

# 150 Millionen Jahre alte Farne aus der Antarkis

Autor(en): **Gee, Caroline T. / Sander, Martin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Farnblätter : Organ der Schweizerischen Vereinigung der Farnfreunde**

Band (Jahr): - **(1990)**

Heft 21

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1002142>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# *150 Millionen Jahre alte Farne aus der Antarktis*

Carole T. Gee,  
Geologisches Institut der ETH - Zürich, Sonneggstr. 5, CH - 8092 Zürich  
und  
Martin Sander,  
Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich,  
Künstlergasse 16, CH - 8006 Zürich

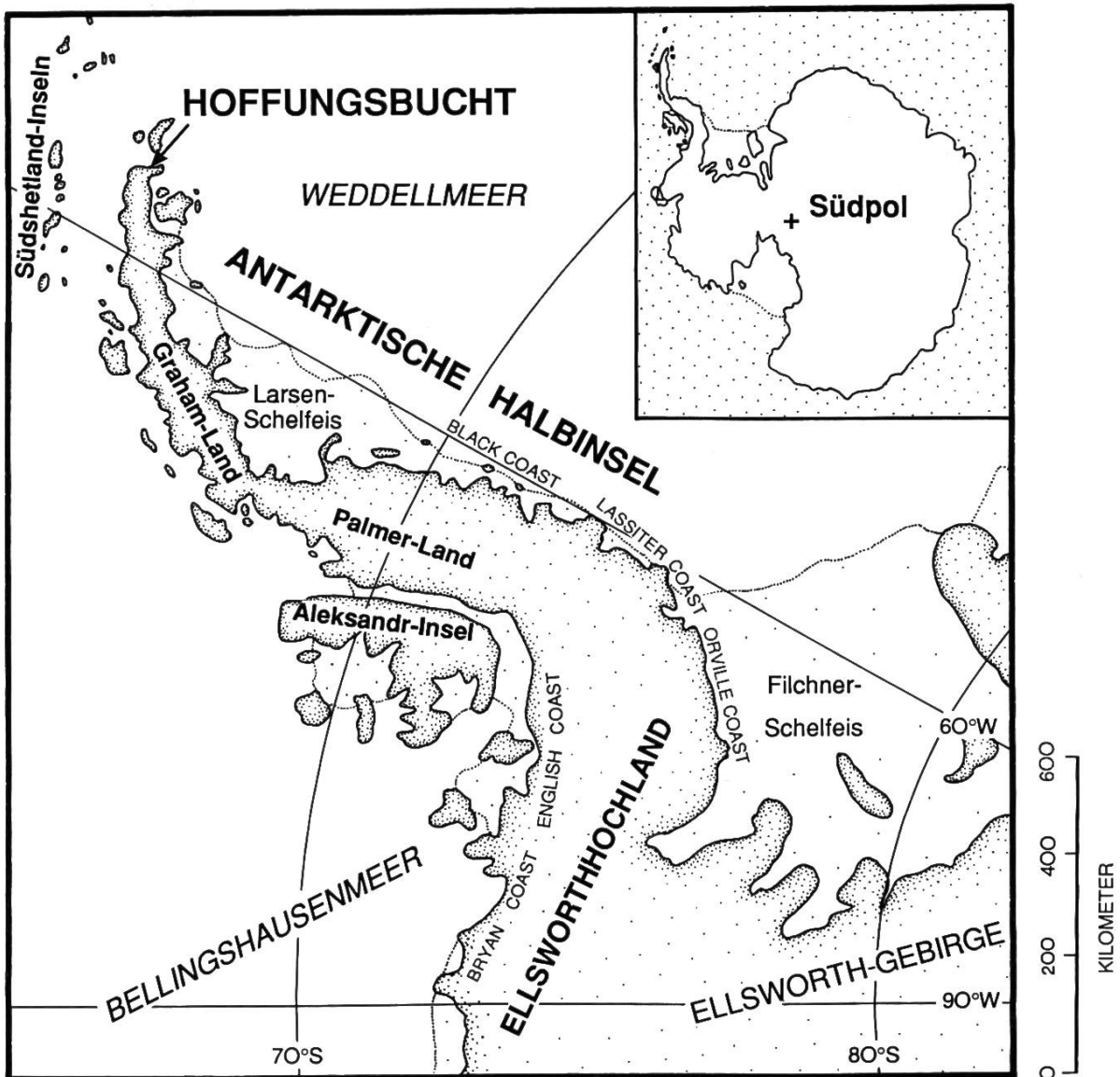
## *Abstract*

**150 MILLION YEAR OLD FERNS FROM ANTARCTICA.** The 150 million year old flora from Hope Bay, Antarctica, is one of the classic Mesozoic floras from the Southern Hemisphere. Collected in 1902 by a shipwrecked Swedish geologist, the fossil plants were found in black, fine-grained rocks from Mount Flora located at the northernmost tip of the Antarctic Peninsula. The flora, rich in ferns and fern-like plants, is composed of 15 fern species and 7 species of seed ferns which together represent over 50 % of the taxa in the flora. Based on their reproductive structures and venation patterns, several species of ferns can be identified as members of the Dicksoniaceae, Dipteridaceae, and Osmundaceae. Sterile leaves of those ferns that could not be assigned to a particular family were placed in the «form-genera» *Cladophlebis* and *Sphenopteris*. Seven species of an extinct group of plants, the Pteridospermophyta (seed ferns), which are somewhat intermediate between ferns and true gymnosperms, also occur in the flora. Represented by either fern-like foliage or unusual reproductive structures, the seed ferns form a taxonomically convenient but biologically artificial group. Two additional species of lower plants were found at Hope Bay: a leafy liverwort, perhaps the oldest known in the fossil record, and a horsetail.

The Hope Bay plants flourished in a warm-temperate to subtropical climate. *Araucaria* and *Podocarpus* conifer forests with a rich understory of ferns and seed ferns grew on the higher regions of a large alluvial fan. The low-lying, more disturbed areas of this fan were colonized by ferns and cycadophytes with horsetails inhabiting the river and lake margins.

