

E. SAGAN

NEUENTDECKTE MORPHOLOGISCHE EINZELHEITEN  
VON *ELEUTHEROPHYLLUM MIRABILE* STUR,  
*E. WALDENBURGENSE* ZIMMERMANN  
UND *E. DREPANOPHYCIFORME* R. ET W. REMY

Nowo poznane szczegóły morfologiczne u *Eleutherophyllum mirabile* Stur,  
*E. waldenburgense* Zimmermann i *E. drepanophyciforme*  
R. et W. Remy

ABSTRACT. A large compression material of three species of *Eleutherophyllum* (*Lycopsida*) allowed to observe certain morphological details which were not described before. There were observed shoot apices, a peculiar mode of branching resembling a broom which results from several dichotomies close to each other, vascular strands in shoots and leaves and sporangia. The material originates from the Namurian A of the Lower Silesian Coal Basin and is deposited in the District Museum in Wałbrzych.

VORWORT

Die ersten Beschreibungen der drei *Eleutherophyllum* Arten (*E. mirabile*, *E. waldenburgense* und *E. drepanophyciforme*) wurden Fundstücken aus den Schichten des Namurs A von Wałbrzych gegründet.

Zuerst wurde *E. mirabile* gefunden. Sternberg (1833) beschrieb und benannte dieses als *Equisetites mirabilis*.

Die Gliederung des Sprosses und die damit verbundene, wirtelige Blattstellung, wie bisher auch das Fehlen einer Feststellung über die dichotomische Verzweigung von *E. mirabile* verursachte, dass diese Art zu den artikulaten Pflanzen gerechnet wurde.

Noch in der von F. Zimmermann (1958) bearbeiteten Zusammenfassung der Pflanzen des Kulms und Namurs A von Dolny Śląsk, reiht der Autor *E. mirabile* mitsammt *E. waldenburgense* unter die Artikulaten und charakterisiert diese Pflanze als: „wohl altertümlichste Form des Namurs“.



*E. waldenburgense* beschrieb Stur (1877) auf Grund eines einmal gegabelten Sprossbruchstückes und er stellte diesen Pflanzenrest zu der Gattung *Hymenophyllum* (*Hymenophyllum waldenburgense*). Die Exemplare, von F. Zimmermann (1930) als *E. waldenburgense* Typus II bezeichnet, wurden von R. Remy und W. Remy als eine eigenartige Art *E. drepanophyciforme* (1960a) abgesondert.

F. Zimmermann (1930) war der Meinung, dass *E. mirabile* ein Rhizom von *E. waldenburgense* sei. Stockmans und Williere (1953) haben in den Schichten des belgischen Namurs das gemeinsame Auftreten dieser zwei Pflanzenarten nicht feststellen können. Auch R. Remy wie auch Havlena (1969) und W. Remy bezweifelten die Ansicht F. Zimmermanns, dass *E. mirabile* und *E. waldenburgense* zwei verschiedene Teile derselben Pflanze sind, und sie begründeten diese Meinung auf einer ähnlichen Beobachtung wie Stockmans und Williere (1953).

Eine durchgehende Untersuchung von vielen, gut erhaltenen, verkohlten Resten von *E. mirabile* Stur, *E. waldenburgense* Zimmermann und *E. drepanophyciforme* R. und W. Remy, welche in dem Bezirksmuseum in Wałbrzych verwahrt werden, ermöglichten das Erkennen mancher morphologischer Merkmale, die in den bisherigen Beschreibungen dieser Pflanzen nicht genügend präzisiert oder nachgewiesen wurden und zwar aus dem Grunde, dass sie auf den Exemplaren, welche den oben genannten Autoren zur Verfügung standen nicht sichtbar waren.

Die Beschreibung der neubeobachteten Strukturdetails, die Art und Weise der Verzweigung des Sprosses, wie auch die Besprechung mancher Probleme die mit der Entwicklung des Vermehrungsorganes dieser Pflanzen verbunden sind, bestärkt die Ansicht über die Verschiedenheit dieser drei Pflanzenformen und wird vielleicht eine genauere Erkenntnis der systematischen Zugehörigkeit der Gattung *Eleutherophyllum* ermöglichen.

Die in der Arbeit beschriebenen Pflanzenreste stammen aus den Schichten des Namurs A des Kohlenreviers von Dolny Śląsk. Sie wurden auf den Halden der Steinkohlengrube „Thorez“ in Wałbrzych gesammelt.

## LYCOPSIDA

### *Eleutherophyllum* Stur 1877

Genotypus: *Eleutherophyllum mirabile* (Sternberg 1833) Stur 1877

### *Eleutherophyllum mirabile* Stur 1877

Taf. I–VIII

*Equisetites mirabilis* Sternberg 1833, Flora d. Vorwelt 2(5–6): 45, Taf. I, Fig. 1a, b.

*Equisetites schützeanum* Feistmantel 1874, Neues Jb. Mineral.: 365, Taf. VI, Fig. 1, 2

Von *E. mirabile* waren bisher nur verkohlte Überreste bekannt. Sie haben die Gestalt gerader, manchmal gebogener, einzelner, also nicht gegabelter Sprossfragmente. Diese Pflanzenreste umfassen mehrere (Taf. I, Fig. 1), einige (Taf. II,

Fig. 1) oder nur ein isoliertes Zwischenglied (Taf. III, Figs. 1, 2, 4; Taf. IV, Figs. 2, 5).

Die am leichtesten zerreissbare Stelle ist vor allem der unterste Teil des Zwischengliedes, welcher unmittelbar an die Knotenlinie grenzt. Die Internodien selbst sind meistens im ganzen erhalten und weisen im allgemeinen keine grösseren Beschädigungen auf. Man kann annehmen, dass die Ursache der Zerreissung oder gar der Trennung der einzelnen Internodien wohl eher eine plötzliche Wassereinwirkung, die stärker als die Ausdehnungsfähigkeit der Pflanze war als — wie man auch vermuten könnte — ein langfristiger Wassertransport. Im Fall einer langfristigen Schleppung der Pflanze müssten sie verschiedenartige Verletzungen aufweisen, was im allgemeinen nicht bemerkbar ist.

Die zentralverlaufende Stelle ist als ein länglichgestreiftes Bändchen bemerkbar. An Stellen, die der Höhe einzelner Knoten entsprechen, befinden sich kaum merkbare Verdickungen, aus welchen radial zu dem äusseren Sprossenteil ausstrahlend, haardünne Leitbündel auslaufen (Taf. V, Fig. 1). Die Oberfläche zwischen Rippen und Furchen ist schwach ausgeprägt (Taf. IV, Fig. 5). Auf so erhaltenen Fundstücken wo die Kohlschicht ein Relief der inneren Seite der Rinde bildet, sind Rippen und Furchen gut sichtbar. In solchem Falle ist ihre Situierung umgekehrt, den Rippen entsprechen die Furchen und den Furchen entsprechen Rippen. Der mittlere Teil des Zwischengliedes hinterlässt auf den Fundstücken eine ziemlich dicke Kohlschicht mit stark glänzender Oberfläche und zarter Runzelung. Am untersten Teil des Zwischengliedes ist die Einteilung in Furchen und Rippen ein wenig gelinder. Die morphologischen Details des Internodiums kann man am besten auf einem isolierten, auf der Schieferoberfläche erhaltenen Glied beobachten (Taf. III, Figs. 1, 2, 3). Die Struktur des oberen und auch unteren Endes des Zwischengliedes ist dann gut bemerkbar. Die Grenze des unteren Endes des Internodiums ist als gezähnte Linie sichtbar, wobei die „Zähne“ den Rippen entsprechen (Taf. IV, Fig. 5). Schon bei einer geringen Vergrösserung sieht man, dass die Linie nicht ununterbrochen, sondern fein fransig ist. Dies beweist dass die Sprosszerreissung am untersten Teil des Zwischengliedes stattfand. Der unterste Teil des Zwischengliedes ist sehr zart und erscheint als hellbraune Durchschimmerung der Kohlschicht, im Gegensatz zu dem dunklen, manchmal ganz schwarzen, mittleren Teil des Zwischengliedes. Zweifellos ist der untere Teil des Internodiums aus einem lockeren Gewebe gebildet. Diese Eigenschaft des Gewebes ermöglichte die Biegung des Sprosses, der jedoch nicht widerstandsfähig war gegen starke Biegungen oder Zerrungen.

Eine kompliziertere Struktur kennzeichnet den oberen Teil des Internodiums, auf welchem die Blätter befestigt sind. Nützlich bei der Beobachtung dieses Teiles des Zwischengliedes waren besonders die Sprossreste, welche während der Fossilisation nicht plattgedrückt wurden und die natürliche Form der Pflanze, wenigstens teilweise, behielten. Von oben gesehen, merkt man an einzeln erhaltenen Internodien, dass im oberen Teil verschiedene Stärken auftreten (Taf. IV, Fig. 6). Die grösste Verdickung tritt am oberen Ende

der Furchen auf (selbstverständlich handelt es sich um die Furchen, die man von der Aussenseite des Sprosses sieht). Die dünnsten Stellen entsprechen den obersten Teilen der Rippen. Auf diesen dünnsten Enden des Zwischengliedes ist der mittlere Teil der Blattbasis befestigt. Die Überprüfung vieler Exemplare bestätigt die Beobachtungen von Stur (1877) wie auch F. Zimmermann (1930), dass die nebeneinanderliegenden Blätter mit ihrem Seitenrand anstossen, jedoch nicht miteinander verwachsen sind. Die erwähnten Autoren beschrieben die allgemeine Blattform und bezeichneten die Stellung der Blätter auf dem Zwischenglied. Stur bemerkte, dass auf den Blättern oft Falten auftreten, die bogenförmig sind und parallel liegen. Die Deutung, dass die Faltungen im Anfangsstadium der Fossilisation entstanden, infolge Pressung unter dem Druck von Sedimenten auf einer löffelartig gewölbten Blattspreite, gaben Stur (1877) und Weiss (1884) an. Eine Bestätigung dieses Sachverhaltes finden wir auf den neugesammelten Fundstücken (Taf. III, Fig. 6).

Details des Blattbaues kann man gut sehen, wenn zwischen Blatt und Spross etwas Schlamm erhalten blieb oder auch in dem Fall, wenn die Blätter über dem obersten Internodium des zerrissenen Sprosses herausragen und unmittelbar der Tonmineralmasse anliegen. Auf dem so situierten Blatt, auf seinen einzelnen Teilen, bemerkt man leicht die Differenzen der Massstärke der Kohle. Dies ist auf vielen Exemplaren durch eine Farbintensivität der Kohlschicht, von hellbraun bis fast schwarz bemerkbar. Solche Farbintensivitätsdifferenzen kann man oft auf in den Schichten des Namurs A von Walbrzych gesammelten Fundstücken fest stellen. Die hellste ist der mittlere Teil der Blattspreite und auch ihr unterster Teil. Die Stärke der Kohlenmasse nimmt dagegen an der Blattspitze zu, und auch entlang des ganzen Blattrandes. Ausserdem sieht man auf vielen Exemplaren deutlich den Verlauf eines dunklen Streifens, welcher durch die Blattmitte hinauf verläuft, angefangen von der Blattbasis bis zur Hälfte der Höhe und bei manchen Exemplaren bis zu der Spitze (Taf. IV, Figs. 2, 6).

