

# STUDIEN ÜBER DIE FERTILE REGION DER CYCADOPHYTEN AUS DEN LUNZER- SCHICHTEN: MIKROSPOROPHYLLE UND MÄNNLICHE ZAPFEN

VON

DR. FRIDOLIN KRASSER

DURCHGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG AUS DER ERBSCHAFT TREITL

MIT 4 TAFELN UND 3 TEXTFIGUREN

---

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 14. DEZEMBER 1916.

---

Vorwort und Übersicht über sämtliche bisher in der fossilen Flora der Lunzer-Schichten aufgefundenen Reste aus der fertilen Region von Cycadophyten.

Beim Studium der fossilen Flora der Lunzer-Schichten stieß ich namentlich in dem reichen Materiale der k. k. Geologischen Reichsanstalt auch auf spärliche Reste der fertilen Region von Cycadophyten. Die wiederholte Durchsicht ergab nur einen unwesentlichen Zuwachs an Belegstücken.

Das Studium der wichtigen, weil das Material der Reichsanstalt ergänzenden Aufsammlung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums (Geolog.-paläont. Abteilung), sowie ein aus dem Nachlasse von Konstantin von Eittingshausen stammendes Rohmaterial, das ich vor Jahren präparierte — es liegt in der von Dr. von Marktanner-Turneretscher betreuten phytopaläontologischen Abteilung des Joanneums in Graz — ergab keinen wesentlichen Zuwachs an Objekten. So zeigte es sich aber, daß Reste der fertilen Region nur äußerst spärlich in den bisher abgebauten Lunzer-Schichten vorhanden sind. Ein um so höheres Interesse gebührt ihnen demnach vom Standpunkte der Wissenschaft.

Gegenwärtig ist in der Literatur fast nur das wenige darüber bekannt, was ich nach Auffindung der auffälligsten der in Betracht kommenden Handstücke schon 1909 in meiner Abhandlung »Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer-Schichten«<sup>1</sup> veröffentlichte. Es sind nur folgende Angaben (l. c. p. 114): »Ich konnte konstatieren von Bennettitaceen eine neue Art von *Williamsonia* Carr., den Fruchtstand repräsentierend, auch die Samen, ferner die Abdrücke von Pollenblättern, wie sie erst

---

<sup>1</sup> Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien, 1909.  
Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse, 94. Band.

durch Wieland bekanntgeworden sind, endlich männliche Cycadophytenzapfen vom Typus *Androstrobis* Schimp. mit sehr gut erhaltenen Pollensäcken, von *Cycadospadix* Schimp. eine neue Art, und *Beania* Carr.«

Hierzu kamen bis heute 1911 eine ganz kurze Bemerkung über die *Cycadospadix* von Lunz und Benennung derselben als *Cycadospadix* Krasseri durch Julius Schuster,<sup>1</sup> sowie meinerseits 1912 die Mitteilung einer Abbildung des schönsten Exemplares der Samen aufweisenden Williamsoniazapfen von Lunz, Bemerkungen darüber und Benennung als *Williamsonia Weltsteinii* im Abschnitt »Die Samen von *Williamsonia*« meiner Arbeit: *Williamsonia* in Sardinien.<sup>2</sup>

Meine Angaben von 1909 waren, wie sich beim näheren Studium der Objekte und Vermehrung der letzteren allmählich herausstellte, nicht ganz zutreffend. Die Angabe »Abdrücke von Pollenblättern, wie sie erst durch Wieland bekanntgeworden sind« muß entfallen, da die genaue Untersuchung des betreffenden Restes ergab, daß ich mich in der Deutung eines schlecht erhaltenen Farnrestes getäuscht hatte. Was ich damals als *Androstrobis* betrachtet hatte, erwies sich als ein neuer Typus, die in dieser Abhandlung eingehend beschriebene *Lunzia Austriaca*. Auch der Rest, den ich als *Beania* angeführt hatte, war mißdeutet. Er ist hier als *Pramelreuthia Haberfelneri* eingehend behandelt.

Hinzu kamen dann in der Folge das gleichfalls in der vorliegenden Abhandlung genau beschriebene Handstück mit *Discostrobis Treitlii*, und einer der interessantesten aller fruktifizierenden Cycadophytenreste, den ich *Westersheimia Pramelreuthensis* nenne. Er ist der einzige in der Lunzer Flora, bei dem auch die zugehörige Beblätterung und der Stamm in organischem Verbande vorliegen. *Antholithus Weltsteinii* wurde mir erst vor wenigen Wochen bekannt.

Im Laufe der Jahre ließen sich so, wie schon aus den obigen Auseinandersetzungen hervorgeht, bei der wiederholten Durchsicht eines sehr großen Materiales in der Keuperflora der Lunzer-Schichten sowohl männliche, als auch weibliche Blüten, respektive Blütenteile, sowie Früchte und Samen feststellen.

Zur Orientierung möge eine Übersicht über sämtliche bisher von mir in der Lunzer Flora aufgefundenen Reste aus der fertilen Region von Cycadophyten dienen.

## A. Sporophylle.

### a) Mikrosporophylle.

#### *Lunzia Austriaca* g. et sp. n.

Ein flachrippiges Fiederblatt mit zungenförmigen Fiedern, die an der morphologischen Innenseite Antherenreihen tragen.

### b) Makrosporophylle.

#### *Haitingeria Krasseri* (Schuster).

Fiederschnittige sitzende Schuppenblätter mit langen Abschnitten, deren Ränder mit Samenknospen besetzt sind. *Haitingeria* gen. nov.

## B. Blüten.

### a) Männliche Zapfen.

#### 1. *Pramelreuthia Haberfelneri* g. et sp. n.

Zierlicher sparriger Zapfen mit gestielten am Spreitengrunde gekniet und herabgebogenen Schuppen, welche auf der Unterseite Pollensäcke tragen.

<sup>1</sup> Schuster J. *Weltrichia* und die *Bennettitales*. K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. 46, Nr. 11 (1911).

<sup>2</sup> Krasser F. *Williamsonia* in Sardinien. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. m.-n. Kl. Bd. CXXI. Abt. I, Nov. 1912, p. 955 und Taf. II, Fig. 9.

2. *Discostrobus Treitlii* sp. n.

Im aufgeblühten Zustande lockerer Zapfen mit zentral gestielten scheibenförmigen Schuppenspreiten, welche an der Innenseite langgestreckte Pollensäcke tragen.

3. *Antholithus Wettsteinii* sp. n.

Breite, sich zu schmaler Spitze verjüngende Hauptachse mit scheinbar verschoben-gegenständigen, sich gleichfalls aus breitem Ansatz verjüngenden kurzen Seitenachsen, welche an der Spitze ein Büschel von zugespitzt-elliptischen Pollenbehältern tragen.

## b) Weibliche Blüten, respektive Blütenteile.

1. *Williamsonia Juvenilis* sp. n.

Eine von oben her zerquetschte ansehnliche weibliche Blüte mit einer größeren Anzahl (etwa 11) von derben Hüllblättern. Der Zapfen mit Mikropylartuben.

2. *Williamsonia Wettsteinii* F. Krasser.

\* Junger Zapfen, welcher noch von den Hüllblättern herrührende Druckflächen aufweist.

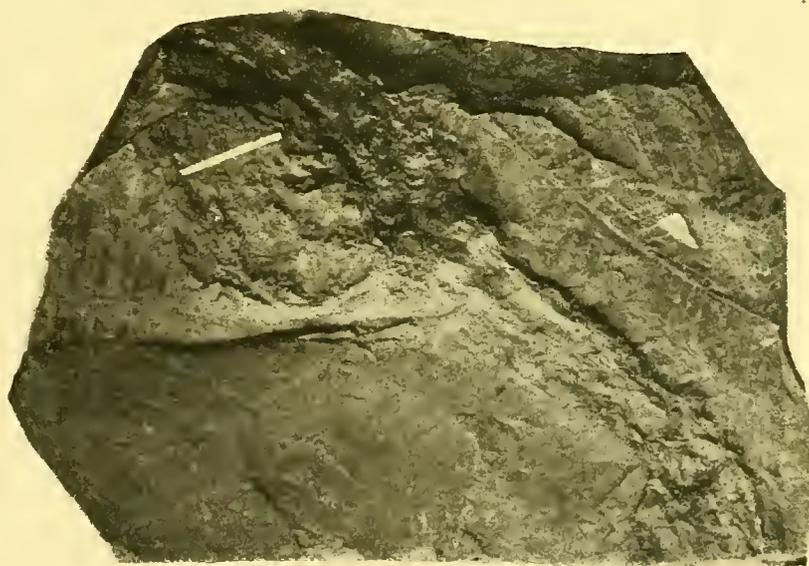
\*\* Mehrere Zapfen ohne Druckflächen, z. T. mit Mikropylartuben.

\*\*\* Reife Zapfen mit den Samen. Auch isolierte Samen.

*Williamsonia Wettsteinii*<sup>1</sup> ist dadurch charakterisiert, daß zwar ein fester Panzer vorhanden ist, die »Strahlen« aber sehr kurz sind, was auf das Vorhandensein eines großen »Polsters« hindeutet.

Eine äußere Analogie hierzu bietet die rezente diözische *Moraceae Treculia africana* Denc. mit kugligen Williamsoniaartigen Scheinfrüchten insofern, als bei ihr auf einem polsterförmigen Receptaculum in welches in verschiedener Höhe die langgriffeligen Fruchtknoten der sehr einfachen weiblichen Blüten eingesenkt sind, zwischen den Blüten keilförmige Brakteen mit schildförmiger Ausladung

Textfigur 1.

Habitusbild von *Westersheimia Pramelreuthensis* g. et sp. n.

sitzen, welche im Vergleich zum Durchmesser des Receptaculums kurz sind. Die Schildchen schließen mit ihren Rändern zusammen und lassen die fadenförmigen schenkeligen Narben zwischen sich hindurchtreten, so daß die Oberfläche das Bild eines *Williamsonia*-Panzers bietet.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wichtige Stücke davon verdanke ich der bekannten Güte des Herrn Hofr. Prof. Dr. von Wettstein.

<sup>2</sup> Eine zutreffende Abbildung von *Trecalea africana* findet man bei R. Sadebeck: Die Kulturgewächse der deutschen Kolonien (Jena 1899), p. 94, 95, Fig. 42 B, C.

## C. Cycadophytenstamm mit Laub und fertiler Region.

### Westersheimia Pramelreuthensis g. et sp. n.

Gabelig verzweigter Stamm nach Art von *Wielandiella* Nath. mit verschiedenen größeren und kleineren Narben (Verzweigungs-, Blatt- und Brakteen-Narben) mit *Pterophyllum longifolium* als Beblätterung. Die weibliche Blüte ist ein Gebilde vom Aussehen eines Fiederblattes, dessen Fiedern als gestreckte maulbeerförmige Zapfen von *Williamsonia*-Struktur ausgebildet sind.

Ich nenne die neue Gattung Herrn Hofrat Prof. Dr. Richard Ritter Wettstein von Westersheim zu Ehren nach dem Adelsprädikat *Westersheimia*, indem ich zugleich auch an dieser Stelle mit herzlichem Danke der hilfsbereiten Förderung gedenke, die mir seinerseits stets zuteil wurde.

Die vorliegende Abhandlung befaßt sich ausschließlich mit den Mikrosporophyllen und männlichen Zapfen, also mit *Lunzia Austriaca*, *Pramelreuthia Haberfelneri*, *Discostrobus Treitlii* und *Antholithus Wettsteinii*.

Es ist mir eine angenehme Pflicht in Dankbarkeit der hilfreichen Förderung zu gedenken, welche allein mir die Durchführung vor geraumer Zeit begonnener paläobotanischer Forschungen ermöglichte, der Verleihung einer namhaften Subvention aus dem Treitlfonds durch die kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

## I. Lunzia Austriaca g. et sp. n.

### Lunzia.

Mikrosporophyll. mit kräftiger Rhachis und zahlreichen paarweise angeordneten Fiedern, welche an der Innenseite zahlreiche in Längsreihen angeordnete kurzgestielte Antheren (Synangien)<sup>1</sup> tragen. Gegen die Basis und die Spitze nehmen die Fiedern an Größe ab. Sie sind an der Abzweigungsstelle verschmälert und im ganzen als schwach gewölbte zungenförmige Gebilde entwickelt, die an der durch Drehung zur Unterseite gewordenen morphologischen Innenseite in der Konkavität die Antheren tragen.

Die Antheren besitzen elliptischen Umriß und sind fast dreimal so lang als breit. Sie lassen an den Abdrücken oft deutlich die beiden Antherenhälften, mitunter sogar die Fächer erkennen. Es treten dann auf dem die Anthere repräsentierenden Kohlebelag helle Linien in entsprechender Zahl auf.

### L. Austriaca.

Typus der Gattung, daher, weil eine zweite Art nicht bekannt ist, die charakteristischen Artmerkmale noch nicht von den Merkmalen trennbar, die als Gattungsmerkmale zu betrachten sind.

Folgende Dimensionen wurden am schönsten Handstück beobachtet:

Länge des Mikrosporophylles jedenfalls weitaus mehr als 85 mm.

Breite des Rhachis: 4 bis 6 und mehr Millimeter.

Länge der mittleren antherentragenden Fiedern: 14 bis 18 mm.

<sup>1</sup> Als »Synangium« hat die Anthere zuerst Goebel (Flora, Ergänzungsband 1902, S. 249) bezeichnet. In dieser Abhandlung wird die Bezeichnung Anthere für die den Pollen enthaltenden Organe von *Lunzia* gebraucht, weil sie den Habitus von typischen, gestreckten ditheischen Antheren mit 4 Loculamenten besitzen. In einem späteren Abschnitt wird diese Bezeichnung noch durch andere Gründe gestützt und der Begriff »Lunzia-Anthere« zur Bezeichnung einer bestimmten Form eines Pollen erzeugenden Synangium festgelegt. Bemerkt sei hier noch, daß auch der Begriff Anthere erst in einer historischen Entwicklung die heutige Schärfe erlangt hat. So heißt es z. B. noch bei Parlatore in der Bearbeitung der *Coniferae* in De Candolle's Prodrömus XVI, 2 (1868), S. 361: *stamina saepissime ad antheras reducta, filamenta brevissimo velle nullo. Antherae sub quavis bractea 2-plures (anthera 2 plurilocularis plur. auctor.) . . . .*

Breite an der Ursprungsstelle: meist 4 mm.

Größte Breite im terminalen Drittel der Fieder: meist 5 mm.

Länge und Breite vollkommen entwickelter Antheren: 4 zu 1.5 mm.

Anzahl der Antheren-Längsreihen: wahrscheinlich 4.

Fundort: Pramelreith bei Lunz.

Die *Lunzia Austriaca* gründet sich auf sechs Handstücke, welche im folgenden nach den Ergebnissen einer eingehenden Untersuchung beschrieben werden.

Der Gattungsname ist von dem Ortsnamen Lunz abgeleitet, der auch der Bezeichnung der Lunzer-Schichten zugrunde liegt, die Art habe ich *Austriaca* genannt: die österreichische!

## A. Beschreibung der Handstücke.

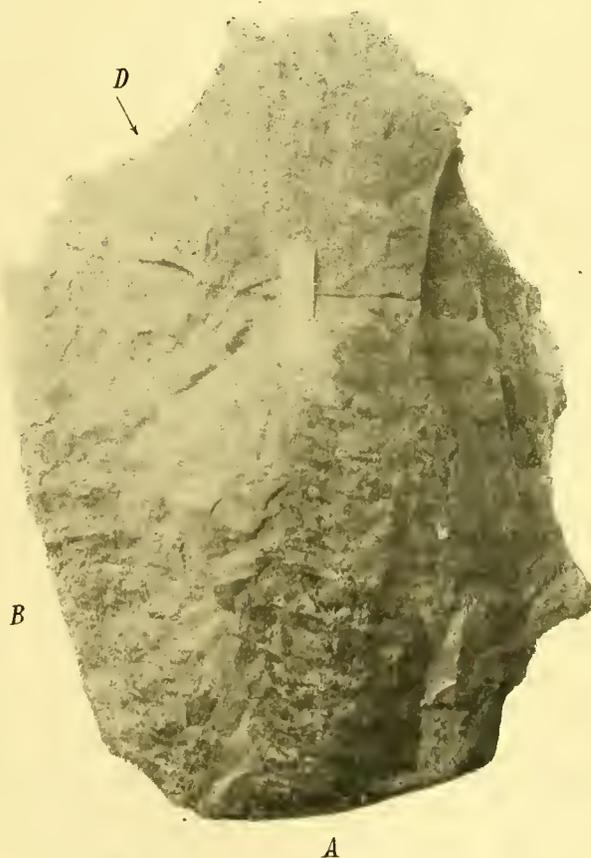
### Handstück I.

Taf. I, Fig. 1 und Textfigur.

Dieses wichtige Stück zeigt uns drei Bruchstücke von gefiederten Blättern. Das eine Bruchstück weist eine Anzahl Fiedern in halber Profilstellung mit dem Beschauer zugewandter Innenseite auf, das andere zeigt die Außenseite der Fiedern und das dritte einige Fiedern in der Aufsicht auf die Unterseite.

Textfigur 2.

C



*Lunzia Austriaca* g. et sp. n. Handstück I.

Das Handstück I läßt uns die Form der Spindel, die Form und Stellung der Fiedern und die Form und Anheftungsweise der Antheren erkennen.

In der Folge werde ich die drei auf dem Handstück I erhaltenen Bruchstücke Antheren tragender gefiederter Blätter mit A, B und C bezeichnen, und zwar:

Handstück I, A: Bruchstück mit Fiedern in halber Profilstellung mit dem Beschauer zugewandter Innenseite.

Handstück I, B: Bruchstück mit Außenseite der Fiedern.

Handstück I, C: Fiedern in der Aufsicht auf die Unterseite.

Handstück I, D: Spindelbruchstück mit der Insertion von 3 Fiedern.

### Bruchstück A.

Taf. I, Fig. 1 rechts.; Taf. II, Fig. 1, 2.

Ein 70 *mm* langes, an zahlreichen Stellen mit Kohlebelag erhaltenes Spindelbruchstück, welches links etwa 15 Fiedern von zungenförmiger Gestalt und sowohl nach oben als nach unten abnehmender Länge erkennen läßt. Die Fiedern der rechten Seite sind schlecht erhalten. Die Spindel selbst ist in der unteren Partie, wie es scheint, gequetscht und seitlich verdrückt, längsstreifig. Die Fiedern erscheinen am Abdruck deutlich imbrikat in dem Sinne, daß stets die tiefer stehende von der darüber stehenden überrandet wird, so daß demgemäß bei der Aufsicht auf die Innenseite der Fiedern stets der obere Rand der unteren Fieder den unteren Rand der höher inserierten Fieder deckt. Zum Teile sind die Fiedern, deren zungenförmige Gestalt unverkennbar ist, ziemlich stark zerdrückt. Ihre Insertion an der Spindel ist verdeckt durch ein längsstreifiges breites Kohleband, das wohl nicht anders als ein Teil des Überrestes der Spindel selbst gedeutet werden kann. An einzelnen Stellen, besonders unterhalb der Mitte, lassen sich die Fiederränder als Querlinien im Kohleband der Spindel erkennen, aber die Ansatzstelle ist nicht ausgeprägt. Darüber gibt jedoch Bruchstück B Auskunft, wie ich in der Beschreibung desselben dartun werde. Bruchstück A läßt außer den bereits angegebenen Merkmalen der Fiedern noch erkennen, daß sie derart inseriert sind, daß sie durch den Druck der Einbettungsmasse so gelagert werden konnten, das sie am Abdruck zumeist in relativ guter Erhaltung die Antheren tragende Seite zeigen. Namentlich bei der Betrachtung der mittleren Partie gewinnt man den Eindruck, daß die Fiedern wenigstens bei entwickelten Antheren horizontal von der Achse abstanden, jedoch so, daß durch Schrägstellung der Spreite die morphologische Vorder- oder Außenseite zur Oberseite, die morphologische Innenseite zur Unterseite wurde, oder vielmehr es ist durch die Schrägstellung der Antheren tragenden Fieder ihre Außenseite zugleich Oberseite und ihre Innenseite zugleich Unterseite. Die am mittleren Teile des Spindelbruchstückes stehenden Fiedern und die übrigen in akropetaler Folge sind leicht nach aufwärts gekrümmt. Der stärkere Kohlebelag am Rande der Fiedern spricht wohl dafür, daß er herabgebogen, also die Fieder an der Innenseite etwas konkav war. Die Fiedern sind sonach als zungenförmige, schwach gewölbte Gebilde mit in der Konkavität inserierten Antheren zu betrachten. Die mäßige Dicke des Kohlebelages weist auf derbe, aber nicht holzige Beschaffenheit von Fiedern und Spindel hin. Auch die Antheren müssen von derber Beschaffenheit gewesen sein, denn sie sind als abhebbare Kohlehäutchen erhalten, welche zumeist die äußeren morphologischen Verhältnisse der Antheren sehr deutlich erkennen lassen. Sie besitzen elliptischen Umriß und sind fast dreimal so lang, als breit. Die meisten Antheren lassen die beiden Hälften und letztere die beiden Fächer erkennen, denn die hellen Linien, welche an der verkohlten Anthere zu beobachten sind, lassen nach ihrer Lage keine andere Deutung zu, als die, daß sie morphologisch distinkte Antherenteile voneinander scheiden. Die hellen Linien sind dadurch entstanden, daß die Einbettungsmasse die Furchen der Antherenoberfläche, die eben durch die Gliederung der Anthere in die beiden Antherenhälften und der letzteren Gliederung in je zwei Fächer entstehen, ausfüllten und bei der Spaltung des Handstückes in Abdruck und Gegendruck an der verkohlten Anthere haften blieben. Auch in den Fällen, wo die Antherenteile durch den Druck der Einschlußmasse mehr oder minder auseinander rückten, sind die Trennungslinien zu sehen. Längsrisse in der Antherenwand zur

Ausstreuung des Pollens werden in gleicher Weise durch Eindringen der Einschlußmasse erkennbar sein.

Die Antheren stehen zwar in großer Zahl in der Konkavität der Fiedern, aber doch so weit voneinander entfernt, daß keine Deformation der Gestalt durch gegenseitigen Druck stattfindet. Die Anordnung in Längsreihen ist fast an jeder Fieder ersichtlich, besonders deutlich in der Mittelpartie des Bruchstückes. Leicht erkennbar ist, daß die Antheren weder mit breiter Basis ansitzen, noch ein langes Filament besitzen, sie sind also mit kurzen Filamenten an den Fiedern befestigt. Dafür spricht überdies der Umstand, daß sie nicht wirr durcheinander liegen, sondern alle, nur wenige mit geringer Ablenkung, in gleichem Sinne orientiert sind. Da die Antheren am Abdruck unter einem Winkel von etwa  $45^\circ$  gegen die Spindel gerichtet sind und die Fiedern selbst basipetal schief gestellt sind, so muß man daraus schließen, daß die Antheren vertikal an der fertilen Fiederseite inseriert sind. Über die Anzahl der in eine Längsreihe gestellten Antheren und über die Zahl der Längsreihen gibt das Fragment nur unsichere Auskunft. Es mögen etwa sechs bis acht Antheren in den Reihen vorhanden gewesen sein.

Weitere Aufschlüsse in diesen Fragen geben uns aber B und C, sowie Handstück II.

### Bruchstück B.

Taf. I, Fig. 1 links; Taf. II, Fig. 3, 4.

Links vom Bruchstück A liegt ein  $45\text{ mm}$  langes Spindelbruchstück, von dem sieben Fiedern entspringen. Daran schließen sich überdies noch weitere fünf Fiedern, welche dem am Handstücke nicht mehr erhaltenen Spindelteil, nach ihrer Lage zu urteilen, angehören. Alle Fiedern kehren dem Beschauer die antherenlose Seite zu. Durch Abspringen der Fiedersubstanz kommen aber bei der Mehrzahl der Fiedern auch die Antheren mehr oder weniger zutage. Einzelne Fiedern lassen Erhöhungen erkennen, welche sichtlich dadurch entstanden sind, daß die Antherenreihen oder Antherengruppen durch die Fiedermasse durchgedrückt wurden. Das deutet darauf hin, daß das in Rede stehende Bruchstück in recht mazeriertem Zustande eingeschlossen wurde. Das zeigt sich auch in der Anordnung der Antheren an den unteren Fiedern, den hier erblicken wir sie in wirrem Durcheinander zum Teile an Fäden befestigt, die nichts anderes als durch Mazeration isoliertes Stranggewebe sein können. Daraus aber geht wieder die hohe Resistenz der Antheren gegen Wasser (Feuchtigkeitswirkung) hervor.

Bei näherer Betrachtung der Spindel und der ansitzenden Fiedern konnten noch mehrere nicht unwichtige Einzelheiten festgestellt werden. Wenn wir zunächst die Spindel betrachten, so nehmen wir wahr, daß sie eine feine Längsstreifung besitzt, daß sie gegliedert ist, da die erkennbaren Fiederansätze in Einsenkungen der Spindel liegen, und daß die Rückenbreite der Spindel mindestens  $3\text{ mm}$  betrug. Die Fiedern sind längsstreifig und schwach kantig gewölbt, am Grunde etwas eingezogen, an der Spitze verbreitert und stumpf abgerundet. Man bemerkt auch hier, daß sich die Fiedern öfters ein wenig decken. Die bereits erwähnten Längsreihen von Höckern (Erhöhungen) könnten einen Schluß auf die Anzahl der Antherenreihen zulassen und auf die Anzahl der in einer Reihe vorhandenen Antheren oder Antherengruppen, wenn sie an einer genügenden Anzahl von Fiedern scharf in Erscheinung treten würden, so daß die Beobachtungen an den einzelnen Fiedern entweder vollkommen korrespondieren oder doch sich einwandfrei ergänzen würden. Der ungleichmäßige Mazerationszustand der Fiedern steht dem jedoch im Wege. Es läßt sich nur sagen, man gewinnt den Eindruck, daß randnahe und mittelständige Höckerreihen nachweisbar sind und daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß zwei mittlere Längsreihen vorhanden sind. Die einzelnen Erhöhungen dürften einzelnen Antheren und nicht Antherengruppen entsprechen. Dafür sprechen die Dimensionen, wie sie leicht den dreifachen Vergrößerungen der hierbei in Betracht kommenden Fiedern, welche in Fig. 4 auf Taf. II dargestellt sind, entnommen werden können.

**Bruchstück C.**

Taf. I, Fig. 1 oben; Taf. III, Fig. 1.

Einige Fiedern, von denen besonders zwei besser erhalten sind, in der Aufsicht auf die Antheren tragende Seite. Auch hier liegen stark mazerierte Fiedern vor. Man erkennt zwar leicht die Anordnung der Antheren in einige Reihen, aber da die Fiedern mazeriert und nicht vollständig vorliegen, ferner die Antheren selbst in den verschiedensten Erhaltungszuständen sich befinden, so bietet dieser Rest gleichfalls, was Anzahl der Antherenreihen und Antherenzahl innerhalb der Reihen anbelangt, keine einwandfreien Feststellungen. Jedenfalls standen die Antheren hier nicht in so großer Zahl und so dicht gedrängt, wie gewöhnlich an den Zapfenschuppen der rezenten Cycadeen, bei welchen übrigens, was vielfach übersehen wird, in dieser Beziehung verschiedene Zahlenverhältnisse und Gruppierungen vorkommen.

**Bruchstück D.**

Taf. I, Fig. 1, links, obere Hälfte unten.

Auf Handstück I liegt auch ein Spindelbruchstück, an welchem die Insertion von drei Fiedern verschiedener Größe, jedoch in natürlicher Aufeinanderfolge erhalten, als ich das Original vor Jahren zum erstenmal untersuchte und photographierte, sehr deutlich zu sehen war. Als ich es zwei Jahre später wieder zu untersuchen Gelegenheit hatte, fand ich es leider beschädigt vor. Ich bin daher genötigt, da gerade die zu beschreibende Stelle von dem Schaden betroffen ward, auf die erwähnte erste photographische Aufnahme zurückzugreifen.

Wir erblicken ein 25 mm langes, gut 2 mm breites feinwarziges Spindelbruchstück, das drei an Größe abnehmende Fiedern trägt, welche dem Beschauer die Wölbung zukehren. Der rechtsseitige Rand der größeren Fieder wird von dem linksseitigen Rand der folgenden kleineren Fieder gedeckt und dasselbe Verhalten zeigt die folgende noch kleinere Fieder gegenüber der zweiten. Sehr deutlich tritt die zungenförmige Gestalt der Fiedern hervor.

**Handstück II.**

Taf. I, Fig. 2.

Zusammen mit *Pterophyllum longifolium*, *Macrotaeniopteris latior* und *Asterotheca Meriani* auf derselben Platte liegt ein allem Anscheine nach in den Längsdimensionen ziemlich vollständig erhaltenes Mikrosporophyll. Es fehlt nur ein kleines Stückchen der Blattspitze und der Blattstiel. Erhalten ist die linke Blatthälfte als Abdruck mit Kohlebelag, die synangienlose Seite (die morphologische Außenseite) dem Beobachter zugewendet. Der Abdruck gewährt vornehmlich Aufschluß über den Formenwechsel der Fiedern von der Basis bis zur Spitze des Sporophylles und über verschiedene Dimensionsverhältnisse.

An der kräftigen Spindel sind 20 Fiedern erhalten. Die Spindel zeigt eine von der Basis aus zur Spitze verlaufende verkehrt-S-förmige Krümmung, also den Übergang von der Hyponastie zur Epinastie des Sporophylles, was darauf hindeutet, daß der Abdruck eines noch nicht vollkommen entwickelten Blattes vorliegt. Die basalen Fiedern scheinen bis zur letzten erhalten zu sein, die Sporophyllspitze jedoch ist sicher unvollständig. Der Blattstiel, über dessen Länge der Abdruck keinen Aufschluß gibt, war nach der Abbruchstelle zu urteilen sicher sehr kräftig entwickelt und dürfte wohl die Breite des Blattstieles von *Pterophyllum longifolium* besessen haben, wie sie an dem zufällig neben dem Sporophyll liegenden basalen Laubblattfragment dieser Art wahrgenommen wird.

Die Spindel zeigt, wie sie vorliegt, eine feine Längsstreifung. Ihre Breite beträgt in dem Spitzenteile 4 mm und wächst allmählich auf 6 mm Blattstielbreite an. Sie ist in einer Länge von 145 mm erhalten.

Die 20 Fiedern seien von der Spitze aus fortlaufend zum Grunde des Sporophylls im Interesse der Übersichtlichkeit der Beschreibung numeriert.

F bedeutet in den folgenden Erörterungen Fieder, F 1, F 2, F 3 also Fieder 1 usw.

F 1, 2, 4 sind unvollständig und 4 sichtlich zerdrückt, während der Umriß bei 3 erkennbar, bei 2 auf photographischem Wege nachweisbar ist. F 5 läßt den Umriß gut erkennen, F 6 weniger deutlich, da an der Spitze Substanz abgebröckelt ist. Die übrigen Fiedern weisen alle deutlich die zungenförmige Gestalt auf. Meist ist auch die Randdeckung ausgeprägt, in dem Sinne, daß der obere Seitenrand der Fieder jeweils vom unteren Seitenrand der darüberstehenden Fieder gedeckt wird. Nur die mittleren F 9, 10 und 11 zeigen die Randdeckung nicht. Diese Fiedern sind zugleich die längsten also die am meisten entwickelten. Sie zeigen auch die Wölbung der Außenseite sehr deutlich. Die zwischen sie eingedrungene Einbettungsmasse lagert so, daß F 9, 10 und 11 durch ausgerundete Buchten voneinander getrennt zu sein scheinen, was aber lediglich dadurch vorgetäuscht wird, daß die zwischen zwei gewölbten Fiedern eingedrungene Einbettungsmasse notwendigerweise die zwischen denselben befindliche Konkavität ausfüllen muß. Aus der Zungenform der Ausfüllungsmasse können wir auf die Form der Konkavität schließen, und diese steht vollkommen in Einklang mit der zungenförmigen Ausbildung der Fiedern selbst. Die Fiedern entspringen mit breiter Basis dem Spreitensaume der Spindel, sind gewölbt mit der Konkavität nach Innen, woselbst die Antheren inseriert sind, zeigen über dem Ursprungsorte eine ziemlich bedeutende, gegen die Fiederspitze verlaufende und sich allmählich ausgleichende Einziehung und besitzen eine abgerundete Spitze.

Folgende Maße wurde beobachtet: F 3 (15 mm Länge bei 6 mm größter Breite), F 5 (16/8), F 6 (17/8), F 10 (20/8), F 12 (18/6), F 15 (12/6), F 17 (10/6), F 19 (8/5), F 20 (4/4). Das sagt also, die längsten Fiedern sind ungefähr in der Mitte des Mikrosporophylles, gegen die Blattspitze hin nehmen sie allmählich mehr an Länge als an Breite ab, gegen den Blattgrund jedoch ist zunächst die Länge- und Breiteabnahme relativ bedeutender, bis schließlich die basalen Fiedern fast quadratisch werden.

Die Fiedern sind von zahlreichen feinen Längsnerven durchzogen, die aber nicht so deutlich in Erscheinung treten, daß man mit Sicherheit entscheiden könnte, ob die Mikrosporophyllfiedern nur einlache oder auch gabelige Nerven besitzen, gleich den Laubblattfiedern von *Pterophyllum*.

F 1 bis 8 sind etwas gegen die Blattspitze aufgekrümmt, F 8 bis wagrecht von der Spindel abstehend, bei F 12 bis 14 ist die Fiederspitze gleichfalls im Sinne der Fiedern 1 bis 8, wenn auch schwächer gegen Blattspitze gekrümmt, F 15 bis 20 sind schwach nach abwärts gerichtet.

Alle Fiedern lassen, obzwar sie dem Beobachter, wie bereits früher bemerkt wurde, die antherenlose Außenseite zuwenden, bei näherer Betrachtung die Antheren erkennen, da letztere in der Fiedersubstanz durch Druckwirkung als Höcker erscheinen. Man erkennt bei einzelnen Fiedern, z. B. bei F 10 und 5, die Antherenreihen, während bei anderen die Antheren offenbar infolge starker Mazeration der Fiedersubstanz in Unordnung geraten sind. An anderen Stellen (F 6, 7, 19) sind sie durch Abbröckeln der Fiedersubstanz des Fossiles mehr oder weniger bloßgelegt. F 5 zeigt deutlich Antherenreihen beiderseits der Mittellinie und bei F 10 findet man mindestens 8 Antheren in der Reihe.

### Handstück III.

Taf. IV, Fig. 2.

Stark mazeriertes Bruchstück, welches die Außenseite einer Blatthälfte dem Beschauer zuwendet. Es sind etwa 11 Fiedern erhalten. Die Antheren erscheinen an einzelnen Stellen durchgedrückt. Auch die Nervatur der Fiedern ist vielfach erkennbar.

Der Rest stellt wahrscheinlich ein Bruchstück mit dem terminalen Ende dar. Leider ist das Fossil recht verwischt. Am ähnlichsten in der Erhaltungsweise ist es dem Handstück II.

**Handstück IV.**

Taf. I, Fig. 3.

Am unklarsten und ohne Kenntnis der früher beschriebenen Erhaltungszustände kaum zu deuten ist ein Abdruck ohne Kohlebelag, der von einem arg gequetschten und stark mazerierten *Lunzia*-Mikrosporophyll herrührt, der aber schon wegen der Seltenheit unseres Fossiles von Interesse ist. Er zeigt die Fiedern in verschiedenen Lagen, zumeist unvollständig und mannigfach verdrückt. Im ganzen erhält man auch bei diesem Exemplar den Eindruck, daß an einer Achse befestigte Antheren tragende Schuppen von zungenförmiger Gestalt vorliegen, die schwach gewölbt sind und in der Konkavität Längsreihen von Antheren besitzen. Daß ein Mikrosporophyll vorliegt, das einem Fiederblatt entspricht, ist allerdings nicht auf den ersten Blick klar zu erkennen, denn man könnte das zerquetschte Gebilde auch für den Rest eines Zapfens halten.

Im Spitzenteile erkennt man ein Stückchen der Spindel und es scheinen hier etliche Fiedern in schief aufgerichteter Stellung von der Innenseite her zusammengedrückt worden zu sein. Man erkennt daher die Antherenspitzen bei näherer Betrachtung. In der Mittelpartie erblickt man die Fiedern teils von der Innenseite aus gegen die Sporophyllspitze niedergedrückt, einander fast bis zum oberen Rande deckend und durch Einschlußmasse getrennt, wobei aber der nach abwärts umgebogene obere Fieder- rand und die Konkavität der Antheren tragenden Unterseite erkennbar bleiben, — teils sind sie flach ausgebreitet und gleichfalls von der Innenseite her niedergelegt, manche von der Oberseite her. Ähnliches gilt für den basalen Teil, denn auch dieser zeigt die Fiedern von beiden Seiten, zumeist von der Innenseite. Die Fiedern sind durchwegs fragmentarisch und weisen teils die feinen Längsnerven, teils Antheren auf. Wenn die letzteren auch zumeist infolge der Einschließungsumstände die Anordnung in Längsreihen nicht deutlich erkennen lassen, so zeigen doch wenigstens einzelne Fiedern die Antheren-Längsreihen und man gewinnt sogar den Eindruck, daß ihrer vier oder fünf, wahrscheinlich aber nur vier, vorhanden gewesen seien. Über die Anzahl der in eine Reihe gestellten Antheren erhalten wir keinen Aufschluß, da die Fiedern eben fragmentarisch sind.

Mit der *Lunzia* zusammen kommen auf derselben Platte in kleinen Fragmenten *Pterophyllum longifolium*, *Asterotheca Meriani*, Farnspindeln vor, alle stark mazeriert.

**Handstück V.**

Taf. IV, Fig. 3.

Basales Mikrosporophyllfragment mit (im Bilde links) 13 an Länge allmählich von 12 auf 5 *mm* abnehmenden Fiedern von der Innenseite her ausgebreitet. Auch rechts sind einige Fiederbasen erkennbar.

Die Blattrippe ist sehr kräftig, leider gegenüber der sechsten Fieder abgebrochen, so daß ihre Breite am Grunde nicht vollkommen sicher, aber doch schätzungsweise festgestellt werden kann. Die Spindelbreite beträgt an der Spitze des vorliegenden basalen Fragmentes etwa 9, an der Abbruchstelle etwa 10 *mm* und dürfte am Grunde etwa 11 *mm* erreichen. Der Umstand, daß die Spindel der Länge nach zum größten Teil geborsten ist und sichtlich gequetscht, erschwert die Feststellung der Maßverhältnisse.

Auch Handstück 5 gibt keinen Aufschluß darüber, ob dieser Mikrosporophylltypus sitzend oder gestielt war.

Besonders die oberen Fiedern zeigen Spuren der Antheren.

**Handstück VI.**

Taf. IV, Fig. 4.

Ohne Kenntnis von den bereits beschriebenen Handstücken wäre die Deutung des Vorliegenden seines Erhaltungszustandes halber sehr schwierig. Es ist aber von Wichtigkeit, weil es ein fast ganzes reifes *Lunzia*-Mikrosporophyll von der Außenseite niedergedrückt darstellt.