In der Antarktis, die fast ganz mit Eis und Schnee bedeckt ist, leben heute nur zwei Arten von Gefäßpflanzen, und zwar nur auf den Inseln vor der antarktischen Halbinsel. Hätte man diesen Kontinent aber vor 150 Millionen Jahren besucht, so hätte man am fast gleichen Ort eine sehr reiche warm-gemäßigte Flora mit Farnen, Cycadophyten und Koniferen gefunden. Versteinerte Blätter von diesen Pflanzen wurden

erstmals von einem schiffbrüchigen Geologen aus Schweden (JOHANN GUNNAR ANDERSSON) im Jahre 1902 gesammelt. Er hatte die Pflanzenreste in den fossilreichen Oberjura/Unterkreide-Schichten an der Spitze der antarktischen Halbinsel, an einem Hügel mit dem bezeichnenden Namen «Mount Flora» an der Hoffnungsbucht (Hoppetsvik) (Abb. 1) gefunden. Nachdem er mit zwei Kameraden neun Monate lang an der

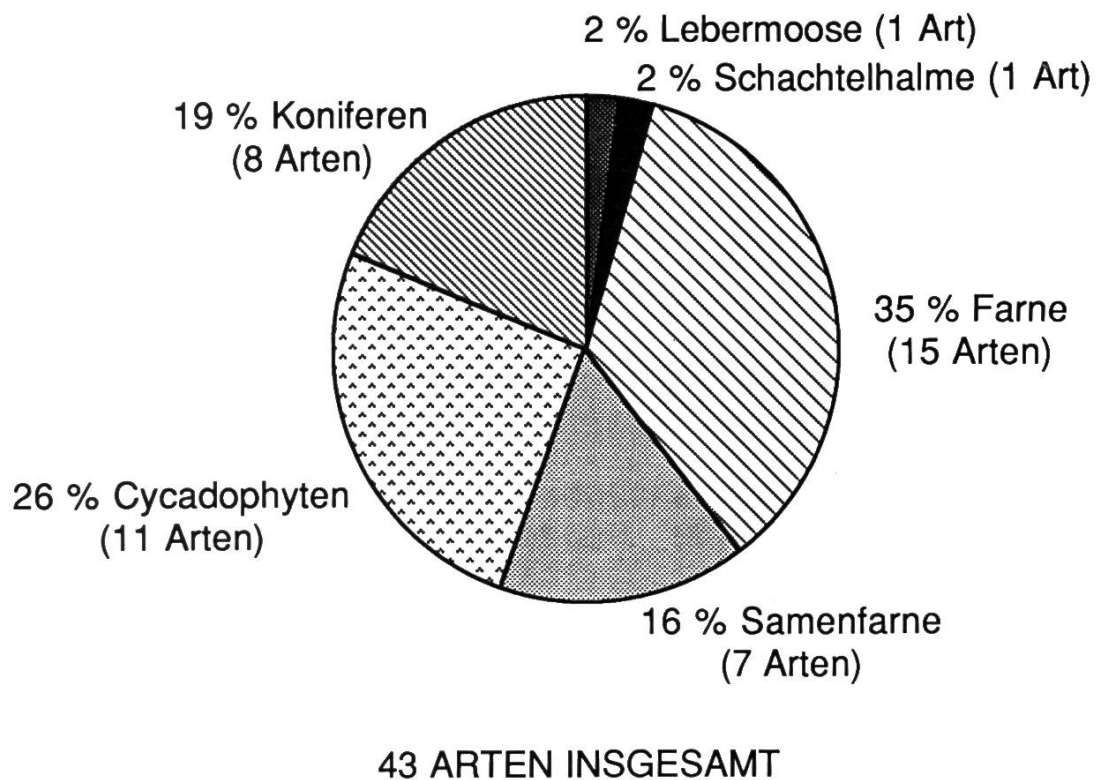


**Abb. 1:**  
Karte der Antarktischen Halbinsel mit der Hoffnungsbucht an ihrer nördlichsten Spitze (deutsche Bezeichnungen des Kartographischen Instituts Bertelsmann).

Hoffnungsbucht überwintern musste, wurde ANDERSSON gerettet und brachte die Fossilien zurück nach Schweden. Dieses Abenteuer beschrieb er bald danach, zusammen mit dem Leiter der Expedition, OTTO NORDENSKJÖLD, in einem Buch mit dem Titel «*Antarctic: två & bland*

*sydpolens isar*», das dann auch ins Englische, Deutsche, Französische, Spanische und Tschechische übersetzt wurde und kürzlich auf englisch neu aufgelegt wurde (NORDENSKJÖLD & ANDERSSON, 1905, 1977). Die Taxonomie dieser vielfältigen Flora ist von T. G. HALLE im Jahre 1913 bearbeitet worden und wurde von C. T. GEE (1989) revidiert.

Die fossile Farnflora der Hoffnungsbucht ist mit 15 echten Farnarten und 7 Samenfarnarten (Pteridospermophyten) ausserordentlich vielfältig und macht 35 % bzw. 16 % der gesamten Flora aus (Abb. 2). Dazu



**Abb. 2:**

Der Anteil verschiedener Pflanzengruppen an der fossilen Flora der Hoffnungsbucht. Die Farne sind mit 15 Arten am vielfältigsten und machen 35 % der Gesamtflora aus.

kommen noch ein Lebermoos und ein Schachtelhalm. Pteridospermophyten sind eine ausgestorbene Pflanzengruppe, die an farnartigen Blättern Samen anstelle von Sporangien trug; eine merkwürdige Mischung von Merkmalen, die heute noch bei gewissen Cycadeen (z.B. *Cycas revoluta*) vorkommt. Die geologisch älteren Samenfarne hatten oft Blätter, die sich ausser durch anhängende Samen nicht von Farnblättern unterscheiden lassen, während die jüngeren fossilen Samenfarne der Antarktis dickere, mehr ledrige Blätter besaßen als die Farne der gleichen Flora.

Für die Bestimmung fossiler Farne auf Familienebene ist die Kenntnis der Fortpflanzungsorgane notwendig. Wenn sie fehlen, kann man die sterilen Wedel nur in einem künstlichen Taxon, der «Formgattung», unterbringen, dessen Familien-Zugehörigkeit unbekannt ist. Oft passiert es aber, daß fertile Strukturen oder andere diagnostische Merkmale später entdeckt werden, so daß der Farn dann aus der Formgattung herausgenommen und in eine natürliche Klassifikation einbezogen werden kann.