Unterhalb der Blattbasis, auf allen gut erhaltenen Exemplaren, sieht man eine kleine, runde Narbe, welche an der Innenseite der Rinde ein Knötchen bildet, von aussen dagegen eine Vertiefung (Taf. IV. Figs. 2, 5, 6). Diese Narbe ist die Verbindungsstelle des äusseren Sprosssteiles mit der zentralverlaufenden Stele, durch haardünne Leitbündel. Jede dieser Narben ist gleichzeitig der Verbindungspunkt des Leitbündels mit einem, in der Blattmitte verlaufenden, dunklen Streifen. Dies beweist, dass der Streifen tatsächlich der Blattnerv ist, demnach hatte *E. mirabile* wirklich Mikrophylle und nicht schuppenartige Bildungen. Dagegen erfüllten diese Gefässbündel, die von der Stele radial ausstrahlen und sie mit der Aussenrinde des Sprosses verbinden, auch die Funktion der Blattspur. Es war vielleicht nicht ein Blattspurstrang im wörtlichen Sinn, den wir mit der Bezeichnung der Blattspurstränge bei heutigen Blütenpflanzen meinen. Der Blattnerv ist bei *E. mirabile* viel schwächer entwickelt als das aus der Stele auslaufende Bündel. Man muss be-

merken, dass die Anwesenheit von Mittelnerven schon Stur voraussah (1877, S. 73), in dem er schrieb: „Der aufsteigende Strang (als Mittelnerv der Scheideblätter) muss vorläufig nur als vorhanden angenommen werden, indem derselbe an den vorliegenden Stücken des merkwürdigen Fossils nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.“

Das Problem der Fortpflanzung bei *E. mirabile* beschrieb nur Stur (1877). Bei einer Wiederbeschreibung von Sternbergs Exemplaren bemerkte Stur auf der oberen (konkaven) Blattseite die Anwesenheit von einem Sporangium, welches seiner Bezeichnung nach so aussieht wie ein im Kalender gezeichnetes Mondviertel, mit nach unten geneigten Zipfeln und einem in der Mitte herausragenden Näschen. Die Schwierigkeit einer Präparation verhinderte Stur eine gründliche Definierung dieses Gebildes zu geben, doch er gab eine kurze Beschreibung: „Dieser Gegenstand ist flach, dünn, zeigt in der Richtung nach oben als Abgrenzung entweder einen einfachen Halbkreis oder ein grösseres Bogensegment, oder ist der Halbkreis oder Bogen eben auch eingekerbt. Der untere Umriss zeigt bald scharfe, bald etwas abgerundete Ecken und in der Mitte eine nabelförmige Anschwellung, die die Nase des Mondchens bildet.“ Er nahm an, dass es ein oder zwei nebeneinander stehende Sporangien sind. Weiss (1884) teilte diese Ansicht nicht, er meinte, dass die von Stur als Sporangien angesehenen Gebilde in Wirklichkeit Blattrunzeln sind. F. Zimmermann (1930) war derselben Ansicht wie Weiss und nahm die Möglichkeit an, dass bei *E. mirabile* Sporangien auftreten, nicht in Betracht. Er nahm an, dass *E. mirabile* ein Rhizom von *E. waldenburgense* ist. Die kritische Bemerkung von Weiss scheint nicht zutreffend zu sein, schon aus dem Grunde nicht, weil Stur solche Beispiele gut kannte, bei denen charakteristische Blattrunzeln auftreten; was schon oben besprochen wurde. Mehr noch, Stur gibt eine ausführliche Beschreibung und die Ursache der Entstehung von Runzeln auf dem Blatt an. Es ist deshalb schwer anzunehmen, dass ein gewissenhafter Forscher, der Stur zweifellos war, Blattrunzeln mit einem beobachteten Detail verwechselte, das er als Sporangium oder ein Paar von Sporangien bezeichnete.

Jetzt können wir die Beobachtung Stur's ergänzen. Bei einer Überprüfung von neugefundenen Exemplaren stellen wir fest, dass auf manchen Blättern, in der Mitte der Basis, charakteristische Verdunkelungen auftreten, welche den unteren Teil des Blattnerven umfassen. Es sieht so aus, als ob der Blattnerve an dieser Stelle erheblich verbreitert wäre. Auf manchen Fundstücken ist diese Verdunkelung fast 2 mm breit (Taf. III, Fig. 5; Taf. IV, Fig. 6). Eine Nebenerscheinung der besprochenen Verdunkelung ist eine charakteristische Anschwellung, welche die Mitte der Blattbasis wie auch den oberen Teil der internodialen Rippen umfasst (Taf. IV, Fig. 2). Die Anschwellung hat an verschiedenen Fundstücken ungleiche Grösse. Diese ist manchmal so gross und so konvex, dass sich die Grenze zwischen dem niedrigsten Blatt-Teil und dem obersten Teil der internodialen Rippen ganz verwischt (Taf. IV, Figs. 3, 4). Im Resultat bildet die Anschwellung eine einheitliche ovale Fläche. Bei

Betrachtungen vieler Beispiele kann man feststellen, dass eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen dem Entstehen der Verdunkelung und bei dem Blattnerven und dem Auftreten der beschriebenen Anschwellung besteht. Mit der Vergrößerung der Verdunkelung im Bereich der Blattbasis wird die Fläche der Anschwellung immer grösser. In der letzten Phase, allerdings wenn die Schwellung ihre maximale Dimension erreicht, tritt eine völlige Aufhellung ein, die ein fast gänzlich Verschwinden des Kohlenrestes offenbart. Gleichzeitig ist das Verschwinden der Verdunkelung an dem untersten Teil des Blattnervs festzustellen. Bei einer Vergleichung der Beschreibung des Sporangiums und seiner Lokalisierung, die Stur angegeben hatte, sollte man annehmen, dass das Auftreten und die Verbreiterung der Verdunkelung an beiden Seiten des untersten Blattnerventeiles wahrscheinlich der Stelle entspricht, an der das Sporangium dem Sporophyll anhaftet. Eine gleichzeitige Entstehung von einer Anschwellung in der Mitte des unteren Blattteiles und der obersten Stelle der internodalen Rippen hat eine enge Verbindung mit der Entwicklung des Sporangiums, und hat ihm wahrscheinlich als Nährstoff gedient. Die von Stur beschriebene Form des Sporangiums wurde auf unseren Exemplaren nicht einwandfrei festgestellt. Es kann sein, dass im Gegenteil zu den zwei verwandten Arten, und zwar *E. waldenburgense* und *E. drepanophyciforme* das Sporangium bei *E. mirabile* nicht von einer harten Wand umgeben war, und in dem verkohlten Zustand sich nicht immer deutlich erhalten hatte. Man muss annehmen, dass das dem Sporophyll anhaftende Sporangium in einer adaxialen Richtung zu dem Spross wuchs, worauf die gegenseitige Situierung der beschriebenen Verdunkelung und Anschwellung hinweist. Man kann auch annehmen, dass die Richtung des Sporangium die gleiche für alle drei uns bekannten *Eleutherophyllum* Arten war, denn die adaxiale Stellung des distalen Sporangiumteiles zu dem Spross tritt bei *E. waldenburgense* wie auch bei *E. drepanophyciforme* auf. Das wird in den nachstehenden Kapiteln noch besprochen werden. Die Anwesenheit von Sporangien bei *E. mirabile* können auch Sporen beweisen, die man auf manchen Exemplaren im Bereich der beschriebenen Anschwellung, wie auch auf der Oberfläche mancher Blätter antrifft. In der Ecke einer stark entwickelten Schwellung befindet sich eine lose Gruppierung von 12 reifen Sporen (Taf. V, Fig. 2). Die Anwesenheit der Sporen kann man auch auf anderen Fundstücken feststellen, doch die einzelnen Sporen befinden sich nicht immer im Bereich der beschriebenen Anschwellung, aber auch im Bereich der Blattspreite. Zwei kleine Tonschieferstücke mit sehr feinen Mineralkörnchen, die auf der Oberfläche nur ausschliesslich Sprossfragmente von *E. mirabile* aufweisen, sollen hier auch erwähnt werden. Die Kohlenschicht dieser Überreste ist im Grossteil abgesplittert und an diesen Stellen sind nur die Abdrücke sichtbar. Auf der Oberfläche tritt eine grosse Menge ausgestreuter Sporen auf, deren Grösse den Sporen entsprechen, die auf anderen Exemplaren im Bereich der beschriebenen Anschwellung oder der Blätter auftreten (Taf. V, Fig. 3).

Die zentral verlaufende Stele ist auf den Schieferstücken fast immer gut

sichtbar (Taf. II, Fig. 2). Ihre Breite beträgt 1,2—2 mm. Auch ihre länglichen Runzeln sind gut sichtbar. Von den Runzeln kann man 4, manchmal 5 sehen. Man muss also annehmen, dass auf dem ganzen Umfang 9 oder 10 sind. Längst der Stele, in Abständen, die der Position der Knoten am äusseren Umfang entsprechen, treten kaum merkliche Verknotungen auf. Dies sind Stellen aus welchen radial zum Sprossumfang haardünne Leitbündel auslaufen (Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 1). Die Anzahl der aus einem Wirtel der Stele auslaufenden Bündel ist schwer festzustellen, denn wegen ihrer zarten Struktur wurden viele von dem äusseren Zylinder des Sprosses abgerissen und miteinander verflochten. Ihre Menge entspricht jedenfalls der Anzahl der Blätter in dem Wirtel. Nach einer Berechnung an fast vollständigen Sprossfragmenten kann man feststellen, dass es 18 bis 20 waren.

Stur (1877) meinte, dass jedes Leitbündel ungefähr in der Hälfte seiner Länge sich gabelt, aber nach Zimmermann waren die Bündel nicht gegabelt. Die Beobachtung neugefundener Exemplare bestätigt die Ansicht Zimmermanns (1930). Auf dem Querschnitt der Stele, sowie des ringförmigen Umkreises des Sprosses, kann man gut sehen, dass die Stele die Gestalt eines vielstrahligen Sternes hat. Aus jedem Strahl entspringt ein Leitbündel (? Plektostele). Dieses Fundstück wird auf Taf. VI, Fig. 2 dargestellt.

Jedes Bündel, welches die Stele mit der Rinde verbindet, ist als ein Gebilde, dunkel in der Mitte und hell auf beiden Seiten, sichtbar. Dass das Bündel im Querschnitt rund war, beweist die Gestalt der Narbe an der Blattbasis, welche die Verbindungsstelle des Bündels mit der äusseren Rinde ist (Taf. IV, Fig. 2,5).

Ausser den hier beschriebenen Gefässbündeln bemerkt man auf den Fundstücken keine andere Gewebe, die den Raum zwischen der Stele und äusseren Rinde ausfüllen. Stur erwähnt das Auftreten eines zarten, parenchymatischen Gewebes, welches auf den Stücken nirgends bemerkbar ist. Auf den meisten Fundstücken verläuft die Stele in der Mitte des Sprosses, jedoch auf manchen Stücken weicht ihre Lage von der natürlichen Stellung ab. Sie ist manchmal S-förmig gebogen, oder liegt sogar ganz an den Seitenrand der Rinde an. Mit der Lageänderung der Stele konvergiert meistens auch ihr Bau, und zwar verschwindet die Längststreifung, dagegen entsteht ein klumpiges Gebilde an der Oberfläche (Taf. IV, Fig. 1). Man hat den Eindruck, dass die Stele an ihrer ganzen Länge von einem fremden Organismus angegriffen wurde, was nicht ausgeschlossen ist, aber es gibt auch keinen Beweis dafür. Eine solche Strukturveränderung der Stele begleitet oft das Auftreten an der äusseren Sprosseite charakteristischer Wurzelbündel (Taf. VI, Figs. 3, 4). Eine ausführliche Charakterisierung dieser Wurzelbündel brachte F. Zimmermann (1930). Diese Bündel wachsen aus dem oberen Teil der einzelnen Internodien. Stur und F. Zimmermann nach ist diese Stelle eine knotige, runde Narbe, welche die Verbindungsstelle der radial aus der Stele auslaufenden Leitbündel zu dem äusseren Teil des Sprosses ist.

Die beschriebenen Wurzelbündel treten in grosser Dichte auf; manchmal wachsen mehrere aus einem Internodium. Sie umfassen jedoch nicht den ganzen Sprossumfang, sondern konzentrieren sich immer auf einer Seite.

In den Sammlungen des Bezirksmuseums — Muzeum Okręgowo w Wałbrzychu befinden sich auch Exemplare, die ihres morphologischen Baues wegen der Artdefinition *E. mirabile* entsprechen, es sind jedoch ausgesprochen kleine Formen (Taf. VII, Figs. 1, 2, 3; Taf. VIII, Figs. 1, 2, 3). Der Unterschied ihrer Grössen, im Verhältnis zu den schon bekannten Formen, ist so beträchtlich, dass man den Eindruck hat, dass wires hier mit einer eigenständigen Art zu tun haben. Charakteristisch ist, dass auch im Bereich dieser kleinen Formen ein wesentlicher Grössenunterschied vorkommt, denn man kann unter ihnen Sprosse unterscheiden, deren Breite 3 mm erreichen kann, während sie bei den meisten 2 bis 3 cm beträgt.

Unter diesen kleinen Formen sind einige Fragmente, die den distalen Teil des Sprosses umfassen, was, insofern es aus der dem Autor bekannten Literatur hervorgeht, noch nie unter den grossen Exemplaren *E. mirabile* beschrieben wurde (Taf. VIII, Figs. 4, 5a, b). Die distalen Teile sind meistens in einer organischen Verbindung mit dem ältesten, schon völlig entwickelten Teil der Sprosse, aber es kommt auch vor, dass sie sich in einem Abstand von 1 bis 3 cm vom Gipfel abtrennen. Ähnlich wie bei stark ausgebildeten Sprossen von *E. mirabile*, so auch bei den kleinen Formen findet die Abtrennung fast immer im unteren Teil des Internodiums statt. Dies beweist die Zartheit des Gewebes, welches sich am niedrigsten Teil jedes Zwischengliedes befindet.