Man glaubt den Längsbruch eines Zapfens mit dicken Schuppen vor sich zu haben. Die nähere Untersuchung lehrt indes folgendes.

Die Achse des Gebildes, welche nach den Faltungen und Zusammenschiebungen zu urteilen, von lederig-knorpeliger Konsistenz oder höchstens schwach holziger Beschaffenheit war, entspricht einer breiten, nur an der Spitze verjüngten Spindel eines Fiederblattes, dessen Fiedern undeutlich ausgegliedert und sehr dicht gestellt sind. Die Fiedern nehmen am Blattgrunde und an der Spitze sehr rasch an Länge ab.

Sie tragen Antheren auf der Innenseite. Durch Drehung nach Innen in die Horizontale und darüber hinaus werden sie mehr oder minder imbrikat, wenden so die Antheren nach außen und die Innenseite der Fiedern wird so zugleich zur Unterseite. Die Randdeckung erfolgt in der Regel in dem Sinne, daß in der Drehungsstellung die untere Fieder die darüberstehende deckt. Der gedeckte Rand der oberen Fieder entspricht dem oberen Rand derselben in ungedrehter Stellung, der deckende Rand der unteren Fieder also dem unteren Rand in ihrer ungedrehten Stellung.

Wir können also folgendermaßen die Beobachtungen zusammenfassen:

Sitzender oder kurzstielliger Antherenträger in Gestalt eines gefiederten Blattes mit flacher breiter Spindel und mit im Reifezustande mit der Innenseite herausgedrehten akropetal randdeckenden Fiedern.

\*

Umriß des Mikrosporophylles elliptisch, Länge gegen 120 *mm*, größte Breite 40 *mm*, Spindelbreite im Mittelteil 10 *mm*.

## B. Morphologie und Histologie der „Lunzia-Anthere“.

1. Untersuchungsmethoden. 2. Gestalt und Dimensionen, Stellungsverhältnisse. 3. Histologie der Antherenwand. 4. Der Pollen. 5. Biologische Betrachtung. 6. Vergleichung mit den Pollensäcken und Synangien der Cycadophyten und deren Pollen, sowie mit rezenten und fossilen Farnsporangien und den Mikrosporangien der Pteridospermen.

\*

### I. Untersuchungsmethoden.

Von den sechs gegenwärtig überhaupt vorliegenden Handstücken mit Lunzia-Resten besitzt insbesondere das im Vorhergehenden als Handstück I bezeichnete einen Kohlebelag. Es birgt Antheren in verkohltem Zustande. Bei den übrigen Resten ist der Kohlebelag nur mehr in geringfügigem Maße erhalten, sie lassen die Merkmale nur im Sinne der Morphologie der äußeren Formen ableiten. Die Untersuchung der *Lunzia*-Reste wird also nach der geschilderten Beschaffenheit der Erhaltung sich einerseits in der Richtung zu bewegen haben, durch welche die Merkmale auf Grund morphologischer Vergleiche durch die Betrachtung mit unbewaffnetem Auge und mit der Lupe festgelegt werden, andererseits durch die mikroskopische Untersuchung der Kohlebeläge, das ist des verkohlten Pflanzenkörpers, innere Strukturverhältnisse, zu erforschen suchen.

Auf diesem Wege hat in letzter Zeit besonders Nathorst sehr wichtige Forschungsergebnisse zutage gefördert, die er vorwiegend in seinen »Paläobotanischen Mitteilungen« in den Handlingar der Schwedischen Akademie der Wissenschaften seit 1907 bis in die jüngste Zeit veröffentlichte.

Die Möglichkeit Kohlebeläge mikroskopisch zu untersuchen ist nur bei genügender Durchsichtigkeit gegeben, welche zumeist erst durch die Anwendung chemischer Lösungsmittel erreicht werden kann. Die Betrachtung von Kohlebelägen im auffallenden Lichte lehrt unter gewöhnlichen Verhältnissen wenig. Die durch Chemikalien bewirkte Aufhellung ist meist durch mehr oder minder vollständige Lösung der nicht kutinisierten histologischen Elemente bedingt. Da schließlich auch die

kutinisierten Membranen von den chemischen Aufhellungsmitteln zerstört (gelöst) werden, so folgt daraus, daß dieser Mazerationsprozeß mikroskopisch kontrolliert und im richtigen Moment durch Auswaschen des Mazerationsmittels unterbrochen werden muß. Es lassen sich also geeignete Präparate nicht mechanisch anfertigen. Gerade diese unerläßliche Kontrolle führt zu verschiedenen oft sehr wichtigen Detailbeobachtungen. Schon Nathorst hat in seiner vierten paläobotanischen Mitteilung, welche sich »Über die Untersuchung kutinierter fossiler Pflanzenteile« betitelt (K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 43, Nr. 6, 1908), darauf hingewiesen, wie ungleich sich verschiedene Objekte gegenüber den Mazerationsmitteln verhalten. Das beruht natürlich auf den durch die Erhaltungsweise bedingten chemischen Differenzen und wohl auch auf der primären chemischen Beschaffenheit der Membranen der verschiedenen pflanzlichen Zellen und Gewebe.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch der Beobachtungen gedenken, die Julius Wiesner gelegentlich seiner Studien »Über den mikroskopischen Nachweis der Kohle in ihren verschiedenen Formen und über die Übereinstimmung des Lungenpigments mit der Rußkohle« (Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wissensch. Wien, m.-n. Kl., Bd. CI, Abt. I, März 1892) niedergelegt hat. Hier wurde zum erstenmal experimentell nachgewiesen, daß der Verkohlungsprozeß in einer bestimmten Abhängigkeit zum feineren histologischen Baue fortschreitet (l. c. S. 22). Wiesner studierte speziell an Nadelhölzern und auch an mehreren Laubhölzern den Verkohlungsprozeß, also im wesentlichen an verholzten Geweben. Ohne hier näher auf dies wichtige, noch nicht von allgemeinen Gesichtspunkten behandelte Problem einzugehen, möchte ich aus Wiesner's Beobachtungen zitieren, daß man an einem durch die Rothkohle eines Nadelholzes geführten Querschnitt bei der mikroskopischen Betrachtung sofort darauf aufmerksam wird, daß die gemeinschaftlichen Außenhäute (die Mittellamelle) der Holzzellen tiefschwarz erscheinen, während die übrige Zellhaut braun gefärbt ist. Auch Längsschnitte lehren dasselbe. Verfolgt man die sukzessive fortschreitende Verkohlung, so findet man, daß dieselbe in den Außenhäuten beginnt. Es zeigt sich also, daß gerade jene Membranteile am frühesten verkohlen und, wie ihre Resistenz gegen Chromsäure beweist, den größten Kohlenstoffgehalt besitzen, welche am unveränderten Holze am raschesten der Oxydation durch die zur Isolierung der Gewebeelemente angewendete Chromsäure verfallen. Am verständlichsten wird dieses auf den ersten Blick ganz paradox erscheinende Verhalten, wenn man mit Wiesner beachtet, daß die Kohle nicht durch einfache Reduktion, sondern durch komplizierte chemische Zersetzungen entsteht. »In den Außenhäuten der Holzzelle sind also dann Substanzen anzunehmen«, sagt Wiesner, »welche im Vergleiche zu den übrigen Zellhautpartien am leichtesten chemischen Veränderungen zugänglich sind.«

Es liegt nicht in meiner Absicht, an dieser Stelle in eine historische Betrachtung über die Anwendung und den Wert der Mazerationsmethoden für phytopaläontologische Forschungen einzugehen, nur so viel will ich bemerken, daß die verschiedensten Verkohlungsstadien sich bei den fossilen Pflanzen vorfinden, und daß schon frühzeitig die Histologie der Epidermis, deren Außenwände ja stets kutinisiert sind, zur Charakterisierung der Fossile in geeigneten Fällen herangezogen wurden. So hat schon Otto Weber in der zu den besten Abhandlungen über fossile Pflanzen zählenden Arbeit, »Neuer Beitrag zur Tertiär-Flora der niederrheinischen Braunkohlenformation«, die er zusammen mit Ph. Wessel 1856 in der Palaeontographica (IV. Bd., 4. u. 5. Lfg.) veröffentlicht hat, von einigen Pflanzen aus dem tertiären tonigen Sandsteinschiefer von Orsberg und Rott die Blattepidermis in Vergleichung mit den rezenten Analogien beschrieben und abgebildet. In diesen Fällen war der Erhaltungszustand derart, daß eine besondere Aufhellung gar nicht notwendig war. Eines der Blätter (*Prunus prinoides* Web.) »war täuschend einem herbstlich abgestorbenen Blatte ähnlich, welches erst vor kurzem bedeckt worden«, »anderen lag die Epidermis in Form eines durchsichtigen Häutchens so auf, daß man sie mit Leichtigkeit einer mikroskopischen Untersuchung unterwerfen konnte« (l. c. p. 3). Den entgegengesetzten Fall bildet der dünne schwarze Kohlebelag, den vom Gestein abzulösen nur mit Mühe gelingt. Die Anwendung des von F. Schulze in den Berichten der königl. Preuß. Akad. der Wissensch. 1855, und schon früher bei der Gothaer Naturforscherversammlung (Tagebl. der Vers.

deutscher Naturf. und Ärzte, Gotha 1851, Bd. XXVIII, p. 13), mitgeteilten Mazerationsverfahrens mittels Kaliumchlorat und Salpetersäure führt meistens zum Ziele<sup>1</sup>. Dieses den Mikroskopikern als Schulze'sches Mazerationsverfahren oder Schulze'sche Mazerationsflüssigkeit bekannte Mittel wurde in letzterer Zeit, nachdem Schenk schon in seiner »Foss. Flora der Grenzschichten«, die 1865 zu erscheinen begann, wichtige Feststellungen über die Sporen und Blattepidermis mancher rhätischer Pflanzen gelungen waren, von Nathorst als »Chemische Methode« mit hervorragendem Erfolge wieder in die wissenschaftliche Paläobotanik eingeführt. Ich habe die Abhandlung, in welcher dieser Forscher sein Verfahren beschreibt, bereits oben zitiert und möchte auch auf seine diesbezügliche Mitteilung, »Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden« (Potonie's Paläobotan. Zeitschr., Bd. I, Heft 1, 1912) noch besonders hinweisen, desgleichen auf den Artikel von H. Hamshaw Thomas »One some methods in Palaeobotany« (The New Phytologist, Vol. XI, Nr. 4, April 1912), weil dieser Autor, dem wir unter anderen die für das Studium der fossilen Cycadophyten wichtige Abhandlung, »On the cuticles of some recent and fossil cycadean fronds« (Transact. Linn. Soc. London, und Ser. Botany.-Vol. VIII, Part 5, December 1913) verdanken, die er mit Nellie Bancroft gemeinsam veröffentlichte, neben Nathorst, Halle und Gothan<sup>2</sup> einer der Erfahrensten in der Anwendung dieser Methode ist.

Die *Lunzia*-Antheren habe ich, um mikroskopische Präparate anfertigen zu können, folgendermaßen behandelt.

Es gelang mit Hilfe von Wachs einige Kohlebeläge abzulösen. Sie wurden in ein Gemisch von gleichen Teilen konzentrierter wässriger Lösung von Kaliumchlorat und rauchender Salpetersäure gebracht und in einem auf eine weiße Unterlage (der besseren Sichtbarkeit der bleichenden Partikelchen halber) gestellten Glasschälchen der Wirkung dieser Schulze'schen Mazerationsflüssigkeit ausgesetzt. Nach einigen Tagen war das Objekt soweit chemisch verändert, daß mit konzentrierter Ammoniaklösung die nun gebräunten Splitter durch Lösung der Ulminsäure vollkommen für die Beobachtung im durchfallenden Licht hergerichtet werden konnten. Diese Operation wurde auf dem Objektträger unter Deckglas vorgenommen, und zwar unter andauernder mikroskopischer Beobachtung des Lösungsvorganges, um ihn durch Wasserzufuhr (Auswaschen unter dem Deckglas unter Anwendung von Filterstreifen) im richtigen Momente, d. h. sobald die erforderliche Aufhellung erreicht war, zu unterbrechen. Nach dem vollkommenen Auswaschen wurde nun das Dauerpräparat hergestellt. Als Beobachtungsmedium wurde zuerst Glycerin gewählt und dann das Objekt in Glyzeringelatine unter schwacher Erwärmung eingeschlossen. Ein anderes Dauerpräparat wurde unter Verwendung von Kanadabalsam hergestellt. In diesem Falle mußte natürlich sehr sorgfältig gewaschen werden, um jede Spur der Mazerationsflüssigkeit und des Ammoniaks zu beseitigen. Danach vollkommene Entwässerung mittels absoluten Alkohols, hergestellt durch Aufbewahrung über weiß geglühtem Kupfersulfat. Vorbehandlung mit Nelkenöl und hierauf Einschluß in Kanadabalsam. Gewählt wurde der leichteren Durchtränkung des Objektes halber Kanadabalsam gelöst in Chloroform.

Um die mikroskopische Betrachtung des Objektes von beiden Seiten mit stark vergrößernden Objektiven zu ermöglichen, wurde auch als Objektträger ein Deckglas verwendet. Zur Vergrößerung der Oberfläche, zwecks leichterer Durchmusterung des Präparates unter Verwendung eines der gewöhnlichen beweglichen Objektische, legte ich das fertige Präparat in einen entsprechend perforierten

<sup>1</sup> Schulze selbst hat sein Verfahren auch auf paläobotanische Objekte angewendet, indem es ihm gelang, besonders bei lang andauernder Einwirkung unter Vermeidung jeden Erwärmens und nachheriger Behandlung mit Ammoniak aus den meisten Kohlen in reichlicher Menge Gewebsfragmente zu isolieren. Graf zu Solms-Laubach hebt in seiner viel zu wenig gewürdigten »Einleitung in die Paläophytologie« (Leipzig 1887) p. 11 hervor, daß er Gelegenheit hatte, Originalpräparate von Schulze zu sehen, welche einzelne Treppentracheiden, Gruppen solcher und Sporen jeglicher Art in vorzüglicher Erhaltung enthielten. An dieser Stelle sei auch der Verbesserung der Methode durch Gumbel (Zur Kenntnis der Textur der Mineralkohlen; Sitzungsber. d. Akad. München. math.-phys. Kl. 1883, Vol. XIII) gedacht, welcher nachwies, daß im Ammoniak noch erhaltene Formbestandteile sich lösen, und an dessen Stelle mit Erfolg als Auswaschflüssigkeit absoluten Alkohol verwendete.

<sup>2</sup> Siehe in dieser Beziehung besonders dessen Abhandlung über *Sagenopteris* und *Hydropterangium* (K. Sv. Mit.-Ak. Handl. Bd. 45, Nr. 7, 1910) und *Some xerophytic leaf-structures in Mesozoic plants.* (Geol. Fören. Förhandl. Bd. 37, H. 5.)

Klapprahmen aus Karton von der Größe eines breiteren Objektträgers. Dadurch wird zugleich das an und für sich recht gebrechliche Präparat, sozusagen handgerechter gemacht.

Erwähnen möchte ich schließlich noch, das Aufhellungsversuche mit Javelle'scher Lauge und mit Wiesner'scher Chromsäure im vorliegenden Falle negativ ausfielen.

## 2. Der *Lunzia*-Antheren Gestalt, Dimensionen, Stellungsverhältnisse.

Bei der Beschreibung der einzelnen Handstücke wurden die äußeren Merkmale bereits festgestellt. An dieser Stelle werden sie zusammenhängend dargestellt.

Die Bezeichnung der in Rede stehenden Gebilde als Antheren wurde gewählt, da sie das Aussehen von solchen besitzen und bei vorurteilsloser, unbefangener Betrachtung kaum anders bezeichnet werden können. Die vergleichende Morphologie lehrt uns, daß die Antheren als Synangien aufzufassen sind. Ich will aber vorläufig an der durch den habituellen Eindruck begründeten Bezeichnung der fraglichen Gebilde als Antheren festhalten. Es wird aber gut sein, gleich den Begriff Anthere im Sinne der deskriptiven Morphologie festzulegen. Ich gehe zurück auf Julius Sachs, Lehrbuch der Botanik (4. Aufl., Leipzig 1874). Dort finden sich folgende Begriffsbestimmungen (p. 480/481):

Die männlichen Geschlechtszellen (Pollenkörner), welche den Mikrosporen der höheren Kryptogamen äquivalent sind, entstehen in Behältern, die ihrerseits den Sporangien jener entsprechen und im allgemeinen als Pollensäcke bezeichnet werden. Ein Blatt, welches Pollensäcke trägt, mag als Staubblatt (Androphyllon) bezeichnet werden. Bei den Cycadeen sind die Pollensäcke einzeln oder in Gruppen auf der Unterseite der verhältnismäßig großen Staubblätter oft in sehr großer Zahl zu finden ähnlich wie die Sporangien auf den Farnblättern; bei den Coniferen verlieren die Staubblätter schon mehr das Aussehen gewöhnlicher Blätter, sie bleiben klein und bilden auf der Unterseite der meist noch deutlichen Lamina mehrere oder nur zwei verhältnismäßig große Pollensäcke. Bei den Angiospermen ist das Staubblatt gewöhnlich zu einem zarten, stielartig dünnen (oft sehr langen) Träger reduziert, der als Filament bezeichnet wird und an seinem oberen Ende oder beiderseits unterhalb desselben zwei Paar Pollensäcke trägt, die unter dem Namen Anthere (Staubbeutel) als ein Ganzes zusammengefaßt werden; die Anthere besteht daher gewöhnlich aus zwei Längshälften, die durch einen Teil des Trägers (Filaments) zugleich verbunden und getrennt sind, welcher Teil als Konnektiv bezeichnet wird. Die beiden Pollensäcke einer Antherenhälfte sind der Länge nach miteinander verwachsen und nicht selten auch beide Antherenhälften zu einem Ganzen verschmolzen. Die einzelnen Pollensäcke erscheinen dann als Fächer der Anthere, und diese selbst wird in diesem Falle vierfächerig genannt, im Gegensatz zu solchen (selten vorkommenden) Antheren, bei denen jede Hälfte selbst nur aus einem Pollensack besteht, die also zweifächerig sind.

Die nächste Aufgabe die wir zu lösen haben ist die Frage, ob die *Lunzia*-Antheren die den obigen Definitionen entsprechenden Eigentümlichkeiten erkennen lassen. Die auf Taf. II reproduzierten photographischen Vergrößerungen einzelner Teile des Handstückes I sind geeignet, die Grundlage für die notwendigen Feststellungen zu bieten. Einzelne Antheren habe ich danach skizziert und zu der hier eingefügten Textfigur vereinigt.

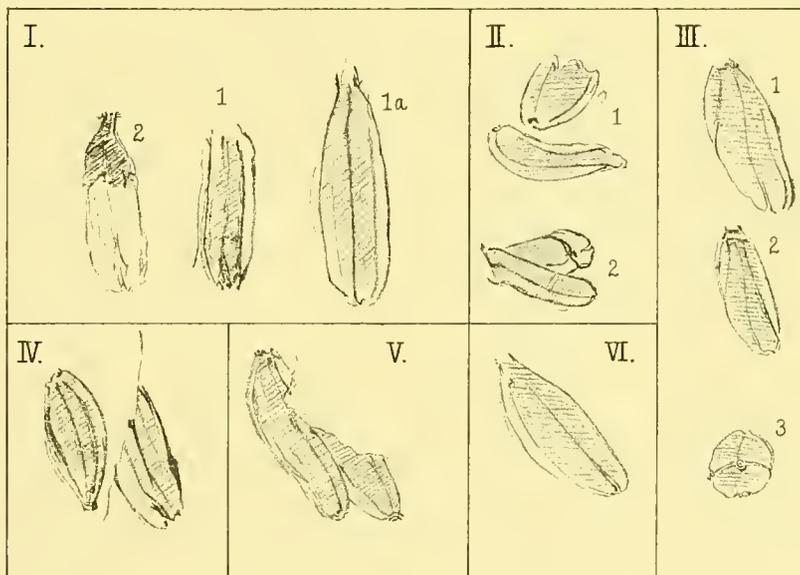
Betrachten wir Taf. II, Fig. 1, welche die Spitze des gefiederten Androphyllon darstellt. Wir blicken auf die Innenseite der Fiedern und können an den beiden obersten Fiedern an den mit \* und \*\* gekennzeichneten Stellen die Basis von einzelnen Antheren beobachten, wir sehen da die Anheftungsstelle als dunklen Punkt, von einem hellen Kreis umgeben, entsprechend der verkohlten Antherensubstanz und der der Antherensubstanz anliegenden Einschlußmasse. Von hier gehen helle Linien aus, welche den von Einschlußmasse ausgefüllten Tälern zwischen den vier Pollensäcken der Anthere entsprechen. Bei \* liegt die untere Anthere in der Längsachse der Fieder und zeigt demgemäß die Länge der Pollensäcke, die darüberstehende ist fragmentarischer, zeigt aber in schiefer Lagerung mehr von der Antherenbasis, namentlich gut die Anheftung im Durchbruch. Siehe das Schema Fig. 3, II 1.

Bei \*\* ist Gleiches zu beobachten, besonders gut die über die Abbruchstelle kreuzenden Täler zwischen den Pollensäcken. Siehe das Schema Fig. 3, II 2.

Taf. II, Fig. 1 in der Richtung des Pfeiles drei Antheren, von welchen zwei die Pollensäcke in der Längsansicht, die dritte aber in der Aufsicht auf die Antherenbasis zeigen. Es sind vier Pollensäcke, die in ihrer Längsachse offensichtlich gedreht sind. Schema Fig. 3, III 1, 2, 3.

Taf. II, Fig. 2 bezieht sich gleich Fig. 1 auf Handstück I, Bruchstück A, dessen Beschreibung p. 6 dieser Abhandlung gegeben wurde. Dargestellt ist das untere Drittel des Abdruckes. Sehr schön der Form und Gliederung nach sind die in der schematischen Fig. 3, I 1, 2 und IV ersichtlichen Antheren, welche den beiden obersten Fiedern der photographischen Abbildung (rechte Seite) angehören. Die oberste Fieder zeigt eine verkohlte Anthere (die Insertion ist nicht dargestellt), welche an der Spitze klappt, und rechts und links von dem basalwärts verlaufenden Öffnungsriß die Pollensackgrenzen erkennen läßt. Von der danebenstehenden Anthere ist der Umriß im Abdruck ersichtlich,

Fig. 3.



Schematische Zeichnungen von »Lunzia-Antheren« zur Erläuterung der im Texte zitierten Photographien.

aber nur die ganz kurz gestielte Basis, die Insertion, als Kohlebelag erhalten. Siehe Schema I 1, 2. Die beiden nächsten Fiedern zeigen Antherenreihen, und einige Antheren wieder die Öffnungsweise der Pollensäcke. Im Schema sind in Abbildung IV die beiden ersten Antheren der in der Photographie rechts von oben gezählten zweiten Fiedern gezeichnet.

Stark durcheinander gelagert sind die Antheren am Grunde des Bruchstückes B, das sich auf der linken Seite des Handstückes I befindet. Die photographische Vergrößerung auf Taf. II, Fig. 3, läßt an den zahlreichen Antheren die schon an den bereits besprochenen dargelegten Eigentümlichkeiten erkennen. Die Antheren sind an dem bezeichneten Bruchstück durch Abbruch der Fiedersubstanz freigelegt, da die Fiedern dem Beobachter, wie leicht zu entnehmen ist, die Außenseite zuzukehren. Dies sieht man sehr hübsch an der Vergrößerung der mittleren Partie desselben Bruchstückes, wie sie in Fig. 4 der Taf. II wiedergegeben ist. Von den vollständiger erhaltenen Antheren in Fig. 3 gibt Skizze V und VI das orientierende Bild. Sie finden sich an der Grenze des unteren Drittels.

Überall finden wir die Antheren von länglich-elliptischer Gestalt, zweieinhalb- bis dreimal länger als ihre größte Breite beträgt. Ihre Länge beträgt meist 4 bis 5 mm.

Die Anordnung der Antheren in der Längsachse der Fiedern parallelen Reihen ist an den Vergrößerungen, welche die Taf. II bietet, an mehreren Stellen aller Figuren sehr deutlich wahrnehmbar. Schwieriger ist es, die Anzahl der in einer Reihe befindlichen Antheren und die Anzahl der auf der einzelnen Fieder selbst befindlichen Antherenreihen festzustellen. Einige sichere Anhaltspunkte sind jedoch vorhanden. An einigen Fiedern sind die Antherenbasen auf der Fiederoberseite oder morphologisch richtig ausgedrückt auf der Außenseite, als Höcker zu erkennen, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die sehr derben Antheren in die verrottenden Gewebe der Fiedern durch den natürlichen Druck der sich setzenden Einschlußmasse eingesenkt wurden, ähnlich wie Sand und Steine in verrottendes Holz, welches bekanntlich geradezu plastisch wird, gelangen. Die Höcker könnten allerdings auch primär sein, dann müßten aber die Antheren stets in Grübchen inseriert sein, was aber durch den tatsächlichen Befund nicht bestätigt wird.

Die meisten Fiedern sind fragmentarisch. Die Photographie Taf. II, Fig. 4, zeigt dieses Verhalten.

In der Mitte des Bildes zeigt eine etwa halblang erhaltene Fieder Außenseite vier Höcker in einer Längsreihe, so daß wir acht oder mehr Antheren für die vollständige Reihe annehmen können, was der Befund an der nächsten tiefer inserierten Fieder bestätigt, da wir hier acht Höcker zählen können, trotzdem die Fieder nicht vollständig ist. Daß die Antherenreihen in der Vierzahl vorhanden waren, zeigt die Fieder unterhalb des Pfeiles in Fig. 1 auf Taf. II, welche das Spitzenstück des Bruchstückes A darstellt. An der von der Innenseite sichtbaren bezeichneten Fieder sehen wir querüber drei Anthereninsertionen und einige Antheren einer vierten Reihe.

Zusammenfassend können wir also sagen: Die derbwandigen Antheren von länglich-elliptischem Umriss besitzen eine Länge von mehr oder weniger 5 mm bei einer größten Breite von ungefähr einem Drittel dieser Dimension, vier Pollensäcke. Sie sind ganz kurz gestielt und in vier, mindestens achtzähligen Längsreihen an der Innenseite der Fiedern eines gefiederten Androphyllon inseriert.

Wenn die Synangien von *Lunzia* in streng morphologischem Sinne Antheren sind, dann wäre jede mit ihrem Stielchen ein Androphyllon, demnach mindestens einem Fiederblättchen letzter Ordnung äquivalent. Der ganze Synangienträger, d. i. das als *Lunzia Austriaca* bezeichnete Fossil, entspräche somit einem doppelt gefiederten Blatte. Diese Auffassung ließe sich wohl verfechten, wenn nicht mehrere Reihen von Synangien an den Fiedern stünden. Man könnte auf spekulativem Wege (etwa Flachsproß mit einseitiger Beblätterung) dieser Schwierigkeit begegnen, in Erinnerung, daß z. B. auch zur Erklärung der verzweigten Staubblätter (von *Ricinus*) verschiedene Annahmen gemacht werden müssen, doch erscheint dies unangebracht, da in unserem Falle weder auf dem Wege der vergleichenden Morphologie, noch der Entwicklungsgeschichte die nötige Kontrolle geübt werden kann.

Es entspricht wohl der Natur des fossilen Objektes viel mehr, an ein Fiederblatt zu denken, das nach Art der Filices oder der Pteridospermen die Sporangien, respektive Mikrosporangien, entwickelt, wie dies ohnedies für die bekannten Typen männlicher Sporophylle der *Bennettitinae* als feststehend angenommen wird.

Es bietet sich uns dann ungezwungen ein Vergleichungsobjekt unter den *Filicinae eusporangialae* mit Synangien in der Marattiaceengattung *Kaulfussia* dar, wo kreisrunde Synangien über die ganze Blattunterseite regellos verteilt sind. Auch die Synangien von *Lunzia* sind im Querschnitt kreisrund, allerdings sind sie dichter gestellt und in Reihen angeordnet, was jedenfalls mit dem Leitbündelverlauf zusammenhängt. Jedenfalls sind bei *Lunzia* wie bei *Kaulfussia* die das Synangium bildenden Sporangien in einen Kreis gestellt. Freilich sind es ihrer bei *Kaulfussia* etwa 10 bis 15, bei *Lunzia* 4. Auch die Form der Synangien ist verschieden, denn die Synangien von *Kaulfussia* besitzen im Zentrum eine becherförmige Vertiefung. Dazu kommt, daß die Synangiumfächer von *Kaulfussia* sich nach innen öffnen, die Mikrosporangien von *Lunzia* aber nach außen. Es sind also trotz der in der radiären Anordnung der Sporangien (d. i. der Synangiumfächer bei *Kaulfussia* respektive der Mikrosporangien bei *Lunzia*) sich äußernden Übereinstimmung im Bauplan, doch wesentliche Verschiedenheiten

dadurch gegeben, daß das Synangium von *Kaulfussia* einen Becher darstellt, das von *Lunzia* jedoch ein Gebilde, welches aus nicht nur seitlich, sondern auch achsial miteinander kongenital verwachsenen Mikrosporangien besteht. Damit im Zusammenhang steht wohl, wie kaum bezweifelt werden kann, die Dehiscenz der Mikrosporangien nach außen.

Der Typus *Lunzia* hat eben die Besonderheit, daß die Synangien habituell Antheren auf kurzen Filamenten gleichen und denselben durch die Dehiscenz der einzelnen Mikrosporangien durch einen Längsriß nach außen noch näher kommen, so daß man im Hinblick auf diese Eigentümlichkeiten wohl von der »Lunzia-Anthere« sprechen kann. Der Nachweis von Stranggewebeelementen<sup>1</sup> in der basalen inneren Wandpartie kann vielleicht gleichfalls (Andeutung eines Konnektivs?) herangezogen werden. Überdies ist es jedenfalls bemerkenswert, daß sich unter den Pteridospermen<sup>1</sup> nach Kidston (On the Mikrosporangia of the Pteridospermeae. Philos. Transact. London. Ser. B, Vol. 198, 1906 p. 429) bei *Crossothecca* (Lyginodendron) zweifächerige Mikrosporangien finden, die er »nur aus dem Grunde nicht für *Stamina* erklärt, weil sie auf modifizierten Fiederchen von gewöhnlichem Farntypus entstanden sind, und eine Vergleichung mit den *Stamina*, solange als man letztere ihrer Natur nach für Blätter hält, unstatthaft ist«.

### 3. Histologie der Antherenwand.

Die nach der Mazerationsmethode, wie bereits im Abschnitt »Untersuchungsmethoden« auseinandergesetzt wurde, gewonnenen Präparate ließen bei der mikroskopischen Untersuchung überraschend viel Beobachtungen sammeln. Sowohl der Bau der Antherenwand als der Inhalt der Pollensäcke, der Pollen, konnten festgestellt werden. Auf Taf. III sind die darauf Bezug habenden Mikrophotographien zusammengestellt.

\*

Es gelang, Antheren zu isolieren, die beiden Antherenhälften mit der Präpariernadel zu öffnen und wenigstens teilweise so auszubreiten, daß die Antherenwand von der Außenseite und von der Innenseite her untersucht werden konnte. Gleichzeitig war damit die Trennungswand des die Antherenhälfte bildenden Pollensackpaares freigelegt, auf welcher die Hauptmasse des Pollens haftete.

Im mazerierten Zustande besteht die als humifizierte Plättchen erhaltene Anthere aus einer Schichte von derbwandigen Zellen, welche im allgemeinen in der Richtung der Längsachse mehr oder weniger gestreckt sind.

In der Scheitelregion und am Grunde finden sich jedoch auch mehr oder weniger ungestreckte Zellen. Im allgemeinen sind die Zellen gegen den Scheitel hin dünnwandiger als gegen die Basis, doch finden wir sie an beiden Polen, wie in der Form, so auch in der Wanddicke differenziert. Unter den gestreckten Zellen lassen sich in der Richtung der Längsachse verlaufende Zonen schmälerer Zellen unterscheiden (Fig. 1 und 2 in der Mitte und am Rande rechts, Fig. 3 an mehreren Stellen). Sie können kaum anders gedeutet werden als das Gewebe, welches den Dehiscenzlinien der einzelnen Mikrosporangien entspricht.

In der Scheitelregion fällt eine Kappe aus ungestreckten Zellen auf, deren Wand weitaus dicker ist als bei den typischen Wandzellen. Die letzteren gehen indes durch weitlumigere Elemente mit geringerer Streckung in die Kappenzellen über (Taf. III, Fig. 3). Man wird kaum fehlgehen, wenn man die bezeichneten dickwandigen Zellen der Scheitelregion als einen Annulus deutet. Die Berechtigung, sie so zu bezeichnen, ergibt sich, wie in einem folgenden Abschnitt gezeigt wird, aus einer vergleichenden Betrachtung der Oberflächenansichten der Mikrosporangien rezenter Cycadophyten und

<sup>1</sup> Siehe den nächsten Abschnitt dieser Abhandlung: 3. Histologie der Antherenwand.

der Sporangien gewisser Pteridophyten, die von verschiedenen Autoren in phylogenetische Beziehungen zu den Cycadophyten gebracht werden.

In den basalen Partien beobachtet man (Fig. 4, Vergr. 83) von der Insertion ausstrahlende dickwandige Elemente, die von gleichseitig-polygonalem allmählich in den trapezoidischen und wetzsteinförmigen Umriß der typischen Wandzellen übergehen, wobei auch die Wanddicke geringer wird. Außerdem wird man gleichfalls vom Grunde aufsteigender, gestreckter, schmaler Elemente gewahr. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 5, Vergr. 209, in der Mitte der rechten Hälfte) erkennt man darunter teils sehr englumige, verhältnismäßig dickwandige Zellen, teils weitlumigere, merklich dünnwandigere Elemente, bei welchen schiefgestellte, deutlich poröse Querwände auffallen. Es fällt schwer, sie als etwas anderes als Stranggewebelemente zu deuten, welche aus dem Stiel in die Wand laufen und wohl als die letzten Ausstrahlungen des vom Leitbündelsystem der Fieder in den Stiel eintretenden Elemente des Stranggewebes anzusehen sind. Man hätte dann Siebröhren und Holzzellen (Tracheiden?), letztere ohne erkennbare feinere Struktur, vor sich.

Auch über die feinere Struktur der Verdickungsmasse der Wandzellen erhalten wir durch Anwendung einer etwas stärkeren Vergrößerung und schiefer Beleuchtung Aufschluß. Taf. III, Fig. 5, Vergr. 209, und Fig. 4, Vergr. 83, veranschaulichen die nun zu erörternden Eigentümlichkeiten. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Präparates kann man an sehr vielen Stellen so einstellen, daß im optischen Durchschnitt die Wand perlenschnurartig erscheint. Stellt man auf die Fläche ein, so erkennt man die Poren in der Verdickungsmasse als hellere Zeichnung. Die Anwendung der schiefen Beleuchtung verstärkt den Gegensatz zwischen hell und dunkel. So kann man die netzig-faserige Ausbildung der Verdickungsmasse darstellen und feststellen. Sie tritt in der Reproduktion unserer mikrographischen Aufnahmen besonders in Fig. 5 scharf hervor, ist aber in weiter Ausdehnung auch in Fig. 4 zu erkennen, welche übrigens hauptsächlich wegen der Darstellung der perlenschnurförmigen Verdickung hergestellt wurde. Es empfiehlt sich, bei der Betrachtung der Bilder eine schwache Lupe (Leseglas) zu verwenden. Die geschilderte eigentümliche Verdickungsweise verleiht dem ganzen Gewebe den Charakter aktiver Zellen. Wir werden also für *Lunzia* die Existenz eines Exotheciums mit Recht behaupten dürfen.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen, so können wir sagen: Die nach der Mazerationsmethode gewonnenen Gewebereste des Synangiums von *Lunzia* zeigen eine erhebliche Differenzierung, welche sich in dem Vorhandensein eines Exotheciums aus axial längsgestreckten Zellen mit Dehizenslinie, Übergang in kaum und in nicht gestreckte dickwandigere Zellen am Grunde (jedoch mit dem Charakter von Exotheciumzellen), Eintritt von Stranggewebeelementen in die basale Wandpartie und im Auftreten eines kleinzelligen breiten Annulus am Scheitel ausdrückt. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden.

Die Zellen sind durchaus klein, es setzt sich daher die Synangiumwand aus zahlreichen Zellen zusammen.

#### 4. Der Pollen.

Taf. II, Fig. 6, 7 und 8.

Die Pollenkörner, wie sie beim Öffnen der mazerierten Antheren vorgefunden werden, sind auf Taf. II, Fig. 6 und 7, auf die Fachscheidewand aufgelagert dargestellt. Man erblickt sie in Fig. 6 in 40facher Vergrößerung, teils als zusammenhängende Masse, teils zusammengesintert, teils isoliert und durch Quellung im Ammoniak wieder ungefähr auf die natürliche Größe und in die normale Form gebracht, die sie im Leben besessen haben dürften. Die Fachscheidewand läßt die zellige Struktur nicht mehr erkennen, selbst kaum bei der stärkeren Vergrößerung von 185 in Fig. 7, wo die Pollenkörner bereits verschiedene Strukturen darbieten, zum Teil solche, welche wir auch an der Fachscheidewand wahrnehmen. Noch deutlicher tritt all dies bei der 260fachen Vergrößerung in Fig. 8 in Erscheinung.

Sowohl an den Pollenkörnern als auch an der Fachscheidewand, deren Gewebestruktur (gestreckte Zellen in Fig. 7, rechts) einigermaßen erkennbar wird, nehmen wir eine feine Körnelung wahr, welche bei der Betrachtung der Abbildung mit der Lupe sehr deutlich hervortritt. Man kann da namentlich in der Fachscheidewand auch Fibrillenreihen sehen. Die geschilderten Strukturen treten im Laufe des Mazerationsprozesses in Erscheinung, welcher schließlich zum Zerfall der humifizierten Zellwände durch Oxydation und Quellung in einen Körnerhaufen und schließlich zu völliger Auflösung führt, wenn er nicht rechtzeitig unterbrochen wird. Die erörterte Körnchenstruktur läuft also im Sinne der Ansichten von Wiesner<sup>1</sup> über den Aufbau der pflanzlichen Zellwand auf die Darstellung der Dermatosomen hinaus.

Wir haben demnach auch nicht etwa Pollenkörner vor uns mit ursprünglich körniger Exine. Fig. 8 zeigt sehr hübsch verschiedene Zerfallsstadien. Man vergleiche die auffällig hervortretenden, scharf umrissenen Pollenkörner in der Mitte und dann im linken unteren Quadranten des dargestellten Gesichtsfeldes mit den stark gequollenen Pollenkörnern am oberen Rande des Gesichtsfeldes, welche die Körnchen sehr auffällig zeigen.

Am meisten dürften den Maßverhältnissen der zur Keuperzeit lebendigen Pollenkörner die in der Mitte von Fig. 8 befindlichen Pollenkörnerleichen entsprechen.

Die Pollenkörner von *Lunzia austriaca* besitzen einen elliptischen Umriss, eine glatte Exine und sind auf einer Seite mit einer Längsfalte versehen. Das Verhältnis der Länge zur größten Breite beträgt zumeist 1.5 zu 1; sie sind also im allgemeinen um die Hälfte länger als breit. Die Längsachse wurde an den vollständig entwickelten Pollenkörnern, unter Ausschluß der sichtlich übermäßig gequollenen, mit ungefähr 27  $\mu$  bestimmt.