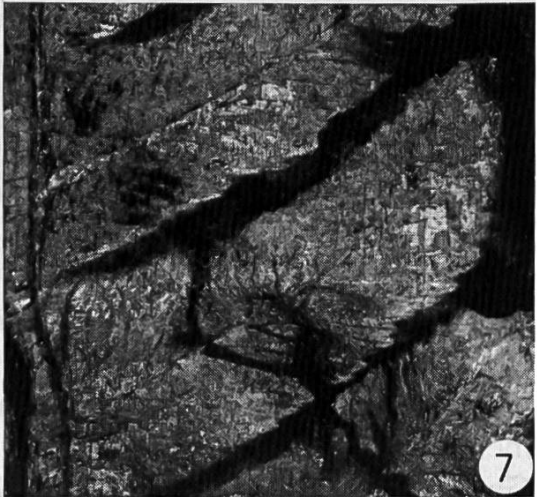
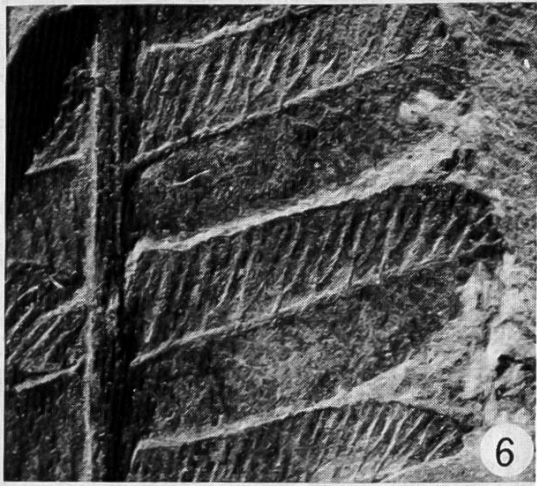
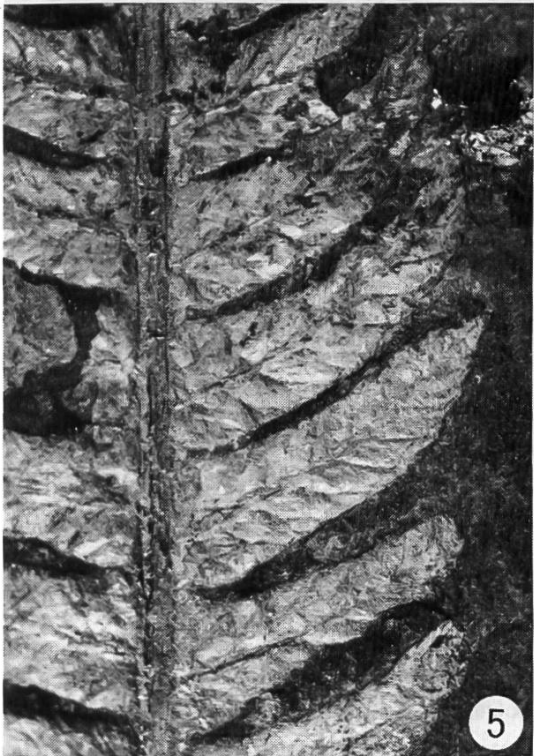
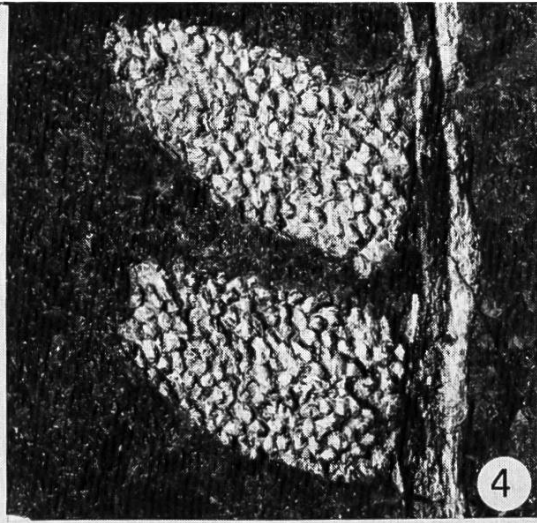
Das war der Fall mit *Todites grahamii*, von dem man zuerst sterile Wedel (Abb. 3) an der Hoffnungsbucht (HALLE, 1913) und später auch in Argentinien (FRENGUELLI, 1947) fand. Weil die fertilen Strukturen aber unbekannt blieben, wurden die Fossilien der Gattung *Cladophlebis* zugewiesen. Neuere Forschungen an antarktischem Material (GEE, 1989) führten zu der Entdeckung, daß die sterilen Blätter mit fertilen Blättern assoziiert waren, die viele kleine rundliche Sporangien auf ihrer Unterseite zeigen (Abb. 4). Basierend auf diesen Fortpflanzungsorganen und der Morphologie der Blätter (Form der Fiederchen und der Nervatur) konnte der Farn als *Todites* bestimmt werden. Diese ausgestorbene Gattung gehört zu den Osmundaceen (Rispenfarngewächse), deren Geschichte 260 Millionen Jahre bis ins Perm zurückreicht (TAYLOR, 1981). *Todites* hat dichte Trauben von Sori ähnlich wie *Todea*, ein heute lebender Vertreter der Osmundaceen, der in Südafrika, Neuguinea, Australien und Neuseeland vorkommt (TRYON & TRYON, 1982). Der Elefantenfarn *Todea barbara* wird manchmal in Mitteleuropa in Farnhäusern kultiviert.

An der Hoffnungsbucht wurden noch drei andere Arten mit Osmundaceen-ähnlichen Wedeln gefunden, nämlich *Cladophlebis antarctica* (Abb. 5) und *C. oblonga* (Abb. 6), zwei Formen, die auch aus Argentinien bekannt sind, und *C. denticulata* (Abb. 7), die sowohl auf der Nordhalbkugel als auch auf der Südhalbkugel gefunden wurde. Weil bei diesen Arten die fertilen Strukturen unbekannt sind, müssen sie vorläufig in der Formgattung *Cladophlebis* verbleiben. Das Fossilmaterial zeigt immerhin, daß zumindest *Cladophlebis denticulata* ein großer, weit ausladender Farn war (Abb. 12), der der heutigen *Osmunda*, dem

**Abb. 3 - 7:**

**3.** *Todites grahamii* (Osmundaceae): Sterile Fiederchen. **4.** *ditto*: Unterseite fertiler Fiederchen mit zahlreichen Sporangien. **5.** *Cladophlebis antarctica*: Sterile Fiederchen. **6.** *Cladophlebis oblonga*: Sterile Fiederchen. **7.** *Cladophlebis denticulata*: Sterile Fiederchen.