Der distale Teil des Sprosses hat eine keulenartige Gestalt, einen abgerundeten Gipfel, einen etwas breiteren Mittelteil, nach unten wird er etwas schmaler und geht in den endgültig gestalteten Spross über (Taf. VIII, Fig. 4). Bei dem noch nicht völlig entwickelten Spitzenteil des Sprosses sind die einzelnen Zwischenglieder nicht völlig entwickelt. Auf dem Oberteil sind nur Blätter sichtbar. Erst in einem Abstand von 2 bis 3 cm vom Gipfel (dies ist von der Massivität des Sprosses abhängig), je nach der Verlängerung des Sprosses, tauchen Zwischenglieder auf, angefangen von seinem höchsten Teil. Zwischen den benachbarten Rippen gibt es noch keine furchenartige Abgrenzung (Taf. VIII, Figs. 5a, b). Die Rippen liegen so aneinander, dass sich an der Kontaktstelle eine scharfe Biegung bildet. Ihre seitliche Zusammenwachsung ist noch nicht allzu fest, was die häufigen Zerreibungen des Gewebes an dieser Stelle beweisen. Die mittleren und unteren Teile der Rippen haben noch einen zarten Zellenbau. Das ist an den Exemplaren als eine sehr dünne, braunfarbige, einheitlich durchschimmernde Kohlschicht sichtbar. In dem Anfangsstadium der Entwicklung gibt es noch keine deutliche Abgrenzung zwischen Rippen und Blattspreite. Diese Abgrenzung kann man jedoch auf Grund eines dunklen Punktes, der die Kontaktstelle des Leitbündels ist, welche den äusseren Zylinder des Sprosses mit der Stele verbindet feststellen. Von dieser Nahe hinauf verläuft der Blattnerve, der auf manchen Fundstücken als dunkler Streifen deutlich sichtbar ist. Schon in der Frühentwicklung erscheint an den Rändern von jeder Rippe, in



ihrem obersten Teil, eine deutliche Verdickung, die sich auf den Belegstücken in der Bildung einer intensiv dunklen Stelle der Kohlschicht offenbart.

Eine genaue Feststellung der Anzahl von Blättern, sowie der internodialen Rippen ist auf den einzelnen Fundstücken nicht immer möglich. Das ist abhängig von dem Zustand und der Erhaltung auf der Oberfläche des Schiefers. Es scheint, dass die Anzahl unterschiedlich auf verschiedenen Sprossen ist, abhängig von der Massivität des Sprosses. Auf sehr dünnen Sprossen beträgt die Anzahl der internodialen Rippen, am ganzen Umfang, nur 6 oder 8. Eine Verringerung oder Zunahme der Anzahl von Rippen, in den nacheinander stehenden Internodien desselben Sprosses, wurde nicht festgestellt.

*Eleutherophyllum waldenburgense* (Stur 1877) F. Zimmermann 1930

Taf. IX–XII; Taf. XIII, Fig. 1

*Hymenophyllum waldenburgense* Stur 1877, Abh.k. Geol. Reichsanstalt, 8(2): 178, Taf. 15, Fig. 15.

Bei dieser Art waren bisher nur dichotomische Sprossverzweigungen in zwei gleichgrosse Arme bekannt (Stur 1877; F. Zimmermann 1930). Doch neben dieser am häufigsten vorkommenden Dichotomie existiert bei *E. waldenburgense* eine andere Verästelung, welche man als büschelige Verzweigung bezeichnen kann. Diese büschelige Verzweigung entsteht im Ergebnis von mehrmaligen, in sehr kurzen Abständen nacheinander folgenden Gabelungen solche büschelige Verzweigungen erfolgen nach einmaliger oder zweimal nacheinander folgende Sprossgabelung solche Verzweigungsart wurde an einigen Fundstücken festgestellt. Als Beispiel kann uns hier ein Fragment einer stark entwickelten Pflanze dienen, welches gleichzeitig beide erwähnte Verzweigungen aufweist (Taf. IX, Fig. 1). Der unterste und damit auch der älteste Teil dieses Fragmentes ist ein unvollständig erhaltener Spross, der eine Breite von 12 mm hat. Sein unterster Teil fehlt. In der Höhe von 2,4 cm tritt die erste Gabelung auf. Der rechte Arm der Gabelung hat dieselbe Stärke wie der Mutterspross. Seine Länge beträgt 7,1 cm. Der linke Spross ist schwächer und seine Länge beträgt 4,9 cm. Etwas oberhalb verzweigen sich beide Arme nochmals. Leider sind von diesen vier Armen, die im Ergebnis der zweimaligen Gabelung entstanden, nur die zwei linken Arme sichtbar, dagegen sind die zwei rechten Arme von der Mineralmasse des Schiefers bedeckt. Die Abdeckung könnte eine Beschädigung des linken Pflanzenrestes verursachen. Die zwei auf der Schieferoberfläche erhaltenen Arme haben dieselbe Länge, und aus jedem Gipfel entwächst ein Büschel junger Sprosse, die nach oben gerichtet sind. Sie sind etwas dünner als ihre Muttersprosse. Aus dem Gipfel jedes Armes entwachsen mindestens 7 junge Sprossäste. Keiner von den jungen Sprossen der büschelartigen Verzweigung blieb an der Oberfläche des Schiefers im Ganzen erhalten. Ihre Endteile versenken sich in der Mineralmasse des Schiefers, oder brechen an seinem Rand ab. Auf Grund des längsten von ihnen kann man annehmen, dass sie länger waren als 10 cm. An Verzweigungen, die in Folge einer einfachen Dichotomie entstanden,

wie auch an der ganzen Länge der Sprosse, die eine büschelartige Verzweigung bilden, ist die Stele ausgeprägt, jedoch dort, wo junge Sprosse entwachsen, tritt eine so starke Verdickung der Kohlenschicht ein, dass die Stele fast ganz verdeckt ist. Im Bereich der erwähnten Verdickung der Kohlenmasse kommen Ungleichheiten zum Vorschein. Es bilden sich sehr kurze und knorrartige, blätterlose Vorsprünge. Diese bilden den Grundteil junger Sprosse. Sie stehen nicht in einer Höhe und auch nicht auf einer Fläche. Ihre Anordnung fand in Folge einer vielfachen, plötzlich nacheinander folgenden Verzweigung der Stele statt.

Auf der Oberfläche desselben Schiefers, in der engsten Nachbarschaft des beschriebenen Fragmentes befindet sich ein zweites, abgesondertes Fragment von *E. waldenburgense*, an welchem auch zwei Verzweigungsarten auftreten. Von den zwei Gabelungsarmen blieb im Ganzen nur einer erhalten. An seinem Gipfel entspringt ein Büschel, vieler jungen Sprosse. Auffallend ist die beiderseitige Ähnlichkeit der benachbarten Pflanzenreste. Sowohl die Grösse, wie auch die parallele Situierung der entsprechenden Verzweigungsteile weist darauf hin, dass beide Reste zu derselben Pflanze gehören. Ausserdem befinden sich auf derselben Oberfläche des Schiefers noch andere, einzelne oder gegabelte Sprossfragmente, von welchen der Grossteil in dieselbe Richtung wie die der schon vorher beschriebenen Restbetrag. Man kann also vermuten, dass auch diese Sprosse der Teil derselben Pflanze sein könnten. Daraus wäre zu schliessen, dass *E. waldenburgense* eine üppig verzweigte Pflanze war, die eine strauchartige Gestalt hatte.

Der Stärkenunterschied, welcher zwischen den Mutterspross und den jungen, büschelartig herauswachsenden Sprossen besteht, ist nicht immer sichtbar. Dieses beweisen auch andere Reste (Taf. X, Figs. 1, 3; Taf. XII, Fig. 1), bei welchen die Arme der gabeligen Verzweigung wie auch die büschelartig herauswachsenden jungen Sprosse fast dieselbe Stärke haben.

Bekannt wurden gegenwärtig neue Fundstücke, auf welchen der büschelartigen Verzweigung eine Dichotomie nicht vorangeht (Taf. X, Fig. 2). Möglich ist, dass dieses nur einzelne, nicht verzweigte Stielchen betrifft, die sich von der Mutterpflanze abgetrennt haben. An solchen Sprossen kann man oft das Herauswachsen von dünnen, ca. 2 mm starken Wurzeln feststellen. Auf solch einem Fragment (Taf. X, Fig. 2; Taf. XI, Fig. 3) wachsen sie an mehreren Stellen des Sprosses heraus. Manche Wurzeln verlaufen einzeln, andere in loser Anhäufung. Nach einer Befeuchtung mit Flüssigkeit sehen sie wie schmale Streifen aus, mit dem zentralverlaufenden, dunkelbraunen Leitbündel. Ihre durchschnittliche Länge beträgt ca. 4 cm. An einem von ihnen, im Abstand von 3,5 cm von der Ansatzstelle, folgt eine anisotomische Teilung des Leitbündels in drei einzelne Teile. Einer von ihnen, der auf dem Exemplar die Mitte einnimmt, ist stärker und verlängert die Richtung der Wurzel, zwei seitliche wiederum, etwas schwächere, neigen sich auf die Seiten. Anfangs verlaufen alle drei Bündel parallel im Inneren derselben Wurzel, nachher folgt ihre ganze Trennung, infolge welcher sich die Wurzel verzweigt. Diese Teilung des

Leitbündels fand nicht in einer Höhe statt, sondern im Ergebnis einer zweimaligen, in kurzem Abstand nacheinander folgenden Verzweigung.

Die Ausmasse, die Lage und die äussere Faktur der Stele sind, an neugefundenen Fundstücken identisch mit den Angaben von F. Zimmermann (1930) und W. et R. Remy (1960). Das betrifft auch den Blattbau, bei welchem die Autoren ein zentral durch das Blatt bis an den Spitzenteil verlaufendes Leitbündel festgestellt haben, wie auch eine polsterartige Ausdehnung an der Basis des Blattes. Eine Gabelung des Blattendes, die laut F. Zimmermann (1936) auftreten konnte, wurde auf keinem Exemplar festgestellt.

In den Publikationen der erwähnten Autoren ist von einem Verlauf des Blattspurstranges nicht die Rede. Man muss annehmen, dass sie auf den Belegstücken, über die sie verfügten nicht bemerkt werden konnten. Die Anwesenheit der Blattspurstränge kann nur dann festgestellt werden, wenn das Sprossfragment einer teilweisen, natürlichen Mazeration, in dem Anfangsstadium der Fossilisation unterlag. So erhaltene Überreste wurden gegenwärtig erkannt (Taf. XI, Figs. 1,2). Die Blattspurstränge von *E. waldenburgense* unterscheiden sich nicht, weder im allgemeinen Aussehen, wie auch durch die Stellung im Spross von den Blattspursträngen von *E. mirabile*. Die Blattspurstränge von *E. waldenburgense* sind etwas dünner. Ähnlich wie bei *E. mirabile* differenzieren sich deutlich zwei Gewebegruppen. Das zentral angelegte Gewebe (? Hadrom) ist als dunkler Streifen sichtbar, im Gegensatz zu dem hellbraunen, umhüllenden Gewebe, also einem Gewebe von zarter Bauart der Zellenwände. Der Kontaktpunkt dieses Bündels mit der Rinde ist als dunkler Fleck sichtbar. Von ihm fängt ein schon viel dünneres Bündel an, welches bis zu der Blattspitze reicht und durch den unteren Teil ihrer polsterartig verdickten Basis verläuft.

Der fertile Sprosstheil unterscheidet sich im Prinzip nicht von dem sterilen Spross, nur an manchen Fundstücken bemerkt man eine geringe Verkürzung der Internodien.

Die Sporangien, das erste Mal von Gothan und F. Zimmermann (1936) beschrieben, treten nur auf den jüngsten, meistens einzelnen Sprossen auf, obwohl, was man in einem Fall feststellen kann, auch im Bereich der Verzweigung (Taf. XII, Fig. 2a, b). Die Sporangien haben einen ovalen Umriss.

Auf Bildern von W. und R. Remy (1960, Taf. 1, Zeichn. 1), wie auch an Belegstücken mit fruchttragenden Sprosstteilen, welche der Autor gesammelt hat (Taf. XII; Fig. 2b) kann man deutlich sehen, dass der distale Sporangienteil, das ist die Gegenseite der Stelle an der die Sporangien dem Sporophyll ansitzen, nicht hinauf oder nach aussen gerichtet ist, sondern im Gegenteil, in der Richtung des Sprosses. Besonders deutlich ist das auf Tafel 1, Fig. 1 bei W. Remy und R. Remy zu sehen. Die Sporophyllen selbst sind etwas nach unten gebogen, was man als charakteristische Blattstellung annehmen muss, welche die Ausstreung der Sporen erleichtert hatte. Es ist leicht festzustellen, dass in der normalen Lage des Sporophylls, das ist schräg nach oben, der distale Sporangienteil dürfte sich in der Nähe des oberen Teiles der blattpolsterartigen Ausdehnung befinden. Auf einigen Sporophyllen kann man feststellen, dass die

Sporangien noch teilweise seitlich an dem Blatt anliegen (Taf. XIII, Fig. 1). An keinen der untersuchten Stücken entdeckte der Autor eine umgekehrte, das ist von der abaxialen Seite anfangende Trennung des Sporophylls, von der Blattfläche. Eine dauerhafte Befestigung des Sporangiums an der abaxialen Seite des Sprosses erinnert an die Befestigung des Sporangiums bei *Spencerites insignis* (Scott 1898). Es gibt aber doch einen Unterschied, und zwar, dass bei *E. waldenburgense* ein Erheben des Sporangiums vorkommt während der Reife oder nach ihrer Beendung, was wir bei *Spencerites* nicht kennen.