Den Pollen fossiler Cycadophyten, jedoch aus geologisch jüngeren Schichten als Keuper, kennt man bereits teils aus Mazerationspräparaten durch Nathorst, teils aus versteinertem Material durch Graf zu Solms-Laubach<sup>2</sup>, welcher 1892 überhaupt zuerst den fossilen Cycadophytenpollen bekannt machte, und durch Wieland. Ich möchte zunächst hinweisen auf die von Wieland<sup>3</sup> bereits 1899 veröffentlichte Abbildung, welche den Pollen von *Cycadeoidea etrusca* (nach Solms), ferner von *Cycadeoidea* sp.<sup>4</sup> aus den Black hills darstellt, verglichen mit dem Pollen der rezenten *Ceratozamia longifolia* Miq. (nach Juranyi). Der Vergleich des *Lunzia*-Pollens mit dem von *Cycadeoidea dacotensis* ergibt, daß derselbe auf gleichen Maßstab gebracht, etwas kleiner ist und vermutlich etwas mehr abgerundet, wenn dies nicht durch die schon erwähnte Quellung bedingt ist. Es kommen übrigens bei *Cycadeoidea* wie bei rezenten Cycadeen unter den voll entwickelten Pollenkörnern stärker und weniger abgerundete nebeneinander vor. Übereinstimmend ist die Gestalt der Längsfurche.

Was die durch Nathorst<sup>5</sup> bekanntgewordenen Cycadophyten-Pollenkörner anbelangt, die uns natürlich wegen des Vergleiches mit *Lunzia*, weil sie in gleichem Erhaltungszustande sich befinden, noch mehr interessieren müssen, so kommen hier in Betracht:

1\* Pollenkörner aus den Synangien der *Williamsonia*-Arten.

2\* Pollenkörner der *Helandiella*-Arten.

3\* Pollenkörner von *Cycadocephalus*.

<sup>1</sup> Wiesner J., Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien m.-n. Kl. Bd. XCIII (1886); ferner: Die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz Wien 1892.

<sup>2</sup> Capellini G. e Solms-Laubach Conte H., Mem. R. Acad. delle Science, Istituto di Bologna, ser. V, t. II (1892).

<sup>3</sup> Wieland G. R., A study of some American fossil Cycads P. III. Americ. Journ. of science, vol. VII, May 1899, S. 389, Fig. 3 bis 20.

<sup>4</sup> *Cycadeoidea dacotensis* in: American fossil Cycads (1906), Fig. 83.

<sup>5</sup> Nathorst A. G., Paläobotanische Mitteilungen. (K. Sv. Vet.-Akad. Handl.): 3. (Bd. 43, Nr. 3, 1908). 4. bis 6. (Bd. 43, Nr. 6, 1908). 8. (Bd. 45, Nr. 4, 1909). 9. (Bd. 46, Nr. 4, 1911). 11. (Bd. 48, Nr. 2, 1912.)

4\* Pollenkörner, beziehungsweise Mikrosporen mit Längsfurchen anderer Abstammung.

Alle von Nathorst abgebildeten Cycadophyten-Pollenkörner (Mikrosporen) mit Ausnahme der Farnsporen ähnlichen von *Cycadocephalus* besitzen auf der einen Seite eine charakteristische Längsfurche, wie sie auch den rezenten Cycadeen, aber auch einigen anderen Gymnospermen eigen sind. Ich verweise in letzterer Beziehung auf die Angaben, die ich in Kapitel 6 angemerkt habe.

## 1\*

*Williamsonia spectabilis* Nath. (Mitt. 8; Taf. II, Fig. 6, 9, 10, S. 7). Meistens zusammengeschrumpft, spulenförmig, gerade oder etwas gekrümmt: mit einer Längsrinne, den Pollenkörnern ähnlich, die Solms zuerst bei *Cycadeoidea etrusca* beobachtete. Andere sind eiförmig (Taf. II, Fig. 7, 8). Die Länge der Pollenkörner beträgt im Mittel etwa 58 bis 65  $\mu$ .

*W. whitbiensis* Nath. (Mitt. 8; Taf. II, Fig. 12 bis 15, S. 9). 36 bis 44  $\mu$ , bisweilen 50  $\mu$ .

*W. (?) Lignierei* Nath. (Mitt. 8; Taf. IV, Fig. 11 und 12, p. 21.) Die Mikrosporen (Pollenkörner) sind sehr klein; ihre Länge beträgt nur 25 bis 30  $\mu$ .

*W. setosa* Nath. (Mitt. 9; Taf. IV, Fig. 11, p. 18.) Ihre Länge ist etwa dieselbe wie bei *W. whitbiensis* und beträgt 40 bis 44  $\mu$ .

Sämtliche angeführten *Williamsonia*-Arten stammen aus dem Dogger von Whitby.

## 2\*

*Wielandiella angustifolia* Nath. (Mitt. 8; Taf. V, Fig. 11 bis 13, p. 24.) Noch nicht vollständig entwickelt. 32 bis 42  $\mu$  beträgt die Länge gewöhnlich, selten 28  $\mu$ , noch seltener 50  $\mu$ . Pollenkorn Fig. 12 ist spitz abgerundet, erinnert an *Cycadeoidea etrusca* Solms und an die schmälere Formen von *Cycadeoidea dacolensis*, jedoch breiter.

*W. punctata* Nath. (Mitt. 8; Taf. V, Fig. 19 bis 22, p. 26.) Sichtlich reifer Pollen! Fast alle etwa 58  $\mu$ , ein einziges 76  $\mu$ .

Vorkommen: *W. angustifolia* stammt aus dem Sandstein von Hör und aus der pflanzenführenden Schicht *a* von Bjuf in Schonen, *W. punctata* von Hyllinge, Schonen.

## 3\*

*Cycadocephalus Sewardi* Nath. (Mitt. 8; Taf. VIII, Fig. 4, 5, p. 28). Sporen kugeltetraedisch, mit den an Farnsporen gewöhnlichen drei radialen Linien.

*C. minor* Nath. (Mitt. 11; Taf. II, Fig. 12, 13, p. 7). Vielleicht etwas mehr kugelförmig als bei *C. Sewardi*. Die Größe ist dieselbe, etwa 54 bis 55  $\mu$ .

Vorkommen beider Arten: Rhät von Schonen. *C. Sewardi* im Unter-Rhät von Bjuf, *C. minor* in einem etwas höheren stratigraphischen Niveau.

## 4\*

Pollenkörner (Mikrosporen) aus dem Liaston von Hör, nach der Schlammungsmethode (getrocknete Tonstücke mit Salpetersäure aufgeschlossen auf Messingdrahtnetz mit Wasser behandelt) erhalten, von ovaler Form mit Längsspalte (Mitt. 4; Taf. II, Fig. 42 bis 46, p. 13).

Nach Nathorst dürften von den Gruppen, welche sich innerhalb derselben unterscheiden lassen, die Pollenkörner mit 29 bis 36  $\mu$  Länge und wechselnder Breite, ferner die mit 47 bis 60  $\mu$ , wohl sicher zu den Gymnospermen gehören, und zwar teils zu den Ginkgophyten, teils zu den Cycadophyten. Von den Nathorst'schen Figuren gleichen 42 bis 44 dem *Lunzia*-Typus, 45 bis 46 dem von *Cycadeoidea dacolensis*, nämlich den schmalen Formen, und daher auch *Cycadeoidea etrusca*.

*Antholithus Zeilleri* Nath. (Mitt. 6; Taf. IV, Fig. 87 bis 89, p. 22)<sup>1</sup>. Antheren mit noch erhaltenen Pollenkörnern.

<sup>1</sup> Siehe auch meine späteren Ausführungen über *Antholithus*.

Pollenkörner oval 36 bis 48  $\mu$ , meist 40 bis 43  $\mu$  lang. Ihre Form ist, wie Nathorst ausdrücklich betont, derjenigen der Pollenkörner von *Ginkgo*, aber auch von Cycadophyten ähnlich. Vorkommen: Im Rhät von Schonen.

*Lycostrobus Scottii* Nath. (Mitt. 3; Taf. II, Fig. 24 und 25, p. 6 und Figurenerklärung). Die Mikrosporen, welche eine Längsfalte besitzen, messen 36 bis 44  $\mu$ .

Ein ansehnlicher Zapfen, welcher nach der äußeren Gestalt ursprünglich für einen Cycadophytenzapfen gehalten worden war, aber auch Makrosporen mit sehr charakteristischer Exine besitzt und nach den Ergebnissen der Nathorst'schen Untersuchung zweifellos zu den *Lycopodiales*, mit höchster Wahrscheinlichkeit sogar zu den *Isoetinae* gehört.

Fundort: Oberes Rhät von Helsingborg.

\*

Aus den obigen Darlegungen können wir also entnehmen, daß Cycadophytenpollenkörner in der auch für die rezenten Cycadeen charakteristischen Gestalt mit der Längsfurche von der Trias, Lunz, an nachweisbar sind bis in die untere Kreide, daß aber bei dem rhätischen *Cycadocephalus*, der jedoch als ein Vertreter der Cycadophyten gelten muß, der Pollen die Gestalt der tetraedischen Farnsporen aufweist.

Gleichzeitig schöpfen wir daraus die Erkenntnis, daß der Ginkgophytenpollen mit Längsfalte, falls *Antholithus Zeilleri* wirklich zu den Ginkgophyten gehört und nicht zu den Cycadophyten, sich bei *Baiera furcata* in der Triasflora von Neuwelt nachweisen lassen müßte. Freilich fehlt meines Wissens gegenwärtig überhaupt noch der auf mehr als auf hohe Wahrscheinlichkeit gegründete Nachweis der tatsächlichen Zugehörigkeit der als männliche *Baiera*-Blüten angesehenen Fossilien zu den als *Baiera* bezeichneten Beblätterungen. Die Existenz von Mikrosporen mit Längsfurche bei gewissen Pteridophyten (*Lycostrobus Scottii*), bei Ginkgophyten und Cycadophyten beruht wohl gleich anderen Merkmalen auf den phylogenetischen Beziehungen dieser Gruppen.

## 5. Biologische Betrachtung.

Der Pollen der *Lunzia* besteht, wie wir gezeigt haben, aus Pollenkörnern mit glatter Exine. Es spricht nichts dagegen, ihn als einen stäubenden Pollen zu betrachten. Die auf ihrer Innenseite die Antheren tragenden Fiedern führen eine Drehung um mehr als 90° aus, in dem Sinne, daß die Antheren dann auf einer schiefen Ebene nach außen gewendet sind, was wohl als eine die Pollenausstreuerung fördernde Einrichtung gedeutet werden kann. Antheren und Antherenträger, d. i. das ganze Mikrosporophyll, sind von derber Beschaffenheit, sichtlich gegen Feuchtigkeit sehr widerstandsfähig. All dies läßt die Vermutung gerechtfertigt erscheinen, daß der *Lunzia*-Pollen durch Wind und Regen verbreitet wurde. Auch die rezenten Cycadaceen und Zamiaceen gelten als Windblütler.<sup>1</sup> Schon Anton Kerner v. Marilaun sagt in seinem klassischen »Pflanzenleben« (1. Aufl., II. Bd. [1891], p. 636) in der Charakteristik der Cycadeen: Der Pollen ist stäubend und wird durch Luftströmungen zu den Samenanlagen gebracht.

Mein lieber Freund Kustos Dr. Rechinger, der auf seiner bekannten erfolgreichen Forschungsreise auch zahlreiche biologische Beobachtungen anstellte, schrieb mir über die Bestäubungsverhältnisse der Cycadeen folgende Bemerkungen:

»Weibliche Pflanzen habe ich merkwürdigerweise nicht angetroffen, wenigstens nicht solche, die weibliche Zapfen oder Früchte trugen, dagegen einigemal männliche. Ich habe den Eindruck, daß die Cycadeen vorwiegend windblütig sind, vielleicht wirken auch hin und wieder Insekten mit. Die

<sup>1</sup> v. Wettstein, Handb. d. system. Botanik, 2. Aufl., 1. Hälfte (1910), p. 381. — Handwörterb. d. Naturw., II, p. 75 (im Artikel: Blüte).

frischen männlichen Zapfen haben einen schwachen, aber angenehm süßlichen blumenartigen (etwas an die Weinblüte erinnernden) Duft. Ich habe männliche *Cycas* in größerer Zahl, förmlich »bestandbildend« (Kerner) in prächtigen Exemplaren an felsigen Abhängen unmittelbar am Meere, unter riesigen Urwaldbäumen gefunden, z. B. in der Bucht von Kieta der Insel Bougainville (Salomonsinseln). An solchen Stellen streicht stets ein sanfter Luftzug, auch wenn an anderen Stellen des Waldes drückende Schwüle und absolute Windstille herrscht. Gerade der aufsteigende Luftstrom von geringer Geschwindigkeit ist zur Pollenbeförderung sehr geeignet, da ein heftiger Luftstrom die Pollenkörner mit sich fort- und weiter wegreißt, ihnen gewissermaßen keine Zeit zur Ablagerung auf den Narben läßt. Daß gerade an solchen Stellen der Küste ein entsprechender Luftstrom herrscht, hat seinen Grund im Austausch der warmen und kälteren Luftmassen, die abwechselnd über dem Land und ober der Meeresfläche lagern, je nach der Tageszeit und Insolation, und so lange ab- und zuströmen, bis der Ausgleich zwischen leichter und schwerer Luft annähernd erreicht ist. Daß an solchen Stellen auch zeitweise Stürme rasen können, ist natürlich.« (Karl Rechinger in litt. ad me, d. d. 31. I. 1916.)

Julius Sachs (Lehrbuch der Botanik, 4. Aufl., 1874, p. 496) hat zwar vermutet, daß die Bestäubung bei den Cycadineen durch Insekten vermittelt werde, doch sprechen die Tatsachen nicht dafür. Nur Paul Knuth und Schmiedeknecht haben einmal im botanischen Garten von Buitenzorg kleine Bienen mit dicken weißen Pollenhöschchen von *Macrozamia Mackenzii* Hort. davonfliegen sehen.<sup>1</sup>

## 6. Vergleichung mit den Pollensäcken und Synangien der Cycadophyten und deren Pollen, mit Ausblicken auf die Pteridospermen und Farné.

Da die Untersuchung des *Lunzia*-Mikrosporophylles eine Reihe bemerkenswerter Eigentümlichkeiten zutage förderte, ist es wohl gerechtfertigt, in erster Linie einen Vergleich mit den analogen Teilen und Eigentümlichkeiten der rezenten Cycadeen zu ziehen.

Es sollen also in Kürze betrachtet werden:

- a) die morphologischen Verhältnisse der Pollensäcke und die Histologie der Pollensackwand,
- b) der Pollen.

\* \* \*

### a) 1. Morphologie der Pollensäcke.

Die männliche Blüte<sup>2</sup> der rezenten Cycadeen ist ausnahmslos als Zapfen entwickelt, was auch, allein die Gattung *Cycas* ausgenommen, für die weibliche Blüte gilt. Die im allgemeinen keil- oder nagelförmig gestalteten Schuppen des männlichen Zapfens, also die Pollenblätter (Staubblätter, Mikrosporophylle) tragen auf der Rückenfläche (morphologische Unterseite) die Pollensäcke (Mikrosporangien), jedoch nur auf dem gedeckten Teile. Wie Eichler angibt,<sup>3</sup> überziehen sie denselben entweder in zusammenhängender Schicht oder sie sind durch einen nackten Mittelstreif in zwei Felder geschieden. In einzelnen Fällen stehen die Pollensäcke nur randnah (*Zamia Skinneri*), ihre Zahl kann dann gelegentlich auf zwei bis drei jederseits herabgehen. Diesem Minimum stehen als Maximum die etwa 1000 Pollensäcke des Pollenblattes von *Macrozamia Denisonii* u. a. gegenüber. Bei vielen Cycadeen

<sup>1</sup> Knuth P., Handbuch der Blütenbiologie III, 1., p. 138 (1904).

<sup>2</sup> Hier wurden nur jene Eigentümlichkeiten der männlichen Blüte der *Cycadinae* zusammengetragen, welche sich auf Anordnung, Stellungenverhältnisse, Gestalt und Öffnungsweise der Pollensäcke (Mikrosporangien) beziehen. Im übrigen sei in erster Linie auf die klare Darstellung der Blütenverhältnisse in v. Wettstein's Handbuch der systematischen Botanik, 2. Aufl., 1. Hälfte (Wien, 1910) verwiesen. Ferner kommen in Betracht besonders: Eichler, *Cycadaceae* (Engler-Brantl, Nat. Pflanzenfam. II, 1), sowie Luerssen, Handb. der system. Botanik II (1882) und Lotsy, Vorlesungen über botan. Stammesgeschichte II (1909).

sind die Pollensäcke deutlich in kleinen Gruppen angeordnet, so zu drei bis sechs bei *Cycas* und *Stangeria* zu zwei bis drei bei *Zamia*. Das Zentrum jeder Gruppe bildet eine minutiöse Protuberanz, gegen welche hin radial die Längsrisse orientiert sind, welche bei der Öffnung der Pollensäcke entstehen, wie es schon Richard in der *Commentatio botan. de Coniferis et Cycadeis*, Stuttgart 1826, darstellt. Diese Gruppen werden als Sori bezeichnet und nach Luerssen<sup>1</sup> am besten mit den nur eine geringe Zahl von Sporangien enthaltenden Sori von *Gleichenia* und selbst noch *Angiopteris* verglichen.

Die Pollensäcke (Mikrosporangien) sind fast sitzend oder mit einem kurzen Stiel versehen. Die Stiele der einem Sorus angehörenden Säcke sind genähert oder selbst am Grunde miteinander verschmolzen. Der Gestalt nach sind die Pollensäcke zuweilen fast kugelig, häufiger birnförmig bis länglich, ihr Scheitel stumpf oder abgerundet oder etwas zugespitzt.<sup>2</sup>

Eine ausführlichere Beschreibung der Pollensackformen finden wir bei Saporta.<sup>3</sup> Aus seiner Darstellung hebe ich die im nachstehenden in wörtlicher Übersetzung wiedergegebene Stelle heraus, weil er den betreffenden Ausführungen Wert für die Beurteilung fossiler Vorkommnisse im Hinblick auf die Verwandtschaft mit rezenten Cycadeen beimißt, denn er sagt ausdrücklich: *Tous ces détails serviront plus tard aux rapprochements que nous établirons entre les types fossiles et ceux que nous venons de décrire*. Freilich ist er nicht in die Lage gekommen, Cycadophyten-Pollensäcke an fossilen Objekten zu beobachten. Die uns interessierenden Angaben lauten: . . . Sie (die Pollensäcke) sind nicht regellos angeordnet, sondern zu je drei oder vier an einer gemeinsamen Ursprungsstelle. Jeder Pollensack hat die Form eines hartschaligen Eies oder eines mehr weniger abgerundeten oder erweiterten (evasé) Hörnchens, anfangs geschlossen, bald aber geöffnet durch eine apikale Spalte, welche klaffend bleibt und sich bis zur Basis am Rücken des Organes verlängernd, dessen tiefes und hohles Innere eröffnet. Die eiförmige oder hörnchenartige Gestalt ist die gewöhnliche, aber nicht die einzige, die Pollenblätter von *Encephalartos* zeigen vom Rücken gesehen die Tendenz, sich zu einem von den Seitenwänden her mehr oder weniger zusammengedrückten Rohr zu verlängern.

Bei den *Cycas* (siehe Taf. 72, Fig. 4) zeigen sich die Pollensäcke als röhrig-zylindrische Säcke, welche in ein glattes dichtes Tomentum eingepflanzt sind in Grübchen, welche sich um einen leicht vorspringenden Mittelpunkt gruppieren, der die Achse ihrer Anordnung darstellt. Die Pollenbehälter der *Stangeria*-Arten sind viereckig und kurzpfostig. . . .

Die Form der Pollensäcke der Cycadaceen scheint übrigens noch mannigfaltiger zu sein, als man gewöhnlich annimmt. Darauf deutet die von W. H. Lang (*Ann. of Botany* XI, 1897, p. 433) mitgeteilte Beobachtung hin, daß bei *Stangeria paradoxa* die Pollensäcke am Außenrande der Sorusregion des Mikrosporophylls anders gestaltet sind, als die mehr zentral gelegenen. Nach der von diesem Autor l. c. Fig. 17 a, b gegebenen Abbildung erscheinen die letzteren in der seitlichen Profilansicht schief aufgerichtet und von rhombischem Umriß mit seitlich etwas vorgezogenem Scheitel, die ersteren aber horizontal gelegt und von eirundem Umriß mit abgekapptem Scheitel, zudem auf einen vom Pollensackgrunde in die Horizontalachse etwas abgerückten Stiel gestellt. Das Stielchen der mehr zentral gelegenen Pollensäcke befindet sich am Grunde in der durch die eine Diagonale des Rhombus gegebenen Vertikalachse. W. H. Lang begnügte sich mit der Abbildung der zwei Pollensackformen, es war daher notwendig, sie an dieser Stelle zu beschreiben.

Auf welche *Cycas*-Art sich die von Saporta zitierte Figur bezieht, erfahren wir leider auch in der Figurenerklärung (l. c. p. 61) nicht. Wegen des Vergleiches mit *Lunzia* sind gerade die von Saporta in Fig. 4b, c und d in der Aufsicht vergrößert dargestellten Pollensäcke von Interesse, da sie ähnliche Gestalt und das gleiche Achsenverhältnis besitzen, wenn sie auch wesentlich kleiner sind. Die *Cycas*-Pollensäcke, die ich gesehen habe, stimmen weder mit den Saporta'schen Figuren und

<sup>1</sup> Luerssen Chr., l. c. p. 25.

<sup>2</sup> Luerssen, *ibid.* p. 25 und 79.

<sup>3</sup> Saporta, *Plantes jurassiques* II (Paris 1875).

noch viel weniger mit den *Lunzia*-Antheren überein. Da es mindestens 16 Arten von *Cycas* gibt, so muß die Frage bis auf weiteres unerörtert bleiben, zumal Vergleichsmaterial gegenwärtig nicht zu beschaffen ist.

Wenn man die *Lunzia*-Anthere mit einem Sorus von *Cycas* vergleichen will, so kann man sich ihre Bildung durch Verwachsung der Konstituenten eines vierzähligen Sorus in der Sorusachse vorstellen. Natürlich kann dabei nicht an direkte phylogenetische Beziehungen gedacht werden. Es dürfte am besten sein, sich vor Augen zu halten, daß sowohl die *Lunzia*-Anthere als die Pollensäcke der *Cycadinae* in so mancher grob morphologischer Beziehung noch recht unbekannt sind und daß wir über das geologische Alter von *Cycas* nichts Sicheres wissen.

Wenn wir also bei *Lunzia* im Gegensatz zu den *Cycadinae* von Synangien sprechen können, so zeigt dies zugleich einen morphologischen Unterschied an, der sie voneinander trennt und die *Lunzia* den *Bennettitinae* anreihet. Bei letzteren sind durch Wieland und namentlich durch Nathorst<sup>1</sup> verschiedene Synangiumtypen bekanntgeworden, die nierenförmigen Synangien und die Synangiumfiedern. Merkwürdig ist, daß gerade der älteste Typus, die dem alpinen Keuper angehörende *Lunzia*, am meisten angiosperm anmutet, da ihre Synangien habituell Antheren gleichen.

## 2. Histologie der Pollensackwand.

### a) Die rezenten *Cycadinae*.

Mit Recht betrachtet man seit lange den Bau der Sporangienwand als ein wichtiges systematisches Merkmal.<sup>2</sup> Wesentlich kommt hierbei die Histologie der den Öffnungs- und Zerstreungsmechanismus darstellenden Zellenkomplexe in Betracht. Bekanntlich hat Goebel<sup>3</sup> diese Zellen »aktive Zellen« genannt und dargelegt, daß die Pteridophyten und Gymnospermen (»alle von mir untersuchten Cycadeen, Coniferen und Gnetaceen«) ein Exothecium haben, während bei den Angiospermen, wenn aktive Zellen vorhanden sind, diese als Endothecium ausgebildet seien. Goebel selbst hat später unter den Gymnospermen für *Ginkgo*<sup>4</sup>) ein typisches Endothecium festgestellt, und die von v. Wettstein veranlaßten Untersuchungen von F. Nabelek<sup>5</sup> haben erwiesen, daß die Ausbildung der Epidermis als Exothecium bei den Angiospermen keine seltene Erscheinung ist. Es hat sich jedoch dessenungeachtet herausgestellt, daß innerhalb engerer Grenzen die Verwandtschaft von Pflanzen sich sehr deutlich auch im Bau der Wand ihrer Antheren ausdrückt, selbst in denjenigen Fällen, wo die biologische Blüteneinrichtung ein vom normalen abweichendes Verhalten der Antherenwände erfordert.

Was nun den Aufbau der Wand des Mikrosporangiums der rezenten *Cycadinae* anbelangt, so geben uns darüber, da Mitteilungen über genauere vergleichende Untersuchungen in der Literatur fehlen, auch heute noch einige ältere Arbeiten von Schinz, Treub, Warming sowie von William H. Lang erwünschten Aufschluß.

<sup>1</sup> Ein zusammenfassendes Referat über die wichtigen Entdeckungen Nathorst's und genaue Zitate enthält: Pelourd F., Le Progrès réalisés dans l'étude de Cycadophytes de l'époque secondaire (Progressus rei botanicae V, 2, 1916). — Siehe besonders auch Nathorst A. G., Die Mikrosporophylle von *Williamsonia* (Arkiv för Botanik, Bd. 12. Nr. 6, 1912).

<sup>2</sup> Goebel, Organographie (1898—1901). p. 751. — v. Wettstein, Handbuch der system. Botanik, 2. Aufl., p. 438 (1911).

<sup>3</sup> Goebel, l. c. p. 782.

<sup>4</sup> Goebel, Untersuchungen über die Pollenentleerung bei einigen Gymnospermen (Flora 1902, Ergänzungsband, p. 254). Die Pollensackwandung besitzt danach eine Epidermis, unter welcher das Endothecium liegt, in Gestalt einer oder zweier Zellschichten, welche Verdickungsfasern zeigen. Nach innen schließen sich dann noch chlorophyllhaltige Zellen an. Mit Recht sieht Goebel in diesem Bau des Mikrosporangiums ein Moment, welches mit dafür spricht, daß *Ginkgo* als Vertreter einer besonderen Gruppe, nicht als eine Taxacee zu betrachten ist.

<sup>5</sup> Nabelek, Über die systematische Bedeutung des feineren Baues der Antherenwand (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, m.-n. Kl., Bd. CXV, 1907).

Entwicklungsgeschichtlich ist auch die Mikrosporangienwand der Cycadineen aus einer mehrschichtigen Anlage hervorgegangen. Die aktiven Zellen gehören der Epidermis an, sie ist also als Exothecium ausgebildet. Im reifen Mikrosporangium bildet sie die einzige charakteristische Zellschicht der Wand, denn das subepidermale Gewebe ist oft vollkommen unkenntlich geworden.

Schinz<sup>1</sup> unterscheidet zwei Ausbildungsformen, den *Stangeria*- und den *Encephalartos*-Typus. Beim *Stangeria*-Typus ist das Lumen der Exotheciumzellen von außen nach innen verschmälert, während beim *Encephalartos*-Typus das Umgekehrte der Fall ist.

Um die Form der Epidermiszellen genauer festzustellen, hat Schinz die Mikrosporangien mit Schultze'scher Mazerationsflüssigkeit isoliert. Es zeigte sich, daß die epidermalen Zellen tafelförmig plattgedrückt sind; mit den breiten Seiten liegen sie aneinander an, die schmalen lanzettförmigen sind nach außen, respektive nach innen gerichtet; so daß auf radialen Längsschnitten durch den Pollensack die epidermalen Zellen tafelförmig, auf Querschnitten dagegen schmal, radial verlängert erscheinen. Das Exothecium ist aber, wie sich aus verschiedenen Beobachtungen anderer Autoren ergibt, keineswegs ein monomorphes Gewebe, sondern es ist vor allem eine Dehiszenzlinie präformiert, die aus zwei Reihen dünnwandiger Zellen besteht, die sich vom Pollensackgrunde bis zum Scheitel hinziehen, dessen Zellen gleichfalls ein von den gewöhnlichen Epitheciumzellen abweichendes Aussehen besitzen.<sup>2</sup> Ferner können bei manchen Gattungen besonders in der unteren Hälfte beiderseits

<sup>1</sup> Schinz H., Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensäcke. Inauguraldissertation, Zürich 1883.

Die Arbeit von Schrodt J., Das Farnsporangium und die Anthere (Flora 1885) bringt in histologischer Beziehung für die Cycadaceen nichts Neues.

Wegen der Vergleichung von fossilen Cycadophyten mit den rezenten *Cycadinae* sind folgende Feststellungen von Schinz über den Bau der Mikrosporangiumwand der letzteren zu beachten, die hier nach seinen Ausführungen (l. c. p. 22–25) im Exzerpt wiedergegeben und zugleich glossiert seien.

Ich habe im Texte bereits des *Stangeria*- und des *Encephalartos*-Typus Erwähnung getan. Schinz fand, daß bei *Zamia*, *Stangeria*, *Dioon* und *Ceratozamia* die Verdickung auf der inneren Seite am stärksten ausgebildet ist, ähnlich wie bei der Annuluszelle von *Scolopendrium*, wo sich gleichfalls das Lumen von außen nach innen verschmälert (*Stangeria*-Typus), während bei *Cycas*, *Encephalartos* und *Macrozamia* die kräftigste Verdickung sich gerade an der Außenseite vorfindet, so daß in diesen Fällen das Lumen einen Kegel darstellt, dessen Grundfläche auf der relativ dünnwandigen Grundfläche der Zelle ruht und dessen Spitze ungefähr bis in die Mitte der Zelle reicht (*Encephalartos*-Typus).

Allgemein wird die reife Pollensackwand der Gymnospermen als einschichtig angegeben, eine Annahme, welche wahrscheinlich auf Chatin (De Panthere, Paris 1870, p. 73) zurückzuführen ist. Es scheint in der Tat mit Ausnahme von *Ginkgo*, wo bekanntlich Goebel ein typisches Endothecium nachwies, der Fall zu sein, wenigstens bei denjenigen Gymnospermen, deren Exothecium aus jenen leistenförmig verdickten Zellen sich zusammensetzt, die als Stuhlzellen bezeichnet werden. Auch Ernst sagt in dem Artikel »Fortpflanzung der Gewächse, Gymnospermen« im Handwörterbuch der Naturwissenschaften III, p. 937, ausdrücklich, daß die Zellen der inneren Schichten zum Teil noch vor dem Öffnen der Pollensäcke vollständig resorbiert werden. Bei den *Cycadinae* scheint die Sache aber doch komplizierter zu sein, wie denn auch die Ausbildung der Verdickungsmasse der Exotheciumzellen anders ist. Schinz gibt für den *Stangeria*-Typus eine mittlere Schichte am Querschnitt elliptischer und bedeutend weniger stark als die Exotheciumzellen verdickter Zellen an, welche aber gleich der innersten transitorischen Schicht manchmal stellenweise vollständig fehlt. Beim *Encephalartos*-Typus besteht die mittlere Zellschicht am Querschnitt aus rundlichen, gleichmäßig verdickten porösen Zellen, welche nach der Abbildung, die Schinz auf Taf. II bietet, wesentlich größer und dickwandiger sind als bei dem *Stangeria*-Typus. Sie sind gleich den Exotheciumzellen beider Typen deutlich geschichtet und die letzteren gleichfalls porös, was speziell für den *Encephalartos*-Typus (l. c. p. 24) mit den Worten hervorgehoben wird: „... Das Lumen liegt der unverdickten Zellwand an, verschmälert sich sehr rasch, um gewöhnlich in einige sehr lange Poren auszulaufen...“

Aus meinen weiteren Ausführungen im Texte geht hervor, daß der Bau der Pollensackwand der *Cycadinae* viel komplizierter ist, als Schinz, dem es offensichtlich hauptsächlich um die Erklärung des Öffnungsmechanismus zu tun ist, dargelegt hat. Näher zu untersuchen ist noch die von Schinz beschriebene subepidermale Schichte, die z. B. von H. W. Lang für *Stangeria* nicht angegeben wird, während andererseits Schinz weder die Spaltöffnungen, noch die mit einem Osmundaceen- oder Schizaceen-Annulus vergleichbaren Zellen in der Scheitelregion (Warning, H. W. Lang) erwähnt.

<sup>2</sup> Diese Zellen wurden zuerst von Warning (Bidrag till Cycadeernes Naturhistorie, K. D. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1879) am vorderen Ende der Dehiszenzstelle bei *Ceratozamia mexicana* in Gestalt einer Gruppe verdickter Zellen festgestellt

der Dehiszenzlinie reichlich Spaltöffnungen<sup>1</sup> entwickelt sein. Die Schließzellen sind eingesenkt und mit Nebenzellen versehen. Das Vorkommen von Spaltöffnungen in der Wand der Mikrosporangien der Cycadaceen ist bemerkenswert, da nach William H. Lang<sup>2</sup> Stomata wohl auf den Samenknospen und bisweilen auf den Pollensäcken von Angiospermen, aber niemals auf den Sporangien von Gefäßkryptogamen wahrgenommen wurden, was von Coulter und Chamberlain<sup>3</sup> in dem Sinne bestätigt wird, daß Stomata in der Wand von Sporangien auf der dem Sporophyll zugewendeten Seite außer bei den Cycadaceen wohl bei gewissen Angiospermen, aber nicht bei Pteridophyten vorkommen.

Anschließend an diese Darstellung der histologischen Verhältnisse der Pollensackwand, wie sie sich aus der Literatur ergibt, sei es im Interesse des Vergleiches der *Lunzia*-Anthere mit den Cycadaceen-Pollensäcken gestattet, hier einige gelegentliche Beobachtungen mitzuteilen, die ich an dem schon erwähnten rezenten Material anstellen konnte. Es handelt sich dabei um Oberflächenansichten der Mikrosporangien.

Die im folgenden schlechtweg als Wandzellen bezeichneten histologischen Elemente entsprechen im wesentlichen den Zellen des Exotheciums, die davon abweichenden Zellen in der Scheitelregion den Elementen, welche von Warming und W. H. Lang als »Annulus« betrachtet werden. Es lag nicht im Plane meiner Untersuchung, den Annulus des Cycadaceen-Pollensackes näher zu untersuchen, da es sich empfiehlt, hierzu Material in verschiedenen Reifestadien zu verwenden, das mir zur Verfügung stehende Material aber weniger geeignet erschien. Die Wandzellen sind mehrmals länger als breit, sowohl gegen die Basis als gegen den Scheitel des Mikrosporangiums hin werden sie kürzer. Im übrigen gilt die folgende kurze Charakteristik:

*Cycas*: Wandzellen relativ dünnwandig und undeutlich porös. In der Scheitelregion mehr kollenchymatische Verdickung. Keine Spaltöffnungen.

*Stangeria*: Wandzellen mit dickeren Membranen als bei *Cycas*, Poren sehr deutlich. Spaltöffnungen spärlich. In der Scheitelregion eine Gruppe sehr dickwandiger Zellen.

*Macrozamia*: Wandzellen bedeutend dickwandiger als bei *Cycas*, porös; in der Scheitelregion nach außen verbreitert. Spaltöffnungen höchstens äußerst spärlich und reduziert.

*Ceratozamia*: Wandzellen fast so dickwandig wie bei *Macrozamia*, porös. In der Scheitelregion ähnlich wie bei *Stangeria* eine Gruppe Steinzellen. Spaltöffnungen von der Basis her bis zur Mitte des Pollensackes zahlreich.

*Encephalartos*: Wandzellen so dick wie bei *Macrozamia*, deutlich porös. Am Scheitel fächerförmig angeordnete, nach außen verbreiterte Zellen und Steinzellen. Spaltöffnungen weniger reichlich als bei *Ceratozamia*.

Gefäßbündelelemente wurden in der Pollensackwand nicht beobachtet, ebensowenig wie in der Sporangiumwand bei den Gefäßkryptogamen, obgleich nach den Beobachtungen von Strasburger<sup>4</sup> auch bei den Cycadaceen jeder Sorus (z. B. bei *Zamia Fischeri*) wie bei den Farnen aus dem

---

und als »annulus« bezeichnet, ähnlich dem annulus der Sporangien von *Osmunda* oder *Agiopteris*. William H. Lang hat später auch für *Stangeria* den annulus nachgewiesen, ihn aber schließlich mit der Zone der Sporangiumwand über dem annulus der Schizaeaceen verglichen. (W. H. Lang: Development of Cycadacean Sporangia, Ann. of Botany XI, 1897, p. 431 und XIV, 1900, p. 296/297). Die Natur der Scheitelzellgruppe des Mikrosporangiums der Cycadaceen scheint noch nicht klargestellt zu sein, wenigstens fand ich in der Literatur darüber keine Aufklärung, wie denn die phylogenetische Ableitung des Mikrosporangiums selbst noch eine offene Frage ist.

<sup>1</sup> Lang W. H., l. c. XI, p. 432/433. Es werden angegeben: *Stangeria*, *Ceratozamia* und *Encephalartos*. Von anderen Gattungen konnte keine Art untersucht werden. Man vergleiche hierzu auch meine im vorliegenden Abschnitte mitgeteilten Beobachtungen.

<sup>2</sup> Lang W. H., l. c. XI, p. 433.

<sup>3</sup> Coulter J. M. and Chamberlain C. J., Morphology of Spermatophytes. Newyork 1901—1903. (Nach Lotsy, Vorlesungen über botanische Stammesgeschichte II, 1909, p. 741.)

<sup>4</sup> Strasburger E., Die Coniferen und die Gnetaceen, 1872.

Leitbündelsystem des Sporophylls einen Gefäßbündelast erhält. Bekanntlich sind auch die Antherenwände der Angiospermen frei von Gefäßbündelelementen. Letzter sind im Bereich der Anthere nur im Konnektiv zu finden.

Es wird sich nun empfehlen, an dieser Stelle auch  $\beta$ ) eine Übersicht über die mikroskopische Oberflächenstruktur des Mikrosporangiums, respektive Synangiums der fossilen Cycadophyten, sowie  $\gamma$ ) der Mikrosporangien der Pteridospermen und  $\delta$ ) der Sporangien gewisser fossiler und rezenter Farngruppen folgen zu lassen, um auf dieser breiten Grundlage den näheren Vergleich mit *Luzia* durchführen zu können.

### $\beta$ ) Die fossilen Cycadophyten.

Über die histologischen Verhältnisse der Mikrosporangiumwand (respektive Synangiumwand) fossiler Phanerogamen ist sehr wenig bekannt. Es sei das in Betracht kommende hier in Kürze mit einigen Bemerkungen versehen zusammengestellt. Was man weiß, ist zum größten Teil den Bemühungen von Nathorst zu verdanken, der mit der »chemischen Methode« die betreffenden Untersuchungen durchführte. Einiges von Bedeutung ist von Wieland an Schliften durch verkieseltes Material festgestellt worden.