(Abb. 3 - 5 und 7 zur Kontrastverstärkung unter Alkohol photographiert.)



2 mm

Abb. 3, 5, 6, 7

2 mm

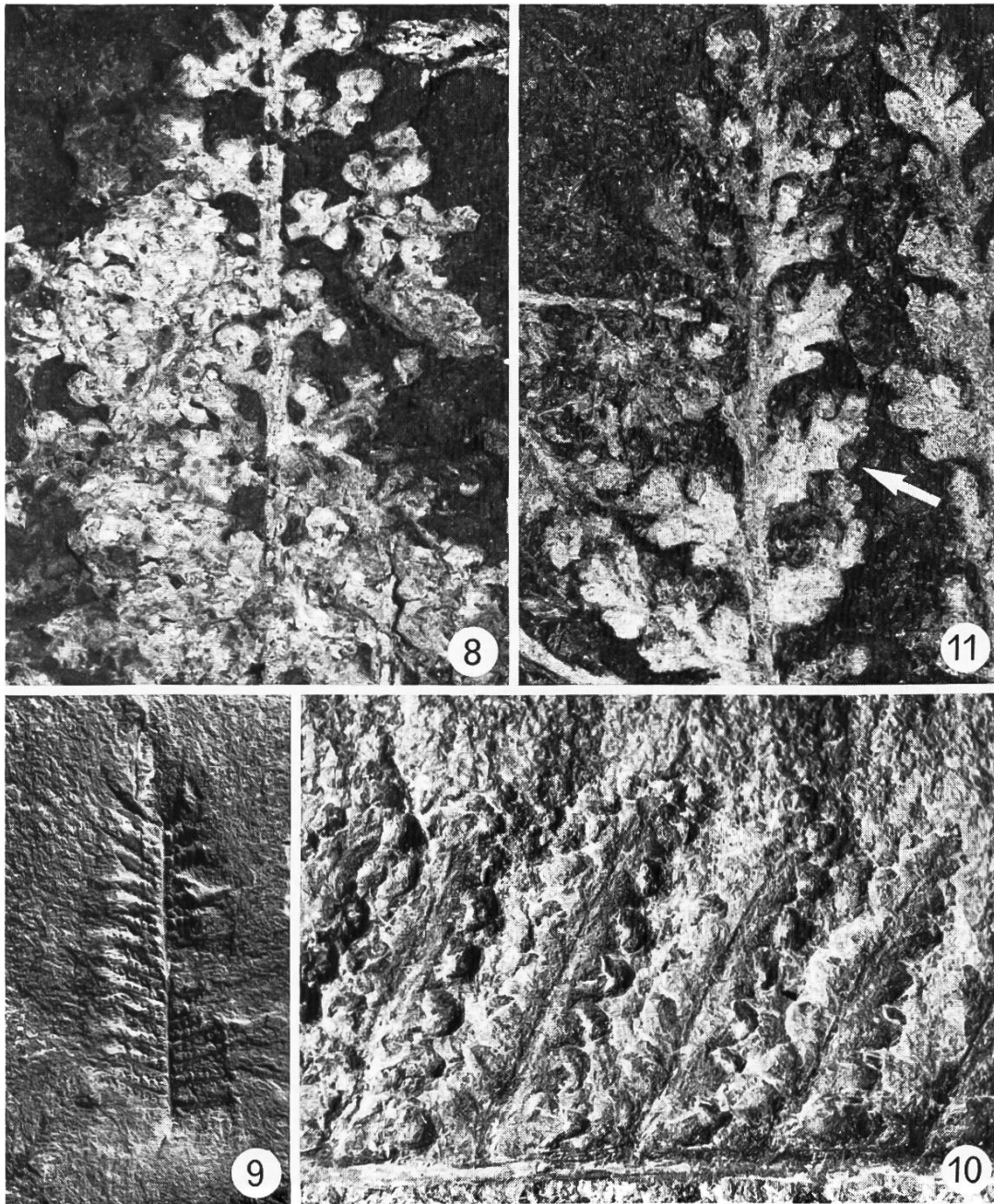
Abb. 4

Königsfarn, ähnelte. Die in Europa häufige *Osmunda regalis* ist fast weltweit verbreitet und wurde sogar aus Ablagerungen des Eozäns (vor ca. 45 Millionen Jahren) beschrieben (DOSTÁL in KRAMER, 1984).

Der Fossilbeleg für die Familie Dicksoniaceae reicht auch sehr weit zurück, sie war besonders während der mittleren Jura - Zeit (vor ca. 180 Millionen Jahren) weit verbreitet (TAYLOR, 1981). Mehrere Dicksoniaceen der ausgestorbenen Gattung *Coniopteris* kommen in der Flora der Hoffnungsbuch vor: *Coniopteris hymenophylloides* und *C. murrayana*, beide auch von der Nordhalbkugel bekannt, und *C. meridionalis*, die man bis jetzt nur von der Hoffnungsbuch kennt. Alle *Coniopteris*-Arten haben schön gelappte Fiederchen mit Indusien, die dem Rand der Lappen aufsitzen. Bei *C. hymenophylloides*, deren Artname sich auf eine oberflächliche Ähnlichkeit mit den Fiederchen von *Hymenophyllum*, dem Hautfarn, bezieht, ist die Lamina so stark reduziert, daß die fertilen Fiedern ganz mit Sori bedeckt sind (Abb. 8). In diesem Fall sehen die fertilen und sterilen Fiedern also sehr unterschiedlich aus. Hingegen ähneln sich die fertilen und sterilen Fiedern bei *C. meridionalis* (Abb. 9, 10) und *C. murrayana* (Abb. 11), bei denen die Sporangien in Indusien an der Spitze der Fiederlappen sitzen.