***Eleutherophyllum drepanophyciforme* R. et W. Remy 1960**

Taf. XIII, Figs. 2-4; Taf. XIV

*Eleutherophyllum waldenburgense* „Typus II“, F. Zimmermann 1930, Arb. Inst. Paläobot. 2,1:97-98; Pl. 11, figs. 5-7.

Eine kurze Charakteristik der Morphologie des Sprosses und der Blätter brachte F. Zimmermann (1930) in seiner Publikation, in der er diese Pflanze als *E. waldenburgense* Typus II bezeichnete. Weitere Einzelheiten, die mit der Morphologie des Sprosses verbunden sind, wie auch eine Beschreibung des Fortpflanzungsorgans, einschliesslich der Sporen, brachten R. und W. Remy (1960). Die Autoren trennten diese Form als eine andere Art ab, die Zimmermann als *E. waldenburgense* Typus II bezeichnete und mit dem Artsnamen *E. drepanophyciforme* benannten. Sporangientragende Sprosse wurden auch an den im Donieckgebiet gesammelten Fundstücken festgestellt (Novik 1968).

Jetzt kann man einige neue Elemente, über die Sprossverzweigung von *E. drepanophyciforme* vorlegen und auch aufmerksam machen auf die charakteristische, ähnliche wie bei *E. waldenburgense* Anordnung des Sporangiums am Sporophyll.

Bei der behandelten Art treten zwei Verzweigungsformen auf. Ähnlich wie bei *E. waldenburgense*, trifft man auch hier häufigst eine dichotomische Verzweigung an. Auf Grund von neugefundenen Belegstücken, stellte der Autor auch die Anwesenheit von einer büschelartigen Verzweigung fest. Als Beweis kann ein grosses Pflanzenfragment dienen, dessen Abbildung sich auf Tafel XIII, Fig. 4 befindet. Der älteste Teil dieses Fragmentes ist ein nicht vollständig erhaltener Spross, 1,5 cm lang, welcher oben in zwei Arme gegabelt ist. Der rechte Arm der Gabelung ist schon in der Höhe von 1,7 cm abgerissen, dagegen der linke Arm blieb in der ganzen Länge erhalten, und in der Höhe von 5 cm tritt eine vielfältige Verzweigung ein, die ein Büschel von 7 jungen Sprossen bildet. Sie wachsen an allen Seiten des Muttersprosses heraus, jedoch nicht in einer Höhe. Ähnlich wie bei *E. waldenburgense* nehmen die Stellen, aus welchen junge Sprosse herauswachsen, die Form von ganz kurzen Knörrchen an. Leider blieb keiner von den Sprossen des Büschels im ganzen erhalten, denn ihre distalen Teile brechen mit dem Schieferrand ab. An der ganzen Länge, die 7-7,5 cm beträgt, gabelt sich keiner von den Sprossen, aber an einem tritt ganz oben eine Fruktifikation auf. An vielen Fundstücken haften die meisten

Sporangien seitlich noch ganz an der Oberfläche des Sporophylls an (Taf. III, Figs. 2, 3), einige andere sind schon emporgehoben (Taf. XIV, Figs. 1, 2, 3). Ähnlich wie bei *E. waldenburgense*, ist auch in diesem Fall das Abstehen des Sporangium vom Sporophyll fast senkrecht, angefangen von der Seite, die zu dem Sprosse gekehrt ist.

Die Stele ist auf den Belegstücken gut sichtbar. Sie ist an ihrer ganzen Länge deutlich gerippt. Im Bereich der Ansatzstelle der Sprosse, die eine büschelartige Verzweigung bildet, kann man eine sofortige, anisotomische Teilung der Stele feststellen.

Auf manchen Belegstücken sind Adventivwurzeln erhalten, die durch ihren Bau, wie auch nach die Situierung an den Sprossen an Wurzeln erinnern, die bei *E. waldenburgense* auftreten.

#### ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Neugesammelte Fundstücke von *E. mirabile* ermöglichten das Erkennen mancher morphologischen Merkmale, die bis jetzt nicht genügend präzisiert oder nachgewiesen waren. An vielen Beispielen wurde die Anwesenheit von einem Blattmittelnerv festgestellt, was Stur (1877) schon vermutet hatte, sowie das Auftreten, an der Blattbasis, eines Auswuchses, welcher von diesem Autor als Sporangium angesehen wurde. Weiter wurde festgestellt, dass die Bildung des Sporangiums von einer starken, ovalen Anschwellung begleitet wird, welche die Blattbasis wie auch den höchsten Teil der internodialen Rippen umfasst. Im Bereich dieser Anschwellung, beziehungsweise seiner engsten Nachbarschaft, vor allem an der Blattsbreite, wurde in einigen Fällen die Anwesenheit von Sporen festgestellt.

Es wurde eine Konvergenz zwischen dem Auftreten an manchen Sprossen zahlreicher, von F. Zimmermann (1930) beschriebener Wurzelbündel und einer strukturellen Veränderung der Stele festgestellt, wobei die länglich gerunzelten Struktur zu einer körnigen sich umbildet.

Unter den Fundstücken von *E. mirabile* wurden solche abgesondert, die ausgesprochen dünne Sprosse haben. Ausser der abweichenden Grösse wurden keine grundsätzlichen, morphologischen Unterschiede festgestellt. Man kann annehmen, dass diese kleinen Sprosse das Anfangsstadium einer sich entwickelnden Pflanze bilden. Von diesen kleinen Formen sind auf den Fundstücken auch ihre Spitzenteile erhalten geblieben, welche bei *E. mirabile* bisher noch nicht bekannt waren. Ihre Betrachtung ermöglichte die Erkennung des Sprossenwachstums. Es wurde festgestellt, dass der Entwicklung des obersten Teiles der internodialen Rippen, und vor allem des Blattes, im beträchtlichen Mass eine Entwicklung des zentralen und unteren Internodiumteiles voranging. Dies spricht für das interkalare Wachstum des Internodiums. Die benachbarten Rippen waren in ihrem noch jungen Entwicklungsstadium schwach miteinander verbunden. An ihrem obersten Teil, an beiden Seiten von jeder Rippe, treten deutliche Verdickungen auf. Dem Anwachsen der seitlichen Spross-Spitzen folgt eine Verstär-

kung der seitlichen Rippenverwachsung und gleichzeitig, längs der Verwachsungslinien, bilden sich flache, rinnenartige Einsenkungen, die wir an erwachsenen Sprossen von *E. mirabile* als internodiale Furchen bezeichnen. Die Furchen stellten ontogenetisch keinen einheitlichen Teil des Internodiums dar, sondern sind aus seitlich zusammengewachsenen Randteilen der benachbarten Rippen gebildet. Der höchste Furchenteil, welcher aus der Zusammenwachsung der oben erwähnten Verdickungen entstanden ist, die schon im frühesten Entwicklungsstadium an den Rändern der obersten Rippenteile auftreten, bildet den dicksten Teil des obersten Internodiumendes. Es bildet sich ein zentripetal-gerichteter Vorsprung in der Form eines Keiles, der nach unten schmaler wird. Die Anwachsstelle selbst hinterlässt eine, an vielen Exemplaren sichtbare, dauerhafte Spur, in der Form von einem dünnen, spießförmigen, länglichen Riss, dass nach unten durch die Mitte dieser Verdickung verläuft. Dieser Riss, von Weiss (1876), Stur (1877) und F. Zimmermann (1930) beobachtet, wurde verschieden interpretiert. Stur nahm an, dass es eine Astnarbe ist, Weiss wiederum vermutete, dass es: „offenbar durch den Gefässbündelverlauf hervorgerufen“ wird. Einer ähnlichen Ansicht war auch F. Zimmermann.

Bei ganz kleinen Stücken von *E. mirabile* gibt es 6 oder 8 Rippen am ganzen Umfang des Leitbündels, je nach der Stärke des Sprosses. Wie man aufgrund von erhaltenen Resten annehmen kann, hat sich die Anzahl der Rippen auf der ganzen Sprosslänge nicht verändert. Aus dem geht hervor, dass die Anzahl der Rippen schon im ersten Entwicklungsstadium des Sprosses programmiert war.

#### *Eleutherophyllum waldenburgense* (Stur) Zimmermann

Ausser der für diese Pflanze schon bekannten typischen, symmetrischen Dichotomie, wurde an vielen Fundstücken eine büschelartige Verzweigung festgestellt. Die letzte ist charakteristisch dadurch, dass aus dem Spitzenteil des Sprosses ein Bündel büstenartig gestellter, nicht verzweigten Sprossen herauswächst. Diese büschelartige Verzweigung entsteht durch eine vielfache, gegabelte Teilung der Stele, bei einer gleichzeitigen Reduktion, Übergipfelung und Flächenveränderung der Verzweigung. Die jungen Sprosse sind etwas schwächer, oder genau so stark wie ihr Mutterspross.

Bei *E. waldenburgense* wurde die Anwesenheit von Leitbündeln festgestellt, die die Stele mit der äusseren Rinde verbinden. Ihr Verlauf ist derselbe wie bei *E. mirabile*.

Die Fruktifikation findet meistens an den geraden Sprosstteilen statt und manchmal auch im Bereich der Gabelung. Das Sporangium welches an der Oberfläche der Blattsbreite befestigt, und etwas von seiner Basis entfernt ist, ist mit seiner Spitze nicht ganz nach oben, sondern adaxial zu dem Spross gerichtet.

Sehr wahrscheinlich ist, dass das Sporangium im Anfangsstadium der Entwicklung seitlich ganz am Blatt haftete, was bei *E. drepanophyciforme* festgestellt wurde. Das Fehlen von jungen, fertilen Sprossen unter den gesammelten Stücken erlaubte dem Autor nicht dieses Problem zu entscheiden.

*Eleutherophyllum drepanophyciforme* (Zimmermann) R. et W. Remy

Bei *E. drepanophyciforme* wurde neben der schon bekannten gabeligen auch eine büschelige Verzweigung festgestellt. Bei dieser Art wurde festgestellt, dass das Sporangium in seinem Entwicklungsstadium seitlich ganz an der Blattbreite haftet und sein distaler Teil an den oberen Teil der polsterartigen Blattbasis anstieß. Erst während der Reife hob sich das Sporangium durch die Abtrennung von der Oberfläche des Blattes nach oben ab, angefangen von der adaxialen Seite zu dem Spross (Abb. 1).

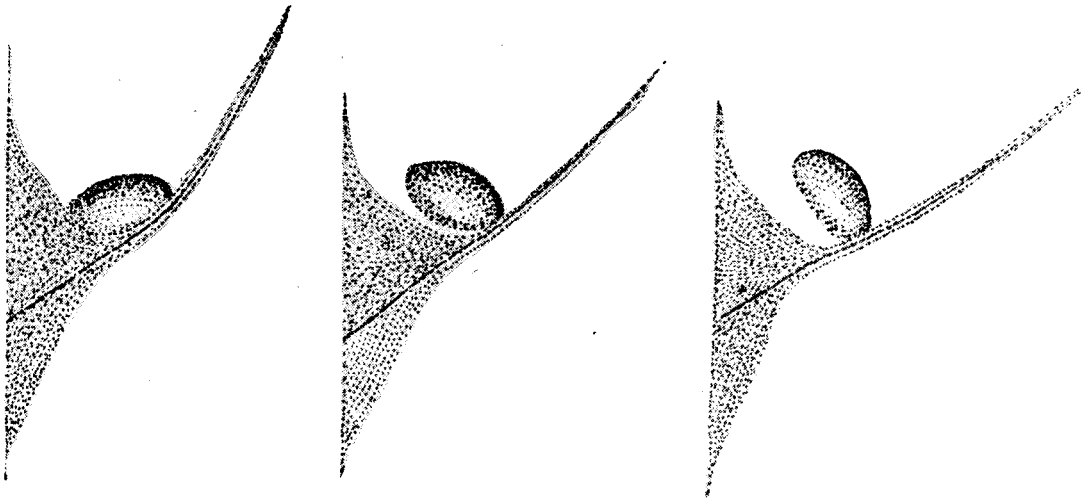


Abb. 1. Die Veränderung der Situierung des Sporangiums auf dem Sporophyll im Laufe der Reifung

Es tritt hier eine Ähnlichkeit der Situierung und Auswachsrichtung des Sporangiums, mit der Position des Sporangiums bei *Spencerites insignis* Scott auf. Es gibt doch einen Unterschied, und zwar, kommt bei *E. drepanophyciforme* ein Erheben des reifen Sporangiums vor, was bei *Spencerites* nicht bekannt ist.

An dieser Stelle möchte ich sehr herzlich Frau Doz. Dr. Maria Reymanówna, Frau Dr. Maria Pautsch sowie auch Herrn Prof. Rudolf Daber für die wertvollen Ratschläge, die mir bei meiner Arbeit sehr geholfen haben, danken. Sehr dankbar bin ich Frau Dr. Danuta Zdebska für die vielseitige Hilfe bei der Bearbeitung dieser Publikation.