Nathorst untersuchte *Antholithus Zeilleri*; *Williamsonia spectabilis*, *Williamsonia pecten*, *Williamsonia* (?) *Lignierei*; *Wielandiella angustifolia* und *punctata*; *Cycadocephalus Sewardi*. Wieland studierte *Cycadeoidea dacolensis*.

#### I. *Antholithus*.

*A. Zeilleri* Nath. (Paläobotan. Mitt. 6) interessiert uns als Vergleichsobjekt besonders, weil hier freie Pollensäcke vorhanden sind, die zu wenigen in Gruppen gestellt sind, also histologische Verhältnisse vorliegen, welche denjenigen von *Luzia* deshalb näherstehen, als die der Williamsonien, weil bei letzteren durch die eigenartigen Synangiumbildungen das eigentliche Gewebe der Mikrosporangiumwand zurücktritt.

Nathorst bildet, l. c. Taf. IV, Fig. 86 und 87, in -40-, respektive 90facher Vergrößerung einen gespaltenen Pollensack mit aufgebogenem Seitenlappen ab. Nach der Abbildung setzt sich das nach der chemischen Behandlung des Pollensackes erkennbare Gewebe vornehmlich aus relativ weitlumigen axial gestreckten Zellen zusammen mit zarten feinporigen Membranen. In der Scheitelregion zeigen die Zellen vielfach Neigung zu regelmäßig polygonalem Umriß, wobei die Längsachse verkürzt wird.

An einzelnen Stellen sind die Zellen nach Art von Spaltöffnungsanlagen gruppiert.

#### II. *Williamsonia*.

1. *W. spectabilis* Nath. (Paläobotan. Mitt. 8, p. 7, und Taf. 2, Fig. 1, Vergr. 45). An einigen Partien der Kutikula hat Nathorst Spaltöffnungen beobachtet. Aus der Abbildung kann man entnehmen, daß zahlreiche Zellen annähernd gleichseitig-polygonalen Umriß besitzen, andere sind mehr oder weniger gestreckt, auch rechteckige Zellen finden sich. Die Dimensionen sind annähernd dieselben wie bei den gleichgestalteten Zellen von *Antholithus Zeilleri*.

2. *W. pecten* Leckenb. Nath. (Paläobotan. Mitt. 9, p. 2).

Die Synangiumwand dieser Art ist außerordentlich stark kutinisiert, der zellige Aufbau konnte durch die Mazerationsmethode nicht ersichtlich gemacht werden, noch weniger bei den Rudimenten.

3. *W.* (?) *Lignierei* Nath. (Paläobotan. Mitt. 8, p. 21, und Taf. IV, Fig. 3 bis 10).

Die Spaltöffnungen bezeichnet Nathorst als denen von *W. spectabilis* ähnlich. Siehe besonders Fig. 9, welche die Strukturverhältnisse in 90facher Vergrößerung zeigt. Die Betrachtung und der Vergleich der zitierten Figuren lassen Zellen in Form und Größe wie bei *W. spectabilis* erkennen.

Nach den Schattierungen in Fig. 10 zu schließen, ist die Verdickungsmasse fein porös. In der Spaltöffnungsregion (Schließzellen mit Nebenzellen!) sind die Zellen mehr minder regelmäßig polygonal in ihrem Umriß. Die gestreckten Zellen in Fig. 10 gleichen ziemlich den Wandzellen der *Lunzia*, was Gestalt und Reihung anbelangt, sie sind aber kürzer.

### III. *Wielandiella*.

1. *W. angustifolia* Nath. (Paläobotan. Mitt. 8, p. 22 bis 24, und Taf. V, Fig. 3 bis 10).

Bekanntlich besitzt *Wielandiella* einen sogenannten Palissadenring, d. h. in schroffem Gegensatz zu den kräftig entwickelten Sporophyllen von *Bennettites* und *Williamsonia* einen Wirtel miteinander verwachsener reduzierter Sporophylle, deren Länge höchstens 2·5 bis 3 mm betragen hat. Die Reduktion geht so weit, daß man von einem Ring miteinander verwachsener Mikrosporangien reden kann.

An der durch Mazeration gewonnenen Kutikula konnte Nathorst (l. c. p. 23/24) drei Zonen unterscheiden: An der Basis des Palissadenringes eine sehr dünne und helle Zone, darüber eine schmale dunkle Zone und von hier bis zum oberen Rande, der unregelmäßig gefranst ist, eine Zone, deren Zelloberflächen gewölbt und durch das Vorkommen von Papillen charakterisiert sind. Die Zellen der basalen Region (vgl. Fig. 7 bei a) beschreibt Nathorst als relativ groß, polygonal, respektive parallelepipedisch. Die Betrachtung der Nathorst'schen Figuren lehrt, daß durchaus ungestreckte oder kaum gestreckte Zellen die Epidermis der *Wielandiella*-Mikrosporangien aufbauen. Der Vergleich von Taf. IV, Fig. 10 mit Taf. V, Fig. 7 (beide zeigen das dargestellte Objekt in 90facher Vergrößerung) lehrt, daß auch in der basalen Partie die Epidermis kleinzelliger ist, als bei *W. (?) Lignierci*.

2. *W. punctata* (Nath., Paläobotan. Mitt. 8, p. 26).

Nathorst bildet das Gewebe des Palissadenringes dieser Art zwar nicht ab, aber er macht einige Angaben, wonach es aus länglichen Zellen besteht, die etwas an die dünnen Zellen in der untersten Zone des Palissadenringes von *W. angustifolia* erinnern.

### IV. *Cycadocephalus*.

*C. Sewardi* Nath. (Paläobotan. Mitt. 8, p. 28), Mitt. 11, p. 6, und Taf. I, Fig. 6).

Das Gewebe der Synangialwand löst sich nach der Mazeration im Ammoniak leicht vollständig auf. Ein Präparat konnte Nathorst dennoch gewinnen und dieses zeigte, daß die Epidermiszellen annähernd rektangulär und in der Richtung des Synangiums ausgezogen waren; auch Spaltöffnungen in Längsreihen sind erkennbar.

### V. *Cycadeoidea*.

*C. dacotensis* Macbride (Wieland, Americ. foss. Cycads, p. 158/159 und Fig. 81, 82).

Die Synangien sind kurz gestielt und, wie Fig. 86 bei Wieland zeigt, von nierenförmiger Gestalt. Am Längsschnitt (Fig. 82) sieht man die den Scheitelrücken entlang verlaufende Dehiscenz quer durchschnitten. Man erkennt in dem aufklappenden Synangium in jeder Hälfte den Längsschnitt eines Mikrosporangiums. Die Mikrosporangienreihen in den Synangiumhälften zeigen die quer durchschnittenen Synangien in Fig. 81. Beide Schnitte kombiniert ergeben, daß die Epidermis des Synangiums aus einer Schichte von mehr oder weniger radial gestreckten, gleichmäßig dickwandigen Zellen besteht. Die größte radiale Streckung zeigen sie in der basalen Region, fast keine in der Scheitelregion, wo die Öffnung des Synangiums erfolgt. Unter der Epidermis liegt eine Schichte dünnwandiger Zellen, welche mit dem Grundgewebe des kurzen Stieles zusammenhängt. Stranggewebe scheint in diesen Stiel nicht auszustrahlen, wenigstens zeigt die Abbildung keines und geschieht dessen auch im Text keine Erwähnung. Spaltöffnungen werden weder abgebildet, noch angegeben, scheinen also nicht vorhanden zu sein. Wieland's Fig. 4 auf Taf. XXXVII (Vergr. 8) zeigt zwar

Synangien, welche zum Teil die Außenschichte in der Oberflächenansicht erkennen lassen, doch kann man daraus nur entnehmen, daß die Zellen von polygonalem Umriß und durchaus gleichem Aussehen sind. Auch bei Betrachtung der schönen Lichtdrucke mit der Lupe läßt sich weiter nichts mehr entdecken. Man könnte höchstens noch ableiten, daß von einem Annulus, etwa nach Art von *Angiopteris* oder nach Art der Coenopteriden (*Zygopteris*, *Bolryopteris*) nichts zu bemerken ist.

Fassen wir zusammen, so können wir sagen:

Während aus den Untersuchungen von Nathorst an Mazerationspräparaten sich ergibt, daß bei gewissen Williamsonien (*Williamsonia pecten*, *Wielandiella angustifolia*) die Synangiumepidermis nach außen stärker verdickt ist als bei den anderen, ferner daß in einzelnen Fällen Spaltöffnungen vorhanden sind (*Williamsonia spectabilis*, *Williamsonia* (?) *Lignierei*, *Cycadocephalus Sewardi*), weiters, daß kein Befund auf einen Annulus hindeutet und daß auch der Umriß der Epidermiszellen in der Oberflächenansicht verschiedene Formen erkennen läßt, zeigen die Schliffpräparate Wieland's von *Cycadeoidea* auch die Dehiszenzlinie, die Existenz eines Exotheciums und einer zarten subepidermalen Schicht.

### γ) Die Mikrosporangien der Pteridospermen.

Von Kidston<sup>1</sup> werden als Mikrosporangien von Pteridospermen angesehen *Telangium* Bens., *Crossotheca* Zeiller, *Dactylotheca* Zeiller, *Urnatopteris* Kidst., *Sphyropteris* Stur, auch *Renaultia* Zeiller sowie *Archaeopteris* Daws. Auch bei Seward<sup>2</sup> finden wir im wesentlichen dieselben Anschauungen. Scott<sup>3</sup> anerkennt *Crossotheca* und *Telangium* als nachgewiesene Pteridospermen-Mikrosporangien. Er bemerkt überdies (l. c. II, p. 400), daß auch bei *Telangium* die Synangien nicht wie Benson angab, am Ende der letzten Verzweigungen einer Rhachis entstehen, sondern in Wahrheit an einer flachen Scheibe oder Spreite sitzen, welche einem fertilen Fiederchen von *Crossotheca* vergleichbar ist, weshalb die Einziehung von *Telangium* zu *Crossotheca* kaum zweifelhaft sei. Außerdem bezeichnet er (I, p. 286) auch *Urnatopteris* als wahrscheinliches Mikrosporangium und hebt (I, p. 289) hervor, daß typische Marattiaceen-Synangien (wie die von *Scolecoperis*) erwiesenen Mikrosporangien (wie *Telangium Scottii*) bemerkenswert ähnlich sein können.

Zur Feststellung der Oberflächenstruktur der Pteridospermen-Mikrosporangien, deren Epidermis stets aus zahlreichen Zellen besteht, sind wir vornehmlich auf die Abbildungen angewiesen, welche Zeiller<sup>4</sup> und Stur<sup>5</sup>, zum Teil nach anderen Autoren, ihren Abhandlungen beigegeben haben.

Die Abbildungen von *Crossotheca*, *Dactylotheca*, *Urnatopteris*, *Renaultia* lassen durchaus in der Längsachse des Mikrosporangiums gestreckte Zellen erkennen, von dem Umriß, wie er sich bei den *Cycadinae* findet.

Die geringste Streckung finden wir bei *Urnatopteris*, die stärkste bei *Crossotheca*. Die genannten Gattungen werden als ring- und kappenlos bezeichnet, eine Dehiszenzlinie wird nur für *Dactylotheca* angegeben, als »une bande longitudinale de cellules plus étroites«. Ganz ähnlich verhält sich *Telangium*. Die Oberflächenansicht von *Sphyropteris* ist weder beschrieben, noch abgebildet. Zu den Pteridospermen gehört wohl auch *Aphlebiocarpus Schützlei* Stur, dessen Mikrosporangium nach der

<sup>1</sup> Kidston R., On the mikrosporangia of the Pteridospermeae, with remarks on their relationship to existing groups Philos, Transact. of the royal society of London, ser. B, vol. 198, London 1906.

<sup>2</sup> Seward A. C., Fossil plants. Vol. II, Cambridge 1910.

<sup>3</sup> Scott D. H., Studies in fossil Botany. Vol. I, London 1908; vol. II, London 1909.

<sup>4</sup> Zeiller R., Fructifications de Fougères du terrain houiller. Ann. de sci. nat., 6e sér., Bot. XVI, 1883. — Siehe auch Zeiller, Éléments de Paléobotanique (Paris 1900), S. 57 ff.

<sup>5</sup> Stur D., Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, m.-n. Kl., LXXXVIII. Bd., 1. Abt., 1883. — Siehe auch Potonié, Fossile Marattiales, in Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Teil, 4. Abt., p. 446 bis 449, besonders die Abbildungen mit Quellenangabe.

Stur'schen Abbildung (l. c. Fig. 5 e) größer als bei *Crossotheca* sind und gleichfalls nach der Längsachse gestreckte Zellen besitzen.

Über den histologischen Aufbau der Wand des Pteridospermen-Mikrosporangiums sind wir erst in geringem Maße unterrichtet. Die von Benson<sup>1</sup> der Abhandlung über *Telangium* beigegebenen Abbildungen gewähren wichtige Aufschlüsse. Die in Fig. 1 und 8 dort abgebildeten Längs- und Querschliffe lassen erkennen, daß das Sorusscheibchen im wesentlichen aus einem parenchymatischen zum Teil lakunösen Gewebe besteht, in welches auch einige Leitbündel eingebettet sind, die gegen die Mikrosporangien verlaufen. Die Epidermis geht in die Wand des Mikrosporangiums über, in deren Verwachsungsregion auch subepidermales Gewebe erscheint. Darüber zeigt sich die Wand des reifen Mikrosporangiums zweischichtig bis einschichtig und besteht gleich der Epidermis des Stieles aus in der Richtung der Längsachse gestreckten dickwandigen Elementen auf der Außenseite, aus einer Schichte dünnwandiger Elemente auf der Innenseite. An den Querschnitten (Fig. 3 und 5) erkennt man die Dehiszenzlinie an der Innenseite der Mikrosporangien. Am Längsschnitte (Fig. 1) erblickt man mit S<sub>1</sub> und S bezeichnete Zellen mit poröser Ausbildung der Verdickungsmasse. In der Spitzenregion des Mikrosporangiums kann es sich wohl nur um die Oberflächenansicht leicht angeschliffener Elemente der dort einschichtigen Wand handeln. Man erhält den Eindruck von aktiven Zellen und wird wohl kaum fehlgehen, wenn man *Telangium* ein Exothecium zuschreibt.

Weil für die Vergleichung mit den Syngangien von *Lunzia* von Wichtigkeit, sei an dieser Stelle auch angemerkt, daß die Mikrosporangien von *Telangium* einfächerig, von *Crossotheca* aber zweifächerig sind, was jedoch nach Kidston (l. c. p. 429) nicht auf Syngangiumbildung nach Art der *Marattiaceae* durch Scheidewandbildung zurückzuführen ist. Er bezeichnet demgemäß die zweifächerigen Mikrosporangien von *Crossotheca* als »individual organs«.

### 2) Sporangien und Syngangien von Farnen.

Es interessieren uns aus naheliegenden Gründen natürlich nur die Simples im Sinne von F. O. Bower und unter diesen insbesondere die eusporangiaten Farne.

Mehrere der im folgenden zitierten Abbildungen finden sich in dem Artikel von F. O. Bower: »Farne im weitesten Sinne (*Pteridophyta*)« im Handwörterbuch der Naturwissenschaften III. Obzwar ich selbstverständlich viele andere Abbildungen eingesehen habe, zitiere ich bei einigen Hauptgruppen nur die erwähnten, da sie bequem zugänglich sind, und verweise im übrigen besonders auf Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Teil I, Abt. 4.

In der Benennung der systematischen Hauptgruppen folge ich Bower.

*Coenopterideae*. Nur fossil! (*Botryopteris*, *Zygopteris*, *Corynepteris*) zeigen im allgemeinen weder im Annulus, noch in den Wandzellen Tendenz zur Streckung. Zellen durchaus sehr klein.<sup>2</sup>

*Ophioglossaceae*. Die Betrachtung der Sporangienähre lehrt, daß die Epidermiszellen zum Teil in der Richtung der Öffnungslinie gestreckt sind.

*Marattiaceae*. Ein spezialisierter Annulus ist nach Bower (l. c. p. 907) nicht vorhanden. Epidermiselemente nicht oder kaum in der Richtung der Längsachse der Sporangien des Syngangiums gestreckt. (Fig. 34, *Angiopteris*.)

Bei *Angiopteris* ist, wie man aus der Abbildung in Seward, Fossil plants II (Cambridge 1910), p. 318, Fig. 242 A (*Angiopteris evecta*. Apex of sporangium showing »annulus«) ersehen kann, in der Scheitelregion der fast freien Sporangien eine Gruppe dickwandiger Zellen vorhanden, welche wohl

<sup>1</sup> Benson, M., *Telangium Scotti*, a new species of *Telangium* (*Calymmatotheca*) showing structure. Ann. of Botany XVIII, January 1904.

<sup>2</sup> Nur bei *Zygopteris* zeigen (H. W. 4, p. 220, Fig. 9 nach Renault) die Zellen, welche zum Syngangiumstiel hinführen, Tendenz zur Längsstreckung. Auch Zellen von rhombischem Umriß, wie bei *Cycadinae*-Mikrosporangien, also breitlumig, wenn auch gestreckt, finden sich.

mit Recht als Annulus anzusehen ist. Sie erinnert am meisten an den Annulus von *Mohria* und die differenzierte Zellgruppe in der Scheitelregion der Pollensäcke (Mikrosporangien) von *Cycas*.

In diesem Zusammenhange müssen wir auch eine Reihe fossiler Sporangien einer gleichen Betrachtung unterziehen, da sie in den Handbüchern gewöhnlich als »fossile *Marattiales*« geführt werden. Es sind jene Typen von Farnsporangien, welche namentlich von Stur<sup>1</sup> in phylogenetischer Beziehung zu den rezenten Marattiaceen gebracht wurden, aber gegenwärtig zum Teil mit mehr oder weniger Berechtigung als Pteridospermen-Mikrosporangien angesehen werden. Diese Typen wurden bereits im vorhergehenden Abschnitt charakterisiert. Die übrigen Typen werden teils als Mischtypen (generalised types<sup>2</sup>), teils als Vertreter bestimmter anderer Farnfamilien betrachtet, insbesondere als Osmundaceen. Die Meinungen der Autoren gehen jedoch noch weit auseinander.

Kidston<sup>3</sup> betrachtet als Marattiaceen: *Oligocarpia* Goebb., *Senftenbergia* Corda,<sup>4</sup> *Kidstonia* Zeiller,<sup>5</sup> *Asterotheca* Presl (Synonym *Hawlea* Corda), während Zeiller<sup>6</sup> von diesen Gattungen *Oligocarpia* zu den Gleicheniaceen, *Senftenbergia* zu den Schizaeaceen und *Kidstonia* zu den Osmundaceen stellt. Als Marattiaceen läßt dieser Autor aber gelten: *Discopteris* Stur, *Sturiella* Weiß (Synonym *Renaultia* Stur non Zeiller), *Scolecopteris* Zenker,<sup>7</sup> *Ptychocarpus* Weiß.<sup>8</sup> Potonié<sup>9</sup> zählt zu den fossilen *Marattiales* auch *Polytheca* Pot. (Synonym *Myriothecca* Zeiller non Comerson nec Bory). Stur gibt in seiner bereits zitierten Abhandlung (p. 696 und Fig. 18) auch *Saccopteris* Stur mit Soren »aus etwa 15 den Pollensäcken der Cycadeen ähnlichen Sporangien bestehend« als Marattiaceengattung an.<sup>10</sup>

Die im vorstehenden angegebenen Typen lassen in der Oberflächenansicht folgende histologische Verhältnisse erkennen:

*Oligocarpia*. (Zeiller, Paléobot., Fig. 39.) Die an den Ring anschließenden Zellen teils nicht, teils in der Richtung der Längsachse des Sporangiums gestreckt.

*Senftenbergia*. (Stur, Fig. 9, 11, 30.) In der Scheitelregion eine Gruppe verdickter Zellen, ähnlich wie bei *Mohria* oder bei *Angiopteris*. Stark axial gestreckte schmale Zellen als Dehiszenzlinie, sonst nicht oder nur gering gestreckte, vom Scheitel ausstrahlende Zellen. Zellen zahlreich.

*Kidstonia*. (Zeiller, Fig. 34.) Kleine ungestreckte Zellen, zahlreich. Die Annuluszellgruppe besteht aus weitlumigeren Zellen.

*Asterotheca*. (Zeiller, Fig. 26.) Zellen klein, kaum gestreckt, zahlreich.

*Hawlea*. (Stur, Fig. 13.) Deutlich längsgestreckte Zellen, zahlreich, viel größer als bei *Asterotheca*.

<sup>1</sup> Stur D., siehe <sup>5</sup>, p. 29.

<sup>2</sup> Seward, Fossil Plants II, p. 347, *Senftenbergia*; p. 403 *Discopteris* Stur, combining features which are now distributed among the Marattiaceae, Osmundaceae and Cyatheaceae.

<sup>3</sup> Kidston, siehe <sup>1</sup>, p. 29.

<sup>4</sup> Nach H. Graf zu Solms-Laubach (Einleitung in die Paläophytologie, Leipzig 1887, p. 151) doch am zweckmäßigsten bei den Marattiaceen unterzubringen.

<sup>5</sup> Nach Potonié in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam. I, Abt. 4, p. 478, wahrscheinlich ein Mischtypus zwischen Osmundaceen und Schizaeaceen.

<sup>6</sup> Zeiller, siehe p. 29 unter <sup>4</sup> *Éléments de Paléobotanique*.

<sup>7</sup> Bekanntlich schon 1874 durch Strasburger's Untersuchung verkieselter Reste aus der Gegend von Dresden mit Bestimmtheit als Marattiacee erwiesen. Strasburger E., Über *Scolecopteris elegans* Zenker. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 8 (1874).

<sup>8</sup> Nach Seward, l. c. II, p. 397, möglicherweise Mikrosporangien einer Pteridosperme, ungeachtet der großen Ähnlichkeit mit *Kaulfussia*.

<sup>9</sup> Potonié in Engler-Prantl, l. c. p. 448.

<sup>10</sup> Nach Solms-Laubach, Paläophytologie, p. 150, noch der Aufklärung durch Nachuntersuchung bedürftig. Von Zeiller und Seward nicht erwähnt. Die von Stur unterschiedenen Arten gehören zum Teil zu den *Coenopterideae*.

*Discopteris*. (Zeiller, Fig. 58.) Ziemlich breite längsgestreckte Zellen auf der Unterseite, in der Scheitelregion polygonale ungestreckte Zellen; auf der Oberseite die Dehiszenzlinie erkennbar als ein Streifen sehr schmaler längsgestreckter Zellen, gegen welche hin die Wandzellen gleichfalls kürzer und schmaler werden.

*Sturiella*. (Stur, Fig. 30, *Renaultia*; Potonié, Fig. 255.) Zellen zahlreich, wie es scheint gering längsgestreckt. Von der Scheitelregion zieht sich ein Band stärker verdickter und weitleumigerer Zellen nach abwärts. Ähnlich gebaut ist *Sarcopteris* Renault (Potonié, Fig. 256).

*Scolecopteris*. (Potonié, Fig. 243 B.) Zellen zahlreich, sehr klein, etwas längsgestreckt.

*Ptychocarpus*. Flächenansicht nicht bekannt.

*Polytheca*. Zellen zahlreich, ziemlich breit und etwas längsgestreckt. Deutliche Dehiszenzlinie aus stärker gestreckten schmalen Zellen.

*Saccopteris*. (Stur, Fig. 18.) Weicht durch die Querstreckung der Zellen von allen anderen Typen ab. Auch die Öffnung gegen die Spitze hin durch ein wallartig umsäumtes Loch ist sehr merkwürdig. Zellen zahlreich. — Die Äußerung Stur's über die Ähnlichkeit von *Saccopteris* mit den Pollensäcken der Cycadeen beruht wohl kaum auf einer genaueren Vergleichung. Wahrscheinlich hat ihn die apikale Spalte hierzu veranlaßt. Die Pollensäcke der *Cycadinae* besitzen längsgestreckte Zellen.

*Osmundaceae*. Epidermiselemente in der Richtung des vertikalen Risses gestreckt, sonst vom Grunde auf allmählich in die Form der isodiametrischen Annuluszellen übergehend. (Fig. 35, *Osmunda regalis*.)

*Schizeaceae*. Auch die Annuluszellen gleich den Wandzellen in der Richtung des Vertikalrisses gestreckt. Nur bei *Mohria* sind im Annulus auch Kurzzellen vorhanden, und bei *Lygodium* an den eigentümlich gekrümmten Sporangien auch in der Epidermis an den Seitenwölbungen mehr isodiametrische Elemente. (Fig. 36.)

*Gleicheniaceae*. Nur an der Öffnungsseite zeigen die Wandzellen Tendenz zur Streckung in der Richtung der Öffnungslinie. (Fig. 38.)

*Matonineae*. Wie bei den *Gleicheniaceae*, aber in geringerem Grade, da die Epidermiszellen meist isodiametrisch entwickelt sind. (Fig. 39.)

\* \* \*

Überblicken wir die Oberflächenansichten der Sporangien, so finden wir die Epidermis der Marattiaceensynangien aus kleinen Zellen aufgebaut. Kleinzellig ist auch die Sporangiumepidermis der *Coenopterideae*, doch finden wir bei ihnen einen breiten Annulus, während bei den *Marattiaceae* (mit Ausnahme von *Angiopteris*) ein spezialisierter Annulus überhaupt nicht vorhanden ist, was die Ähnlichkeit mit *Cycadeoidea* vermehrt. Der Annulus von *Angiopteris* aber ist bemerkenswert, weil er an den Annulus von *Mohria* und die differenzierte Zellgruppe in der Scheitelregion der Pollensäcke von *Cycas* erinnert. Unter den sogenannten »fossilen *Marattiales*« finden wir verschiedene Typen, keineswegs einen einheitlichen Charakter. Mit exannulaten Marattiaceen stimmen nach den Oberflächenansichten und sonst *Asterotheca* und *Scolecopteris*. Am ehesten dem *Angiopteris*-Typus entspricht *Senftenbergia*, ferner, wenn auch ringlos, *Polytheca* und *Hawlea*. *Senftenbergia* und *Polytheca* sind mit einer Dehiszenzlinie, die auch bei *Hawlea* vorauszusetzen ist, versehen, gleich *Angiopteris*. *Hawlea* erinnert durch die stärkere Längsstreckung der Zellen an Pteridospermen. *Discopteris* erinnert an Pteridospermen und Osmundaceen, *Kidstonia* an Osmundaceen, *Oligocarpia* am meisten an Gleicheniaceen, *Sturiella* und *Saccopteris* stark an die *Coenopterideae*.

Von den übrigen in diesem Abschnitt betrachteten Farngruppen zeigen die Schizeaceen in der Richtung vom Sporangiumgrunde zum Scheitel gestreckte Zellen, sowohl Annulus- als Wandzellen. Nur die polare Zellgruppe besteht stets aus nicht oder kaum gestreckten Elementen. Form und Anordnung der gestreckten Zellen erinnern in der Oberflächenansicht sowohl an die Verhältnisse der *Cycadinae*-Pollensäcke als des *Lunzia*-Synangiums, für die ersteren auch noch im Hinblick auf den

Annulus, wobei, wie schon erwähnt, speziell *Mohria*, wie es scheint, am meisten in Betracht zu ziehen ist. An den breiten, aus vielen kleinen Zellen bestehenden Ring der *Coenopterideae* gemahnen die kleinen dickwandigen Zellen in der Scheitelregion des *Lunzia*-Synangiums und auch der Annulus von *Angiopteris*. Die Oberflächenansichten der Sporangien von Gleicheniaceen und *Matoniinae* erinnern, vom Ring abgesehen, am meisten an die Verhältnisse bei den Marattiaceen.

### b) Der Pollen.

Die Pollenkörner (Mikrosporen) der Cycadeen stellen, soweit sie bekannt sind, nach Eichler »rundliche Zellen mit glatter Exine« dar. Genauer untersucht ist anscheinend nur der Pollen von *Ceratozamia longifolia* Miq. Selbst von Wieland werden in den »American Fossil Cycads« (Washington 1906) nur einige der von Juranyi in seiner Abhandlung »Über den Bau und die Entwicklung des Pollens von *Ceratozamia longifolia* Miq.«<sup>1</sup> dargebotenen Abbildungen wiedergegeben.

Eigene Untersuchungen hat Wieland, da ihm offenbar für seine Zwecke der eine Fall genügte, nicht angestellt. In den auf die Untersuchung von 2214 Arten gestützten »Beiträgen zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner« von Hugo Fischer,<sup>2</sup> woselbst die Literatur sehr sorgfältig behandelt wird, ist gleichfalls nur einer einzigen Cycadeenart Pollen beschrieben. Es heißt da p. 29: »*Cycadaceae*: *Ceratozamia mexicana* hat glatten Pollen mit einer scharfen Falte, die sich im Gegensatze zu allen anderen in Wasser, Alkalien oder verdünnten Säuren gewöhnlich nicht ausgleicht.« Fischer zitiert hierzu Schacht's Abbildungen<sup>3</sup> des Pollens einer *Zamia* zum Vergleich. Schacht schreibt: *Zamia* hat ein kleines Pollenkorn mit einer sehr tiefen Längsfalte, welche sich im Wasser nicht ausgleicht. Die wenigen von mir<sup>4</sup> über den Pollen der rezenten Cycadeen angestellten Beobachtungen lehren, daß in der Form der Körner wenig Differenzen bestehen. Die Pollenkörner haben einen elliptischen Umriß mit breiter Abrundung der Pole bei *Cycas*, *Macrozamia*, *Ceratozamia*, oder elliptisch-wetzsteinförmigen Umriß, d. h. elliptisch mit schmal abgerundeten Pollen) bei *Stangeria*, auch bei *Encephalartos*. Die Pollenwand wurde stets glatt, ohne Strukturen gefunden. Die breiteste Falte wies der *Macrozamia*-Pollen auf, die schmalste Falte besitzt der *Stangeria*-Pollen. An diesen schließen sich *Encephalartos* und *Ceratozamia*, während *Cycas* sich in bezug auf die Pollenkornfalte *Macrozamia* nähert.

Die Beobachtungen an den Pollenkörnern wurden nach Präparation in Winter'scher Flüssigkeit<sup>5</sup> angestellt. Auch die im folgenden mitgeteilten Messungen, welche die am häufigsten zu beobachtenden Dimensionen betreffen, beziehen sich auf derartige Präparate. Gemessen wurden die Länge und die größte Breite, u. zw. mit Obj. 8a und Mikrometerokular 3 von Reichert, von möglichst normal aussehenden Pollenkörnern, welche die Falte deutlich erkennen ließen, und natürlich nur in der Faltenansicht oder in der entgegengesetzten Lage, jedoch nicht in halber oder ganzer Profilstellung. Sichtlich verkümmerte oder desorganisierte Pollenkörner wurden nicht gemessen. Ich gelangte so zu folgender Übersicht über die häufigsten Dimensionen rezenter Cycadeen-Pollenkörner:

*Cycas*: 25  $\mu$  Länge bei 21,25 Breite; 25/22,5; 27,5/17,5.

*Stangeria*: 32,5/22,5; 32,5/25; 35/21,25; 35/22,5.

<sup>1</sup> Juranyi L. Über den Bau und die Entwicklung des Pollens bei *Ceratozamia longifolia* Miq. (Jahrb. f. wissensch. Botanik VIII, Berlin 1872).

<sup>2</sup> Fischer H. Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. (Dissertation, Breslau 1890).

<sup>3</sup> Schacht H. Über den Bau einiger Pollenkörner. (Pringsheim's Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik II, 1860, Taf. XVII., Fig. 26–28.)

<sup>4</sup> Das Untersuchungsmaterial (*Cycas circinalis* L., *Stangeria schizodon* Reg., *Encephalartos villosus* Lehm., *Macrozamia Dennisonii* Moore et Muell., *Ceratozamia longifolia* Miq.) verdanke ich teils Herrn Hofrat v. Wettstein, teils Herrn Kustos Zahlbruckner. Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle hierfür verbindlichst zu danken.

<sup>5</sup> Die Winter'sche Flüssigkeit besteht aus 3 Teilen destillierten Wassers, 2 Teilen absoluten Alkohols und 1 Teil Glycerin oder anstatt des Alkohols Essigsäure. Siehe hierüber Winter in Rabenhorst, Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. I, Abt. I, (1884), p. 26. Ich verwendete sie mit der Abänderung: 2 Teile Wasser, je 1 Teil Alkohol, Essigsäure und Glycerin.

Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse, 94. Band.

*Macrozamia*: 30/25; 32,5/25; 35/25.

*Ceratozamia*: 35/27,5.

*Encephalartos*: 32,5/22,5; 35/21,25; 35/22,5; 37,5/25,2.

Ich wiederhole, die vorstehenden Werte stellen die häufigsten dar. Es ergibt sich daraus, daß *Cycas* die kleinsten Pollenkörner unter den rezenten Cycadophyten besitzt. Wenn wir damit die Pollenkörner unserer *Lunzia* vergleichen, so finden wir da als häufigste Werte 30/17,5; 25,5/17,5; 27,5/20. Das sind also Größenverhältnisse, die denen des *Cycas*-Pollens am nächsten kommen. Das gilt auch für die Falte.

Mit den Pollenkörnern von fossilen Cycadophyten verglichen, zeigt die triadische *Lunzia* im Hinblick auf die Längsdimensionen der Pollenkörner die meiste Übereinstimmung mit *Williamsonia Lignieri* Nath. aus dem Dogger von England: 25,5—30  $\mu$ . Alle anderen Cycadophytenpollen sind größer, sowohl die der rhätischen, *Wielandiella*<sup>1</sup> und *Cycadocephalus* von Skandinavien, als der Williamsonien des Dogger von England, sowie der rezenten Cycadeen, mit alleiniger Ausnahme von *Cycas*.

Es ergibt sich folgende Übersicht:

$\mu$ 25,5 — 30	<i>Lunzia Austriaca</i>	Alpine Trias
25 — 30	<i>Williamsonia (?) Lignieri</i>	Dogger
32 — 42	<i>Wielandiella angustifolia</i>	Rhät
36 — 44	<i>Williamsonia whitbiensis</i>	Dogger
40 — 43	<i>Antholithus Zeileri</i> <sup>2</sup>	Rhät
40 — 44	<i>Williamsonia setosa</i>	Dogger
54 — 55	<i>Cycadocephalus Sewardi und minor</i>	Rhät
58 Solitär 76	<i>Wielandiella punctata</i>	Rhät
58 — 65	<i>Williamsonia spectabilis</i>	Dogger

Danach scheint also für jede der bisher bekanntgewordenen Arten eine bestimmte häufigste Länge der Pollenkörner charakteristisch zu sein. Die vorliegenden Untersuchungen sind indessen, der Sachlage entsprechend, noch zu wenig ausgedehnt, als daß man in dieser Hinsicht eine These aufstellen könnte.<sup>3</sup>

Die Pollenkörner der rezenten Cycadophyten, der Cycadeen, besitzen vielleicht eine für die Gattungen oder für Artgruppen charakteristische häufigste Länge, doch läßt sich auch da nichts bestimmtes behaupten, da gegenwärtig genauere vergleichende Untersuchungen fehlen. Die charakteristischen Pollenlängen scheinen sich, von *Cycas* abgesehen, zwischen 30 und 38  $\mu$  zu bewegen, wozu natürlich die größte Breite und die Ausbildung der Pole kommt; sie sind also geringer als der höchste Grenzwert der häufigsten Länge bei der rhätischen *Wielandiella angustifolia* und der *Williamsonia whitbiensis* des Dogger.

Wahrscheinlich ist es kein Zufall, sondern beruht auf Phylogenie, daß der gleichgestaltete Cycadophyten-Faltenpollen der morphologisch gleichwertigen Mikrosporophylle von *Lunzia* der Trias und der rezenten *Cycas* die gleichen charakteristischen Dimensionen der Körner besitzt. Es kann selbstverständlich nur an einen gemeinsamen Ursprung aus einer älteren Entwicklungsreihe gedacht werden, zumal *Cycas*beblätterung in der Trias nicht gefunden wird.

<sup>1</sup> *Wielandiella punctata* besitzt sogar unter allen fossilen und rezenten Cycadophyten, wenn auch nur als Solitäre, die größten bisher gemessenen Pollenkörner mit dem Längsdurchmesser von 76  $\mu$ .

<sup>2</sup> Falls *Antholithus Zeileri* in der Tat sich als *Ginkgophyl* erweisen sollte, ist es interessant zu vermerken, daß die Pollenkörner der einzigen lebenden Art der Klasse *Ginkgoinae Ginkgo biloba* (*Salisburia adiantifolia*) in fast ungequollenem Zustande 34—38  $\mu$  Länge bei 20  $\mu$  größter Breite aufweisen.

<sup>3</sup> Die positiven Angaben über die Größenverhältnisse des Pollens der fossilen Cycadophyten verdanken wir zumeist den Untersuchungen von Nathorst, deren Ergebnisse in seinen Paläobotanischen Mitteilungen niedergelegt sind. Ich habe bereits im vorhergehenden Abschnitt die genauen Zitate gegeben.

Im Hinblick auf die Tatsache, daß unter den Cycadophyten nach der schon früher erwähnten Mitteilung von Nathorst für *Cycadocephalus* »kugeltetraedrische Sporen« charakteristisch sind, »mit den an Farnsporen gewöhnlichen drei radialen Linien«, sei erwähnt, daß bei gewissen rezenten Coniferen, wie ich bei der Präparation des reifen trockenen Pollens von *Taxus baccata*<sup>1</sup> und *Cunninghamia sinensis* beobachtete, gleichfalls die tetraedrische Grundform der Pollenkörner in Erscheinung tritt. Die Exine der Taxusmikrospore ist höchst fein gekörnelt. Ich erwähne diese gelegentliche Beobachtung lediglich deshalb, um neuerdings darauf hinzuweisen, welche Schwierigkeiten paläobotanischen Studien oft erwachsen, angesichts des begreiflichen Mangels an tatsächlichen Feststellungen so zahlreicher für die Vergleichung wichtiger morphologischen Eigentümlichkeiten der rezenten Pflanzen.

Es leuchtet ohneweiters ein, daß sich die Verquellung, welche so viele Pollenkörner in Wasser erleiden, auch bei der Fossilwerdung wird geltend gemacht haben, da, ganz abgesehen vom Transport der Pflanzenteile zur Ablagerungsstätte durch fließendes Wasser, das Einschlußmedium fast stets aus einem von Feuchtigkeit vollkommen durchtränkten Sediment verschiedener Beschaffenheit hervorgeht. Das kann dann dazu führen, daß zahlreiche Pollenkörner so stark verändert werden, daß sie ihre charakteristische Form sogar vollständig verlieren können. Das gilt sicher für viele Pollenkörner von Cycadophyten und Ginkgophyten. So verquillt der rezente Ginkgopollen sehr leicht in Wasser unter vollkommener Abrundung, wobei die charakteristische Falte und die Wetzsteinform gänzlich unbemerkt bleiben, wenn man nicht sofort beobachtet. Diese Tatsache darf bei der Deutung fossiler Pollenkörner nicht unbeachtet bleiben. Fänden wir also bei Baiera etwa keinen Faltenpollen, sondern nur scheibenförmige oder kugelige Pollenkörner, so dürften wir daraus nicht unbedingt auf seine Nichtexistenz schließen.