In den Details der Blätter und Fortpflanzungsorgane gleicht die fossile *Coniopteris* am meisten der Gattung *Thyrsopteris* unter den lebenden Farnen, die nur eine Art (*T. elegans*) enthält und auf die Juan Fernandez - Inseln vor der Westküste Südamerikas beschränkt ist (TRYON & TRYON, 1982). Sowohl die fossile *Coniopteris* als auch die rezente *Thyrsopteris* haben Indusien, die wie kleine Schalen geformt sind; d.h. die Klappen sind nicht getrennt, während in anderen heutigen Gattungen, wie zum Beispiel *Dicksonia*, die Indusien aus zwei getrennten Klappen bestehen. Die Wuchsform von *T. elegans* variiert von kriechend bis aufrecht, und die Pflanze kann sogar als bis zu 2 m hoher Baumfarn wachsen, ähnlich wie *Dicksonia*.

Die Bestimmung fossiler Farne kann auch anhand einer ausgeprägten Blattmorphologie und Nervatur erfolgen, wie sie zum Beispiel *Dipteris* zeigt. Diese Gattung, rezent nur aus dem tropischen Asien bekannt, hat charakteristische fächerförmige Wedel mit einer dichotomen Verzweigung (CORSIN & WATERLOT, 1979). Die Wedel der fossilen Gattung *Dictyophyllum* zeigen auch eine Zweiteilung an der Spitze des Blattstieles und bilden zwei lange basale Arme, die weitgezähnelte oder gezackte Fiedern tragen. Die Fiedernervatur von *Dictyophyllum* ist auf charakteristische Art und Weise vernetzt, und zwar mit polygonalen und nicht mit rechteckigen Maschen. Diese ausgeprägten Merkmale der Blätter ermöglichen die Bestimmung auch kleiner Blattfragmente von



2 mm  
 ──────────  
 Abb. 8

1 cm  
 ──────────  
 Abb. 9

2 mm  
 ──────────  
 Abb. 10

2 mm  
 ──────────  
 Abb. 11

**Abb. 8 - 11:**

**8.** *Coniopteris hymenophylloides* (Dicksoniaceae): Fertile Fieder mit nierenförmigen Sori. **9.** *Coniopteris meridionalis* (Dicksoniaceae): Isolierte fertile Fieder. **10.** *dito*: Vergrößerung aus Abb. 9 mit von rechts nach links zunehmend besser ausgebildeten Sori. **11.** *Coniopteris murrayana* (Dicksoniaceae): Fieder mit Sori auf dem Rand der Fiederchen (**Pfeil**).  
 (Abb. 8 u. 11 zur Kontrastverstärkung unter Alkohol photographiert.)



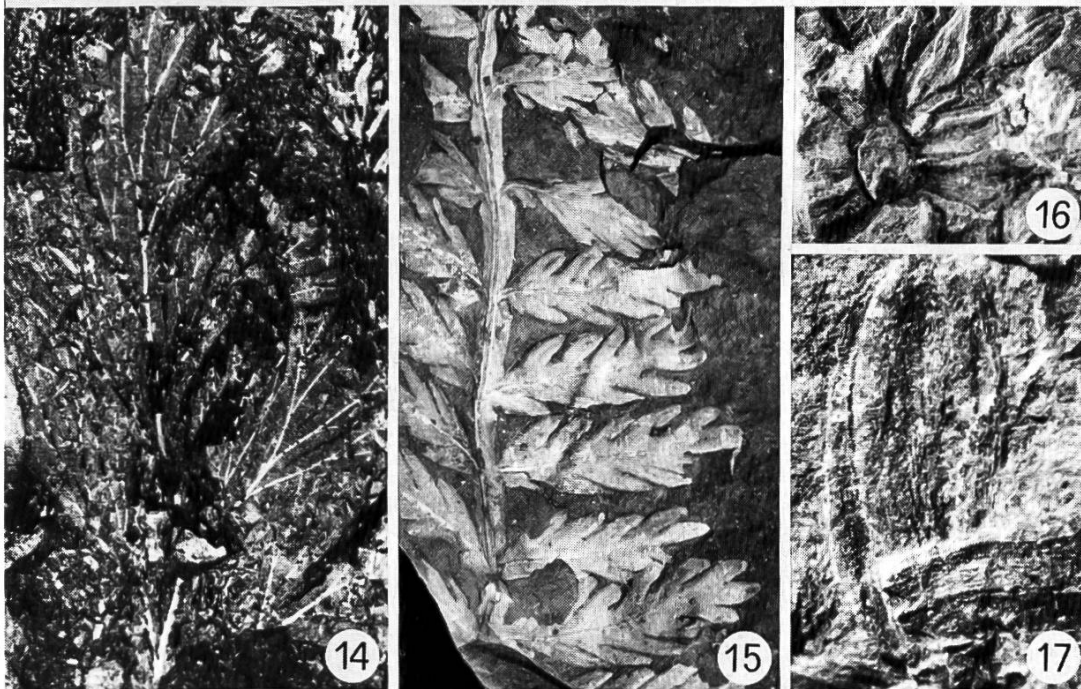
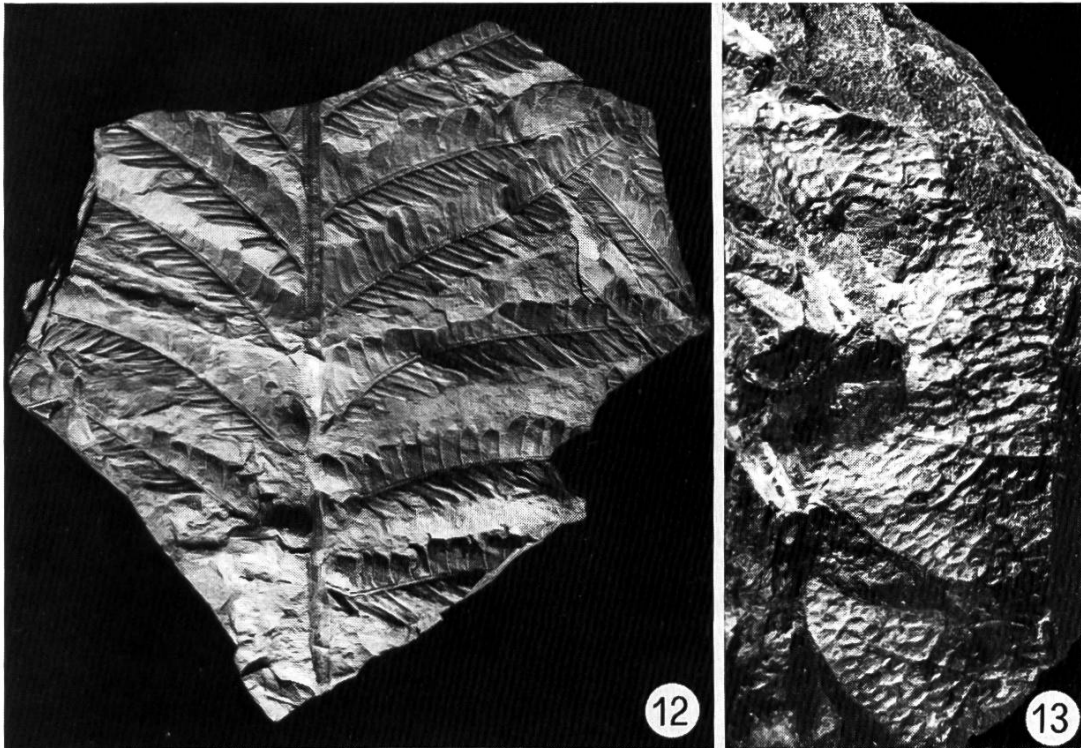
der Hoffnungsucht (Abb. 13) als *Dictyophyllum* aus der noch lebenden Familie Dipteridaceae.