Ich danke Frau Hildegard Ruszel, die mir bei der Bearbeitung in deutscher Sprache geholfen hat, und auch Herrn Wojciech Stańczak, der einige Bilder hergestellt hat.

## LITERATURA

- Feistmantel O. 1874. Beitrag zur Kenntnis der Equiseten im Kohlengebirge. Neues Jb. Mineral.: 365-367.
- Gothan W. & Zimmermann F. 1936. Ergänzende Bemerkungen zu *Eleutherophyllum mirabile* Stur. Jb. Preuss. Geol. Landesanst., 56: 208-210.
- Havlena V. 1969. Nové nalezy zástupců rodu *Eleutherophyllum* Stur v namuru ostravsko-karvinského revuru (OKR). Věst. Ústr. Úst. Geol., 64: 123-125.
- Novik E. O. 1968. Rannekamennougol'naja flora Doneckogo Bassejna i ego zapadnogo prodoženia. Akad. Nauk USSR. Inst. Geol. Nauk. Moskva.
- Purkanova E. 1970. Die Unternamurflora des Beckens von Horni Slozsko (CSSR). Paläont. Abhandl., B. 3 (2): 145-146.
- Remy W. & Remy R. 1960. *Eleutherophyllum waldenburgense* (Stur) Zimmermann. Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 2 (1): 54-62.
- 1960. *Eleutherophyllum drepanophyciforme* n.sp. aus dem Namur A von Niederschlesien. Senck. Leth., 41 (1/6): 89-100.
- Scott D. H. 1898. On the structure and affinities of fossil plants from the Palaeozoic rocks II. On *Spencerites*, a new genus of Lycopodiaceous. Phil. Trans. Roy. Soc., 189, B: 83-106.
- Sternberg K. 1833. Versuch einer geognostischen botanischen Darstellung der Flora der Vorwlt. II (5, 6).
- Stockmans F. & Williere Y. 1953. Vegetaux namuriens de la Belgique. Ass. Etud. Paleont. Stratigr. Houilleres., 13: 167.
- Stur D. 1877. Die Culm-Flora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. Abh. k. k. Geol. Reichsanst., 8 (2): 63-74, 178-179.
- Weiss Ch. E. 1876. Beiträge zur fossilen Flora I: Steinkohlen-Calamarien mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fruktifikationen. Abh. Geol. Spezialkarte Preuss. Thüring. Staat., 2 (1): 133-134.
- 1884. Beiträge zur fossilen Flora III. Steinkohlen Calamarien. Abh. Geol. Spezialkarte Preuss. Thüring. Staat. 5 (2): 149-151.
- Zimmermann F. 1930. Zur Kenntnis von *Eleutherophyllum mirabile* (Sternberg) Stur („*Equisetites*“ *mirabilis* Sternberg). Arb. Inst. Paläobot. Petrograph. Brennst. 2 (1): 83-102.
- 1958. Die floristischen Beziehungen zwischen Kulm und Namur im Waldenburger Karbon und Beurteilung der Diskordanz zwischen ihnen. Kwart. Geol., 2 (3): 593-608.

## STRESZCZENIE

## NOWO POZNANE SZCZEGÓŁY MORFOLOGICZNE

U *ELEUTHEROPHYLLUM MIRABILE* STUR,

*E. WALDENBURGENSE* ZIMMERMANN i *E. DREPANOPHYCIFORME* R. et W. REMY

Przegląd nowo znalezionych szczątków należących do trzech gatunków rodzaju *Eleutherophyllum*: *E. mirabile*, *E. waldenburgense* i *E. drepanophyciforme* umożliwił poznanie u tych roślin niektórych, dotychczas nie opisanych cech morfologicznych. Wszystkie omawiane w tym opracowaniu okazy pochodzą z warstw namuru A Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, a przechowywane są w Muzeum Okręgowym w Wałbrzychu.

U *E. mirabile* stwierdzono przewidywaną przez Stura (1877) obecność nerwu liściowego (Tabl. IV, ryc. 2, 6) oraz zarodni (Tabl. III, ryc. 5; Tabl. IV,



ryc. 6). Tworzeniu się zarodni towarzyszyło silne nabrzmiewanie dolnej części liścia i najwyższej części żeberka internodialnego (Tabl. IV, ryc. 3, 4). W obrębie nabrzmienia, a także w bliskim z nim sąsiedztwie stwierdzono w kilku przypadkach obecność zarodników (Tabl. V, ryc. 2, 3).

Spośród okazów *E. mirabile* autor wydzielił pędy wybitnie cienkie i o zmniejszonej ilości żeberk internodialnych (Tabl. VII, ryc. 1, 2, 3; Tabl. VIII, ryc. 1, 2, 3). Wśród tych drobnych form zachowane są także części szczytowe (Tabl. VIII, ryc. 4, 5a, 5b). Ich obserwacja umożliwiła poznanie wzrostu pędu. Rozwój najwyższej części żeberka internodialnego, a przede wszystkim liścia znacznie wyprzedzał rozwój środkowej i dolnej części internodium. Przemawia to za interkalarnym wzrostem międzywęzła. Występujące na międzywęzlu rowki nie stanowią ontogenicznie jednolitej części internodium, lecz powstają w wyniku bocznego zrastania się sąsiadujących ze sobą żeberk.

U *E. waldenburgense* występowało oprócz często na okazach spotykanego rozgałęzienia widlastego, także rozgałęzienie miotlaste (Tabl. IX, ryc. 1; Tabl. X, ryc. 1, 3; Tabl. XI, ryc. 3; Tabl. XII, ryc. 1). Miotlaste rozgałęzienie powstawało na skutek wielokrotnego widlastego podziału steli przy jednocześnie zachodzących procesach redukcji, przewyższania i zmian kierunku rozgałęzienia.

U *E. waldenburgense* dostrzeżono po raz pierwszy obecność i sposób przebiegania nerwów liściowych (Tabl. XI, ryc. 1, 2). Ich przebieg i usytuowanie w pędzie są takie same jak u *E. mirabile*.

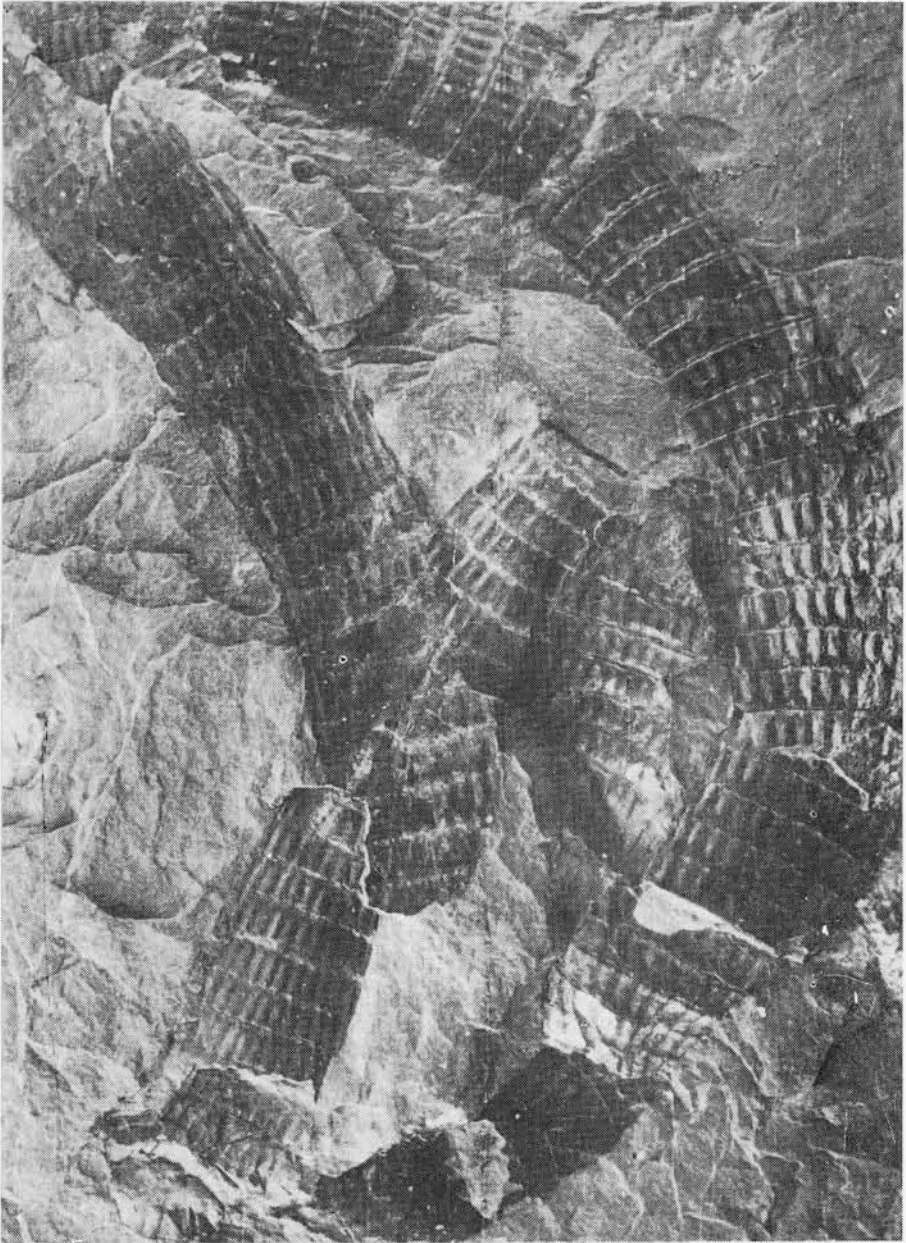
Podobnie jak u *E. waldenburgense*, także u *E. drepanophyciforme* występuje obok rozgałęzienia widlastego również rozgałęzienie miotlaste (Tabl. XIII, ryc. 4).

U *E. waldenburgense*, jak również u *E. drepanophyciforme* zarodnie umieszczone są pojedynczo na górnej powierzchni liścia w nieznacznej odległości od jego podstawy. Mają zarys owalny. W początkowym okresie swego rozwoju zarodnia przylegała bokiem do powierzchni liścia (Tabl. XIII, ryc. 1, 2, 3), a jej szczyt zwrócony był do pędu. W okresie dojrzewania wznosiła się w górę, począwszy od części szczytowej (Tabl. XIV, ryc. 1, 2a, 2b, 3). Stąd na okazach zarodnie wzniesione w górę są zawsze skierowane swym szczytem mniej lub bardziej w kierunku pędu.

Tafel I

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 2791. Lange Sprossfragmente,  $\times 0,5$

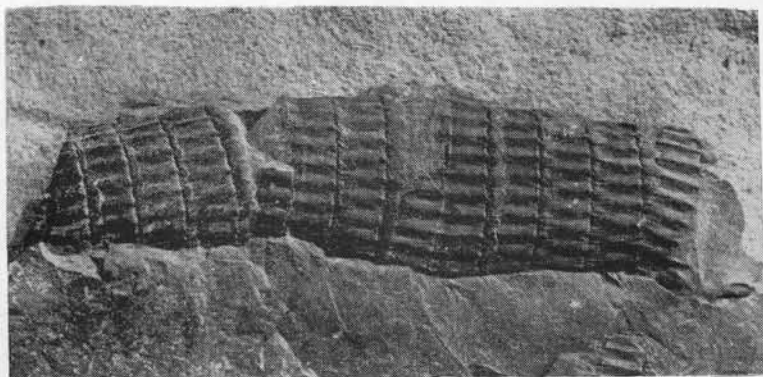


1

Tafel II

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 1294. In den Knoten abgerissener Spross,  $\times 0,6$
2. MW/P 1306. Sprossfragment. Stele mit länglich gestreifter Oberfläche,  $\times 5$