Auch fermentative Wirkungen können die Pollenkörner verändern, ähnlich wie z. B. der mit dem Nektar in den Bienenhonig gelangende Pollen<sup>2</sup> nicht nur durch die Feuchtigkeitsaufnahme seine Form bis zu einem gewissen Grade ändert. Der Paläobotaniker kann nicht genug Erfahrungen sammeln!

Zum Schlusse mögen noch einige Bemerkungen über die Verbreitung des Faltenpollens im Bereiche der Gymnospermen an dieser Stelle Platz finden.

Vor allem ist es unter den auch rezenten Gymnospermentypen von Interesse, daß Pollenkörner ohne Luftsäcke mit einer Falte außer bei den *Cycadaceae* und *Zamiaceae* nur noch bei *Ginkgo biloba*<sup>3</sup> vorkommen, also nur bei den Klassen *Cycadinae* und *Ginkgoinae*. Hinzu treten allein die bereits ausgestorbenen *Bennettitinae*. Über die Pollenkörner der *Cordaitinae* sind wir einigermaßen durch die Untersuchungen von B. Renault informiert, welchen verkieseltes Material zugrunde liegt. Im »Cours de Botanique fossile« beschreibt dieser Autor<sup>4</sup> die Pollenkörner von *Cordaitanthus* folgendermaßen:

<sup>1</sup> Eine richtige Abbildung der Pollenkörner von *Taxus baccata* gibt Kirchner in der »Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas« Bd. I, Lief. 1 (1904), p. 75.

<sup>2</sup> Ich verweise in dieser Beziehung und auch wegen der Präparationsmethoden, sowie der zahlreichen Abbildungen auf K. Fehlmann: Beiträge zur mikroskopischen Untersuchung des Honigs (Mitteilungen a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, Bd. II, Bern 1911).

<sup>3</sup> Schon Hugo v. Mohl hat den Ginkgopollen in der Abhandlung: Über den Bau und die Formen der Pollenkörner, Bern 1834, p. 39 und Taf. I, Fig. 11, beschrieben und abgebildet.

<sup>4</sup> B. Renault, Cours de Botanique fossile I (Paris 1881), p. 96 und IV (1885), Taf. 21, Fig. 8, 9; Taf. 22, Fig. 10. Siehe auch Hugo Graf zu Solms-Laubach: Paläophytologie (1887), p. 116 (Beschreibung der Pollenkörner) und die Abbildungen auf p. 116 und 118 nach Renault, sowie p. 122 nach Saporta und Marion. Solms beschreibt l. c. die Pollenkörner der Cordaiten folgendermaßen! Die Pollenkörner findet man in den Antherenfächern vor, sie sind außerdem überaus häufig zerstreut in den Kieselbrocken vorhanden. Sie sind eiförmig ellipsoidisch, ihre Dimensionen nach Renault 0.9 mm und 0.5 mm. Sie sind offenbar infolge ihres cutinisierten Exiniums der Regel nach gut erhalten und an der Außenfläche mit einer feinen chagrinartigen Netzzeichnung geziert. Innen findet sich, der Seitenwand einerseits anliegend, die für die *Gymnospermen* charakteristische Zellgruppe vor, die auffallend starke Entwicklung zeigt, und aus einer größeren Anzahl derbwandiger unregelmäßiger polygonaler zu einem Gewebekörper verbundener Zellen besteht.

Ein Bild der Exine gibt die Renault'sche Abbildung Fig. 6 auf Taf. 14 in 225-facher Vergrößerung, sowie Solms' Fig. 8 C.

Lors que le grain est encore contenu dans l'anthère, ses dimensions sont 0.09 *mm* et 0.05 *mm*, suivant le grand et le petit axe de l'ellipsoïde, dont ils affectent la forme. La surface extérieure de l'exine paraît finement réticulée. Le grain échappé de l'anthère possède des dimensions un peu plus grande, 0.12 *mm* et 0.07 *mm*; il y a donc eu un accroissement linéaire d'un tiers environ; . . . . Wir können daraus die Dimensionen, 90 zu 50  $\mu$  und 120 zu 70  $\mu$ , sowie die Gestalt, Ellipsoid, entnehmen. Sie sind also wesentlich größer als die Pollenkörner der Cycadophyten, deren größte Länge nur 70  $\mu$  erreicht (Solitäre von *Wielandiella punctata*) und von *Ginkgo* mit 37  $\mu$  größter Länge. Eine Längsfalte scheinen sie nicht besessen zu haben, sie wäre wohl bemerkt worden, da verschiedene Reifestadien des Cordaitespollens von Autoren, wie Brongniart, Renault, Saporta und Marion, Solms-Laubach diskutiert wurden. Eine Eigentümlichkeit ist die von Renault angegebene feinnetzige Zeichnung der Exine. An Mazerationspräparaten von Kohlebelägen ist übrigens meines Wissens der Cordaitespollen noch nicht studiert worden. Die der Klasse der *Coniferae* angehörenden Arten weisen soweit sie untersucht sind, nach Hugo Fischer<sup>1</sup> entweder faltenlose Pollenkörner auf, oder solche mit Luftsäcken und einer Falte dazwischen. Von den letzteren werden genannt »Pinus und Verwandte, Podocarpus«, von ersteren, welche »trocken meist unregelmäßig geschrumpft, im Wasser kugelig« erscheinen: *Larix europaea*, *Cupressus macrocarpa*, *Taxus baccata*,<sup>2</sup> *Cephalotaxus sp.* (kuglig), *Juniperus communis* (oval). Von den Vertretern der Klasse *Gnetinae* haben *Ephedra major* nach Schacht<sup>3</sup> mehrere und *Welwitschia mirabilis* (*Tumboa Bainesii*) nach Fischer etwa 20 Längsfurchen. Die Pollenkörner der *Gnetinae* sind in trockenem wie in gequollenem Zustande spitz ellipsoidisch.

### c) Abwägung der Lunzia-Merkmale und Festlegung der Stellung im Pflanzenreich.

Wenn wir die im Kapitel B festgestellten Tatsachen vergleichen und zusammenfassen, so gelangen wir zu ganz bestimmten Anschauungen über die morphologische Bedeutung der den Pollen bergenden Organe und die systematische Stellung der *Lunzia Austriaca*.

Um diese Anschauung klar darzulegen, wollen wir nun zunächst die histologischen Verhältnisse von *Lunzia* denen der Pollensäcke der rezenten *Cycadinae* in Kürze gegenüberstellen, dann damit die typische Angiospermanthere vergleichen, ferner aus der Histologie der Synangien jener fossilen Cycadophyten, die als *Williamsonia*, *Cycadocephalus* und *Cycadeoidea* bekannt sind, von den gewonnenen Gesichtspunkten aus die sich ergebenden Beziehungen zu *Lunzia* und den rezenten *Cycadinae* ableiten. Schließlich sollen die Mikrosporangien der Pteridospermen in ihren morphologischen und histologischen Beziehungen zu *Lunzia*, den rezenten *Cycadinae* und den in Betracht kommenden Farngruppen in analoger Weise betrachtet werden. So muß sich gewissermaßen von selbst die mit den Tatsachen in Einklang stehende Auffassung der morphologischen Bedeutung und der allgemeinen phylogenetischen Beziehungen (systematische Stellung) von *Lunzia* ergeben.

\*

### Das Synangium von *Lunzia*, der Pollensack der *Cycadinae* und die Anthere.

<i>Lunzia.</i>	<i>Cycadinae.</i>
Synangium	Mikrosporangium
Exothecium	Exothecium

<sup>1</sup> Fischer H., l. c. p. 20, 29. 66.

<sup>2</sup> Ich habe in diesem Abschnitte bereits genaueres über den Pollen von *Taxus* mitgeteilt.

<sup>3</sup> Die Pollenkörner von *Ephedra helvetica* sind von Kirchner, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas I, Lief. 3 (1906), p. 340 und Fig. 183 näher beschrieben und abgebildet worden. Sie zeigen 4 tiefe Längsfaltungen und die Exine ist nicht glatt, sondern zeigt zwischen den Falten zarte Längsrünzeln mit zahlreichen hin- und hergebogenen Querästchen.

<i>Lunzia.</i>	<i>Cycadinae.</i>
aktive Zellen	aktive Zellen
Vielzelliger Annulus in der Scheitelregion	Annulus in der Scheitelregion
Dehiscenzlinie	Dehiscenzlinie
keine Spaltöffnungen	Spaltöffnungen
Gefäßbündelast aus dem Sporophyll sendet Elemente in die Synangiumbasis	Gefäßbündelast aus dem Sporophyll sendet Elemente zum Sorusgrund
Synangiumwand setzt sich aus zahlreichen Zellen zusammen	Mikrosporangiumwand setzt sich aus weniger und größeren Zellen zusammen
Pollenkörner mit einer Längsfalte	Pollenkörner mit einer Längsfalte

Wir finden also bei *Lunzia* und den *Cycadinae* einen Annulus, ein Exothecium, abgesehen davon, daß bei *Lunzia* Synangien, bei den *Cycadinae* aber freie Mikrosporangien vorliegen, ferner finden wir Stranggewebeelemente, wobei zu erinnern ist, daß auch bei den Farnen jeder Sorus aus dem Leitbündelsystem des Sporophylls einen Gefäßbündelast erhält. Auch bei den *Cycadinae* scheinen wenigstens bei *Cycas*arten Spaltöffnungen mitunter zu fehlen, in der Regel sind sie aber bei den *Cycadinae* vorhanden.

Vergleichen wir nun *Lunzia* nach denselben Gesichtspunkten mit einer typischen Angiospermenanthere.

Typische Angiospermenanthere: Synangium, reife Wand stets deutlich mehrschichtig, Exothecium oder häufiger Endothecium, kein Annulus, bisweilen Spaltöffnungen, nur im Konnektiv Stranggewebe.

Die typische Anthere wird morphologisch vielfach als eine metamorphosierte Blattspreite aufgefaßt, doch ist es, wie v. Wettstein im Handwörterbuch d. Naturw. II, p. 93/94 (Artikel: Blüte) ausführt, obzwar es zweifellos richtig ist, daß die Stamina auf Mikrosporophylle zurückzuführen sind, nicht zulässig, Teile derselben mit Teilen vegetativer Blätter homologisieren zu wollen, da die Pollenblätter von vegetativen Blättern schon längst grundverschieden geworden sind, und, wie derselbe Autor betont, die Übertragung der die vegetativen Blätter betreffenden Anschauungen auf die Staubblätter besonders dann unzulässig wird, wenn aus der Pseudanthienlehre der Angiospermen abgeleitet wird, daß die Staubblätter der Angiospermen, entwicklungsgeschichtlich auf die Vereinigung von je zwei einfachen Staubblättern zurückzuführen, also phylogenetisch gleichwertig mit Synandrien sind. »Gerade so wie die Teile der Laubblätter sich entsprechend den Funktionen derselben entwickelten, haben sich auch die Teile des Staubblattes im Zusammenhang mit seiner Aufgabe herausgebildet.«<sup>1</sup>

Als ein Staubblatt läßt sich das Pollen erzeugende Organ von *Lunzia* allerdings nicht auffassen. Naheliegender ist es, dasselbe mit dem Sorus von *Cycas* zu vergleichen. So kann man sich seine Bildung, wie schon im Abschnitt 6, a) 1. erwähnt wurde, am einfachsten durch kongenitale Verwachsung der Konstituenten eines vierzähligen Sorus in der Sorusachse vorstellen.

Mit einer typischen Anthere teilt *Lunzia* folgende Eigenschaften. Sie ist ein Synangium, aus vier Mikrosporangien bestehend, und besitzt in der zentralen Längsachse Stranggewebe. Der Besitz eines Annulus und die Einschichtigkeit<sup>2</sup> der reifen Wand unterscheidet *Lunzia*. Die übrigen Merkmale (Exothecium, Mangel an Spaltöffnungen, Kleinzelligkeit) sind irrelevant.

Gehen wir nun zum Vergleich mit den Synangien typischer fossiler Cycadophyten über, so können wir die folgende kurze Übersicht in Schlagworten an die Spitze dieser Betrachtung setzen.

<sup>1</sup> v. Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik, 2. umgearbeitete Auflage, 2. Hälfte (1911), p. 435.

<sup>2</sup> Es ist jedoch das Vorhandensein einer zarten subepidermalen Schicht nicht ausgeschlossen, ähnlich wie bei *Cycadeoidea*, da die auf dem Wege der Mazerationsmethode gewonnenen Präparate hierüber keinen Aufschluß gewähren können. Die Beobachtung des Objektes im Verlaufe der Mazeration hat, wie besonders hervorgehoben werden möge, keinen Anhaltspunkt für die Existenz eines subepidermalen Gewebes geboten.

<i>Williamsonia, Cycadocephalus</i>	<i>Cycadeoidea</i>
Epidermis nach Außen stärker verdickt, oder auch nicht	Exothecium
Epidermiselemente von verschiedener Form, keine Strangelemente	Dehiscenzlinie Zarte subepidermale Schicht
Kein Annulus	Kein Annulus
Spaltöffnungen in einzelnen Fällen	Spaltöffnungen nicht beobachtet
Wand besteht aus zahlreichen Zellen, subepidermale Schicht nicht beobachtet	Wand besteht aus zahlreichen Zellen, zarte subepidermale Schicht
Pollenkörner entweder vom Aussehen der Farnsporen ( <i>Cycadocephalus</i> ) oder mit einer Längsfalte ( <i>Williamsonia</i> )	Pollenkörner mit einer Längsfalte

Mit den rezenten *Cycadinae* herrscht Übereinstimmung in der Ausbildung eines Exotheciums, von Spaltöffnungen (bei verschiedenen Arten), Dehiscenzlinie (*Cycadeoidea*), Faltenpollen bei *Williamsonia* und *Cycadeoidea*.

Unterschiede sind: die kleineren und zahlreicheren Wandzellen, der Mangel eines Annulus, der Mangel von Spaltöffnungen in bestimmten Fällen (allerdings auch bei *Cycas*-Arten, wie es scheint), die Pollenkörner von Farnsporenform bei *Cycadocephalus*.

Mit *Lunzia* stimmen überein jene Arten, welche zahlreiche gestreckte Wandzellen, Mangel an Spaltöffnungen, Dehiscenzlinie und Faltenpollen besitzen in diesen Eigenschaften. Der Mangel eines Annulus und von Strangelementen scheidet sie jedoch von *Lunzia*.

Fast alle bisher bekannten fossilen Cycadophyten besitzen Synangien, und zwar von verschiedenen Formen. Pollensäcke sind nur bei denjenigen bekannt, welche möglicherweise richtiger als Ginkgophyten zu deuten sind (*Antholithus Zeileri*, »Baiera von Neuwelt«).

Für die Pteridospermen gilt folgendes:

Mikrosporangium teils ein-, teils zweifächerig (im letzteren Falle wohl als die einfachste Form eines Synangiums zu betrachten).

Epidermis stets aus zahlreichen Zellen zusammengesetzt.

Umriß der Zellen wie bei den *Cycadinae*, stets nach der Längsachse gestreckt.

Dehiscenzlinie (*Telangium*, *Dactylothea*).

Öffnung, wo die Stellung der Mikrosporangien bekannt ist, nach innen.

Kein Annulus.

Wand einschichtig bis zweischichtig (nach den Schliffpräparaten von *Telangium*) als Exothecium ausgebildet.

Sorusscheibchen (von *Telangium* allein bekannt) mit lacunösem Gewebe und Leitbündel.

Pollenkörner vom Typus der Farnspore und des Cycadophyten *Cycadocephalus*.

Die Morphologie und Histologie der Mikrosporangien, respektive Synangien der Pteridospermen sind im Detail noch in geringem Maße bekannt. Insbesondere kennt man nicht die Histologie des zweifächerigen Mikrosporangiums (Synangiums), welches mit Kidston zunächst wohl am besten als ein Organ sui generis (»individual organ«) bezeichnet werden kann. Da kaum daran zu zweifeln ist, daß die Pteridospermen auch in der männlichen fertilen Region mannigfache Differenzierung aufweisen, müssen von glücklichen Funden (zu genauer Untersuchung geeigneten Erhaltungszuständen) weitere Aufklärungen erhofft werden. Jedenfalls kann aber schon heute gesagt werden, daß die Histologie, Form und Zahl der den Pollen bergenden Organe, soweit bekannt, teils Ähnlichkeiten mit den rezenten *Cycadinae*, teils mit den *Bennettitinae* aufweisen. Am bemerkenswertesten ist *Crossotheca* im Zusammenhalt mit *Telangium*, welches von Scott gleichfalls als eine *Crossotheca* betrachtet wird.

Wenn wir das »individual organ« von *Crossotheca* als ein Synangium betrachten, so können wir nach den Abbildungen von Kidston (l. c. Taf. 26 bis 28 und Textfiguren 8, 9) feststellen, daß

auf einer Mikrosporophyllspreite um ein zentrales steriles Mittelfeld eine Anzahl von radiär angeordneten einfachsten Synangien entwickelt sind, von denen jedes einzelne ungefähr die Form eines Hörnchens besitzt, da sich die Synangien in ihrem basalen Teil vom sterilen Mittelfeld bis an den Rand der Mikrosporophyllspreite hinziehen, von dem sie im reifen Zustande den Fransen einer Epaulette gleich herabhängen. An Abdrücken von außen gesehen sind sie in der Tracht den *Lunzia*-Synangien ähnlich, von denen sie durch die Gestaltung des basalen Teiles jedoch wesentlich verschieden sind. In der Hörnchenform der *Crossotheca*-Synangien kann man, wenn man will, eine Parallelförmigkeit zu den Hörnchenformen der *Cycadinae*-Pollensäcke<sup>1</sup> erblicken, da zweifellos irgend ein Zweig der *Cycadofilices*, wozu die Pteridospermen unzweifelhaft gehören, mit den *Cycadinae* phylogenetisch zusammenhängt. Die carbonische *Crossotheca* mit ihren im wesentlichen randständigen Synangien einfachster Form erinnert an die triadische *Lunzia* sowohl durch die Randständigkeit der Synangien, wiewohl nur eine Reihe vorhanden ist, als auch dadurch, daß Fiedern letzter Ordnung diese Organe erzeugen. Die Mikrosporophylle sind in beiden Fällen gefiederte Blätter, oder bei *Crossotheca* doch mindestens gefiederte fertile Abschnitte unverkennbarer, mehrfach gefiederter Wedel. Bei *Crossotheca Crepini* haben die fertilen Fiedern sogar eine ähnliche Form, wie bei *Lunzia*.<sup>2</sup>

Der der *Lunzia* eigentümliche breite Annulus in der Scheitelregion scheidet sie von den Pteridospermen. Die Kleinzelligkeit und Mächtigkeit desselben erinnert an die Verhältnisse bei den *Coenopterideae*, und man ist versucht, ihn als den auf die Scheitelregion beschränkten Rest eines *Coenopterideae*-Annulus zu betrachten. Dem scheint jedoch die ganze Natur des *Coenopterideae*-Sporangiums entgegenzustehen, dessen eigentliche Wandzellen keinerlei Tendenz zur Längsstreckung zeigen.<sup>3</sup> Ähnlich kleinzellig ist auch die Synangiumepidermis der *Marattiaceae*, welche mit der alleinigen Ausnahme von *Angiopteris* keinen Annulus besitzen. Bei *Angiopteris* haben wir aber kein eigentliches Synangium vor uns, da die Sporangien, obwohl auf einem Soral sitzend, voneinander getrennt sind. Auch der *Angiopteris*-Annulus erinnert an *Lunzia* und die *Coenopterideae*, aber auch an die breite polare Zellgruppe der *Schizaceae*, besonders von *Mohria*, diese wieder besonders an den Annulus von *Cycas*. Bei den Sporangien der *Schizaceae* haben wir, ähnlich wie bei den Mikrosporangien der *Cycadinae* und dem Synangium von *Lunzia*, in der Richtung vom Sporangienrunde zum Scheitel gestreckte Zellen. Die Sporangienwand der *Schizaceae* besteht jedoch aus bedeutend weniger Zellen, während die Oberflächenansichten der Sporangien von Gleicheniaceen und Matoninae, von ihrem typischen Ring abgesehen, wieder am meisten an die Verhältnisse bei den *Marattiaceae* erinnern. Es bestehen also unter den Simplices im Sinne von F. O. Bower auch im Bau der Sporangiumwand teils große Ähnlichkeiten, teils Verschiedenheiten, welche jedoch insgesamt, wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, auf ihre innere Zusammengehörigkeit und auch auf Beziehungen zu den Cycadophyten, oder vielmehr zu Cycadophytengruppen hinweisen, was wohl als der Ausdruck alter phylogenetischer Zusammenhänge gedeutet werden darf.

Unter den rezenten Familien der Gefäßkryptogamen bieten begreiflicherweise die *Marattiaceae* einen besonders wichtigen Anknüpfungspunkt, da sie die einzige Farnegruppe mit Synangien darstellen. Sie bieten uns außer in dem Annulus von *Angiopteris* in der Form des Synangiums von *Kautfussia*, wie schon im Abschnitt a 2 ausführlich dargelegt wurde, ein ungezwungenes Vergleichsobjekt, denn wir finden hier eine Anzahl seitlich kongenital verwachsener Sporangien in einen Kreis gestellt und

<sup>1</sup> In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß nach W. H. Lang (The Mikrosporangia of *Stangeria paradoxa*. Ann. of Botany, vol. XI, 1897, p. 425) die Mikrosporangien dieser *Cycadinae*-Art im Laufe der Ontogenie vorübergehend zu Paaren vereinigt sind. Bekanntlich besitzt die *Stangeria*-Beblätterung Farntypus, wurde *Stangeria* doch in sterilem Zustande als *Lomaria* beschrieben und besitzt nach Lotsy (Stammesgeschichte II, p. 755) eine auffallende Übereinstimmung in der Struktur der Blattspuren mit *Lyginodendron*.

<sup>2</sup> Siehe die Abbildung bei Zeiller, *Éléments de Paléobotanique*, p. 62, Fig. 31.

<sup>3</sup> Nur bei *Zygopteris* zeigt sich lokalisierte Längsstreckung. Vgl. meine Ausführungen auf p. 30.

als ein rundes, konkaves genabeltes Gebilde entwickelt, das mit konischer Basis ansitzt. Man kann es kurz und bezeichnend »Bechersynangium« nennen.

An *Kaulfussia* wird von Potonié und von Zeiller die Gattung *Ptychocarpus* Weiss emend. Pot. aus dem Obercarbon und Perm angeschlossen, Die fast zylindrischen Sporangien stehen aufrecht, sind zu 5 bis 8 um ein stark vorspringendes Rezeptakulum vereinigt und ihrer ganzen Länge nach miteinander verwachsen. Leider sind zu wenig histologische Details bekannt. Im Sorusgrunde scheint Stranggewebe vorhanden zu sein, wie dies auch bei *Kaulfussia* in dem basalen Teil des Synangiums der Fall ist, wo die Sporangien gleichfalls in der Sorusachse verwachsen sind. Gerade dieser Umstand ist für den Vergleich mit *Lunzia* von Interesse, wie nicht minder, daß unter den Pflanzen des Obercarbon, wie wir nun hervorheben können, sowohl die Pteridospermen in *Crossothecca*, als die Marattiales in *Ptychocarpus* Vergleichsobjekte zu dem Synangium der triadischen *Lunzia* darbieten. Bei *Crossothecca* finden wir bestimmte fertile Teile in der Sphenopterisbeblätterung, bei *Ptychocarpus* stehen die Synangien beiderseits des Mittelnerven von Pecopteris-Fiederchen. Der Form nach kommen die *Ptychocarpus*-Synangien den *Lunzia*-Synangien noch näher als die Bechersynangien von *Kaulfussia*. Letztere öffnen, wie schon erwähnt wurde, die Fächer nach innen, *Ptychocarpus* durch einen Porus an der Spitze, *Lunzia* durch Längsriß der Mikrosporangien nach außen. Bei *Crossothecca* öffnet ein Längsriß beide Fächer des Synangiums.

\*

Es wurde in der vorliegenden Arbeit das *Lunzia*-Synangium öfters als *Lunzia*-Anthere oder einfach als Anthere bezeichnet, und diese Bezeichnungsweise bereits in einer Anmerkung zur Diagnose durch den Habitus des Organes und durch den Hinweis auf die allmähliche Entwicklung des Begriffes Anthere im heute üblichen, morphologisch eindeutigen Sinne begründet. Ferner wurde bereits im Abschnitt B. 2 diese Frage weiter ausgeführt und nach einem Vergleich des *Lunzia*-Synangiums mit dem von *Kaulfussia* das erstere, da es habituell einer Anthere auf kurzem Filament gleicht, die einzelnen Mikrosporangien sich nach außen durch einen Längsriß öffnen und in der basalen inneren Wandpartie Strangelemente führen (Andeutung eines Konnektives?) als ein Synangium besonderer Art mit Rücksicht auf die erörterten Eigentümlichkeiten als »*Lunzia*-Anthere« bezeichnet. Schließlich wurden im vorliegenden Abschnitt auch die Ergebnisse der umfassenden Vergleichen von *Lunzia* mit verschiedenen Sporangien, Mikrosporangien und Synangientypen zusammengefaßt, so daß es nur mehr erübrigt wegen des Begriffes »*Lunzia*-Anthere« einige allgemeine Bemerkungen über das Mikrosporophyll hinzuzufügen.

Was das Mikrosporophyll der Pteridospermen anbelangt, so können wir hier feststellen, daß es sich als eine verzweigte Achse (metamorphosiertes gefiedertes Blatt) präsentiert, deren Auszweigungen auf einem sterilen Teil (Träger, Stiel mit oder ohne Spreite) am Grunde oder bis zur Mitte miteinander verwachsene Mikrosporangien oder bei *Crossothecca* freie zweifächerige Mikrosporangien (? Synangien) tragen.

Wenn wir das Mikrosporophyll (Pollenblatt, Staubblatt, Stamen) der Angiospermen betrachten, so finden wir stets einen sterilen Teil (Staubfaden, filamentum und Mittelband, connectivum, oder bloß letzteres) und einen fertilen Teil (die Anthere, anthera, ein das Konnektiv als integrierenden achsialen Bestandteil führendes Synangium) oder bei durch Teilung verzweigten Pollenblättern mehrere fertile Teile (nämlich in der Regel in diesen Fällen mehrere Antheren oder wenigstens Antherenhälften,<sup>1</sup> niemals einzelne Mikrosporangien).

Wir können somit für das Mikrosporophyll im allgemeinen abstrahieren, daß es aus einem sterilen und einem fertilen Teil besteht. Der sterile Teil wird, wie erwähnt, bei der Synangienbildung der

<sup>1</sup> Die angeführten Tatsachen sind bekannt und können z. B. aus Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam. II. p. 143 entnommen werden.

Angiospermen in letztere zum Teil mit einbezogen, indem er mindestens als ein die Mikrosporangien verbindendes Gewebe entwickelt ist. Bei den Pteridospermen mit den sitzenden Synangien (*Crossothea*) kann dies, da gerade die Histologie dieses Organes nicht näher bekannt ist, gegenwärtig nicht behauptet werden, doch ist es mit Rücksicht auf die Dicke der Scheidewand (vgl. Kidston l. c. Fig. 25 bis 27 und 38) und unter Heranziehung der Histologie von *Telaugium* nicht unwahrscheinlich. Sogar die Synangien der rezenten *Marattiaceae* zeigen Einbeziehung des sterilen Sporophyllteiles in die Synangiumbildung, teils durch Ausbildung eines mehr oder minder deutlichen Stieles (*Marattia*, *Kaulfussia*), teils durch Entwicklung einer zentralen Achse (*Kaulfussia*), wobei stets auch Stanggewebeelemente angetroffen werden. Wir finden demnach in habituell gleichen Bildungen von, nach streng morphologischer Auffassung zu trennenden Organen den gleichen Bauplan auch im Innern realisiert. Es sind also offenbar biologische, Faktoren, welche diese grob morphologische Einheitlichkeit in Organen verschiedener Dignität aber gleicher Funktion bewirkt haben. Finden wir Pollen erzeugende Organe nach Art der *Luzia*-Synangien, die doch die äußerlichen Merkmale des verbreitetsten Antherentypus besitzen, in isoliertem Zustande, so wäre man auch nach der histologischen Beschaffenheit, wie sie sich aus den Mazerationspräparaten ergibt, in welchen alles zarte Gewebe zerstört ist, nicht im Stande einen wesentlichen Unterschied von einer Angiospermanthere zu finden, wenn der Annulus übersehen wird. Alle diese Momente zusammen dürften die Bezeichnung *Luzia*-Anthere rechtfertigen. Es soll damit aber keineswegs behauptet werden, daß *Luzia* etwa einen Übergangstypus zu den Angiospermen, eine Proangiosperme, darstelle. Es zeigt sich vielmehr, daß *Luzia* zu den *Bennettitales* zu stellen ist. Dies ergibt sich, wenn wir die Merkmale, um sie systematisch auszuwerten, gegeneinander abwägen.

\* \*

#### Die systematische Stellung von *Luzia*.

In den vorhergehenden Teilen dieses Abschnittes wurden die für die systematische Stellung von *Luzia* in Betracht kommenden Tatsachen schon von den verschiedensten Gesichtspunkten beleuchtet, und es finden sich speziell auf Seite 42 und 43 in der »Vergleichenden Übersicht über einige wichtige Merkmale von Sporangien, Mikrosporangien und Synangien« die für die folgende Erörterung wichtigsten Tatsachen in konziser Form zusammengestellt, so daß nun die systematische Stellung von *Luzia* ohne langwierige Erörterungen aus den bekannten Tatsachen abgeleitet werden kann.

Auffallend ist vor allem das aus zahlreichen kleinen, dickwandigen Zellen bestehende Gewebe in der Scheitelregion. Hiermit können wir nur das Annulusgewebe der gänzlich ausgestorbenen *Coenopterideae* vergleichen, bei welchen jedoch der Annulus stets bandförmig entwickelt ist. Der habituell ähnlichere Annulus von *Mohria*, die unter den *Schizacaceae* eine Sonderstellung einnimmt besteht aus größeren Zellen. Dasselbe gilt vom Annulus der rezenten *Marattiaceae* (bekanntlich nur bei *Angiopteris* vorhanden) und vom Annulus der rezenten *Cycadinae*. Der Annulus von *Mohria* und von *Angiopteris* stehen dem *Cycadinae*-Annulus näher als dem mächtigeren und, wie nochmals hervorgehoben sei, vielzelligen Annulus von *Luzia*. Die Pteridospermen und bisher bekannt gewesenen fossilen Cycadophyten entbehren eines Annulus. Die axiale Streckung der Wandzellen finden wir bei *Pteridospermen*, fossilen und rezenten Cycadophyten, auch bei den *Schizacaceae*, jedoch nicht bei den *Marattiaceae* abgesehen von *Angiopteris*, deren Sporangien Wandzellen besitzen, welche denen der *Cycadinae* am nächsten kommen. Die typischen fossilen Cycadophyten besitzen zahlreichere, wenn auch kleinere und stärker gestreckte Wandzellen als die *Cycadinae*. Die in der Ausbildung eines Exotheciums und einer Dehiscenzlinie sich ausprägende Polymorphie des Wandgewebes finden wir bei gewissen Pteridospermen (*Telaugium*), *Cycadeoidea* (also bei bestimmten *Bennettitales*), auch bei den *Cycadinae*. Spaltöffnungsmangel finden wir bei den Pteridospermen, manchen fossilen

## Vergleichende Übersicht über einige wichtige Merkmale

	<i>Lunzia Austriaca</i>	<i>Anholithus Zeileri</i>	<i>Bennettitinae</i>	<i>Cycadinae</i>	<i>Pteridospermae</i>
Annulus	ähnlich <i>Coenopterideae</i>	kein Annulus	kein Annulus	ähnlich <i>Mohria</i>	kein Annulus
Achsis gestreckte Wandzellen	zahlreich und schmal	relativ breitlumig, zarte Zellwände	Die Wandzellen erscheinen in der Aufsicht mehr weniger isodiametrisch. Ähnlich <i>Lunzia</i> am ehehesten <i>Williamsonia</i> (?) <i>Lignieri</i> und <i>Cycadocephalus Sewardi</i>	weniger zahlreich, größer und breiter als bei <i>Lunzia</i>	ähnlicher <i>Bennettitinae</i> als <i>Cycadinae</i>
Aktive Zellen	Exothecium	Zellwände feinporig	Exothecium (ob allgemein?)	Exothecium	kein Exothecium
Dehiszenzlinie	vorhanden	?	vorhanden bei <i>Cycadoidea</i> , sonst nicht sichergestellt	stets vorhanden	bei <i>Telangium</i> sichergestellt
Spaltöffnungen	keine	?	fehlen bei <i>Cycadoidea</i> , vorhanden bei <i>Williamsonia spectab.</i> <i>Lignieri</i> , bei <i>Cycadocephalus</i>	fehlen anscheinend bei <i>Cycas</i> , sonst vorhanden	fehlen
Stranggewebselemente	in der zentralen Achse des Synangiums	keine	Beobachtungen fehlen	im Sorusgrund	in der basalen Verwachsungszone der Mikrosporangien von <i>Telangium</i>
Pollen	Faltenpollen wie bei <i>Cycadinae</i> , gewissen <i>Bennettitinae</i> und den <i>Ginkgoinae</i>	desgleichen	Farnsporenpollen bei <i>Cycadocephalus</i> Faltenpollen (wie bei <i>Lunzia</i> , <i>Cycadinae</i> und <i>Ginkgoinae</i> ) bei den übrigen	Faltenpollen wie bei <i>Lunzia</i>	Farnsporenpollen
Organ	Synangium aus 4 Mikrosporangien »( <i>Lunzia</i> -Anthere)«	Mikrosporangium	Synangium, »Synangiumfeder« bei <i>Cycadocephalus</i>	Mikrosporangium	Mikrosporangium

Cycadophyten, unter den *Cycadinae* bei *Cycas*. Stranggewebselemente kommen am Grunde von Mikrosporangien vor bei Pteridospermen (*Telangium*), von Synangien bei den *Marattiaceae*.

*Lunzia* besitzt also Charaktere, welche teils vorwiegend die *Coenopterideae* (kleinzelliger, vielreihiger Annulus), teils solche, welche auf Pteridospermen und gewisse *Bennettitinae* (die zahlreichen kleinen gestreckten Zellen und die Polymorphie des Wandgewebes) hinweisen, teils solche, die wir bei den Pteridospermen (besonders *Telangium*) und *Cycadinae*, aber auch bei *Marattiaceae* (Strangelemente im Sorusgrunde) finden.

Es sind aber auch Charaktere vorhanden, die mit diesen Beziehungen nicht im Einklang stehen. So entfernen die gestreckten Wandzellen *Lunzia* von den *Coenopterideae* und von den *Marattiaceae*, obwohl hier eine Annäherung durch *Angiopteris* besteht, die Kleinheit dieser Zellen von den *Cycadinae*.

## von Sporangien, Mikrosporangien und Synangien.

<i>Cocnopterideae</i>	<i>Marattiaceae</i>	<i>Schizaeaceae</i>	Angiospermenanthere
bandförmig und kleinzellig	bei Angiopteris ähnlicher <i>Lunzia</i> als <i>Cycadinae</i> und <i>Mohria</i>	ähnlich <i>Cycadinae</i> , besonders <i>Cycas</i>	kein Annulus
Wandzellen im allgemeinen nicht gestreckt	meist isodiametrisch, nur bei <i>Angiopteris</i> gestreckt und den <i>Cycadinae</i> ähnlicher als den <i>Bennettitinae</i>	weniger zahlreich als bei den <i>Cycadinae</i>	Wandbau mannigfaltig
			meist <i>Endothecium</i>
	<i>Angiopteris</i> wie bei <i>Cycadinae</i>	Dehiscenzlinie	Dehiscenzlinie
keine	keine	keine	selten
unbekannt	im Synangiumgrund, resp. Stiel	keine	im Konnektiv
			Faltenpollen in systematisch weit abstehenden Familien
Sporangien vom Typus der <i>Eusporangialae</i>	Synangium vielfächerig, nur <i>Angiopteris</i> mit freistehenden Sporangien	Sporangien vom Typus der <i>Leptosporangialae</i>	Synangium aus 4 Mikrosporangien, jedoch öfter reduziert

Der Mangel an Spaltöffnungen in der Synangiumwand nähert *Lunzia* einerseits den Gefäßkryptogamen, andererseits auch den Angiospermen, da nach H. W. Lang erstere niemals auf den Sporangien, letztere nur bisweilen auf den Pollensäcken Spaltöffnungen besitzen, widerspricht aber nicht den Beziehungen zu den *Bennettitinae*, da nicht alle Angehörigen dieser Klasse Spaltöffnungen besitzen, und widerspricht auch nicht den Beziehungen zu den *Cycadinae*, da *Cycas* so gut wie keine Spaltöffnungen in der Pollensackwand besitzt. Dadurch, daß die reife Mikrosporangiumwand nur das Exothecium zeigt, nähert sich *Lunzia* den *Cycadinae*. Die Öffnung der einzelnen Mikrosporangien des Synangiums nach außen nähert *Lunzia* den Angiospermen.

Die in ungequollenem Zustande spindelförmig-elliptischen Pollenkörner mit einer Längsfalte entfernen *Lunzia* vollständig von den Gefäßkryptogamen und auch von den Pteridospermen, da letztere, soweit Beobachtungen vorliegen, nur Pollenkörner von Farnsporengestalt besitzen, bringt sie

aber mit den Cycadophyten zusammen, u. zw. sowohl mit den *Bennettitinae*, bei welchen allerdings bei *Cycadocephalus* Pollenkörner von Farnsporengestalt nachgewiesen sind, als mit den *Cycadinae*, welche ausschließlich diesen charakteristischen Faltenpollen besitzen, der sonst in gleicher Form unter den Gymnospermen nur bei den *Ginkgoinae* vorkommt, was aber diesen Pollentypus als einen alten Typus erkennen läßt. Dem *Lunzia*-Pollen am ähnlichsten sind der Pollen von *Williamsonia-Lignieri* Nath. aus dem Dogger von England und von der rezenten *Cycas revoluta* Thunb.