Bei einigen Farnarten, die einst an der Hoffnungsucht wuchsen, läßt sich aber die Verwandtschaft nicht feststellen, weil diagnostische Organe fehlen. Sie werden in der Formgattung *Sphenopteris* untergebracht, die für Fiederchen mit eingeschnürter Basis und ungefähr elliptischem Umriss aufgestellt wurde. Weitere Merkmale von *Sphenopteris* sind ein lappiger oder gezählter Blattrand und seitliche Nerven, die aus einem Mittelnerv entspringen. Die sechs *Sphenopteris* - Arten von der Hoffnungsucht reichen von Formen mit zarten, flaumigen Fiedern (z.B. *S. nordenskjöldii*, Abb. 14) bis zu Formen mit kräftigeren Fiederchen wie z.B. *S. pecten* (Abb. 15). Die *Sphenopteris* - Arten bilden keine natürliche Gruppe, sondern gehören höchstwahrscheinlich zu mehreren verschiedenen Farnfamilien.

Die Samenfarne sind in unserer fossilen Flora sowohl durch Blattüberreste als auch durch Fortpflanzungsorgane vertreten. Ein Beispiel für letztere sind die Pollenorgane von *Kachchhia*; der Name kommt von Kachchh, früher Kutch, in Nordwestindien, wo das Typusmaterial herkommt. *Kachchhia schopfii* von der Hoffnungsucht besteht aus abgeflachten Rezeptakeln mit rundem Umriss (Abb. 16), von denen zigarrenförmige Pollensäcke (Abb. 17) ausstrahlen. Diese Pollensäcke, die den Samenfarnpollen enthielten, unterscheiden sich mit Sicherheit von den Sporangien heutiger Farne. Die Samen und Blätter von *Kachchhia* sind noch unbekannt.

**Abb. 12 - 17:**

**12.** *Cladophlebis denticulata*: Grosser, ausladender Wedel. **13.** *Dictyophyllum* sp. (Dipteridaceae): Fiederchen mit typischer polygonaler Vernetzung der Nervatur. **14.** *Sphenopteris nordenskjöldii*: Fragment eines zarten, feingliedrigen Wedels. **15.** *Sphenopteris pecten*: Teil eines Wedels mit robusteren Fiedern. **16.** *Kachchhia schopfii* (Pteridospermophyta): Pollenorgan mit zentralem, scheibenförmigem Rezeptakulum und radial davon ausgehenden Pollensäcken. **17.** *dito*: Einzelner, zigarrenförmiger Pollensack.  
(Abb. 14 u. 15 zur Kontrastverstärkung unter Alkohol photographiert.)