1

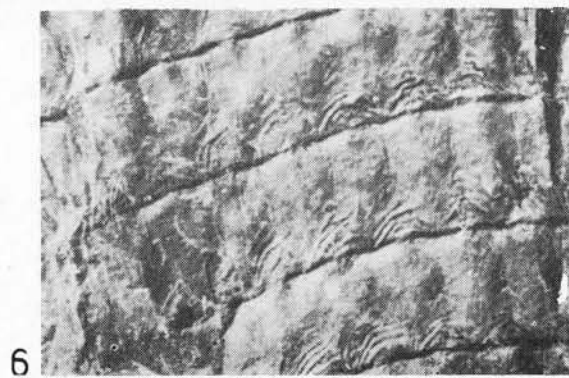
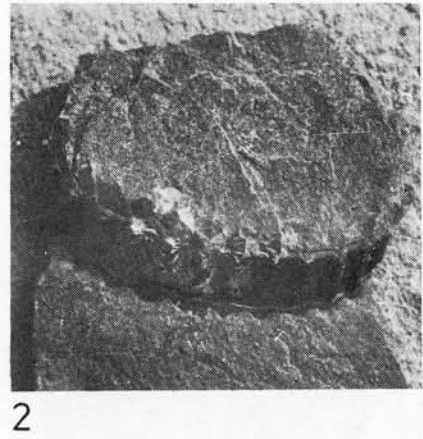
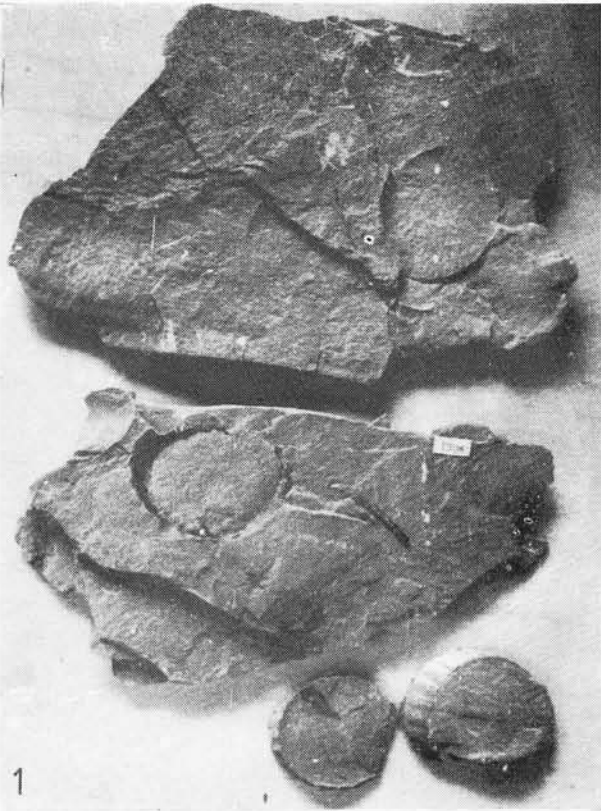


2

Tafel III

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 1308. Internodien „im Querschnitt“,  $\times 0,5$
2. MW/P 1313. Einzelnes Internodium „im Querschnitt“,  $\times 1$
3. Teilfragment desgleichen Internodiums,  $\times 2$
4. MW/P 429. Einzelnes, zerrissenes Internodium,  $\times 1$
5. MW/P 2793. Einzelnes Blatt,  $\times 10$
6. MW/P 1296. Sprossfragment mit gefalteten Blättern,  $\times 2$

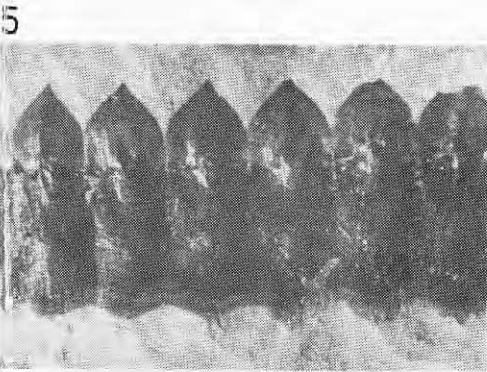
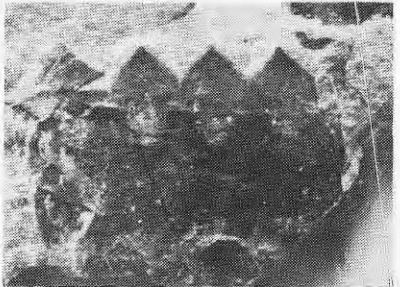
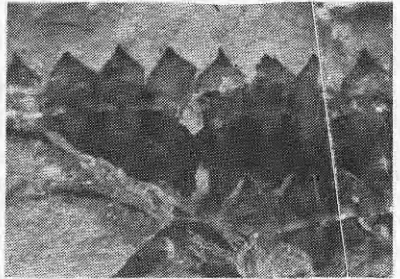
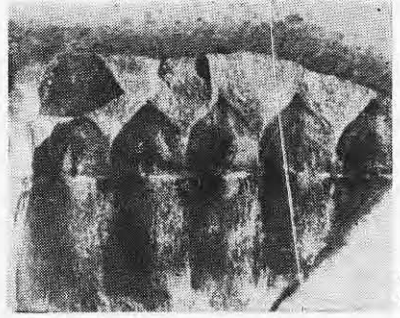
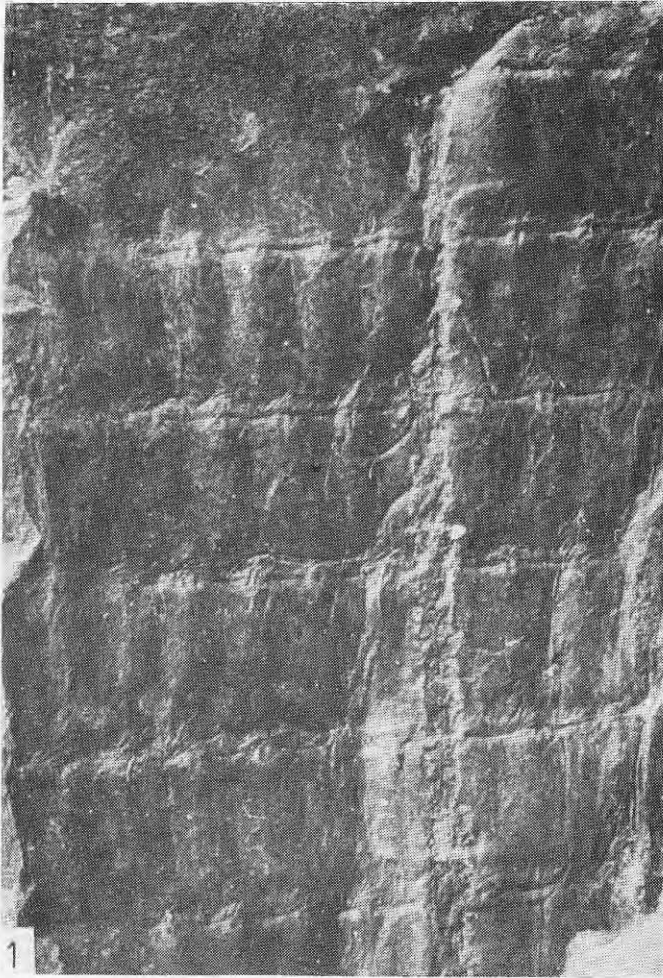


Tafel IV

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 415. Sprossfragment. Stele mit körniger Oberfläche.  $\times 2$
2. MW/P 2792. Blätter mit sichtbarem Mittelnerven,  $\times 2$
3. MW/P 2860. Internodium mit Anschwellungen in dem höchsten Teil der Rippen,  $\times 2$
4. MW/P 2794. Anschwellung des oberen Teiles der Rippen,  $\times 2$
5. MW/P 2792. Einzelnes Fragment des Internodiums,  $\times 2$
6. MW/P 2792. Blätter. Sichtbare Verdunkelungen in dem unteren Teil des Mittelnerven,  $\times 4$

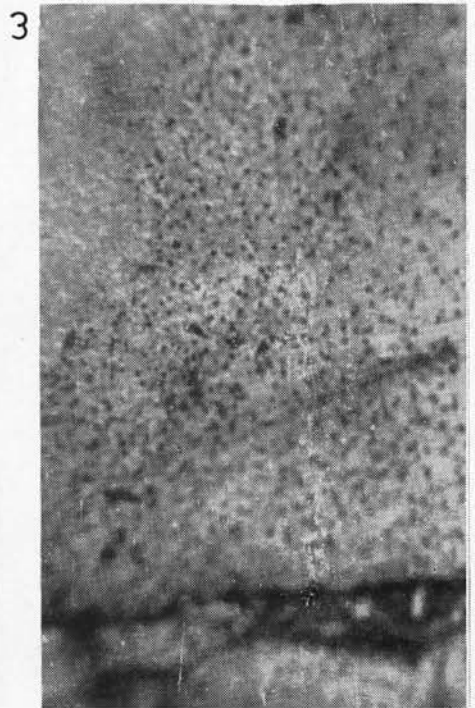
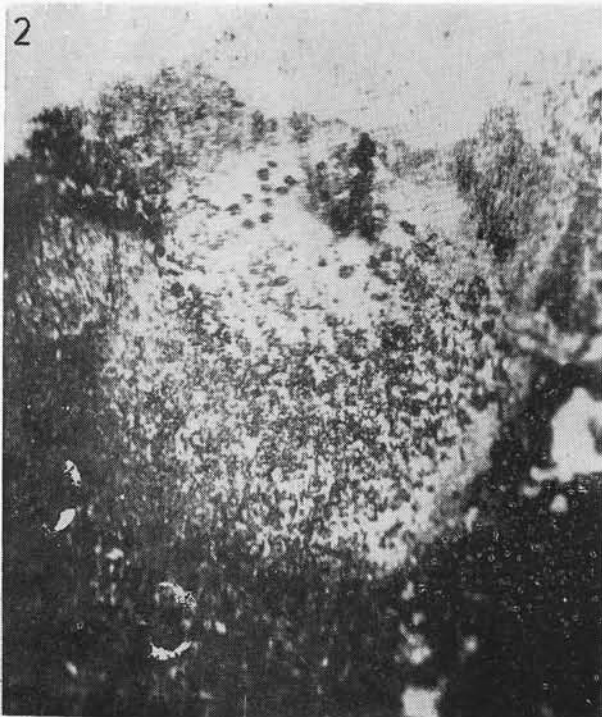
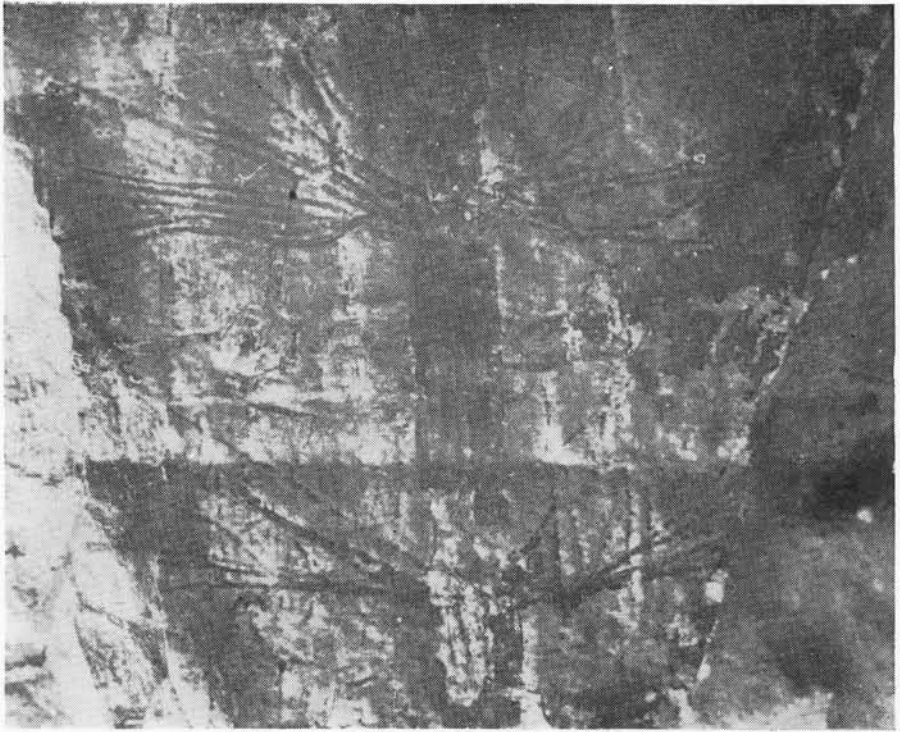




Tafel V

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 2793. Stele und aus ihr auslaufende Leitbündel,  $\times 5$
2. MW/P 1296. Eine Anschwellung in dem höchsten Teil des Internodiums mit einer Sporenanhäufung,  $\times 15$
3. MW/P 2980. Die Sporenanhäufung,



Tafel VI

*Eleutherophyllum mirabile* Stur

1. MW/P 1307. Stele und aus ihr auslaufende Leitbündel,  $\times 4$
2. MW/P 406. Stele und radial auslaufende Leitbündel,  $\times 4$
3. MW/P 2797. Sprossfragment mit Adventivwurzeln,  $\times 1$
4. MW/P 406. Sprossfragment mit Adventivwurzeln,  $\times 0,5$