Aus all dem ergibt sich, daß wir in *Lunzia* einen Cycadophyten vor uns haben, der innerhalb der Bennettitales einen Typus vertritt, der den gemeinsamen Urformen der Pteridospermen und Cycadophyten nähersteht durch die Eigentümlichkeiten des Annulus, nähersteht als jene, welche die gleiche Pollenform, aber keinen Annulus besitzen. Den Pteridospermen steht *Lunzia* demnach ferner als jene Bennettitales, welche keinen Annulus, aber gleich den ersteren Pollen von Farnsporenform erzeugen (*Cycadocephalus*). Die lebenden Cycadophyten, die *Cycadinae*, stehen demgemäß wegen des Besitzes eines Annulus und der gleichen Pollenform, wie *Lunzia*, den Urformen der Gymnospermen näher, als die Bennettitalesgruppen ohne Annulus. Da der Annulus der *Lunzia* in wesentlichen Eigentümlichkeiten mehr dem der *Coenopterideae* gleicht, der Annulus der *Cycadinae* jedoch mehr der *Schizaeaceae* (besonders von (*Mohria*), aber auch von *Angiopteris*, so kann wohl daraus geschlossen werden, daß *Bennettitinae*, *Cycadinae* und der Farnstamm, dem die *Schizaeaceae* angehören, sich von einem gemeinsamen Urstamm abgezweigt haben, von dem aus sich auch die Marattiales ableiten können. Zu letzterer Annahme führen schon die von Wieland und neuerdings von Pelourd wieder erörterten Beziehungen zwischen Cycadophyten, Pteridospermen und Marattiales. Damit im Einklang steht dann aber auch die Meinung von F. O. Bauer (Handwörterb. der Naturw. III, p. 936) wonach »wohl kaum bezweifelt werden kann, daß die *Marattiaceae* nach oben hin in Verbindung stehen mit gewissen Pteridospermen. Ihre Beziehungen zu anderen echten Farnen ist problematisch.«

In der Lunzer Flora finden sich auch, wie schon in der eingangs dieser Abhandlung mitgeteilten »Übersicht über sämtliche bisher in der fossilen Flora der Lunzerschichten aufgefundenen Reste aus der fertilen Region von Cycadophyten« bemerkt wurde, die von Schuster in seiner dort zitierten *Weltrichia*-Abhandlung *Cycadospadix Krasseri* genannten und abgebildeten Reste von Makrosporophyllen, die von mir schon früher in meiner Arbeit: »Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer Schichten (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanst. in Wien, 1909)« als »*Cycadospadix Schimp.*, eine neue Art«, erwähnt worden waren und nun als *Haitingeria Krasseri* (Schust.) von mir kurz charakterisiert wurden.

Der Publikation meiner eingehenden Untersuchungen der *Haitingeria* vorgreifend, will ich hier nur so viel bemerken, daß für die Aufstellung einer neuen Gattung der Umstand für mich maßgebend war, daß die Ränder der fiederartigen Blattabschnitte mit kleinen Samenknospen besetzt sind, während bei allen bisher als *Cycadospadix* beschriebenen Resten, die Samenknospen dieselbe Stellung wie bei der *Spadix* von *Cycas* aufweisen.

Es läßt sich natürlich nicht entscheiden, ob *Lunzia* und *Haitingeria* als Mikro- und Makro-Sporophylle zu einer und derselben natürlichen Gattung gehören, da sie gegenwärtig nur in isoliertem Zustande bekannt sind. Ebenso läßt sich über die zugehörige Beblätterung höchstens eine Vermutung äußern. Ansätze zu einer Lösung dieser Frage auf dem Wege der histologischen Vergleichung (nach Mazerationspräparaten) haben sich allerdings bereits ergeben, doch ist die Sache noch nicht spruchreif.

Jedenfalls läßt sich behaupten, was für die Phylogenie der Cycadophytengruppen nicht unwesentlich ist, daß in den Lunzerschichten nach den vorliegenden Resten mit höchster Wahrscheinlichkeit ein Cycadophyten-typus angenommen werden muß, bei dem sowohl die männlichen als die weiblichen Sporophylle, gleich den Makrosporophyllen der kretazischen *Pseudocycas* Nath. und

der rezenten *Cycas* nicht zu Zapfen vereinigt waren. Blätter vom Typus *Cycas* wurden indes weder in der alpinen Trias, noch auch in den Juraschichten, aus welchen *Cycadospadix* angegeben wird, bisher aufgefunden.

### C. Die fossilen Vergleichsobjekte.

Zu *Lunzia* fand ich in der mir zugänglichen Literatur weder Abbildungen noch Beschreibungen von Resten, welche mit *Lunzia* habituell direkt vergleichbar wären. Ganz abgesehen von den eigenartigen Antheren gleichenden Synangien fand sich nirgends eine Angabe über einen Synangiumträger nach Art eines gefiederten oder fiederschnittigen Blattes. Unter den rezenten Cycadophyten, den *Cycadinae* kommen zwar bei *Cycas* Makrosporophylle nach Art von Fiederblättern vor, aber bei allen *Cycadinae* sind die männlichen Sporophylle als Zapfenschuppen entwickelt.

Nur bei Seward fand ich in seiner *The Wealden Flora* (II, London 1895, p. 110 ff. und Taf. IX) einen als *Androstrobus Nathorsti* bezeichneten Rest, der im Habitus in einem bestimmten Erhaltungszustande, wie i. c. Taf. IX, Fig. 1 erscheint, insofern ähnlich ist, als man da rechts und links von einer kräftigen Achse abzweigende, allerdings gekielte Schuppen zu erblicken vermeint. Nähere Betrachtung lehrt jedoch, daß es sich um einen Zapfen mit schraubig angeordneten Schuppen handelt, die aus herzförmiger Basis allmählich zugespitzt, 1—1.5 cm Länge erreichen und im Querschnitt hexagonal erscheinen (Seward, Fig. 2). Die Pollensäcke hinterließen zahlreiche Eindrücke, welche in mehreren radialen Reihen die Unterseite der Schuppen bedecken. (Seward, Fig. 3, 4.)

Habituell gänzlich unähnlich sind die Pollensackträger, welche Nathorst aus dem Rhät von Schonen als *Antholithus Zeileri* (Paläobot. Mitt. 6, Taf. II und IV versch. Fig.) beschrieben und abgebildet hat; aber sie fielen auf, weil sie ansehnliche Pollenbehälter besitzen. Es genügt an dieser Stelle darauf zu verweisen, daß die vergleichbaren Details im Abschnitt B, 6. a) 2. β, sowie in c) in der »Vergleichenden Übersicht« berücksichtigt wurden und daß dieser Rest auch im Kapitel IV, *Antholithus Wettsteinii* eingehend gewürdigt wird. Für den Vergleich mit *Lunzia* kam er lediglich wegen der Pollensackwand, deren Histologie Nathorst durch Mazerationspräparate entschleierte, in Betracht.

Erwähnenswert sind weiters noch die von Seward als Pollensäcke von *Ginkgo* (? *G. digitata*) in der *Jur. Fl. I*, p. 260, Textfig. 45 in dreimaliger Vergrößerung abgebildeten Abdrücke. Sie erinnern habituell ziemlich an die *Lunzia*-Synangien. Ihre Struktur ist nicht bekannt. Gerade derartige Reste aus dem englischen Jura wären von höchstem Interesse, wenn sie in mazerationsfähigem Erhaltungszustande gefunden werden sollten. Es dürfte sich um Cycadophytenreste handeln.

Bemerkenswert ist, daß weder in Leuthardt's *Keuperflora* von Neuwelt, wo Ähnliches am ehesten zu erwarten war, noch in Wieland's *Americ. foss. Cycads* der *Lunzia* direkt vergleichbare Reste sich finden, ebensowenig wie in den vorliegenden Floren des Mesozoikums der verschiedenen Gebiete der Erde.

## II. *Pramelreuthia Haberfelneri* g. et. sp. n.

### *Pramelreuthia*.

Zierlicher sparriger Zapfen mit ziemlich langgestielten löffelförmigen Schuppen, welche am Spreitengrunde gekniet und herabgebogen sind. Pollenbehälter auf der Unterseite.

**P. Haberfelneri**, Taf. I, Fig. 5, 6.

Das einzige bisher aufgefundene Handstück ist im folgenden näher beschrieben.

Fundort: Pramelreith.

Man erkennt ein Achsenfragment von etwa 40 *mm* Länge, daß sich von 2 *mm* Breite zu 1 *mm* verjüngt und etwa 15 ziemlich langstielige löffelförmige Schuppen getragen haben dürfte, von denen jedoch vollkommen deutlich nur wenige erhalten sind.

In der unteren Hälfte (Fig. 5) erblicken wir sowohl rechts als links von der Achse eine Anzahl von Schuppen, an denen namentlich die Stiele und die Insertion an der Achse nicht zu beobachten sind. Ihre Fragmente sind jedoch so angeordnet, daß man auf die oben angegebene Anzahl von Zapfenschuppen schließen darf. An zwei Stellen, um die Mitte und weiter unten, erhält man den Eindruck, als ob dort mehrere Schuppen nahe aneinander gestanden wären. Der Abdruck ist aber leider unklar, eine sichere Beobachtung in letzterer Hinsicht also nicht möglich. Deutlich ausgeprägt jedoch ist der sparrige Habitus in der Spitzenpartie. Unverkennbar ist auch der elliptische Umriß der Spreite und die löffelförmige Gestalt der ganzen Schuppe, die Orientierung ihrer Längsachse kann jedoch nicht immer mit Sicherheit angegeben werden, da die Schuppen sichtlich beim Einschließungsprozeß durch Zerdrücken gelitten haben.

Die oft erkennbare granulierte Beschaffenheit der Schuppenunterseite ist dadurch verursacht, daß die Pollensäcke an der Schuppe eingesenkt inseriert sind. In der Spitzenregion des Zapfens erscheinen die Schuppenunterseiten mehr granuliert, in der Mitte mehr streifig, was sich dadurch erklärt, daß im oberen Zapfenteile die Aufsicht auf die Pollensäcke jüngeren Entwicklungszustandes, im mittleren aber die Längsansicht der ausgebildeten Pollensäcke vorliegt.

Der Abdruck zeigt die Schuppen in verschiedenen Lagen. Sie sind bald mehr schief, bald mehr von der Unterseite oder von der Oberseite her niedergedrückt. Das läßt den Schluß zu, daß die löffelförmigen Schuppen zur Zeit der Einbettung sich in einem plastischen Zustande befanden, analog der Erweichung, welche die Hölzer in wenig kultivierten feuchten Wäldern erleiden.<sup>1</sup>

Für die Beurteilung von Ober- und Unterseite und der sonstigen morphologischen Verhältnisse kommen die mit ihrer Insertion am besten erhaltenen Schuppen in der Mitte der oberen Hälfte in Betracht. Sie zeigen unzweifelhaft die angegebene löffelförmige Gestalt der Schuppen, das Abbiegen der Spreiten nach unten, die Insertion der Pollensäcke auf der Unterseite.

\*

Genannt wurde die Art nach dem unermüdlichen Sammler von Lunzer Triasfossilien Herrn Haberfelner, dem der bergmännische Abbau der Lunzer-Schichten mit den herrlichen Pflanzenresten zu danken ist. *Pramelreuthia* wurde von dem Namen des Fundortes Pramelreith in der alten Schreibweise abgeleitet.

\*

Nach Vergleichsobjekten suchte ich in der phytopaläontologischen Literatur vergeblich.

Am ehesten könnte der *Androstrobos Nathorsti* SEW. aus der Wealdenflora insofern herangezogen werden, als die Schuppen desselben auf der Unterseite eine ähnliche, durch die Pollensäcke bedingte Skulptur (radiär angeordnete Eindrücke) zeigen. Wie schon aus den Angaben über *Androstrobos Nathorsti* hervorgeht, die mit Rücksicht auf einen Vergleich mit *Lunzia* im Abschnitt I. C. gemacht wurden, sind jedoch die Schuppen von ganz anderer Gestalt und der Zapfen viel dichter, die Dimensionen gegenüber *Pramelreuthia* zudem ein Mehrfaches.

Es ist sehr bedauerlich, daß nur ein einziges Exemplar des holzigen, zierlichen Zapfens von *Pramelreuthia Haberfelneri* bisher ans Licht gekommen ist.

---

<sup>1</sup> Über das Plastischwerden der Hölzer und andere Zerstörungen verholzter Gewebe siehe: Krasser F. Über den versteinerten Wald bei Kairo. Mitt. d. Sekl. f. Naturk. d. Österr. Touristen-Klub, I. Jahrg. 1889, Nr. 9. Dasselbst die notwendige ältere Literatur.

III. *Discostrobus Treitlii* sp. n.**Discostrobus.**

Krasser F., Foss. Pfl. aus Transbaikalien, der Mongolei und Mandschurei. Denkschr. math.-nat. Kl. kais. Akad. der Wiss. Wien, LXXVIII. Bd. (1905), S. 43.

**D. Treitlii** sp. n.

Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 5.

Von der Achse zweigen dünne Stielchen ab, die scheibenförmige Plättchen tragen, an deren Innenseite zahlreiche schmale Antheren befestigt sind, welche etwa die fünffache Breite in ihrer Längsdimension erreichen. Die Insertion der Plättchen an den Stielchen ist zentral. Die Stielchen sind verschoben gegenständig bis schraubig angeordnet.

Am Abdruck erscheinen die Scheibchen quer-elliptisch im Umriß und weisen die Durchmesser 4 und 2,5 *mm* auf. Die Achse wurde nicht breiter als 2 *mm* befunden. Die Schildchenstiele sind weniger als 1 *mm* dick, respektive breit, ihre Länge beträgt im Bereiche des Fragmentes 4 *mm* und weniger. Die Länge der Achse beträgt jedenfalls mehr als 50 *mm*.

Fundort: Pramelreith.

\*

Die Art wurde zu Ehren von Joseph Treitl benannt, dessen hochherzige Stiftung auch der vorliegenden Arbeit zugute kam.

Bis jetzt liegt nur ein einziges Handstück vor. Der Gegendruck ist nicht erhalten. Es umfaßt gut 50 *mm* der mittleren und basalen Region des Zapfens.

Zu unserer Art gehört vielleicht, oder steht ihr doch sehr nahe ein von F. Leuthardt abgebildeter Abdruck, welcher der fossilen Flora von Neuwelt bei Basel angehört. Wir werden ihn nach der genauen Beschreibung des Lunzer Fossiles zu würdigen haben. Daran soll sich die Begründung für die Gattungsbestimmung *Discostrobus* anschließen, wobei die ähnlichsten Gattungen zu erörtern sein werden.

\*\*\*\*\*

**A. Das Handstück aus den Lunzer-Schichten.**

Ein stark verdrücktes Fragment, welches kein terminales Ende erkennen läßt, daher der mittleren und anschließenden basalen Region angehört. Es mißt reichlich 50 *mm* nach der Länge und um 15 *mm* nach der Breite. Die Scheibchen sind meist arg zerdrückt, jedoch an mehreren Stellen gut erkennbar. Am oberen Ende des Fragmentes bemerkt man ein nach außen gewölbtes Scheibchen, das deutlich die zentrale Insertion des Stielchens und dieses selbst zeigt; die Insertion an der Achse und diese selbst sind aber des mangelhaften Erhaltungszustandes halber nicht zu erkennen. Die konkave Innenseite ist radiärstreifig und einige daran entspringende Gebilde ragen über den Rand hinaus. Es sind Synangien. Die Stelle, wo das beschriebene Scheibchen zu sehen ist, habe ich in der Abbildung mit  $s^1$  bezeichnet. Bei  $s^2$  sieht man drei Scheibchen, die nur den Umriß deutlich erkennen lassen. Sie sind elliptisch. Über eines (das obere) geht die Achse hinweg, die beiden andern erblickt man neben der Achse, das rechte in Halbprofilstellung, das linke sowie das obere in der Aufsicht. Zwischen  $s^1$  und  $s^2$  zeigen die Scheibchen teils die Außenfläche teils die Innenfläche, teils verschiedene Mittelstellungen. Die an der Innenseite der Scheibchen befestigten Synangien (Antheren) gehen alle vom Zentrum aus. Dies kann man daraus schließen, daß man dort, wo sie durch Druck ausgebreitet liegen, nur einen Wirtel erblickt. Ob die Synangien sitzend oder gestielt sind, läßt sich nicht unmittelbar

an dem vorhandenen Untersuchungsmateriale entscheiden. Langgestielt waren sie nicht, sie wären in diesem Falle am Abdruck viel mehr durcheinandergelagert. Die deutlich wahrnehmbare radiäre Anordnung im flachgedrückten Wirtel spricht wohl dafür, daß die *Treitli-Synangien* nicht dicht nebeneinander sitzend, sondern kurz gestielt waren. Die Synangien (Antheren) sind 3 bis 4 mm lang und kaum  $\frac{3}{4}$  mm breit. Die Zapfenachse zeigt einen Mittelstreifen.

Auf demselben Handstück befinden sich noch einige Abdrücke anderer Art und auch ein Fragment, welches vielleicht die Basis des *Discostrobus Treitli* darstellt. Man sieht eine Gruppe von querelliptischen Scheibchen, welche in steilen Ortho- und Parastichen angeordnet sind und auf der einen Seite (in der Figur bei \*) von einem linealischen Schuppenblatt<sup>1</sup> mit Drüsenzotten am Rande, offenbar der Rest eines ganzen Wirtels, begleitet werden. Die Außenfläche der Schuppenblätter scheint steife Behaarung besessen zu haben. Darauf deuten die auf der Oberfläche des Schuppenblattabdruckes befindlichen Linien hin.

\*

Wenn auch infolge der mangelhaften Erhaltung unseres Fossils keine volle Sicherheit in den morphologischen Details herrschen kann, so läßt sich doch die habituelle Beschaffenheit einigermaßen rekonstruieren. Nach den Merkmalen des Lunzer Handstückes ist *Discostrobus Treitli* ein männlicher Zapfen, der im aufgeblühten Zustande in den Mittelpartien locker entwickelt ist. Der Zapfen ist im aufgeblühten Zustande ein zwar starres, aber nicht ein im eigentlichen Sinne holziges Gebilde, von schlanker Gestalt, das am Grunde von borstigen Schuppen mit randständigen Drüsenzotten umgeben ist. Die Zapfenschuppen sind als schildförmige, außen gewölbte, innen konkave Gebilde von ovaler Gestalt entwickelt, welche zentral an dünnen Auszweigungen der Zapfenspindel befestigt sind und wahrscheinlich nur um diese zentrale Insertion einen vielzähligen *Androecium*-Wirtel mit langen schmalen Antheren tragen. Auch die Zapfenspindel ist relativ dünn.

## B. Der *Discostrobus* von Neuwelt.

In der reich mit Abbildungen in Lichtdruck ausgestatteten Arbeit »Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel, I. Teil. »*Phanerogamen*« (Abhandlungen der schweizerischen paläontologischen Gesellschaft, Vol. XXX. 1903), p. 21, hat F. Leuthardt in einem Kapitel »Blütenstände und Früchte« zusammengefaßt, was hierüber von der genannten Lokalität bekannt wurde. Leuthardt gibt an, daß zapfenartige Gebilde nach Art der männlichen Zapfen von *Dioon edule* in den pflanzenführenden Schichten von Neuwelt ziemlich häufig vorkommen, doch nur selten so erhalten, daß ihr Bau im Detail zu erkennen wäre. Die Objekte befinden sich in verschiedenen Sammlungen, der am besten erhaltene wird im Museum zu Basel aufbewahrt. Er ist 90 mm lang, in der Mitte 18 mm breit und zieht sich gegen die Basis zu einem kurzen Stiele zusammen. Die Zapfenschuppen zeigen auf der Oberfläche des Zapfens querovalen bis unregelmäßig rhombischen Umriß, sie sind im Mittel 7 mm breit und 5 mm hoch. Sie schließen nicht aneinander. Antheren wurden nicht beobachtet. Die Leuthardt'sche Abbildung (l. c. Taf. VIII, Fig. 3) läßt alle diese Merkmale erkennen, ist aber leider nicht die Reproduktion einer photographischen Aufnahme des Zapfens, sondern einer getuschten Zeichnung, und, wie in der Figurenerklärung ausdrücklich bemerkt wird, »etwas ergänzt«. Es ist nirgends gesagt, ob der Zapfen in plastischer Erhaltung oder als bloßer Abdruck erhalten ist. Nach den Maßverhältnissen könnte ein dem *Discostrobus* von Lunz ganz ähnliches Objekt vorliegen. Es kann aber für

<sup>1</sup> Das Gebilde erinnert in seiner Tracht sehr an das in R. von Wettstein's Handb. d. Syst. Botanik, 2. Aufl., p. 397, Abb. 264, Fig. 2b dargestellte Niederblatt eines jungen Kurztriebes von *Pinus nigra*.

diesen Erhaltungszustand nicht behauptet werden, da ja nicht einmal die Befestigung der Schildchen eruierbar ist und somit auch die Gattung unbestimmbar bleibt. Da auch Antheren nicht zu erkennen sind, so ist streng genommen auch das Geschlecht des Zapfens nicht erwiesen. Die Bestimmung als »männlicher Blütenzapfen von *Pterophyllum*« geht auf Heer (nicht publiziert!) zurück. Die Zugehörigkeit zu *Pterophyllum* ist der Sachlage nach nicht erweisbar, da nur isolierte Zapfen vorliegen.

Noch wichtiger wegen des Vergleiches ist der von Leuthardt nach einem Exemplar in seiner Sammlung auf Taf. VII, Fig. 4 abgebildete Abdruck eines sehr stark zerdrückten Zapfens, den er l. c. p. 22 folgendermaßen beschreibt: . . . »Zapfen von ungefähr derselben Größe (zirka 90 mm), dessen Schuppen teilweise abgefallen sind, so daß die Blütenspindel auf eine beträchtliche Strecke zum Vorschein kommt. Dieselbe hat eine Breite von 7 mm und zeigt regelmäßig alternierend gestellte Erhabenheiten, die Ansatzstellen der Staubblätter. Seitlich gliedern sich einige ziemlich schmale Basalteile der Staubgefäße ab, doch ist ihr Zusammenhang mit dem schuppenförmigen Spitzenteil nicht recht zu erkennen. Antherenartige Gebilde vermag ich daran leider keine zu erkennen. Sie wurden wohl durch den Fossilifikationsprozeß verwischt.« Vergleichen wir diese Beschreibung mit der zitierten Abbildung von unseren Gesichtspunkten aus.

Leuthardt's Taf. VII, Fig. 4 zeigt zweifelsohne eine dicke Achse (bis 7 mm Breite), von dieser abzweigende viel dünnere Stielchen (etwa  $\frac{3}{4}$  mm breit), welche auf der linken Seite der richtig orientierten Figur unzweifelhaft zu sehen sind, ferner auf der rechten Seite Scheibchen, deren Mittelpunkt um Stielchenlänge von der dicken Achse entfernt ist, man erkennt insbesondere in der Mitte rechts ein Stielchen mit einem offenbar durch Druckwirkung lappigen Scheibchen. Im übrigen erblickt man die Scheibchen mehr minder unversehrt und in verschiedener Weise verdrückt in der Aufsicht von oben und in verschiedenen Zwischenstellungen zur Profilstellung. In der oberen Region scheinen, ebenso wie bei dem schon erwähnten gestielten Schildchen Antheren über den Schildchenrand hervorzulagen. Überdies stehen die Schildchen in der basalen Region dichter als in der anschließenden Mittelregion; in steilen Ortho- und Parastichen.

Der Leuthardt'sche Zapfen ist jedenfalls derber als das Fossil von Lunz. Die Achse und die Stielchen sowie auch die Antheren sind dicker, die Scheibchen im allgemeinen größer. Was Leuthardt »Blütenspindel« nennt, entspricht der »Achse« oder »Zapfenspindel« unserer Beschreibung, in welcher wir mit Absicht indifferenter Termini uns bedienen und die tatsächliche Beobachtung in den Vordergrund stellen. Die »Staubblätter« können nur unseren »Zapfenschuppen« oder »gestielten Scheibchen« (»gestielten Schildchen«) entsprechen. Was in der Leuthardt'schen Beschreibung die Stelle »seitlich gliedern sich einige ziemlich schmale Basalteile der Staubgefäße ab. . .« besagen soll, läßt sich nur aus der Abbildung erkennen, er meint die »Stielchen«. Der »schuppenförmige Spitzenteil« ist unser »Scheibchen (Schildchen)«.

Ob in Lunz und in Neuwelt die gleiche oder verschiedene Arten von *Discostrabus* vorkommen, läßt sich auf Grund des bis jetzt bekannten dürftigen Materiales nicht entscheiden. Von Wichtigkeit ist hauptsächlich die Tatsache, daß in den beiden gleichalterigen Floren der Typus *Discostrabus* vorkommt.

### C. Begründung der Gattungsbestimmung.

Als *Discostrabus* habe ich vor Jahren, gelegentlich der Bearbeitung fossiler Pflanzen von Duroi am Argun in der bereits zitierten Abhandlung über »Fossile Pflanzen aus Transbaikalien, der Mongolei und Mandschurei« (l. c. p. 39), »Zapfen unsicherer oder unbekannter Familienzugehörigkeit mit Blättern, welche in einen Stiel und eine auf letzterem vertikal gestellte Scheibe gegliedert sind« beschrieben. Dort habe ich auch darauf hingewiesen, daß infolge der sparrigen Beschuppung große Ähnlichkeit mit *Stenorhachis* Sap. und *Beania* Carr. besteht. Es hat jedoch *Stenorhachis* gespaltene

Zapfenschuppen und *Beania* Schildträger mit auffällig verdickter Spitze, ganz abgesehen davon, daß es sich in diesen Fällen sicher um weibliche Zapfen handelt.<sup>1</sup>

Die Scheibchen des *Discoostrobus arguensis* waren, wie aus dem dicken Kohlebelag geschlossen werden muß, holzig und von polygonalem Umriß, während bei *Discoostrobus Treilli* die Scheibchen einen elliptischen Umriß besitzen und nur als lederig bezeichnet werden können. Zu *Discoostrobus* habe ich in meiner oben zitierten Abhandlung die miteinander wohl zu vereinigenden *Androostrobus sibiricus* Heer und *Helosidopsis sibiricum* Heer, also *Discoostrobus sibiricus* (Heer) Krasser, gezogen. Für diese Reste, die Heer vor seiner in den »Nachträgen zur Juraflora Sibiriens« mitgeteilten Auffassung, l. c. p. 30, mit anderen ähnlichen Abdrücken als *Kaidacarpum sibiricum* zusammengefaßt hatte, gilt vorzüglich der Hinweis Schenk's in seiner »Paläophytologie« auf die Zugehörigkeit von *Kaidacarpum* zu den *Cycadophyten*.

Auch Zeiller erklärt in seiner Monographie der Rhätflora von Tonkin im Anschlusse an die Beschreibung seines *Conites Charpentieri* das *Kaidacarpum sibiricum* Heer für einen Gymnospermenzapfen, dessen Verwandtschaft eher bei den Cycadineen als bei den Coniferen zu suchen sei.<sup>2</sup>

Der eben erwähnte *Conites Charpentieri* aus den Kohlenminen von Hongay bietet in seinem Äußeren gleichfalls gewisse Ähnlichkeiten mit unserem *Discoostrobus*, ist aber erwiesenermaßen ein weiblicher Zapfen und kommt daher nicht weiter für unser Fossil, einen männlichen Zapfen, in Betracht.

Mit dem noch bei *Kaidacarpum* in der von Heer selbst (Flora foss. arctica VI, I. Abt., I. p. 30) eingeschränkten Fassung verbleibenden Reste haben unsere *Discoostrobus* nichts gemein, denn die *Kaidacarpum* haben Schuppen, die sich aus schmaler Insertion allmählich zur polygonalen Endfläche verbreitern. Dazu kommt, daß die Antheren nur bei *Discoostrobus Treillii* mit voller Sicherheit bekannt sind und die Arten des *Oolith* und des *Wealden*, auf die Carruthers<sup>3</sup> die Gattung *Kaidacarpum* gründete, sich als weibliche Zapfen erwiesen, welche zu den Araucarien gestellt werden.<sup>4</sup> Andere Arten von *Kaidacarpum* können, wie Halle<sup>5</sup> auseinandersetzt, Sporophyllstände von Equisetaceen sein.

Es erübrigt noch, die von Schimper im *Traité de Paléontologie végétale* (Vol. II, p. 199 und Atlas Taf. LXXII, Fig. 1—3) aufgestellte Gattung für männliche Zycadeenzapfen *Androostrobus*. Wie die Abbildungen lehren, sind in diese Gattung nur Zapfen zu stellen, welche dichtgedrängte Schuppen besitzen, die auf der morphologischen Unterseite dicht mit sitzenden Antheren bedeckt sind. In die Gattung *Androostrobus* Schimp. können also die von mir als *Discoostrobus* unterschiedenen Zapfen keinesfalls eingereiht werden.

Wenn man unsere *Discoostrobus*-Abbildungen mit den Abbildungen der »*microsporangiate fructification*« (Scott) von *Cycadofilices* (*Pteridospermeae* Scott) vergleicht, so findet man eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit gewissen von Kidston als die männliche Region von *Lyginodendron* erkannten und in die Gattung *Crossotheca* Zeiller eingereihten Fossile. Ich verweise insbesondere auf die Tafeln der so wichtigen Abhandlung von Robert Kidston »On the mikrosporangia of the Pteridospermeae, with remarks on their relations to existing groups« (Philos. Transakt. of the Royal Soc. of London. Ser. B, Vol. 198. 1906), sowie auf die Figuren 152 und 153 nach Photographien Kidstons in den »Studies in fossil Botany« (Vol. II, 2. Auflage, London 1909) von Scott. In der fossilen Flora von Lunz gibt es keine unaufgeklärten Farnbeblätterungen, welche als Pteridospermen gedeutet werden könnten.

<sup>1</sup> Über *Stenorrhachis* Sap. und *Beania* Carr. siehe besonders Nathorst, Beitr. zur Kenntn. mesozoischer *Cycadophyten* (1902), Taf. 1.

<sup>2</sup> Zeiller R. Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. Paris 1902 (Atlas), 1903 (Texte). Vgl. besonders Taf. L, Fig. 9 (Längsbruch) und Fig. 13 und 14 (Oberfläche), sowie p. 213 ff.

<sup>3</sup> Carruthers W. British fossil Pandaneae. Geolog. Magaz. 1868, p. 186.

<sup>4</sup> Seward A. C. Jurassic Flora II, p. 131; Wealden Flora II, p. 190 ff.

<sup>5</sup> Halle Th. G. Zur Kenntnis der Mesozoischen Equisetales Schwedens. K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. 43, No. 1, 1907.

In neuerer Zeit ist allerdings aus dem Perm durch Schuster auch eine durch ausgesprochene Coniferenbeblätterung charakterisierte Gruppe der *Cycadofilices* entdeckt worden, die von ihm *Pteridoconiferen*<sup>1</sup> genannt wird und wohin die als *Schützia* bekannten Abdrücke als männlicher Blütenstand gehören, während die als weibliche Blüten aufgefaßten *Makrosporophylle* früher von Göppert als die Samen von *Schützia* bezeichnet worden waren. Die Beblätterung besteht aus sehr feinen Nadeln (etwa vom Typus *Walchia*).

Die männlichen Schütziablüten bestehen nach der Auffassung von Schuster (l. c. p. 1129) aus 12 bis 20 bis zu ihrem oberen Drittel verwachsenen zyklischen Sporophyllen, die an ihrer Innenseite offenbar die Mikrosporangien trugen. Die Mikrosporen konnten isoliert werden, sie besitzen 50  $\mu$  Durchmesser und Farnsporenhabitus (tetraedrisch), wie die von *Crossothea* und sind also nur wenig kleiner als die kugeltetraedrischen Mikrosporen des Cycadophyten *Cycadocephalus*, die nach Nathorst 54 bis 55  $\mu$  messen. Die Blüten sind zu Inflorescenzen an einer in den Abdrücken feinstreifigen kräftigen Spindel angeordnet.

Habituell erinnert auch *Schützia* an *Crossothea*, an welche, wie schon früher hervorgehoben wurde, unser *Discoctrobus Treitlii* anklingt. Die Ähnlichkeit ist indes rein äußerlich und dadurch bedingt, daß im Abdruck die wesentlichen Eigentümlichkeiten durch die Zusammendrückung der *Mikrosporophylle* und Ausbreitung derselben in eine Ebene verwischt werden. In Wahrheit sind die Unterschiede beträchtlich und wären bei körperlicher natürlicher Ausbreitung der Fossile sehr auffallend, denn:

1\* *Discoctrobus* besitzt mehr minder zentral gestielte scheibenförmige Mikrosporophyllspreiten, welche auf der Innenseite die Mikrosporangien tragen.

2\* *Crossothea* hat langstielige Mikrosporophylle mit den Mikrosporangien auf der Unterseite.

3\* *Schützia* zeigt von der Spindel abzweigende Achsen, welche an der Spitze einen Wirtel von Sporophyllen tragen, die zwar auf der morphologischen Innenseite die Mikrosporangien tragen, aber zu einem becherförmigen Gebilde verwachsen sind.

#### D. Rezente Analogien.

Bei der Suche nach einem vergleichbaren rezenten Objekte innerhalb der Gymnospermen konnte man die Ähnlichkeit mit den üblichen Abbildungen der männlichen Blüten von *Taxus* nicht übersehen. Man kommt unwillkürlich zu *Taxus* als Vergleichsobjekt. Man läßt sich vielleicht halb unbewußt dahin leiten durch das Vorhandensein des *Pterophyllum Lipoldi* Stur in der Lunzer Flora, welches von dem genannten Autor selbst in seiner letzten Mitteilung<sup>2</sup> über die Lunzer Flora als eine Conifere der Gattung *Palissya* Endl. bezeichnet wird, welche nach den Untersuchungen an den weiblichen Zapfen von Nathorst<sup>3</sup> und von Lignier<sup>4</sup> zu den interessantesten Gattungen gehört, da sie nach Nathorst mindestens als eine »ziemlich isolierte Gymnospermengattung zu betrachten ist, wenn nicht als Angehörige einer ausgestorbenen Sippe der Gymnospermen zwischen den Coniferen und den Cycadophyten«, während Lignier darin gewissermaßen einen Urtypus der Angiospermen erblickt.

<sup>1</sup> Schuster, J. Über die Fruktifikation von *Schützia anomala*. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, math.-nat. Kl., Bd. CXX, Abt. I, 1911.

<sup>2</sup> Stur D. Die Lunzer (Lettenkohlen-)Flora in den «Older mesoz. beds of coal-field of Eastern Virginia». Verh. k. k. Geol. Reichsanst. Wien, 1888, Nr. 10 (Juli).

<sup>3</sup> Nathorst A. G. Paläobotan. Mitt. 7 (1908).

<sup>4</sup> Lignier O. Le fruit des Bennettitèes et l'ascendance des Angiospermes. Bull. soc. bot. France. T. 55, Mem. 13 (1908).

Ich bemerke ausdrücklich, daß die von Nathorst und von Lignier untersuchte *Palissya* dem Rhät angehört und daß aus der Trias auf *Palissya Lipoldi* Stur zu beziehende weibliche Zapfen nicht bekannt sind. Die Beblätterung kommt der von *Taxus* am nächsten.

Die männlichen Zapfen von *Taxus* bieten im ausgestäubten Zustande insofern ein ähnliches Bild wie *Discostrobus* dar, als Sporophyllschilder zu erblicken sind, nur sind die auffälligen Sporophyllschilder (Scheibchen) bei *Taxus* sekundär, bei *Discostrobus* aber primär. Bei *Discostrobus* stehen die Pollenbehälter auf der Innenseite des Schildchens um den Stiel, während das primäre unansehnliche Staubblattschild von *Taxus* lediglich dadurch entsteht, daß am Staubblatt, welches die miteinander verwachsenen Pollenbehälter in radiärer Verteilung trägt, keine »Crista«, d. i. kein steriler Endteil ausgebildet wird. Bei der Pollenreife lösen sich nach der Darstellung von Göbel<sup>1</sup> die Seitenteile der Pollensackwand ab, das ganze Staubblatt führt eine »Schirmbewegung« aus, welche eine vollständige Entleerung des Pollens sichert. Uns interessiert hier nur, daß dann die, wie das Dach eines aufgespannten Regenschirmes aufgespannten zurückgeschlagenen Sporangiumwände am Rande des unansehnlichen schildförmigen Teiles der Anthere radförmig abstehen. Es entsteht also sekundär ein auffälliges Sporophyllschild (Scheibchen), das somit morphologisch mit dem *Discostrobus*-schild nichts zu tun hat. Die Möglichkeit, daß *Discostrobus* einer Pflanze angehört, die zwischen den Cycadophyten und den Taxaceen steht, ist gleichwohl nicht abzuweisen, doch fehlt zu einer ernsten sachlichen Diskussion vor allem noch fossiles Material von genügend guter Erhaltung. Es ist daher *Discostrobus* am besten als männlicher Cycadophytenzapfen zu betrachten.

#### IV. *Antholithus Wettsteinii* sp. n.

Tafel I, Fig. 7.

##### A. Das Handstück aus den Lunzerschichten.

Hauptachse breit, gegen die Spitze sich verjüngend, mit anscheinend verschoben-gegenständigen jedoch locker schraubig angeordneten Seitenachsen, welche breit und asymmetrisch ansetzen, sich rasch verjüngen und an der Spitze ein Büschel zugespitzt elliptischer Organe (Pollensäcke) tragen. Letztere stellen in ausgebreitetem Zustande ein strahliges Gebilde mit vier bis fünf, vielleicht auch sechs Strahlen dar.

Achse und Pollensäcke sind längsstreifig. Nach den Resten eines dünnen Kohlebelages zu schließen, ist die erstere nicht holzig und sind die letzteren nicht sonderlich derbwandig.

Länge des erhaltenen Bruchstückes der Hauptachse 9 mm, ihre Breite am Grunde 3.6 mm, ober der Mitte 2.4 mm, an der Spitze 1.6 mm.

Anzahl der seitlichen Auszweigungen links 5, rechts 7. Ihre Breite an der Ansatzstelle 1.6 mm, Verjüngung auf 0.6 mm bei einer Länge von 2 mm.

Länge der Pollensäcke 2 mm bei einer größten Breite von 0.6 mm. Umriß zugespitzt elliptisch. Fundort: Schrambach.

Einziges Handstück! Kollektion Haberfelner Nr. 58 in der Sammlung fossiler Pflanzen des Botanischen Institutes der k. k. Universität in Wien.

Bei der ersten Betrachtung erinnert der in Rede stehende Rest durch den Habitus (breite, sich verjüngende Spindel, die zackigen Enden der seitlichen Auszweigungen) an *Swedenborgia* Nath., doch hat er zu diesem weiblichen Gymnospermenzapfen keinerlei Beziehung, abgesehen zudem auch davon, daß *Swedenborgia* weitaus größere Dimensionen besitzt. Die nähere Betrachtung unseres

<sup>1</sup> Flora, Ergänzungsband 1872, p. 225.

*Antholithus Wettsteinii* zeigt, daß es sich bei den seitlichen Auszweigungen nicht um Schuppen handeln kann, da die Stiele mit breitem Grunde ansetzen und, wie an einzelnen Stellen direkt erkennbar ist, an ihrer Spitze radiär ausstrahlende Gebilde von der Form gestreckter Pollensäcke tragen.

Obzwar ich im Laufe der Jahre viele Hunderte von Handstücken der Lunzer Triasflora in Händen hatte, war mir ein gleicher Rest bisher nicht vorgekommen. Ich bin daher Herrn Hofrat Prof. v. Wettstein sehr dankbar, daß er mir die willkommene Gelegenheit bot, diesen Abdruck einer näheren Untersuchung unterwerfen zu können.

Aus der Trias ist mir habituell ähnliches, eine Achse mit gestielten strahligen Gebilden nur von Neuwelt bei Basel bekannt, von welchem speziell wegen der Vergleichung mit der Lunzer Flora wichtigen Fundort F. Leuthardt<sup>1</sup> bereits vor Jahren eine »Gesteinsplatte mit zahlreichen männlichen Blütenzweigen von *Baiera furcata* Heer« aus dem oberen Horizont in natürlicher Größe abgebildet und auch eingehend beschrieben hat. Sonst fand ich in der Literatur nur noch den genau untersuchten *Antholithus Zeilleri* Nath.<sup>2</sup> aus den rhätischen Ablagerungen Schonens und *Stachyopitys Preslii* Schenk<sup>3</sup>, welche Reste dieser Autor später selbst<sup>4</sup> als männliche Blüten von *Baiera Münsteriana* deutete. Unleugbar besteht auch eine gewisse Ähnlichkeit mit Teilen der männlichen fertilen Region bestimmter Pteridospermen.