5 cm  
 ───────────  
 Abb. 12

2 mm  
 ───────────  
 Abb. 13

5 mm  
 ───────────  
 Abb. 14, 15

1 mm  
 ───────────  
 Abb. 16

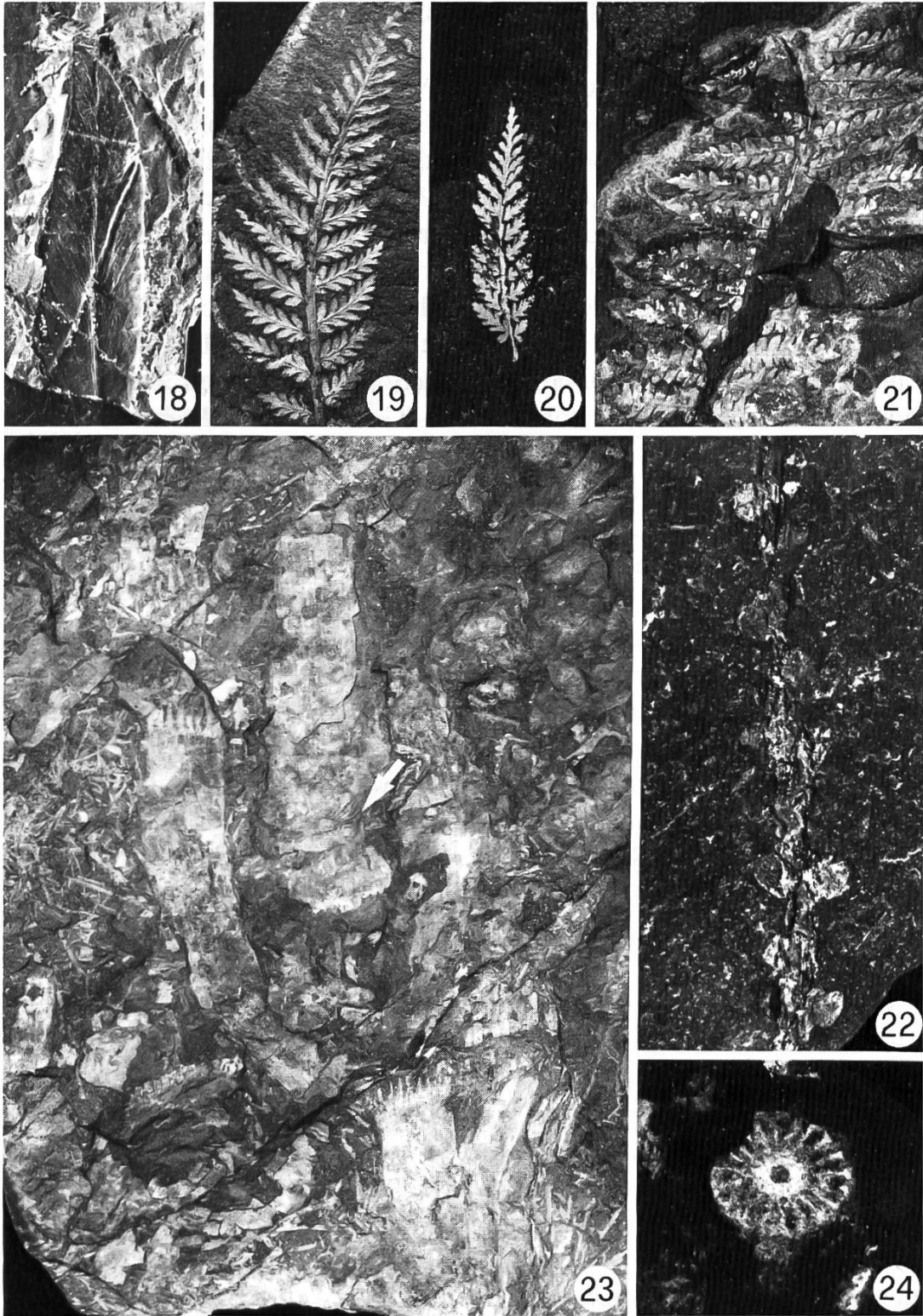
1 mm  
 ───────────  
 Abb. 17

Von der Hoffnungsbuch sind sechs Arten von Samenfarneblättern bekannt, die recht unterschiedlich aussehen und wohl zu mehreren natürlichen Pflanzengruppen gehören. Man kann zwei allgemeine Typen von Blättern unterscheiden; einerseits schmale ganzrandige Blättchen, z.B. *Sagenopteris paucifolia* (Abb. 18 zeigt die obere Hälfte eines von mehreren Blättchen eines handförmig (palmat) zusammengesetzten Blattes), und andererseits gefiederte Blätter. Samenfarneblätter mit einem farnähnlicheren Erscheinungsbild sind die feingelappten Fiederchen von *Pachypteris crassa* (Abb. 19, 20), aber auch die zarten und trotzdem ledrigen Fiedern von *Ticoa jeffersonii* (Abb. 21). Im Gegensatz zu den anderen Samenfarne in der fossilen Flora, die Blätter in verschiedenen Grössen zeigen, kommen bei *Pachypteris crassa* nur zwei Blattgrößen vor. Entweder sind die Blätter groß (Abb. 19) oder klein (Abb. 20), mit ähnlichen Fiederchen und einem deutlichen Blattstiel in beiden Größen, was in Abb. 20 gut zu erkennen ist.

Neben den Farnen und Samenfarne fanden sich noch zwei weitere Arten von niederen Pflanzen unter den Fossilien der Hoffnungsbuch, nämlich ein Lebermoos und ein Schachtelhalm. Das Vorkommen des Lebermooses *Schizolepidella gracilis* (Abb. 22) ist besonders bemerkenswert. HALLE (1913) identifizierte diese Pflanze wahlweise als Zapfenschuppen von Koniferen, Koniferenzweige mit Blättern, oder Überreste eines Lebermooses, während KRASSILOV & SCHUSTER (1984) die letztere Identifikation bestätigen konnten. Die Pflanze besteht aus einem schlanken Trieb, nicht mehr als 5 cm lang und 2 mm breit, der kleine herzförmige Blättchen trägt, welche in drei Reihen angeordnet sind. Diese Anordnung findet sich bei vielen Arten von heutigen Lebermoosen. Die zweilappigen Blättchen sind auch typisch für die Gruppe. *Schizolepidella gracilis* ist wahrscheinlich der älteste bekannte Vertreter der Lebermoose der Ordnung Jungermanniales.

**Abb. 18 - 24:**

**18.** *Sagenopteris pauciflora* (Pteridospermophyta): Obere Hälfte eines Blättchens. **19.** *Pachypteris crassa* (Pteridospermophyta): Doppelt gefiederter Wedel. **20.** dito: Ein kleiner Wedel, der den Größendimorphismus dieser Art demonstriert. **21.** *Ticoa jeffersonii* (Pteridospermophyta): Zarte Fiederchen. **22.** *Schizolepidella gracilis* (Hepaticae): Schlanker Spross mit herzförmigen Blättchen. **23.** *Equisetum laterale* (Equisetaceae): Mehrere Triebe mit spitz gezähnten Blattscheiden, einer davon mit erhaltener Trennwand (Diaphragma) am Knoten (**Pfeil**). **24.** dito: Radförmige Trennwand (Diaphragma).  
(Abb. 20 - 22 und 24 zur Kontrastverstärkung unter Alkohol fotografiert.)



2 cm  
 Abb. 18, 19, 20, 21, 23

2 mm  
 Abb. 22

5 mm  
 Abb. 24

Die *Equisetum* - Art der antarktischen Flora, *Equisetum laterale* (Abb. 23), ähnelt heutigen Equiseten in ihrer Morphologie und wahrscheinlich auch in ihren ökologischen Ansprüchen. *E. laterale* war recht klein, die längsten Reste sind nur 17 cm lang und ungefähr 1 cm dick. Der Trieb war glatt und unverzweigt. Die Blattscheiden lagen dem Trieb eng an und trugen kleine spitze Zähne. Wie beim heutigen *Equisetum* befanden sich dünne Gewebeplatten (Diaphragmen) an den Knoten; bei unserer Art allerdings waren die Diaphragmen nicht gleichmäßig dick, sondern glichen einem Rädchen (Pfeil in Abb. 23, Abb. 24) mit Nabe, Speichen und Felge. Die hellen Areale des Diaphragmas in Abb. 24 bestanden höchstwahrscheinlich aus verstärkten Zellen, während die dunkleren Teile wohl feineres Gewebe darstellten.