2



3

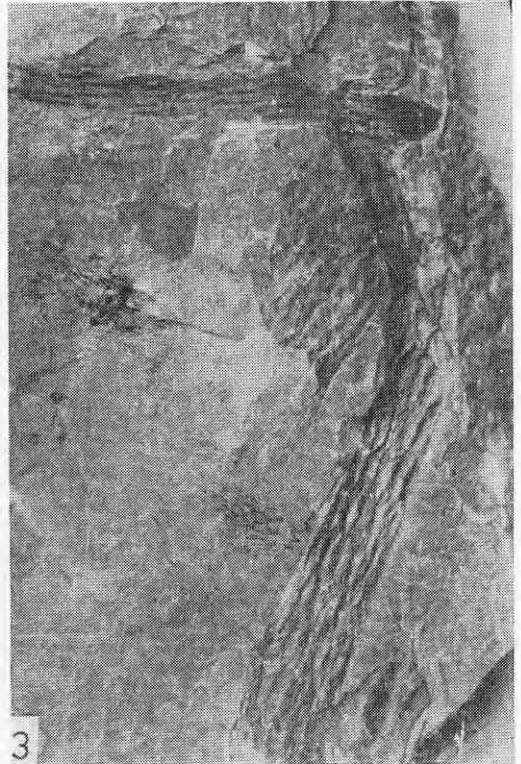
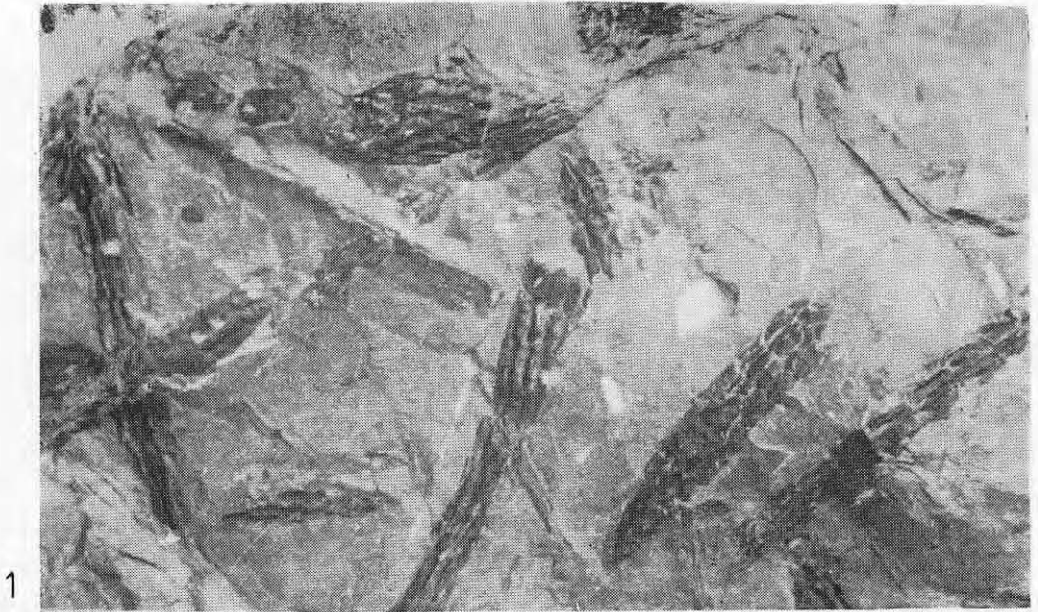


4

Tafel VII

*Eleutherophyllum mirabile* Stur (Dünne Sprosse)

1. MW/P 421. Obere Teile der dünnen Sprosse,  $\times 1$
2. MW/P 1317. Sprossfragmente,  $\times 1,5$
3. MW/P 420. Sprossfragmente verschiedener Stärke,  $\times 1$



Tafel VIII

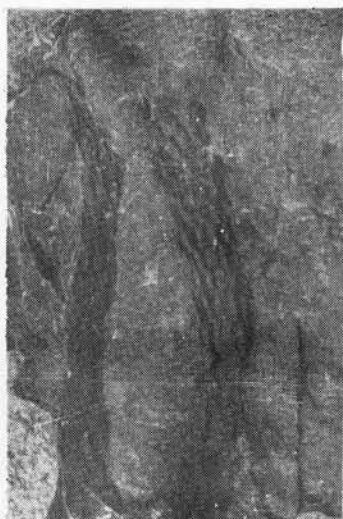
*Eleutherophyllum mirabile* Stur (Dünne Sprosse)

1. MW/P 1315. Sprossfragmente verschiedener Stärke, × 1
2. MW/P 1319. Fragmente von zwei Sprossen, × 1
3. MW/P 1319. Abdruck desselben Sprosses, × 1
4. MW/P 418. Sprossgipfel, × 2
- 5a. MW/P 421. Oberer Teil des Sprosses, × 2
- 5b. Dasselbe in Vergrößerung, × 5

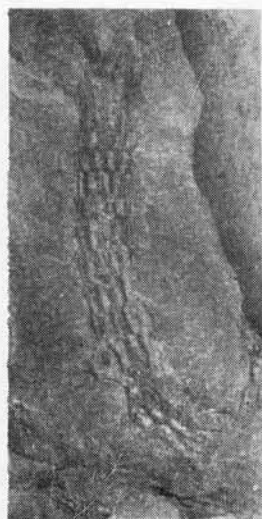




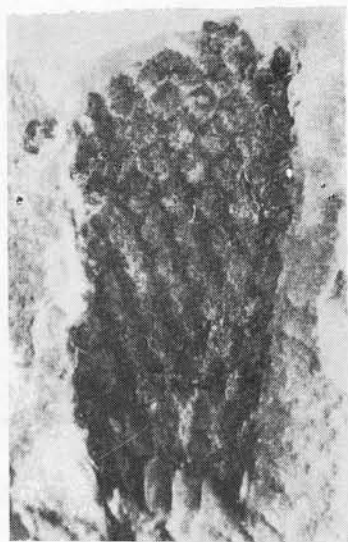
1



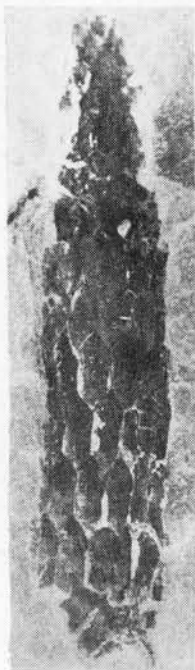
2



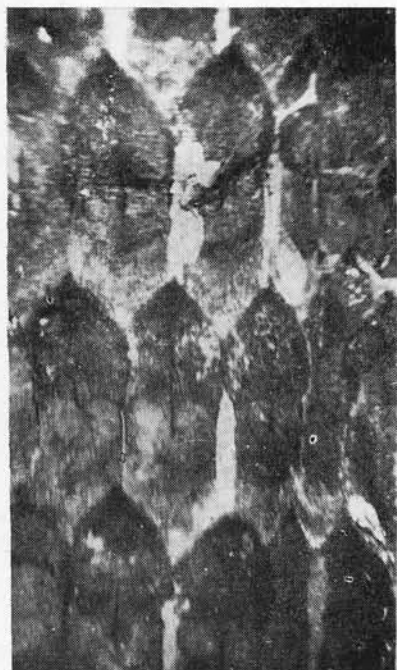
3



4



5a



5b

Tafel IX

*Eleutherophyllum waldenburgense* Zimmermann

1. MW/P 389. Gabelartige und büschelartige Verzweigung, etwa  $\times 0,5$



1

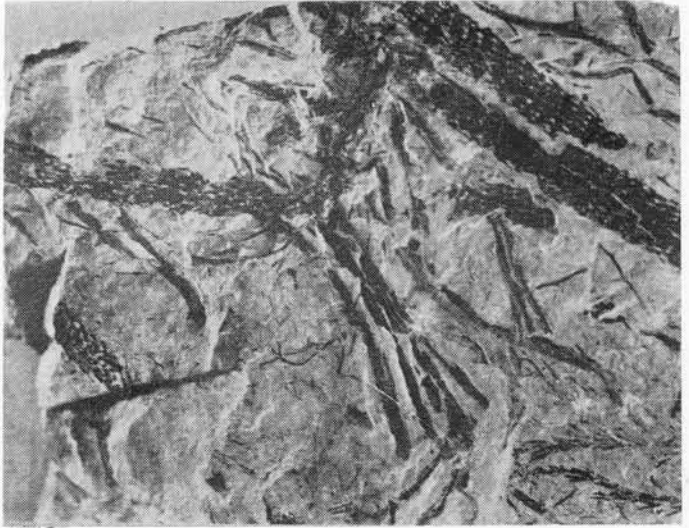
Tafel X

*Eleutherophyllum waldenburgense Zimmermann*

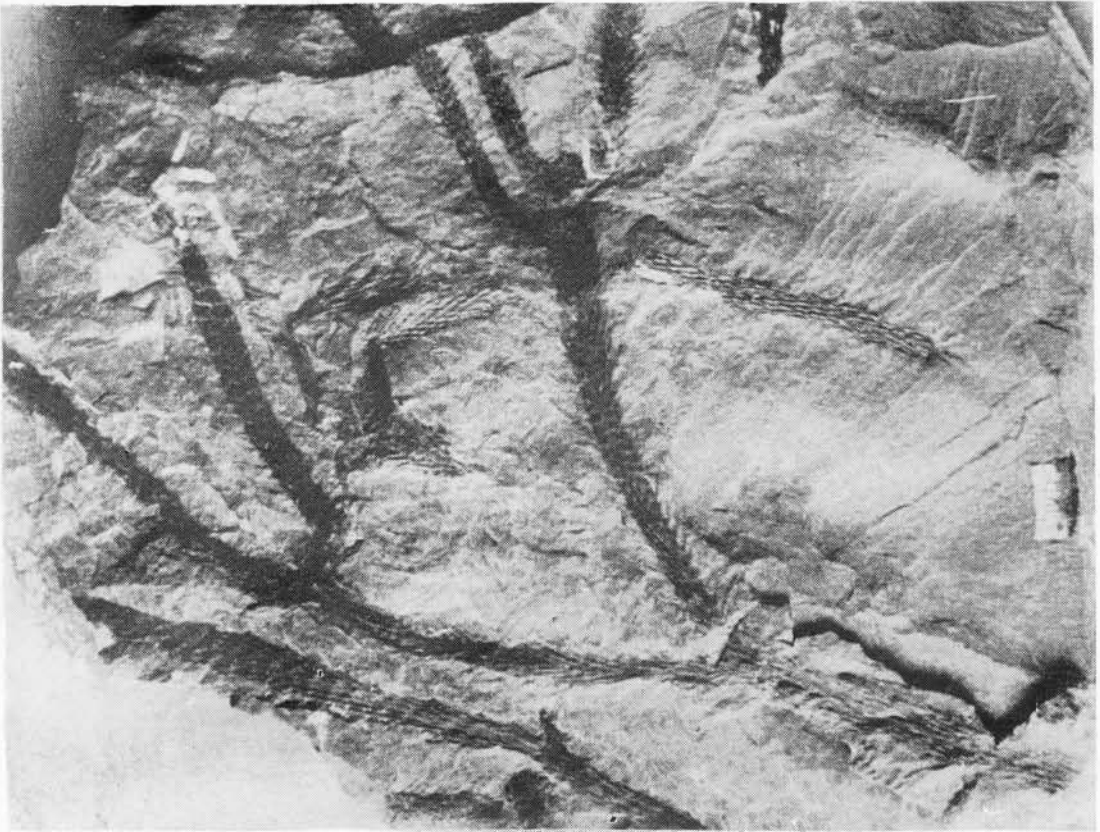
1. MW/P 1276. Büschelige Verzweigung,  $\times 1$
2. MW/P 1276. Büschelartige Verzweigung und Adventivwurzeln,  $\times 1$
3. MW/P 391. Gabelartige und büschelartige Verzweigung,  $\times 1$