Im folgenden mögen nun die erwähnten ähnlichsten Vorkommnisse der Reihe nach betrachtet werden, zunächst die wohl gleichalterigen »Baiera«-Reste von Neuwelt, dann die rhätischen Vorkommnisse. Daran sei eine Gegenüberstellung der charakteristischen Merkmale auch von einigen Pteridospermen angeschlossen, um sodann die Gattungszugehörigkeit oder Gattungseinreihung zu begründen und die Familienzugehörigkeit zu diskutieren.

## B. Die Vergleichsobjekte.

### a. Leuthardt's »Baiera-Blüten« von Neuwelt.

Es sei gestattet, die Ausführungen von Leuthardt<sup>5</sup> wörtlich anzuführen.

»Die fraglichen, als Baierablüten gedeuteten Reste kommen in beiden Pflanzenhorizonten ziemlich häufig vor. Taf. III, Fig. 1 stellt eine Gesteinsplatte aus dem oberen Horizonte dar, welche mit zahlreichen Gebilden dieser Art bedeckt ist. Die 4 bis 5 *mm* langen und 1.5 bis 2 *mm* breiten, lanzettlichen, gegen das Ende zugespitzten Pollensäcke sitzen in Drei- oder Vierzahl beisammen, einer Fischgabel nicht unähnlich (Taf. III, Fig. 3, 4). Die weitere Kombination dieser Pollensackgruppen ist auf obiger Platte wegen gegenseitiger Überdeckung nicht befriedigend zu ermitteln; ersichtlich ist nur, daß Gruppen derselben alternierend zu 10 bis 15 um eine gemeinsame Achse sich lagern. Ein glücklicher Fund aus der neuesten Zeit läßt hingegen deutlich die in Taf. III, Fig. 2, skizzierte Anordnung erkennen. An der Hauptspindel entspringt ein 3 *mm* langes Filament, das sich flächenartig erweitert. Von dieser Staubblattfläche aus strahlen in regelmäßigen Abständen vier Antherengruppen zu je drei Pollensäcken aus. Jede Gruppe steht auf einem besonderen Stiele. Es wäre möglich, daß die als Pollensäcke gedeuteten lanzettförmigen Gebilde, die Spaltstücke eines

<sup>1</sup> Leuthardt, F. Keuperflora von Neuwelt. I. (Phanerogamen.) Abhandl. der Schweizerischen paläontologischen Gesellsch. XXX (1903), Taf. III, p. 9.

<sup>2</sup> Nathorst, A. G. Paläobotan. Mitt. 6: *Antholithus Zeilleri* n. sp. mit noch erhaltenen Pollenkörnern aus den rhätischen Ablagerungen Schonens. Taf. II, Fig. 59, 60; Taf. IV.

<sup>3</sup> Schenk, A. Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1867, p. 185 und Taf. XLIV, Fig. 9 bis 12a.

<sup>4</sup> Schenk A. Paläophytologie, p. 261. Fig. 180.

<sup>5</sup> Leuthardt, F. l. c. p. 9 und Taf. III.

einzigem Pollensackes wären, dann bestünde zwischen unseren Blüten und denen von *Baiera Münsteriana* Heer (Schimper-Schenk, Paläophytologie, Fig. 180 c) eine ungezwungene Analogie. Ich halte es indes nicht für wahrscheinlich, da an den einzelnen Teilstücken Längsrinnen vielfach zu beobachten sind, welche mit gutem Rechte als die Rißstellen der reifen Antheren gedeutet werden können. (Taf. III, Fig. 3 a, 4 a).«

#### b) *Antholithus Zeilleri* Nath.

In der 6. Paläobotanischen Mitteilung (1908) hat Nathorst aus den rhätischen Schichten von Bosarp und Bjuv in Schonen mehrere Exemplare eines Fossiles beschrieben, das sehr an die von Schenk in seiner Flora der Grenzsichten als *Stachyopitys Preslii* beschriebenen und später (Paläophytologie, Seite 261) als männliche Blüten von *Baiera Münsteriana* gedeuteten Reste erinnert. Schenk gab am letzteren Orte folgende Diagnose: Männliche Blüten mit zahlreichen spiralig stehenden Staubblättern, Träger dünn, Staubblätter mit rudimentärer Blattfläche und 5 bis 12 wirtelig stehenden Pollensäcken (Mikrosporangien).

Bei *Antholithus Zeilleri* sind nun, wie Nathorst mit voller Sicherheit an den von ihm durch Salpetersäure und chlorsaures Kali aus dem Ton isolierten Resten nachgewiesen hat, die Pollensäcke nicht an die Spitze von schraubig um eine Achse stehenden Staubblättern, sondern von *Dichotom* geteilten Organen gestellt. »Wie diese zu deuten sind, — sagt Nathorst — läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, der Übergang von denselben zu den Pollensäcken ist aber so unscharf, daß es kaum zweifelhaft ist, daß wir es mit verzweigten Staubblättern zu tun haben, wie solche ja bei mehreren Angiospermen vorkommen. Die Auszweigungen sind dichotom geteilt und die Verzweigung liegt wenigstens jetzt in einer Ebene, was wahrscheinlich ursprünglich war und nicht nur durch den Druck verursacht ist, denn die Pollensäcke sind nur an der einen Seite dieser Ebene aufgestellt.« Die Cuticula der Auszweigungen zeigt, wie Nathorst mit Hilfe der Mazerationsmethode feststellt, Spaltöffnungen von Baieratypus. Die *Antholithus*-Antheren öffneten sich nach Nathorst's Befund durch einen von der Spitze ausgehenden einseitigen Spalt, der bis zur Basis reicht. Die ungeöffneten Pollensäcke erwiesen sich als ganz mit Pollenkörnern gefüllt. Die Pollenkörner sind oval und messen an Länge etwa 36 bis 48  $\mu$ . Meist fand Nathorst sie 40 bis 43  $\mu$  lang. »Ihre Form ist der der Pollenkörner von Ginkgo, aber auch der von Cycadophyten ähnlich.« Abbildungen in 170-, 340- und 500-facher Vergrößerung zeigen die glatte Exine der Pollenkörner. Auch den Bau der Antherenwandung veranschaulicht Nathorst durch zwei Figuren (Fig. 86 und 87 auf Tafel 4 seiner Abhandlung) bei 40- und 90-facher Vergrößerung.

Beobachtungen über die histologischen Verhältnisse der Pollensackmembrane teilt Nathorst nicht mit, er begnügt sich p. 21 mit der Bemerkung: »Fig. 87 gewährt über die Gestalt der Epidermiszellen dieses Gewebes Aufschluß.« Auch in der Tafelerklärung heißt es nur: »Fig. 86. Gespaltener Pollensack mit aufgebogenen Seitenlappen. 40/1« und »Fig. 37. Partie des Vorhergehenden. 90/1.«

Ich habe bereits auf p. 27 [515] der vorliegenden Abhandlung darauf hingewiesen, daß sich nach den Nathorst'schen Abbildungen das nach der chemischen Behandlung der Mikrosporangien zurückbleibende Gewebe vornehmlich aus relativ weitlumigen achsial gestreckten Zellen mit zarten feinporigen Membranen zusammensetzt. In der Scheitelregion zeigen die Zellen unter Verkürzung der Längsachse vielfach Neigung zu regelmäßig-polygonalem Umriß. An einzelnen Stellen sind die Zellen nach Art von Spaltöffnungsanlagen angeordnet.

Zum Vergleich mit *Antholithus Zeilleri* zieht Nathorst selbst (l. c. S. 22) auch Leuthardt's *Baiera* von Neuwelt heran. Er hebt zugleich hervor, das bei *Antholithus Zeilleri* die erweiterte »Staubblattfläche« fehlt und die letzten Auszweigungen 8 Pollensäcke gegenüber 3 oder 4 bei Leuthardt's *Baiera*, tragen, überdies auch in anderer Anhaftungsweise.

c) Schenks männliche Blüten von „*Baiera Münsteriana*“.

Die von Schenk<sup>1</sup> schließlich hierhergezogenen Reste haben von ihm selbst und anderen Autoren im Laufe der Zeiten sehr verschiedene Deutungen erfahren,<sup>2</sup> was unter anderem auch damit zusammenhängt, daß verschiedenartige, wenn auch außerordentlich ähnliche Reste vorliegen.

In der »Foss. Flora der Grenzsichten« hat sie Schenk als *Stachyopitys Preslii* bezeichnet, was nur wegen der nomenklatorischen Wichtigkeit hier angeführt sei. Die Schenk'sche Diagnose wurde bereits bei Besprechung von *Antholithus Zeilleri* angeführt. Danach stehen die 5 bis 12 Pollensäcke wirtelig auf einer, einem dünnen Träger ansitzenden, rudimentären Blattfläche.

Da ein direkter Beweis der Zugehörigkeit zu *Baiera*, die bis jetzt lediglich einen bestimmten Blattpus bezeichnet, fehlt, wird es sich empfehlen, diese Reste als *Antholithus*-Arten zu verzeichnen. Das gilt auch für *Baiera* von Neuwelt, die zu *Baiera furcata* gezogen wurde.

In der folgenden »Gegenüberstellung der charakteristischen Merkmale« erscheinen dementsprechend:

*Antholithus Leuthardtii*, angeblich zu *Baiera furcata* gehörig,  
*Antholithus Wettsteinii*,  
*Antholithus Zeilleri* und  
*Antholithus Preslii*, angeblich zu *Baiera Münsteriana* gehörig.

Diese Nomenklatur entspricht besser der Sachlage.

Für *Antholithus* hat Nathorst<sup>3</sup> als Autor Linné (*Systema naturae*, Ed. XII, Tom. III, p. 172; *Holmiae* 1768) und die Bedeutung als Sammelgattung für fossile Blüten im allgemeinen durch das Linné'sche Zitat »*Phytolithus floris*« nachgewiesen.

## C. Begründung der systematischen Stellung.

Aus der Betrachtung der in der Keuper- und Rhätflora vorhandenen ähnlichsten Vorkommnisse hat sich die Unsicherheit ergeben, die hinsichtlich der systematischen Stellung herrscht, und die Zweckmäßigkeit sie in der Sammelgattung *Antholithus* L. zu vereinigen.

Im folgenden möge nun, da bei dieser Gelegenheit eine Übersicht über die Merkmale gewonnen wurde, auf Grund einer »Gegenüberstellung der charakteristischen Merkmale« der *Antholithus*arten und der habituell ähnlichen Pteridospermenblüten die systematische Stellung unseres *Antholithus Wettsteinii* erörtert werden. (Siehe die Tabelle auf p. 56 [544].)

Zweifellos besitzen die hier zusammengestellten *Antholithus* eine Reihe von Merkmalen gemeinsam mit einigen Pteridospermen. Aber letztere lassen sich auch in Bruchstücken, sowohl untereinander als von den *Antholithus*arten gut unterscheiden.

*Antholithus Wettsteinii* am ähnlichsten ist unter den Pteridospermen *Diplothea*,<sup>4</sup> doch sind ihre Mikrosporangien, abgesehen davon, daß sie am Grunde scheibenartig verwachsen sind, auffallend langgestreckt. Von allen anderen *Antholithus* und Pteridospermen weicht *Antholithus Wettsteinii* durch die aus breitem Grunde verjüngten Träger der Mikrosporangien ab. Von Bedeutung ist die Form der Pollenkörner und die Histologie der Pollensackwand. Die letztere zeigt folgende Eigentümlichkeiten.

<sup>1</sup> Schenk in Schimper-Schenk, *Palaeophytologie*, p. 261.

<sup>2</sup> Es sei nur auf die Ausführungen von Schenk in seiner *Flora der Grenzsichten*, p. 184/185 und *Paläophytologie* p. 263 verwiesen.

<sup>3</sup> Nathorst, *Paläobotanische Mitteilungen* 6, p. 23.

<sup>4</sup> Abbildung, siehe bei Kidston. *On the Mikrosporangia of the Pteridospermae* . . . *Philos. Transact. R. S. London* (1906), Ser. B. Vol. 196, Textfig. 8, 9.

Gegenüberstellung der charakteristischen Merkmale.

		Pteridospermen aus dem Palaeozoicum					
		<i>Diplolobea</i>	<i>Crossotheca</i>	<i>Tetangium</i>			
<i>Antholithus</i> <i>Leuthariti</i> » <i>Baiera</i> » aus der Trias von Neuwelt bei Basel	<i>Antholithus</i> <i>Wettsteinii</i> aus den Lunzer-Schichten	<i>Antholithus</i> <i>Zettleri</i> aus dem Rhät. von Schonen	<i>Antholithus</i> <i>Preslii</i> ( <i>Baiera</i> <i>Almsteriana</i> ) aus dem Rhät von Franken	<i>Diplolobea</i>	<i>Crossotheca</i>	<i>Tetangium</i>	
Hauptachse . . . . .	mäßig dick.	—	walzlich, etwas hin und her gebogen.	walzlich.	walzlich	—	
Seitenachsen . . . . .	alternierend.	(Träger, Staubblätter) zahlreich, fast ver- schoben-gegen- ständig, ohne Staub- blatfläche.	(Träger, Staubblätter) dünn, zahlreich, schraubig ange- ordnet, Blatfläche reduziert.	(Stiel) nicht zahl- reich, gleichdick, ohne Blatfläche (oder wie ? <i>Tetangium</i> ).	(Staubblätter) zahl- reich, alternierend, Stiel gleich dick mit zungenförmiger Blatfläche.	(Stiel) nach Scott mit reduzierter Blatt- fläche.	
Pollensäcke . . . . .	lanzettförmig (Länge bis 5, Breite 1.5 bis 2 mm), in mehreren (4) gestielten Gruppen.	zu 4 (bis 6) winklig an die Spitze der Träger gestellt.	an den letzten Auswüchsen nur an der einen Seite der Verzwei- gungsebene zu 8.	5 bis 12, winklig, verkehrt länglich- eiförmig, hängend.	randständig, zwei- fächerig, gekrümmt, lanzettlich zuge- spitzt.	spreitenständig, ein Wirtel, ein- fächerig.	
Öffnung . . . . .	durch Längsriß.	durch Längsriß.	durch Längsriß.	unbekannt.	durch Längsriß.	Dehnsenzlinie.	
Pollenkörner . . . . .	gegenwärtig unbekannt.	zugespitzt-oval, wie bei <i>A. Zettleri</i> , 34 bis 43 µ, Exine glatt.	oval, 40 bis 43 µ, Form ähnlich wie bei <i>Ginkgo</i> , aber auch von Cycadoplyten.	unbekannt.	von Farnsporen- gestalt, 50 bis 55 µ.	Farnsporengestalt.	
Histologie der Pol- lensäcke wand . . . . .	gegenwärtig unbekannt.	soweit erkennbar, wie bei <i>A. Zettleri</i> .	Zellen achsial gestreckt, relativ weitungig, in der Scheitelregion regel- mäßig polygonal. (Spaltöffnungen von <i>Baiera</i> -Typus in der Epidermis der Achse.)	unbekannt.	unbekannt.	starke Diffe- renzierung, Exo- theetium.	
		Von Braun (Flora 1847, p. 85) für Blütenstände von Cycadeen erklärt, <i>Antholithus Zanittes</i> <i>amentacens</i> et <i>fil-</i> <i>iformis</i> .		<i>Diplolobea</i> ähnelt sehr <i>Antholithus</i> <i>Wettsteinii</i> , besitzt aber größere Dimensionen.			

Bei sehr vorsichtiger Mazeration mit der kalten Schulze'schen Flüssigkeit wurden Fragmente gewonnen, welche im allgemeinen die histologischen Verhältnisse des *Antholithus Zeileri* Nath. zeigen, wie sie in den schon früher zitierten Nathorst'schen Abbildungen ersichtlich sind. Eine Beschreibung der letzteren habe ich auf p. 27 [515] vorliegender Abhandlung gegeben.

Die wenigen durch die Mazeration erlangten Fragmente sind Mittelpartien. Von den Polen der Pollensäcke liegt mir mangels entsprechender Kohlenbeläge kein Präparat vor.

Die Zellen sind durchaus deutlich gestreckt, die Wand meist porös, die Poren fein, die Wände zart. Die Zellen entsprechen in der Größe den Epidermiszellen der Pollensäcke von *Antholithus Zeileri*, sind also größer und weiter als die entsprechenden Zellen von *Lunzia*. Unsere Tafel IV zeigt in Fig. 1 (Vergrößerung 50) die geschilderten histologischen Verhältnisse sehr deutlich.

Die Pollenkörner von *Antholithus Wettsteinii* sind denen von *Antholithus Zeileri* gleich spindelförmig und wurden als 34 bis 43  $\mu$  lang befunden. In unserer eben zitierten Abbildung erblicken wir links ein Baumwollhaar, welches als Zeiger dienen möge. Es führt über eine Gruppe von Pollenkörnern und weist mit seinem breiten Ende im Präparat in die Richtung, wo mehrere gut erhaltene Pollenkörner der Wand anliegen.

Die feststellbaren histologischen Merkmale der Pollensackwand geben an und für sich in unserem Falle keinen vollkommenen Aufschluß über die systematische Stellung. Die zugespitzten Pollenkörner lassen den Schluß auf Cycadophyten und *Ginkgoinae* zu. Die Pteridospermen sind, wie wir wissen, durchaus im Besitze von den Farnsporen ähnlichen Mikrosporen gefunden worden.

Die Wahrscheinlichkeit, daß *Antholithus Wettsteinii* den Cycadophyten angehört, ergibt sich aus dem — soweit bislang festgestellt — vollständigen Mangel an *Ginkgoinae*-Beblätterungen in der fossilen Flora der Lunzerschichten, während Cycadophytenbeblätterungen verschiedener Typen sehr häufig sind, und von sonstigen Gymnospermenbeblätterungen nur die *Palissya Lipoldii* Stur. (*Pterophyllum Lipoldii* Stur) vorkommt, deren fertile Region allerdings gegenwärtig noch unbekannt ist, aber nach Analogie mit den Vorkommnissen in der Rhät und Liasflora ein anderes Gepräge besitzen müßte.

Männliche Blüten von *Palissya* sind zwar bisher überhaupt nicht beschrieben worden, sind mir jedoch durch einen glücklichen Fund aus der Flora des unteren Lias von Fünfkirchen bekannt. Ich möchte an dieser Stelle, meiner diesbezüglichen Publikation vorgehend, nur bemerken, daß sie am ehesten die Tracht der männlichen Zapfen gewisser Podocarpus besitzen.

## V. Hochblätter.

Gleich *Lunzia* sind durch eine Breite flächige Spindel unter den Pflanzenresten der fossilen Flora der Lunzer-Schichten zwei verschiedene Fossile auffällig, von denen das eine einem sehr langen *Wettrichia*-Mikrosporophyll, das andere in der Tracht einem *Zamites* oder *Ptilophyllum* gleicht, dessen Fiederbasen infolge nicht entsprechender Erhaltungsweise die Gattungsmerkmale nicht erkennen lassen.

Obzwar es sehr wahrscheinlich ist, daß beide Typen der fertilen Region als sterile Hochblätter angehören, habe ich doch beide nach ihren feststellbaren äußeren Merkmalen beschrieben und mit Namen versehen. Ich glaubte dieses Verfahren einschlagen zu müssen, da die Reste einerseits an und für sich interessant sind und als Ausgangspunkt für weitere Forschungen am besten sichtbar bleiben, wenn sie binär benannt sind, andererseits ihre Zuweisung zu einer bestimmten Art der auf die Laubblätter begründeten Gattungen der Cycadophyten sowohl der Lunzer Flora als der Trias- und Juraflora überhaupt, sich als unmöglich erwies, da das bisher bekannte Material in dieser Hinsicht unzulänglich ist, und, wie in paläobotanischen Fragen und überhaupt auf dem Gebiete der Paläontologie so häufig, nur ein glücklicher Fund sicheren Aufschluß geben kann.

1. *Weltrichia keuperiana* sp. n.

Tafel IV, Fig. 5 (halbe natürliche Größe).

Ein etwa zwei Finger breites spreitiges Gebilde von Handlänge mit regelmäßig gefranstem Rand. Es handelt sich sichtlich um ein Fiederblatt mit breiter flächiger Spindel und schmalen, relativ kurzen, zugespitzten Fiedern. Am Grunde ist die Spindel unter der Insertion der letzten basalen Fiedern eingezogen, um sich dann pfeilförmig zu verbreitern. Gegen die Spitze verjüngt sich die Spindel plötzlich und beträchtlich. Die Spitze ist an dem beschriebenen Exemplar nicht vollständig erhalten. Es liegen aber zufällig vollkommener erhaltene Endteile der Spitzenregion anderer Exemplare daneben, so daß auch die vollkommene Verjüngung der Spindel, sowie die Verkürzung und Verschmälerung der Fiedern festgestellt werden kann.

Die Ähnlichkeit mit *Weltrichia* ist unverkennbar, und es läßt sich nach den äußeren Merkmalen das Fossil kaum anders kurz charakterisieren, als durch Zuteilung zu dieser Gattung als neue Art: *Weltrichia keuperiana*, welche von den bekannten Arten durch die lange Spitze des Sporophylls und bedeutendere Längsdimension leicht unterschieden werden kann.

Handelt es sich wirklich um eine *Weltrichia*-Art, so liegt ein Mikrosporophyll davon vor und es steht damit auch die an dem breiteren Spindelteile leicht zu beobachtende Überdeckung der Fiederchen durch den Spindelrand in Einklang, da hier die den Fiedern entsprechenden Synangien auf die Innenseite (Vorderseite) der Spindel hinaufgerückt sind und die Außenseite (Rückenseite) der Spindel etwas verbreitert ist. Zum strikten Nachweis der Zugehörigkeit zu *Weltrichia* gehört indessen der Beweis, daß die Fiedern unseres Fossils Synangiennatur besitzen. Pollenkörner konnte ich in diesem Falle mit der Mazerationsmethode nicht isolieren, daher halte ich die Deutung des vorliegenden Fossils — welches trotzdem ohne Schaden für die Wissenschaft als *Weltrichia keuperiana* geführt werden kann, um nicht vergessen zu werden — als Hochblatt für richtig.

Bei der Bestimmung des in Rede stehenden Fossiles mußte natürlich auch an *Cycadocephalus* Nath. gedacht werden. Die Spindel des Mikrosporophylles von *Cycadocephalus* ist jedoch, wie die Abbildungen bei Nathorst<sup>2</sup> lehren, gekielt, und die Synangien sind, wenigstens bei dem in Betracht kommenden *Cycadocephalus Sewardi* im Verhältnis zur Spindelbreite sehr lang.

*Williamsonia setosa* Nath.<sup>3</sup> besitzt gleichfalls äußerlich ähnliche, aber wesentlich verschiedene kleinere Sporophylle, die an der Spitze spiralig eingerollt sind. Die Ähnlichkeit wird dadurch verursacht, daß die *Williamsonia setosa* Borsten besitzt. Die Synangien haben aber die für *Williamsonia* charakteristische gekrümmte Form. Unsere *Weltrichia keuperiana* kann also mit *Williamsonia setosa* nicht in Beziehung gebracht werden.

\*\*\*

Neben der *Weltrichia keuperiana* liegen Blätter, welche längsstreifig sind und sowohl in der Form, als in den Maßverhältnissen den breiten Spindeln der *Weltrichia* sehr nahe kommen. Sie haben damit jedoch kaum etwas zu tun, da sie keine Spur von Fiedern zeigen. Es sind mir auch andere Exemplare bekannt. Die Struktur konnte ich durch Mazeration des Kohlebelages feststellen. Ich gedenke darüber aber erst später in einer Abhandlung über die *Williamsonia*-Vorkommnisse in der Lunzer

<sup>1</sup> Wegen *Weltrichia* verweise ich insbesondere auf: Schuster J. *Weltrichia* und die *Bennettitales* (Mit 7 Taf. und 25 Textfig. K. Sv. Ak. Handl. Bd. 46, Nr. 11, 1911); Nathorst A. G. Bemerkungen über *Weltrichia* F. Braun (Arkiv. f. Bot. Bd. 11, Nr. 7, 1911) und Lignier O. Analyse du Memoire de Schuster: *Weltrichia* und die *Bennettitales* (Bull. Soc. Linn. de Normandie. 6<sup>e</sup> ser. 4<sup>e</sup> vol. 1912).

<sup>2</sup> Nathorst A. G. Paläobotan. Mitt. 11: Zur Kenntnis der *Cycadocephalus*-Blüte. K.: Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd. 48, Nr. 2, 1942, Taf. I, Fig. 1 und 7.

<sup>3</sup> Nathorst A. G. Paläobotan. Mitt. 9, p. 17 ff. und Taf. IV.

Flora zu berichten und vorläufig nur zu bemerken, daß ich sie für Hochblätter oder Hüllblätter der *Williamsonia Wellsteinii*<sup>1</sup> halte, die mir in verschiedenen Entwicklungs- und Erhaltungszuständen, auch mit durch die Hüllblätter bedingten Druckflächen, von Fundorten aus den Lunzer Schichten vorliegt.

## 2. *Pseudoptilophyllum Titzei* g. et sp. n.

Taf. IV, Fig. 6.

Die Platte zeigt zwei Büschel von dicht gestellten Fiederblättern. Sie entspringen, nach ihrer Lagerung zu schließen, offenbar Sprossenden, welche jedoch leider, da die basalen Enden der Blätter nicht erhalten sind, nicht vorliegen. Es ist mir auch nicht gelungen unter all den vielen im Laufe der Jahre von mir eingesehenen Handstücken der Lunzer Flora welche aufzufinden, die zur Ergänzung herangezogen werden könnten.

Die Merkmale des einzelnen Blattes lassen sich, von der Basis abgesehen, feststellen. Ungewiß bleibt, ob die Blätter sitzend oder gestielt waren. Es ergibt sich folgende Beschreibung für

### *Pseudoptilophyllum Titzei*:

Fiederblätter von ansehnlicher Länge mit sehr langer, sich allmählich entwickelnder Spitze. Spinde kräftig, allmählich zur Spitze verjüngt, aber auch dort noch hervortretend. Fiedern außerordentlich zahlreich, seitlich inseriert, breit ansitzend, scharf zugespitzt, in der Spitzenregion rasch an Größe abnehmend. Die Fiedern stehen unter ungefähr 45° von der Spindel ab, mit den Spitzen nach aufwärts gerichtet. Sie sind asymmetrisch, da die untere Spreitenhälfte etwas an der Spindel herabläuft. Der Leitbündelverlauf konnte nicht festgestellt werden. Mögen nun mehrere oder nur ein Nerv in der Fieder verlaufen, jedenfalls liegt hypodrome Nervatur vor.

Die Beschaffenheit des Spitzenteiles ist leicht zu erkennen. Die Dimensionen des breiten Spindelteles sind jedoch mit Sicherheit nur an einem Bruchstück, in der Abbildung links, meßbar zu beobachten.

Die flächige Beschaffenheit der Spindel kann wohl im Verein mit der stacheligen Beschaffenheit der Fiedern als bestimmend für die Auffassung des in Rede stehenden Fossiles als Hochblatt herangezogen werden. Es ergibt sich also die Notwendigkeit *Cycadolepis* Sap. in Betracht zu ziehen.

Alle von Saporta als *Cycadolepis*<sup>2</sup> betrachteten Blattgebilde besitzen die mehr flächige, breite, sich bis in eine Spitze verjüngende Spindel. Da alle *Cycadolepis* deutlich schuppenartige Gebilde sind, kann unser Fossil hier nicht untergebracht werden, zumal andere Deutungsmöglichkeiten keineswegs ausgeschlossen sind. Es können die in Rede stehenden Blätter Übergangsformen<sup>3</sup> von Schuppen zu den typischen Laubblättern sein oder es kann sich um Jugendformen handeln, d. h. um die erste Beblätterung einer bestimmten Art. Bekanntlich sind unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete noch sehr lückenhaft. Es sind mir speziell in der botanischen Literatur über die Cycadeen keine Mitteilungen über Beobachtungen in dieser Hinsicht untergekommen, so daß für die fossilen Cycadophyten die

<sup>1</sup> Der *Williamsonia Wellsteinii* F. Krasser sp. n. von Lunz habe ich bereits in meiner Abhandlung: *Williamsonia* in Sardinien (Sitzungsber. m.-n. Kl. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXXI, Abt. I, Nov. 1912) Erwähnung getan und sie daselbst Taf. II, Fig. 9 abgebildet.

<sup>2</sup> *Cycadolepis* wurde von Saporta, *Plantes Jurassiques*, T. II (1875), p. 200 und Taf. 44 aufgestellt und abgebildet. Einen sehr hübschen derartigen Rest finden wir bei Halle, *The Mesozoic Flora of Graham Land* (Wissensch. Ergebn. der schwedischen Südpolar-Expedition 1901–1903, Bd. III, Lief. 14, Stockholm 1913) auf Taf. 6, Fig. 15. Dieser Rest, welcher vom Typus der *Cycadolepis villosa* Sap. ist, findet ein Analogon in der von Zeiller, *Flore fossile du Tonkin* (Atlas, Taf. 50, Fig. 6, 1903) als *C. conf. villosa* Sap. abgebildeten Schuppe. Er bildet auch ganzrandige querrunzelige und granuliert *Cycadolepis* ab.

<sup>3</sup> Die Kenntnis der schönsten Übergangsformen zwischen Laubblatt und Schuppe danken wir Nathorst's Untersuchungen über *Wielandiella* in seiner Abhandlung: Beitr. zur Kenntn. einiger mesozoischer Cycadophyten (K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 36, Nr. 4, 1912, p. 9–16 und Taf. 1, Fig. 26–35).

Analogien fehlen. Selbst die Untersuchungen über die Jugendstadien der Cycadeenblätter sind mangelhaft.

Um für das in Rede stehende Fossil, das an die *Zamites*-Beblätterung erinnert, eine kurze Bezeichnung zu finden, muß man trachten es in die herkömmlichen Gattungen für die Cycadophytenbeblätterungen einzureihen. Dies gelingt jedoch nicht, wie ich in denn überhaupt bei Durchsicht der umfangreichen Literatur über die fossilen Pflanzen der Trias und der Jurazeit kein gleiches Fossil ausfindig machen konnte. Habituell am ähnlichsten ist allerdings *Ptilophyllum*, zu welcher Gattung es jedoch ebensowenig wie zu *Zamites* gebracht werden kann, schon deshalb nicht, weil die Fiedern wie bei *Pterophyllum* seitlich entspringen. Mit letzterem stimmt aber der Schnitt der Fiedern nicht überein. Da die Nerven hypodrom verlaufen und ihre Anordnung sich nicht feststellen läßt, so dürfte es wegen der großen Ähnlichkeit im Umriß mit *Ptilophyllum* wohl am besten als *Pseudoptilophyllum* zu bezeichnen sein.<sup>1</sup> Die Gattungsdiagnose lautet demnach:

*Pseudoptilophyllum* g. n.

Blätter vom Habitus eines *Ptilophyllum*, jedoch mit seitlich inserierten Fiedern und hypodromer Nervatur.

Die Art, deren Merkmale durch die eingehende Beschreibung des Fossiles gegeben sind, benenne ich Herrn Hofrat Titzze zu Ehren in Dankbarkeit für die mir in liberalster Weise zum wissenschaftlichen Studium zugänglich gemachten Schätze der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

Es seien noch einige Bemerkungen über die habituelle Ähnlichkeit verschiedenen Gattungen angehöriger Cycadophytenbeblätterungen gestattet. Sehr lehrreich für den vorliegenden Fall ist eine Betrachtung verschiedener Figuren auf den Tafeln 7 und 8 der bereits genau zitierten wichtigen Abhandlungen von Thore G. Halle über die mesozoische Flora von Grahamland. Wir finden da mehrere sichere Arten von *Otozamites*, *Zamites* und *Ptylophyllum*, die bei ungünstiger Erhaltung der Fiederbasen kaum zu unterscheiden wären, die zugleich auch, wie z. B. Fig. 4 und 11 (letztere die Blattspitze) *Otozamites linearis* Halle, Fig. 13 und 22 *Zamites Andersoni* Halle, Fig. 16 *Zamites pachyphyllum* Halle, einigermassen an unser *Pseudoptilophyllum Titzzei* erinnern.

Schließlich möchte ich noch bemerken, daß in der Lunzer Flora weder *Ptilophyllum*, noch *Zamites*, noch *Otozamites* vertreten ist. Die einzige Cycadophytenbeblätterung mit zugespitzten Fiedern ist das *Pterophyllum Riegeri* der Stur'schen Enumeratio von 1885,<sup>2</sup> welches aber als eine Art von *Dioonites* Miqu. zu betrachten ist.<sup>3</sup> Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse erlaubt jedoch nicht unser *Pseudoptilophyllum Titzzei* mit den genannten *Dioonites* in irgend eine Beziehung zu bringen.

## VI. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

In der fossilen Flora der Lunzer-Schichten finden sich, wenn auch nicht häufig, Reste der fertilen Region verschiedener Cycadophyten. Es sind Mikrosporophylle, Makrosporophylle, männliche und weibliche Blüten, Fruchtzapfen und Samen. Auch ein Stammfragment mit Laub und fertiler Region ist zutage gefördert worden. Vielfach war es möglich mit Hilfe der Mazerationsmethode die Kohlebeläge zu untersuchen, was unter Aufwendung von viel Zeit und Geduld zu wichtigen Ergebnissen führte. Eine Orientierung über sämtliche Typen wird durch die folgende Übersicht ermöglicht:

<sup>1</sup> Ich beobachte hier einen analogen Vorgang, wie Seward (The Jurassic Flora of Sultherland, Transact. R. Soc. Edinb. Vol. 47, p. 4, 1911) bei Begründung der Gattung *Pseudoclenis* gegenüber *Clenis* Schenk.

<sup>2</sup> Stur D. Die obertriadische Flora der Lunzer-Schichten und des bituminösen Schiefers von Raibl, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, m.-n. Kl., Bd. CXI, Abt. I, 1885, Märzheft).

<sup>3</sup> Krasser F. Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer Schichten. Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien 1909, p. 121.

**A. Sporophylle.***a)* Mikrosporophylle.**Lunzia Austriaca** g. et sp. n.

Flachrippiges Fiederblatt mit zungenförmigen Fiedern, die an der morphologischen Innenseite Synangien tragen.

*b)* Makrosporophylle.**Haitingeria Krasseri** (Schust.) g. n.

Fiederschnittige sitzende Schuppenblätter mit langen Abschnitten, deren Ränder mit Samenknospen besetzt sind.

**B. Blüten.***a)* Männliche Zapfen.**1. Pramelreuthia Haberfelneri** g. et sp. n.

Zierlicher sparriger Zapfen mit gestielten, am Spreitengrunde geknieten und herabgebogenen Schuppen, welche auf der Unterseite Pollensäcke tragen.

**2. Discostrobos Treitlii** sp. n.

Im aufgeblühten Zustande lockerer Zapfen mit zentral gestielten scheibenförmigen Schuppenspreiten, welche an der Innenseite langgestreckte Pollensäcke tragen.

**3. Antholithus Wettsteinii** sp. n.

Zapfen mit breiten sich zu schmaler Spitze verjüngender Hauptachse. Die scheinbar verschoben-gegenständigen Seitenachsen kurz und gleichfalls aus breitem Ansatz sich verjüngend, tragen an der Spitze einen Wirtel von zugespitzt-elliptischen Pollenbehältern.

*b)* Weibliche Blüten und Fruchtzapfen.**1. Williamsonia juvenilis** sp. n.

Von oben her zerquetschte weibliche Blüte mit 11 derben Hüllblättern. Zapfen mit Mykropylartuben.

**2. Williamsonia Wettsteinii** F. Krasser.

Mehrere Panzerzapfen in verschiedener Entwicklung, auch reife mit Samen und isolierte Samen.

**C. Cycadophytenstamm mit Laub und fertiler Region.****Westersheimia Pramelreuthensis** g. et sp. n.

Fragmente eines gabelig verzweigten Stammes nach Art von *Wielandiella* Nath. mit Verzweigungs-, Blatt- und Brakteen-Narben. *Pterophyllum longifolium* als Laubblatt. *Makrosporophyll* ein Fiederblatt, dessen Fiedern als gestreckte maulbeerförmige Gebilde von Williamsoniastruktur ausgebildet sind.

So genau als möglich sind in der vorliegenden Abhandlung die Mikrosporophylle und männlichen Zapfen bearbeitet. Es wurden zum Vergleich stets auch die ähnlichsten fossilen Reste kritisch beleuchtet und die Literatur in dem Streben nach Vollständigkeit, soweit sie erreichbar war, berücksichtigt. Stets wurde auch die systematische Stellung der Reste diskutiert. Die eingehendsten und umfassendsten, sich auf fossile und rezente Objekte erstreckenden Vergleiche erforderte *Lunzia Austriaca*.

I. *Lunzia Austriaca*.

Sechs Handstücke verschiedener Erhaltungswiese wurden im Laufe der Jahre aufgefunden. Sie wurden genau beschrieben. Das längste Sporophyllfragment mißt mehr als 85 *mm*, die mittleren Synangien tragenden Fiedern erreichen 18 *mm* Länge bei einer größten Breite von 5 *mm*. Anzahl der Synangienlängsreihen wahrscheinlich vier. Die Synangien messen 4 *mm* in der Länge bei 1.5 *mm* Breite.

Mit Hilfe der Mazerationsmethode konnten sowohl die histologische Struktur der Synangiumwand, als die Formverhältnisse der Mikrosporen festgestellt werden. Die isolierten Gewebereste zeigen eine erhebliche Differenzierung, welche sich ausdrückt in dem Vorhandensein eines Exotheciums aus achsial längsgestreckten kleinen Zellen mit Dehiscenzlinie. Übergang in kaum und nicht gestreckte dickwandige Zellen am Synangiumgrunde, jedoch mit dem Charakter von Exotheciumzellen, Eintritt von Stranggewebselementen in die basale Wandpartie und im Auftreten eines breiten Annulus aus sehr kleinen dickwandigen Zellen am Scheitel. Die Zellen der Synangiumwand sind durchaus von geringen Dimensionen, die Wand daher vielzellig. Die Synangien setzen sich aus je vier Mikrosporangien zusammen, in welchen sich elliptische Mikrosporen (Pollenkörner) von elliptischer Gestalt mit einer einseitigen Längsfalte und glatter Exine, zumeist 27  $\mu$  lang, vorfinden.

