyten lange bevor es Blütenpflanzen in mesozoischen Schichten (Trias) gab, bereits lange vor den Blütenpflanzen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

(Kreidezeit) auftreten, dann kann man theoretisch die Blütenpflanzen von den Cycadophyten ableiten, aber nicht umgekehrt. Die ältesten Farne (Devon-Unterkarbon) besaßen dreidimensionale Blätter und dickwandige Sporangien. Diese Merkmale sind daher als primitiv zu betrachten. Erst später entwickelten sich Farnformen mit einem zweidimensionalen Blatt und einschichtigen Sporangien. Diese Merkmale sind daher innerhalb der Farne als abgeleitet anzusehen.

Paläoklimatologie

Die Kenntnis von Pflanzenfossilien einer bestimmten geologischen Periode kann dazu beitragen, das Klima dieser Periode rekonstruieren zu können. Für das Karbon z. B. hat man aus dem Fehlen von Jahresringen im Holz der damaligen Bäume konkludiert, daß es zu dieser Zeit eine sehr breite tropische Zone gegeben haben muß. Dazu kommt, daß die Pflanzen innerhalb dieser Klimazone auch andere Merkmale zeigen, die es heute nur bei tropischen Pflanzen gibt, wie eine Wurzel mit einer doppelten äußeren Zellschichte (ein Velamen), Fortpflanzungsorgane, die am Stamm entspringen (Kauliflorie), und sehr oft eine Wuchsform, die ebenso auf ein warmes Klima hindeutet (Lianen, Baumfarne).

Paläoökologie

Die Kenntnis von ökologischen Systemen der Vergangenheit gewinnt auf der Suche nach fossilen Brennstoffen immer mehr an Bedeutung, da man festgestellt hat, daß bestimmte Ökosysteme für die Bildung von Erdöl günstiger sind als andere. Wenn man weiß, welche Pflanzen für bestimmte Ökosysteme charakteristisch sind, kann man aus der Anwesenheit dieser Pflanzen in einem bestimmten Sediment darauf schließen, ob es sich lohnen würde, hier intensiv nach Erdöl zu suchen.

SONST NOCH WAS?

Ich habe auf einigen Seiten versucht, etwas zu erzählen,

- was Paläobotanik ist,
- wie Pflanzenfossilien entstehen,
- wo man sie finden kann,
- wie man sie aufsammelt,
- was man im Labor damit macht und
- wozu man Pflanzenfossilien benützt.

Hoffentlich habe ich Interesse geweckt für mein schönes Fach. Für diejenigen, die mehr darüber lesen wollen, folgen noch einige deutschsprachige paläobotanische Handbücher.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

GOTHAN, W., und H. WEYLAND (1973): Lehrbuch der Paläobotanik. Akademie-Verlag, Berlin, 3. Ed., 677 S. (Das beste deutschsprachige Buch hinsichtlich der paläobotanischen Systematik.)

MÄGDEFRAU, K. (1968): Paläobiologie der Pflanzen. Gustav FISCHER, Stuttgart, 4. Ed., 549 S. (Das beste deutschsprachige Buch hinsichtlich Vegetationen der Vergangenheit.)

REMY, W., und R. REMY (1977): Die Floren des Erdaltertums. Glückauf, Essen, 468 S. (Behandelt nur paläozoische Pflanzen; trotzdem zu empfehlen; viele, schöne Abbildungen.)

STRASBURGER, E. (1978): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Gustav FISCHER, Stuttgart, 31. Ed., 1078 S. (Gibt Zusammenhang zwischen fossilen und rezenten Pflanzen für den Fachmann.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 178_98

Autor(en)/Author(s): Boersma Miente

Artikel/Article: Wie und warum man Pflanzenfossilien sammelt 239-253