1



2

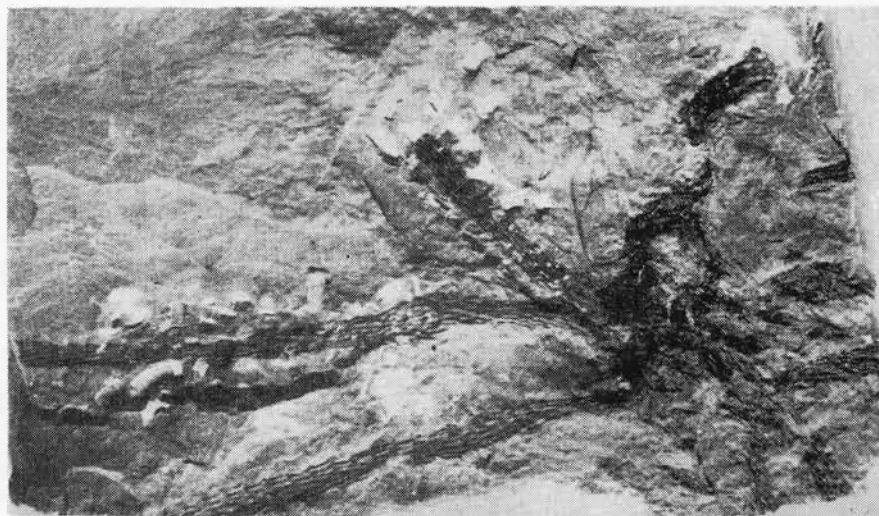
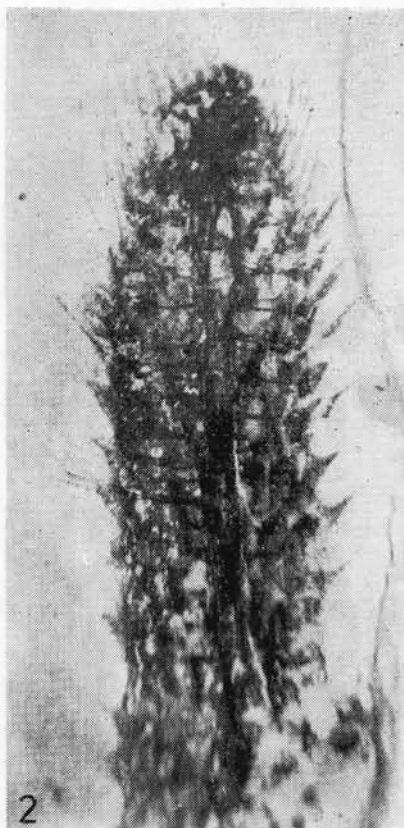
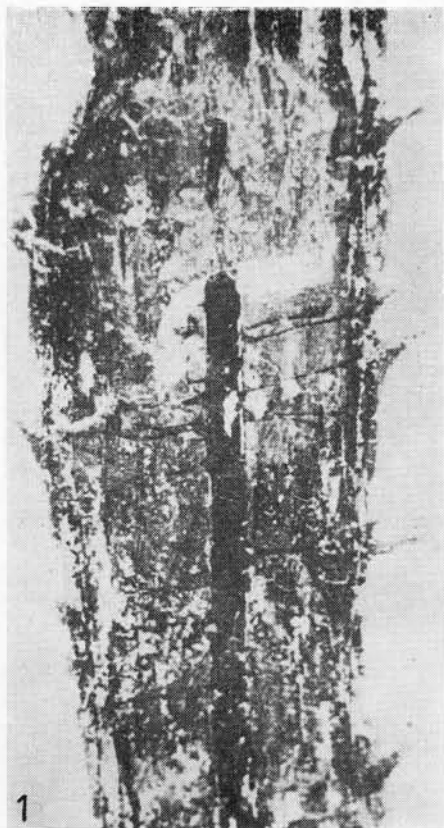


3

Tafel XI

*Eleutherophyllum waldenburgense* Zimmermann

1. MW/P 2796. Sprossfragment. Stele und aus ihr auslaufende Leitbündel (Blattspuren), × 4
2. MW/P 2389. Sprossgipfel mit sichtbarer Stele und Leitbündeln (Blattspuren), × 5
3. MW/P 396. Büschelartige Verzweigung, × 1



Tafel XII

*Eleutherophyllum waldenburgense* Zimmermann

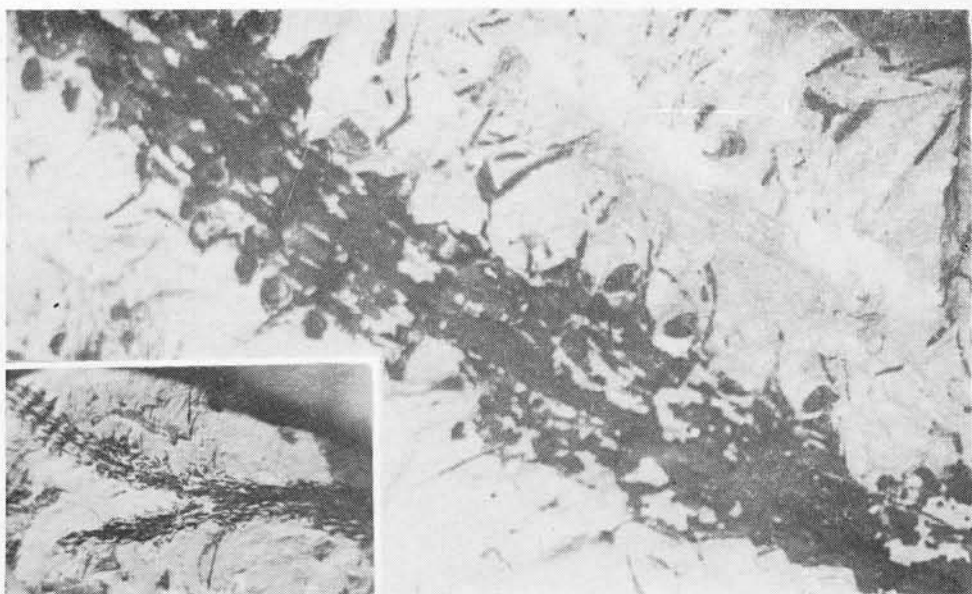
1. MW/P 393. Die Sprosse die an ihren Gipfeln den Anfang von Büschelverzweigungen beweisen,  $\times 1$
- 2a. MW/P 394. Rest eines fertilen Sprosses. Sporangien im Bereich der Verzweigung,  $\times 1$
- 2b. Rechter Arm desselben Restes in Vergrößerung,  $\times 5$



2b



2a



Tafel XIII

*Eleutherophyllum waldenburgense* Zimmermann

1. MW/P 395. Fragment eines fertilen Sprosses,  $\times 4$

*Eleutherophyllum drepanophyciforme* R. & W. Remy

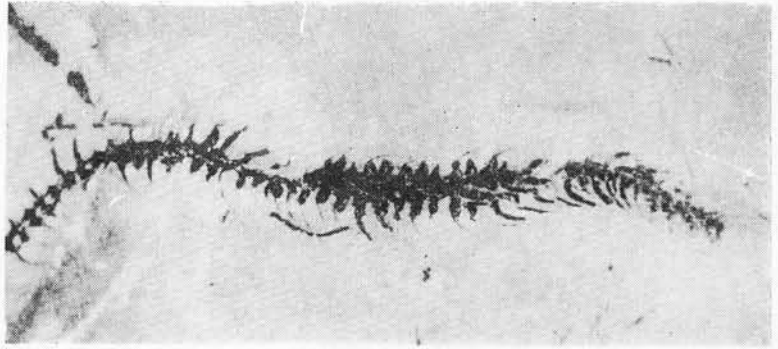
2. MW/P 404. Dünner, fertiler Spross,  $\times 3$

3. MW/P 436. Fragment des fertilen Sprosses,  $\times 7$

4. MW/P 404. Gabelartige und büschelartige Verzweigung,  $\times 1$



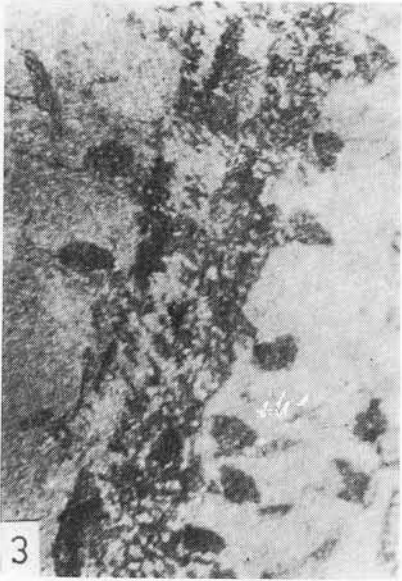
1



2



4

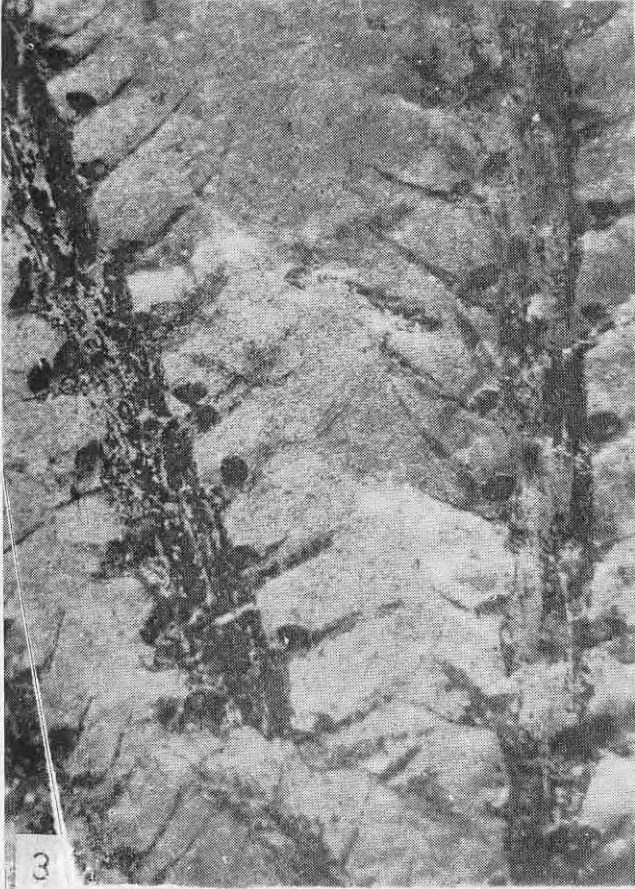
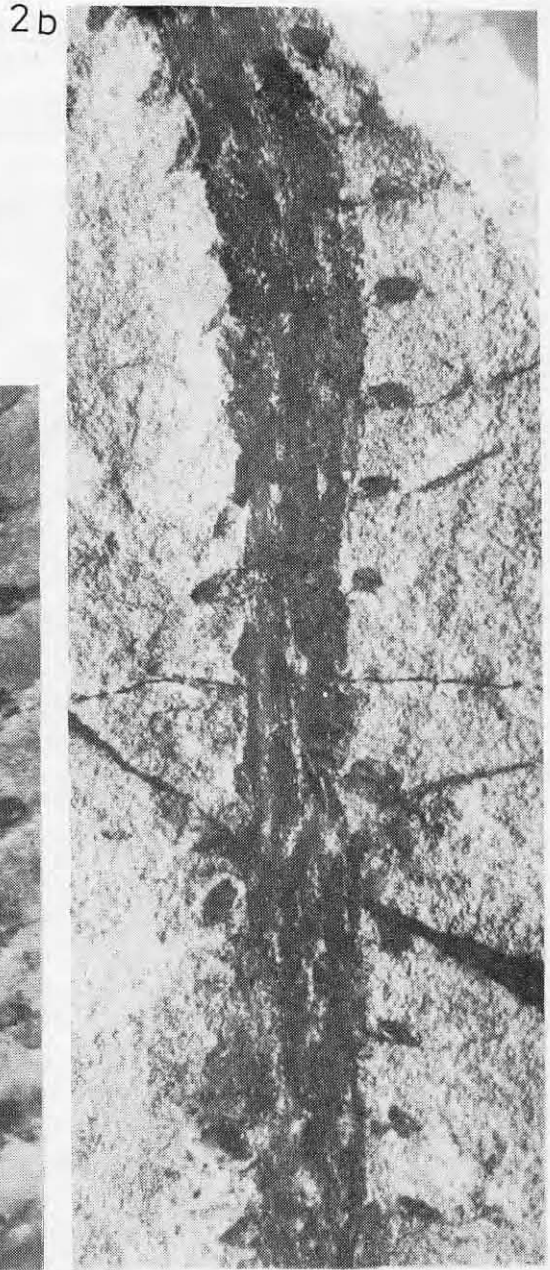
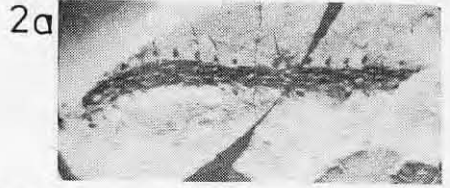
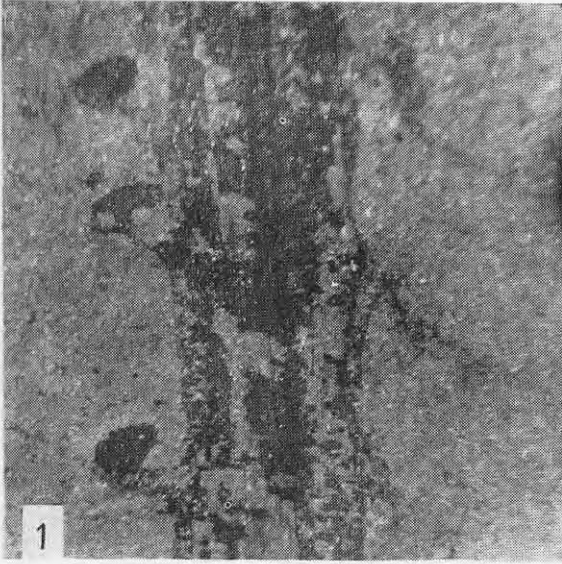


3

Tafel XIV

*Eleutherophyllum drepanophyciforme* R. & W. Remy

1. MW/P 438. Fragment des fertilen Sprosses,  $\times 10$
- 2a. MW/P 1258. Fragment des fertilen Sprosses,  $\times 1$
- 2b. Dasselbe in Vergrößerung,  $\times 5$
3. MW/P 1242. Fertile Sprossreste,  $\times 4$



*E. Sagan*  
Acta Palaeobotanica XXI/1