Diese Untersuchungsergebnisse drängten zunächst zu einer eingehenden Vergleichung mit den Pollen bergenden Organen überhaupt, also auch mit den Antheren der Angiospermen, zumal die Form und Öffnungsweise der *Lunzia*-Synangien sehr an den Idealtypus der Angiospermanthere erinnert. Dies führte im Verein mit anderen Erwägungen zur Aufstellung des Begriffes »*Lunzia*-Anthere«. Aber angesichts der zum Durchbruch gelangten Anschauung, daß Pteridophyten und Phanerogamen, wenn auch in unabhängig voneinander sich entwickelnden Reihen, ursprünglich von primitiven farnähnlichen Ahnen abstammen, ergab es sich von selbst, die *Lunzia*-Merkmale, um sie für die Feststellung der systematischen Zugehörigkeit auszuwerten, auch mit den analogen Merkmalen der Sporen produzierenden Organe der fossilen und rezenten Pteridophyten zu vergleichen. Das Ergebnis ist folgendes:

*Lunzia* besitzt Merkmale, welche teils vorwiegend auf die *Coenopterideae* (kleinzelliger vielreihiger Annulus), teils solche, welche auf Pteridospermen und gewisse *Bennettitinae* (die zahlreichen kleinen gestreckten Zellen und die Polymorphie des Wandgewebes) hinweisen, teils solche, welche wir bei Pteridospermen (besonders bei *Telangium*), *Cycadinae*, aber auch bei *Marattiaceae* (Stranggewebselemente im Sorusgrund), finden. Es sind aber überdies Merkmale vorhanden, die mit diesen Beziehungen nicht in Einklang stehen. So entfernen die gestreckten Wandzellen *Lunzia* von den *Coenopterideae* und von den *Marattiaceae*, obwohl hier eine Annäherung durch *Angiopteris* besteht, die Kleinheit dieser Zellen von den *Cycadinae*. Der Mangel an Spaltöffnungen in der Synangiumwand nähert *Lunzia* einerseits den Gefäßkryptogamen, andererseits auch den Angiospermen, widerspricht aber nicht den Beziehungen zu den *Bennettitinae*, da nicht alle Angehörigen dieser Klasse Spaltöffnungen besitzen, und widerspricht auch nicht den Beziehungen zu den *Cycadinae*, speziell den *Cycadaceae*, da die *Cycas*-Pollensäcke meist der Spaltöffnungen ermangeln. Dadurch, daß die reife Mikrosporangiumwand der »*Lunzia*-Anthere« nur das *Exothecium* zeigt, nähert sich *Lunzia* den *Cycadinae*, und die Öffnung der einzelnen Mikrosporangien des Synangiums nach außen nähert *Lunzia* den Angiospermen.

Die in ungequollenem Zustande spindelförmig-elliptischen Pollenkörner mit einer einseitigen Längsfalte entfernen *Lunzia* vollständig von den Gefäßkryptogamen und auch von den Pteridospermen, da letztere, soweit bekannt, nur Pollenkörner von der Gestalt der Farnsporen besitzen, bringen sie aber mit den Cycadophyten zusammen, und zwar sowohl mit den *Bennettitinae*, wie mit den *Cycadinae*. Allerdings haben unter den *Bennettitinae* die Arten von *Cycadocephalus* Pollenkörner von Farnsporengestalt (kugeltetraedrisch). Die *Cycadinae* besitzen ausschließlich den charakteristischen einfaltigen Pollen, der sonst unter den Gymnospermen außerhalb der Cycadophyten nur bei den *Ginkgoinae* vorkommt, wodurch dieser Pollentypus als alter Typus erscheint. Dem *Lunzia*-Pollen am ähnlichsten sind der Pollen von *Williamsonia Lignieri* Nath. aus dem Dogger von England und von der rezenten *Cycas revoluta* Thunb.

Es ergibt sich somit, daß wir in *Lunzia* einen Cycadophyten vor uns haben, der innerhalb der *Bennettitinae* einen Typus vertritt, der den gemeinsamen Urformen der Pteridospermen und Cycadophyten unter den *Archaeofilices* durch die Eigentümlichkeiten des Annulus näher steht, als jene, welche die gleiche Pollenform, aber keinen Annulus besitzen. Den *Pteridospermae* steht *Lunzia* demnach ferner, als jene *Bennettitales*, welche keinen Annulus, aber gleich den ersteren Pollen von Farnsporengestalt (*Cycadocephalus*) erzeugen. Die lebenden Cycadophyten, die *Cycadinae*, stehen demgemäß wegen des Besitzes der gleichen Pollenform, wie *Lunzia*, den Urformen der Gymnospermen näher, als die *Bennettitales* Gruppen ohne Annulus.

Da der Annulus der *Lunzia* in wesentlichen Eigentümlichkeiten mehr dem der *Coccolpodeae* gleicht, der Annulus der *Cycadinae* jedoch mehr dem der *Schizaeaceae* (besonders dem Annulus von *Mohria*), aber auch dem Annulus von *Angiopteris* (*Marattiaceae*), so kann daraus wohl geschlossen werden, daß die *Bennettitinae*, *Cycadinae* und der Farnstamm, dem die *Schizaeaceae* phylogenetisch angehören, sich von einem gemeinsamen Urstamm abgezweigt haben, von dem aus sich auch die *Marattiales* entwickelt haben können.

Auf die Detailbeobachtungen, welche in den verschiedenen Abschnitten des Kapitels *Lunzia* über die Struktur der die Sporen bildenden Organe der Pteridophyten und die die Pollenkörner erzeugenden Organe der Pteridospermen und Cycadophyten, insbesondere auch der rezenten *Cycadinae*, niedergelegt sind, kann hier nur verwiesen werden. Zusammenfassungen finden sich am Schlusse der betreffenden Abschnitte.

Mit *Lunzia* habituell direkt vergleichbare Reste liegen in der phytopaläontologischen Literatur nicht vor. Nur, weil die mikroskopische Struktur der Pollensackwand von *Nathorst* abgebildet, wenn auch nicht beschrieben wurde, kann *Antholithus Zeileri* zu einem Vergleich herangezogen werden. Auch gewisse, ihrer Struktur und Anordnung nach unbekannt, nur isoliert in Abdrücken vorliegende Pollensäcke aus dem englischen Jura (?*Ginkgo digitata* Sew.) erinnern an die *Lunzia*-Synangien.

## II. *Pramelreuthia* Haberfelneri.

Zu diesem zierlichen, sparrigen Zapfen mit langstieligen, löffelförmigen, am Spreitengrunde geknieten und herabgebogenen Schuppen mit den Spuren derber Pollensäcke auf der Unterseite kann höchstens der *Androstrobus Nathorstii* SEW. aus dem Wealden von England zum Vergleich insofern herangezogen werden, als die Pollensäcke dort auf der Unterseite der Schuppen radial orientierte Spuren hinterlassen.

## III. *Discoctrobus* Treitlii.

Dieser lockere, einem Amentum gleichende Zapfen mit seinen zentral gestielten, quer-elliptischen Schuppenschildern mit einem Andröceumwirtel um den Stiel ist in derselben, oder doch in einer nahe verwandten Art in der Flora der mit den Pflanzen führenden Lunzerschichten gleichalterigen Horizonte von Neuwelt bei Basel vertreten. Unleugbar besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit den Abdrücken von Mikrosporangienständen von Pteridospermen, wie *Crossotheca* und *Schuetzia*. Sie ist indes in Wahrheit nicht vorhanden und wird, wie die nähere Betrachtung lehrt, nur durch den Erhaltungszustand vorgetäuscht. Rezente Analogien fehlen.

## IV. *Antholithus* Wettsteinii.

In der »Übersicht« ist die kurze Beschreibung bereits angeführt. Zu *Antholithus Wettsteinii* bieten verschiedene »Baiera-Blüten« aus der Trias von Neuwelt und aus dem Rhät von Franken sowie *Antholithus Zeileri* Nath. aus dem Rhät von Schonen Vergleichsobjekte, also Reste, die sowohl zu

den *Ginkgoinae*, als zu den Cycadophyten gestellt werden können. Auch die Pteridospermen zeigen gewisse Ähnlichkeiten. Von allen Vergleichsobjekten weicht *A. Wettsteinii* durch die aus breitem Grunde verjüngten Träger der Mikrosporangien (Pollensäcke) ab. Die Histologie der Pollensackwand und die Pollenkörner konnten festgestellt werden. Danach sind die Pteridospermen auszuschließen. Wandbau und Pollenkörner schließen an den rhätischen *Antholithus Zeileri* an. Für die Zuweisung zu den Cycadophyten spricht der gänzliche Mangel an *Ginkgoinae*-Beblätterung in den Lunzer-Schichten bei massenhaftem Vorkommen von Cycadophytenbeblätterungen der verschiedensten Typen.

Auch die *Palissya Lipoldii* Stur kann als Beblätterung zu *Antholithus Wettsteinii* nicht in Betracht kommen, da die männlichen Blüten von *Palissya*, welche ich im unteren Lias von Fünfkirchen entdeckte, die Tracht der männlichen Zapfen von *Podocarpus* besitzen.

## V. Hochblätter.

Als Hochblätter anzusehen sind wohl die in dieser Abhandlung wegen ihres Habitus und weil ihre Zugehörigkeit zu bekannten Cycadophytenarten gegenwärtig noch nicht sicher feststellbar ist, vorsichtshalber als *Weltrichia* und als *Pseudoptilophyllum* beschriebenen prächtigen Abdrücke.

### 1. *Weltrichia? keuperiana* n. sp.

Zwei Finger breite spreitige Gebilde von Handlänge mit breiter flächiger Spindel und schmalen, relativ kurzen, zugespitzten, fransenartigen Fiedern. Habitus der bekannten Weltrichien, jedoch durch die lange Blattspitze und bedeutende Dimensionen davon verschieden. Otozamitesblätter kommen in der Lunzer Flora nicht vor.

### 2. *Pseudoptilophyllum Titzei* g. et sp. n.

Büschel von dicht gestellten Fiederblättern. Basale Enden nicht erhalten. Fiederblätter von ansehnlicher Länge mit kräftiger Spindel und seitlich inserierten, breit ansitzenden, scharf zugespitzten, akropetalen, asymmetrischen Fiedern mit hypodromer Nervatur.

Die einzige Cycadophytenbeblätterung mit zugespitzten Fiedern ist in der Lunzer Flora *Dioonites Riegeri* (Stur), womit jedoch *Pseudoptilophyllum Titzei* nicht in Beziehung gebracht werden kann.

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort . . . . .	1 [489]
Kurze Übersicht über sämtliche bisher in der fossilen Flora der Lunzerschichten aufgefundenen Reste aus der fertilen Region von Cycadophyten . . . . .	2 [490]
I. <i>Lunzia Austriaca</i> F. Krasser g. et sp. n. . . . .	4 [492]
Diagnose . . . . .	4 [492]
A. Beschreibung der Handstücke . . . . .	5 [493]
B. Morphologie und Histologie der <i>Lunzia</i> -Anthere . . . . .	11 [499]
1. Untersuchungsmethoden . . . . .	11 [499]
2. Gestalt, Dimensionen, Stellungsverhältnisse . . . . .	14 [502]
3. Histologie der Antherenwand (Synangiumwand) . . . . .	17 [505]
4. Der Pollen von <i>Lunzia</i> und den übrigen fossilen Cycadophyten . . . . .	18 [506]
5. Biologische Betrachtung ( <i>Lunzia Austriaca</i> ist ein Windblütler) . . . . .	21 [509]
6. Vergleichung mit den Pollensäcken der rezenten und fossilen Cycadophyten und deren Pollen, mit Ausblicken auf die Pteridospermen und Farne . . . . .	22 [510]
a) Die morphologischen Verhältnisse der Pollensäcke und die Histologie der Pollensackwand . . . . .	22 [510]
1. Morphologie der Pollensäcke . . . . .	22 [510]
2. Histologie der Pollensackwand . . . . .	24 [512]
a. Die rezenten <i>Cycadinae</i> . . . . .	24 [512]
b) Die fossilen Cycadophyten . . . . .	27 [515]
γ) Die Mikrosporangien der Pteridospermen . . . . .	29 [517]
δ) Sporangien und Synangien von Farnen . . . . .	30 [518]
b) Der Pollen der rezenten Cycadophyten, Gestalt und Größe, verglichen mit den fossilen Vorkommnissen. Verquellungserscheinungen. Bemerkungen über den Faltenpollen bei den übrigen Gymnospermen . . . . .	33 [521]
c) Abwägung der <i>Lunzia</i> -Merkmale und Festlegung der Stellung im Pflanzenreich . . . . .	36 [524]
C. Die fossilen Vergleichsobjekte <i>Antholithus Zeileri</i> Nath., <i>Androstrobus Nathorstii</i> Sew. und Seward's Pollensäcke von «?Ginkgo digitata» . . . . .	45 [533]
II. <i>Prametretulhia Haberfeldneri</i> F. Krasser g. et sp. n. . . . .	45 [533]
III. <i>Discoctrobus Treillii</i> F. Krasser sp. n. . . . .	47 [535]
A. Das Handstück aus den Lunzerschichten . . . . .	47 [535]
B. Der <i>Discoctrobus</i> von Neuwelt bei Basel . . . . .	48 [536]
C. Begründung der Gattungsbestimmung, Bemerkungen über <i>Kalidacarpum</i> , <i>Conites Charpenlieri</i> , <i>Androstrobus</i> , <i>Crossolheca</i> , <i>Pteridoconiferen</i> . . . . .	49 [537]
D. Rezente Analogien . . . . .	51 [539]

	Seite
IV. <i>Antholilhus Weltsteinii</i> F. Krasser sp. n. . . . .	52 [540]
A. Das Handstück aus den Lunzerschichten . . . . .	52 [540]
B. Die Vergleichsobjekte . . . . .	53 [541]
a) Leuthardt's »Baiera-Blüten« von Neuwelt bei Basel ( <i>Antholilhus Leuthardtii</i> F. Krasser) . . . . .	53 [541]
b) <i>Antholilhus Zeilleri</i> Nath. . . . .	54 [542]
c) <i>Baiera Münsleriana</i> Schenk . . . . .	55 [543]
C. Begründung der systematischen Stellung . . . . .	55 [543]
V. Hochblätter . . . . .	57 [545]
1. <i>Weltrichia</i> (?) <i>Keuperiana</i> F. Krasser sp. n. . . . .	58 [546]
2. <i>Pseudoptilophyllum Titzel</i> F. Krasser g. et sp. n. . . . .	59 [547]
VI. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	60 [548]
VII. Erklärung der Tafeln.	

---

# Tafel I.

---

# Tafel I.

## Lunzia Austriaca F. Krasser.

Fig. 1. Handstück I. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 5 [493].

Die Figur zeigt in der rechten Hälfte das Bruchstück *A* mit Fiedern in halber Profilstellung mit dem Beschauer zugewendeter Innenseite und an der Kante ein Spreitenfragment von *Macrotacniopteris latior*. In der linken Hälfte erblickt man das Bruchstück *B* mit der Außenseite der Fiedern. An der Spitze liegt das kleine Bruchstück *4* mit einigen Fiedern in der Aufsicht auf die Unterseite. Quer zwischen den Bruchstücken *B* und *C*, jedoch näher *B* liegt das Spindelbruchstück *D* mit der Insertion von 3 Fiedern.

Die Synangien sind besonders am Bruchstück *A* und in der unteren Hälfte von *B* in schönster Erhaltung zu sehen. Die wichtigen Einzelheiten sind den auf Taf. II zusammengestellten Vergrößerungen und der Textfig. 3 auf p. 15 [503] zu entnehmen.

Fig. 2. Handstück II. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 3 [491].

Ein in der Länge, vom Blattstiel abgesehen, fast vollständiges *Mikrosporophyll*, zusammen mit *Pterophyllum longifolium*, *Macrotacniopteris latior* und *Asterolthecca Meriani*.

Der einer linken Blatthälfte entsprechende Abdruck gewährt vornehmlich Aufschluß über den Formenwechsel der Fiedern von der Spitze zur Basis des *Sporophylls* und über verschiedene Dimensionsverhältnisse. Man erblickt die morphologische Außenseite von 20 Fiedern mit den von der Innenseite durchgedrückten Synangien, die kräftige fein-längsstreifige Spindel.

Fig. 3. Handstück IV. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 10 [498].

Abdruck eines arg gequetschten und stark mazerierten *Mikrosporophylles*. Im Spitzenteile erkennt man etliche Fiedern in schief aufgerichteter Stellung von der Innenseite her zusammengepreßt, in der Mittelpartie teils von der Innenseite aus gegen die *Sporophyll*-Spitze niedergedrückt (daher einander fast bis zum oberen Rande deckend), teils flach ausgebreitet von der Innen- oder der Oberseite her niedergelegt. Einzelne Fiedern zeigen die Längsreihen der Synangienanordnung.

## Discostrobus Treitlii F. Krasser.

Fig. 4. Das einzige Handstück. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 47 [535].

Lange verhältnismäßig dünne Spindel mit verschoben-gegenständig schraubig angeordneten gestielten scheibenförmigen zentral inserierten Plättchen, an deren Innenseite zahlreiche langgestreckte Pollenbehälter entspringen.

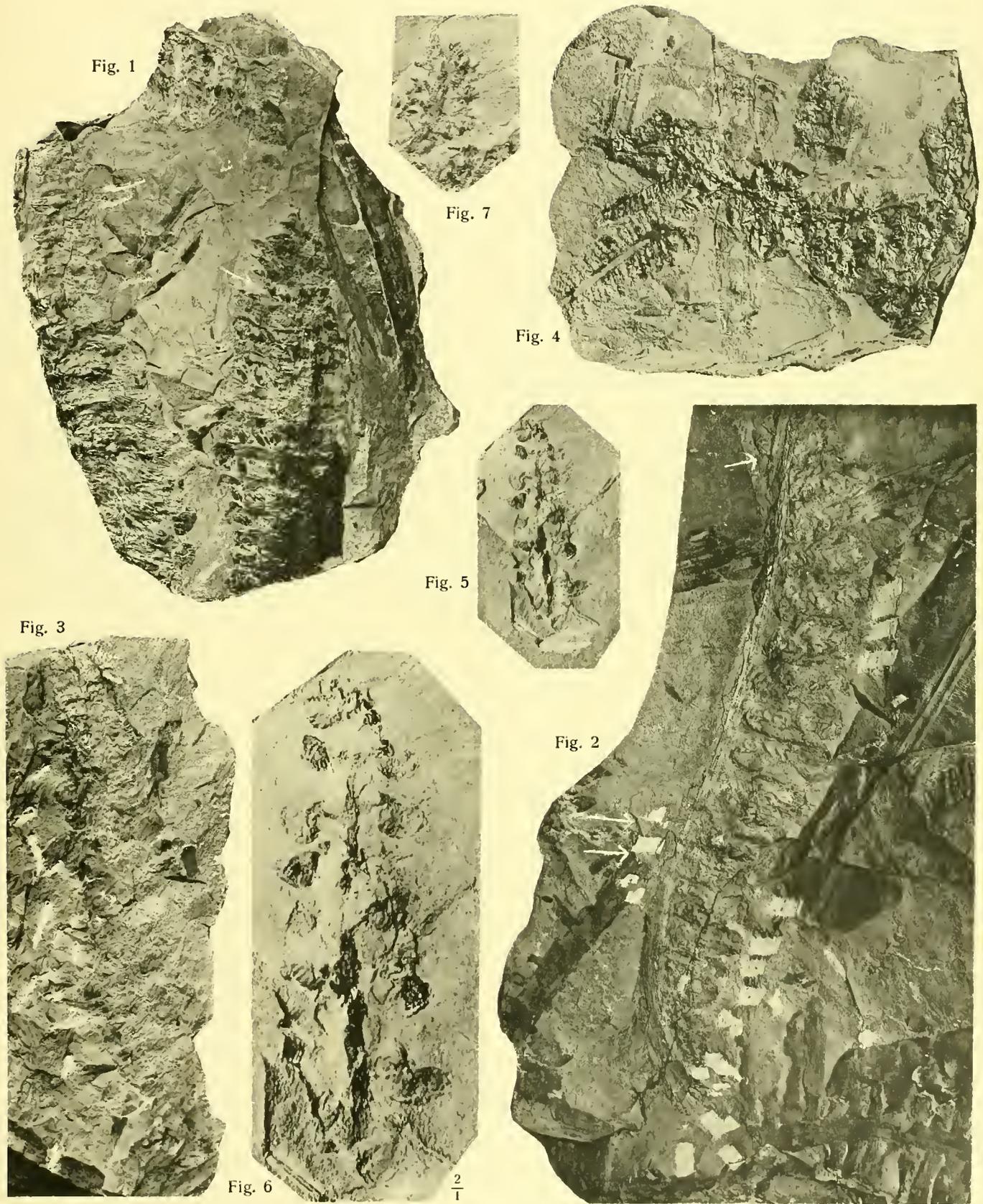
Nabe der Mitte der Figur in der rechten Hälfte liegt der basale Teil, welcher die querelliptischen Scheibchen in steilen Orto- und Parastichen zeigt und auch linealische Schuppenblätter mit Drüsenzotten. Vergleiche auch Taf. II, Fig. 5, welche die Basis und eine Mittelpartie vergrößert darstellt.

## Pramelreuthia Haberfelneri F. Krasser.

Fig. 5. Das einzige Handstück. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 45 [533].



F. Krasser, phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien



Die starre, derbe, vermutlich holzige Spindel trägt ziemlich langstielige gekniete, löffelförmige Schuppen in lockerer Anordnung. In der Spitzenregion des sparrigen Zapfens erscheint die Unterseite der Schuppen granuliert, in der Mittelpartie streifig. Die Spindel selbst ist längsstreifig. Das ganze Gebilde erinnert an ein gefiedertes Blatt mit entfernt gestellten Fiederpaaren, deren Konstituenten verschoben gegenständig auftreten, ist wohl aber richtiger als ein sparriger Zapfen zu bezeichnen, da die Buckel der Achse zwischen den Schuppenpaaren vermutlich den Insertionen von Schuppen entsprechen.

Fig. 6. Zweifache Vergrößerung nach dem Diapositiv der zur Figur 5 hergestellten photographischen Aufnahme.

Die Vergrößerung läßt erkennen, daß sowohl die Granulierung als die Streifung der Schuppenunterseite durch die Pollenbehälter verursacht ist. Man erkennt letztere sowohl in der Spitzenregion als insbesondere in der Mittelpartie des Fossiles. Sie kommen entweder von der Spitze (als Granulation) oder schief, oder völlig niedergelegt (als kürzere oder längere Streifen) zur Ansicht.

### **Antholithus Wettsteinii F. Krasser.**

Fig. 7. Das einzige Handstück. Ganz wenig vergrößert: 1·2 : 1.

Fundort: Schrambach.

Beschreibung: p. 52 [540].

Kollektion Haberfeiner Nr. 58« in der Schausammlung fossiler Pflanzen des Botanischen Institutes (Direktor Hofrat v. Wettstein, der k. k. Universität in Wien.

Von der kurzen, sehr breiten, sich gegen die Spitze verjüngenden Hauptachse zweigen aus breiter Insertion sich verjüngende Seitenachsen in anscheinend verschoben-gegenständiger Anordnung ab, welche an der Spitze gestreckte Pollensäcke in radiärer Stellung tragen.

Auch dieses Gebilde erinnert habituell an ein gefiedertes Blatt, doch dürfte es sich auch hier, wie bei *Pramelreuthia*, um einen sparrigen männlichen Zapfen handeln, oder vielmehr, da die Achsen in diesem Falle nicht holzig gewesen zu sein scheinen, richtiger ausgedrückt, um einen traubigen Sporophyllstand. Das Mikrosporophyll ist also gewissermaßen auf den Petiolus reduziert, an dessen Spitze die Pollensäcke stehen.



## Tafel II

-----

## Tafel II.

### *Lunzia Austriaca* F. Krasser.

Fig. 1 bis 4, Text p. 14 [502].

Vergößerung verschiedener Abschnitte der Mikrosporophyllbruchstücke des Handstückes I, um die verschiedenen Erhaltungszustände der Fiedern und Synangien (*Lunzia*-Anthere) darzustellen.

Fig. 1. Spitze des Bruchstückes A auf Handstück I zeigt die Innenseite der Fiedern. An den beiden obersten Fiedern sehen wir bei \* und \*\* die Basis einzelner Synangien. Die Anheftungsstelle erscheint als dunkler von einem hellen Kreise umgebener Punkt, entsprechend der verkohlten basalen Wand-, respektive Stielchensubstanz und der anliegenden Einschlußmasse. Die von hellen Linien entsprechen den von der Einschlußmasse ausgefüllten Tälichen zwischen den, wie die in der Richtung des Pfeiles, gelegenen Synangien deutlich erkennen lassen, bauchigen Mikrosporangien (Pollensäcken der *Lunzia*-Anthere). Vgl. hierzu die Textfig. II 1, 2 und III 1, 2, 3 auf p. 15 [503].

Die Fieder links vom Pfeile zeigt 4 Längsreihen von Synangien.

Fig. 2. Rechts das untere Drittel von Bruchstück A und einigen gegenüberliegenden stark mazerierten Fiedern des Bruchstückes B (links), welche so beleuchtet photographiert wurden, daß die Leitbündel deutlich hervortreten. Die beiden obersten Fiedern, in der Figur rechts oben bei \* und \*\* (Textfigur I 1, 2) zeigen ein an der Spitze klaffendes Synangium und daneben ein dem Umriß nach erkennbares mit dem als Kohlebelag erhaltenen Stielchen und anschließendem basalen Teil. Auch an den beiden nächsten Fiedern zeigen mehrere Synangien die Öffnungsweise (vgl. Textfig. IV 1, die beiden ersten Synangien der zweiten Fieder von oben), besonders aber Synangiumreihen.

Fig. 3. Der basale Teil des Bruchstückes B. Die Synangien sind hier durch Abbröckelung der Fiedersubstanz freigelegt und zumeist sehr gut erhalten, jedoch stark durcheinandergelagert, wie zum Beispiel leicht in der Richtung des Pfeiles an der Grenze des unteren Drittels zu ersehen ist (vgl. auch Textfig. 5 und 6).

Fig. 4. Der mittlere Teil des Bruchstückes B. Die Fiedern wenden dem Beschauer die Außenseite zu und sind meist fragmentarisch. Wo die Laminarsubstanz abgebröckelt ist, liegen die Synangien zu Tage. An den einzelnen Fiedern erkennt man Reihen von Höckern. Jeder Höcker zeigt den Ursprungsort eines Synangiums an (siehe die Erörterung im Text auf p. 16 [504]). Besonders die beiden unteren Fiedern zeigen deutlich die Längsreihen, anscheinend vier. Da die Fiedern an der Spitze nicht unversehrt sind, läßt sich die Anzahl der die einzelne Reihe bildenden Synangien nicht feststellen; jedenfalls aber beträgt sie etwas mehr als acht, wie man durch Vergleich der in verschiedenem Grade unvollständigen Fiedern feststellen kann.

### *Discostrobus Treitlii* F. Krasser.

Fig. 5. Verößerung (2·4 : 1) eines Ausschnittes aus Fig. 4 der Taf. I nach dem Diapositiv der für die zitierte Figur dienenden photographischen Aufnahme.

Links: Ein Abschnitt der dünnen Achse mit einigen Schildchen und zahlreichen Pollenbehältern.

Rechts: Der basale Teil mit Drüsenzotte und den querovalen Schildchen. Text. p. 48 [536].

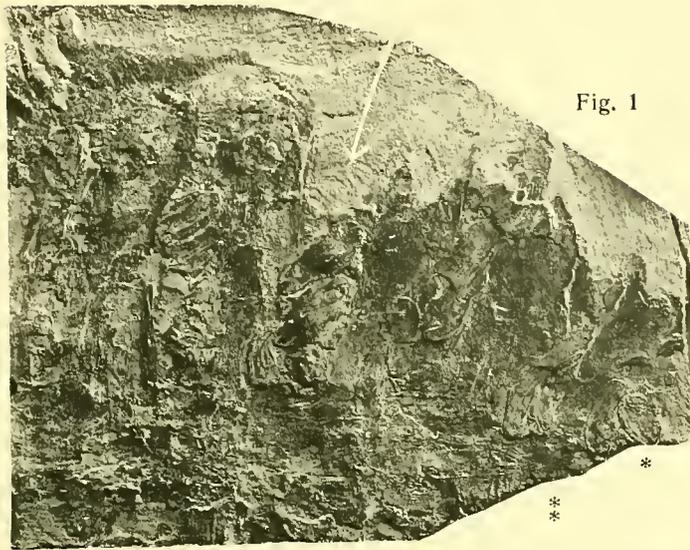


Fig. 1



Fig. 4

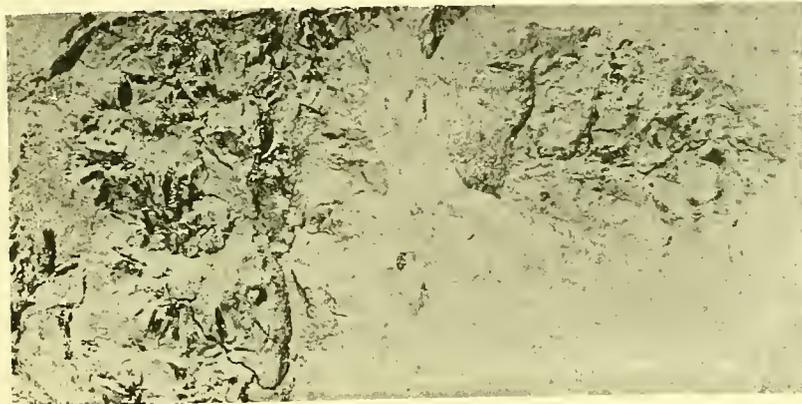


Fig. 5

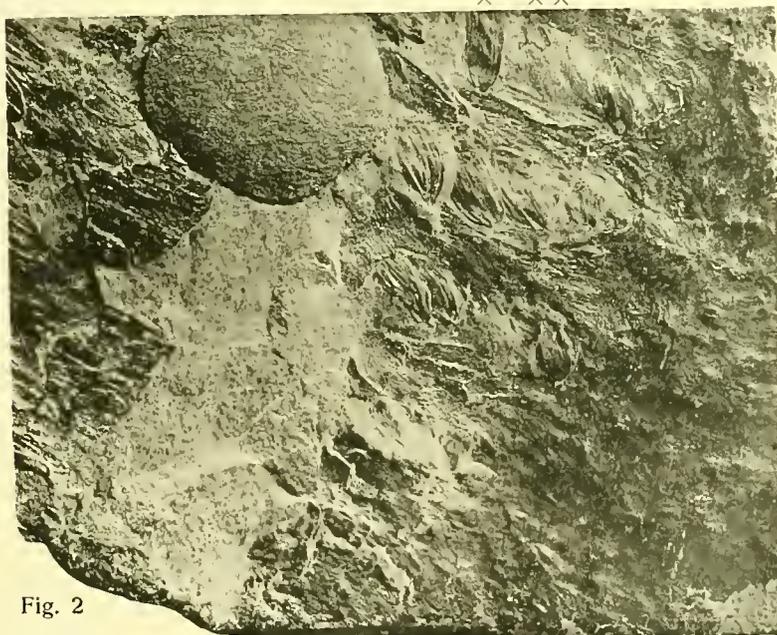


Fig. 2

F. Krasser, phot.



Fig. 3.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



## Tafel III



## Tafel III.

---

### *Lunzia Austriaca* F. Krasser.

Fig. 1 bis 6: Histologie der Synangiumwand. Text p. 17 [505].

• 6 bis 8: Der Pollen. Text p. 18 [506].

Fig. 1 (Vergr. 33). Übersichtsbild über die untere Hälfte eines Synangiums, welches durch Zerreißen mit der Präpariernadel nach der Mazeration mit Schulze'scher Flüssigkeit geöffnet wurde.

Fig. 2 (Vergr. 57). Dasselbe Objekt. Differenzierung des Gewebes.

Fig. 3 (Vergr. 57). Obere Hälfte eines Synangiums mit dem Annulus in der Scheitelregion.

Fig. 4 (Vergr. 83). Ein Teil der basalen Region. Differenzierung in Zellformen verschiedener Wanddicke.

Fig. 5 (Vergr. 209). Übergang in das Stielchen. Stranggewebelemente. Exotheciumstruktur.

Fig. 6 (Vergr. 40). Fachscheidewand mit anliegender Pollenkörnermasse. Übersichtsbild.

Fig. 7 (Vergr. 186). Auflösung der Fachscheidewand in eine Körnchenmasse. Die resistenten Pollenkörner zeigen die charakteristische Längsfalte.

Fig 8. (Vergr. 260). Der Faltenpollen von *Lunzia* in verschiedenen Verquellungsstadien.

Anmerkung. Es empfiehlt sich die vorliegenden Lichtdrucke mit einer Lupe oder einem Lesegläse zu betrachten, da auf diese Weise die Einzelheiten der Abbildungen zu voller Wirkung gelangen.

---



Fig. 2



Fig. 3

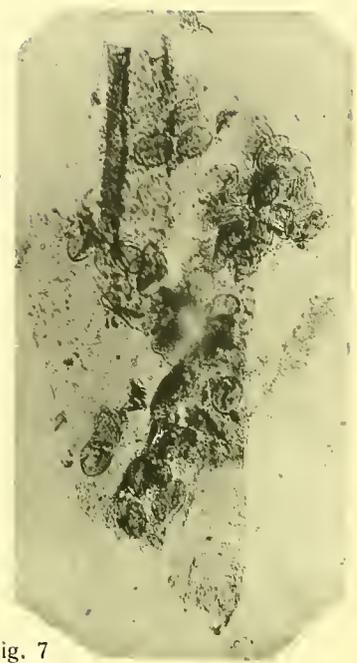


Fig. 7



Fig. 1

$\frac{33}{1}$

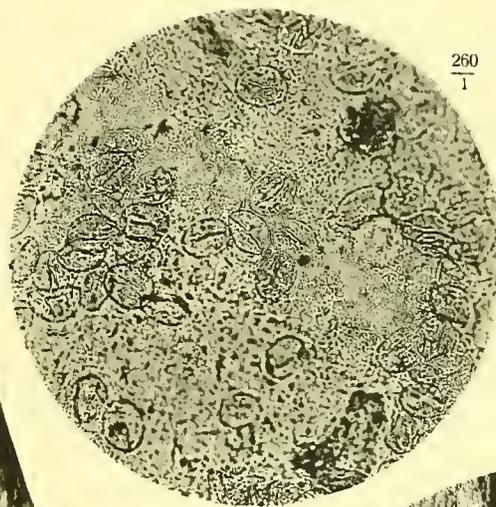


Fig. 8

$\frac{260}{1}$

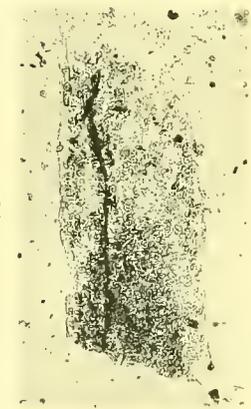


Fig. 6

$\frac{40}{1}$

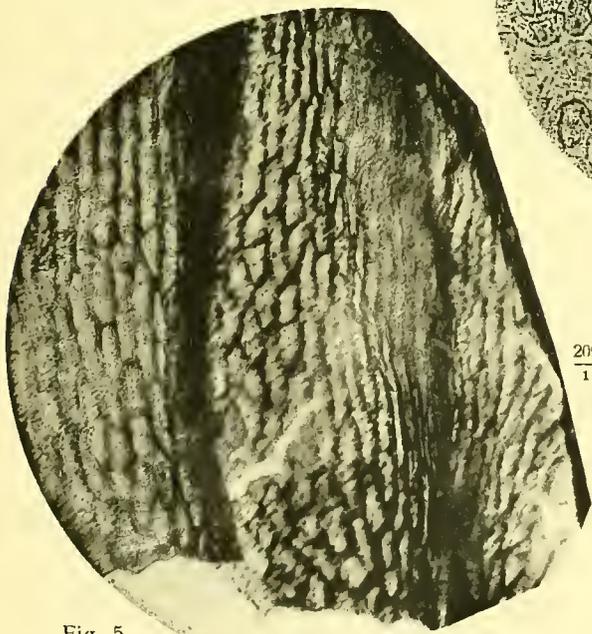


Fig. 5

$\frac{209}{1}$

$\frac{83}{1}$

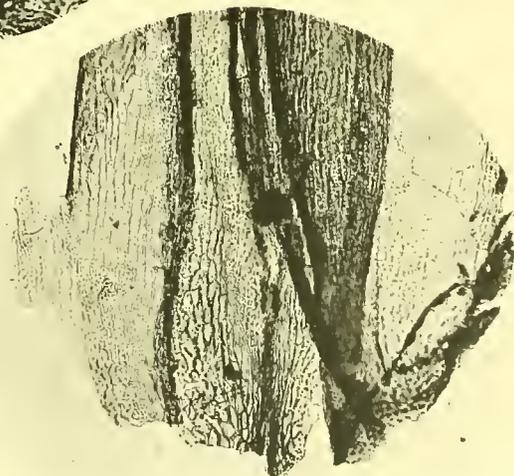


Fig. 4



## Tafel IV.

---

## Tafel IV.

---

### **Antholithus Wettsteinii** F. Krasser.

Fig. 1. Pollensackwand mit anhaftenden Pollenkörnern. Mazerationspräparat. Vergr. 50. Text p. 52 [540].

### **Lunzia Austriaca** F. Krasser.

Fig. 2. Handstück III. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 9 [497].

Spitzen- und Mittelteil eines *Mikrosporophylls*. In der Erhaltung ähnlich Handstück II, doch mehr verwischt.

Fig. 3. Handstück V.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: 10 [498].

Basales *Mikrosporophyll*-Fragment von der Innenseite her ausgebreitet. Spuren der Synangien besonders an den oberen Fiedern. Spindel gequetscht und geborsten.

Fig. 4. Handstück VI. Natürl. Gr.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 11 [499].

Kürzeres *Mikrosporophyll*, fast vollständig. Die Innenseite der die Synangien tragenden Fiedern durch Drehung nach Außen gewendet, die Fiedern akropetal randdeckend. Das *Mikrosporophyll* erscheint in der Aufsicht von Aussen. Einbettungsmasse zwischen den Fiedern und den Synangien.

### **? Sterile Hochblätter ? aus der fertilen Region.**

Fig. 5. *Wellrichia* (?) *keuperiana* F. Krasser.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 58 [546].

Die Abbildung stellt das Fossil in halber natürl. Gr. dar.

Fig. 6. *Pseudoptilophyllum Titzelii* F. Krasser.

Fundort: Pramelreith.

Beschreibung: p. 59 [547].

Die Abbildung stellt das Fossil in halber natürl. Gr. dar.

Anmerkung. Die Handschrift auf der Etikette rührt von D. Stur her.

---

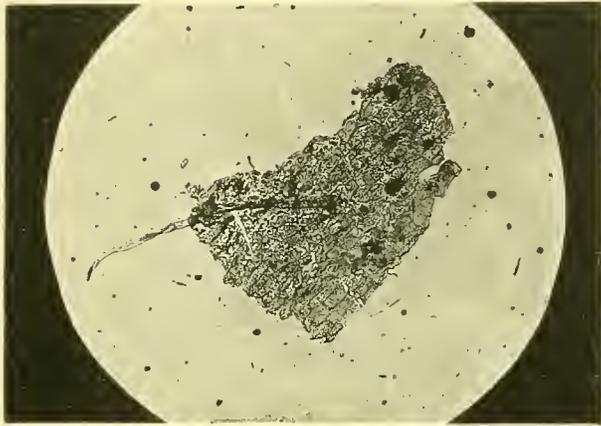


Fig. 1



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 6



Fig. 2



Fig. 5

F. Krasser, phot.

$\frac{1}{2}$  Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.