Manchmal werden fossile Arten von *Equisetum*-artigen Pflanzen als *Equisetites* beschrieben, um eine Assoziation zwischen den lebenden und den fossilen Pflanzen zu vermeiden. Allerdings gibt es im Fall von *E. laterale* keinerlei morphologische Unterschiede, die das Fossil aus der lebenden Gattung ausgrenzen würden (GOULD, 1968). Ja sogar die ökologische Nische dieser fossilen Art glich wahrscheinlich der der heutigen *Equisetum* - Arten. Auf einem Stück Gestein von der Hoffnungsbucht (Abb. 23) fanden sich nämlich mehrere Triebe mit zarten Teilen der Pflanzen noch erhalten, was darauf hinweist, daß die Triebe nicht sehr weit von dem Ort wegtransportiert wurden, an dem die Pflanzen zusammen wuchsen. Sie lebten wahrscheinlich in reinen Beständen am Ufer eines Teiches, Sees oder Flusses, wie viele heutige Schachtelhalme. Fossilien der Gattung *Equisetum* sind schon aus dem Perm (vor ca. 280 Millionen Jahren) bekannt.

Die Synthese aller paläobotanischen und geologischen Daten ergibt ein recht genaues Bild der Landschaft an der Hoffnungsbucht vor 150 Millionen Jahren. Obwohl man annimmt, daß das Klima warm-gemäßigt oder sogar subtropisch war, sah die Vegetation doch sehr anders aus als in heutigen warm-gemäßigten oder subtropischen Gegenden, weil die Blütenpflanzen fehlten. Stattdessen war das Erscheinungsbild der Wälder von großen Bäumen bestimmt, die mit bestimmten Koniferen der Südhalbkugel verwandt sind, den Gattungen *Araucaria* (Zimmertanne) und *Podocarpus* (Steineibe). Farne und Samenfarne bildeten wohl das Unterholz, aber sie gediehen auch in offeneren Gebieten zusammen mit den Cycadophyten, die den heutigen Sagopalmen ähnelten. Es gab eine Vielfalt von Farnen, sowohl niedrige, kriechende, als auch große und buschige oder sogar baumförmige Formen. Wasserliebende Pflanzen wie Lebermoose wuchsen an feuchten Stellen, und reine

Bestände von Schachtelhalmen besiedelten Teichränder und langsam fließende Wasserläufe.

Die Gesteine an der Hoffnungsbucht werden als Ablagerungen eines großen Schuttfächers gedeutet (FARQUHARSON, 1984). Die Bäume und die anderen größeren Pflanzen dominierten wohl die stabilen Teile des Fächers, während die kleineren Farne die häufiger überschwemmten Teile kolonisiert haben mögen. Mit jedem Hochwasser wurden Schlamm und feiner Sand zusammen mit Pflanzenresten in temporäre Teiche geschwemmt und abgelagert. Glücklicherweise wurden die pflanzenführenden Sedimente zu Gestein, so daß sie noch heute Zeugnis ablegen können von der üppigen Flora, die vor 150 Millionen Jahren in der Antarktis gedieh.

### *Literatur*

- CORSIN, P. & M. WATERLOT 1979. Paleobiogeography of the Dipteridaceae and Matoniaceae of the Mesozoic. In: B. Lasker & C. S. Raja Rao (eds.), Fourth International Gondwana Symposium 1: 51 - 70. Hindustan Publishing Corporation, Delhi.
- FARQUHARSON, G. W. 1984. Late Mesozoic, non-marine-conglomeratic sequences of the northern Antarctic Peninsula (The Botany Bay Group). British Antarctic Survey Bulletin 65: 1 - 32.
- FRENGUELLI, J. 1947. El género *Cladophlebis* y sus representantes en la Argentina. Anales del Museo de La Plata, N.S., Paleontología B, Paleobotánica 2, Pteridófitas y pteridospermas: 1 - 74.
- GEE, C. T. 1989. Revision of the Late Jurassic / Early Cretaceous flora from Hope Bay, Antarctica. Palaeontographica, Abt. B 213: 149 - 214.
- GOULD, R. E. 1968. Morphology of *Equisetum laterale* PHILLIPS, 1829, and *E. bryanii* sp. nov. from the Mesozoic of south-eastern Queensland. Australian Journal of Botany 16: 153 - 176.
- HALLE, T. G. 1913. The Mesozoic flora of Graham Land. Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901 - 1903 3 (14): 1 - 123.
- KRAMER, K. U. (HRSG.) 1984. G. HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. I,1, 3. Aufl.. Parey, Berlin & Hamburg.
- KRASSILOV, V. A. & R. M. SCHUSTER 1984. Paleozoic and Mesozoic fossils. In: R. M. SCHUSTER (ED.), Manual of Bryology 2: 1172 - 1193. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- NORDENSKJÖLD, O. & J. G. ANDERSSON 1905. Antarctica or two years amongst the ice of the south pole. Hurst & Blackett, London. (Reprint 1977, C. Hurst & Co., London).
- TAYLOR, T. N. 1981. Paleobotany: An introduction to fossil plant biology. McGraw-Hill, New York.
- TRYON, R. M. & A. F. TRYON 1982. Ferns and allied plants. Springer, New York - Heidelberg - Berlin.

## *Appendix*

### *English translation of figure captions*

**Fig. 1:**

Map of the Antarctic Peninsula. Hope Bay is located at the northernmost tip of the peninsula.

**Fig. 2:**

The abundance of species by division in the Hope Bay fossil flora. The ferns are the most abundant group with 15 species, accounting for 35 % of the entire flora.

**Figs. 3 - 7:**

**3.** *Todites grahamii* (Osmundaceae): Sterile pinnules. **4.** *As above*: Under surface of fertile pinnules with numerous sporangia. **5.** *Cladophlebis antarctica*: Sterile pinnules. **6.** *Cladophlebis oblonga*: Sterile pinnules. **7.** *Cladophlebis denticulata*: Sterile pinnules.

(Figs. 3 - 5 and 7 were photographed under alcohol to increase contrast.)

**Figs. 8 - 11:**

**8.** *Coniopteris hymenophylloides* (Dicksoniaceae): Fertile pinna with kidney-shaped sori. **9.** *Coniopteris meridionalis* (Dicksoniaceae): Isolated fertile pinna. **10.** *As above*: Enlargement of fig. 9; the sori become increasingly better developed from right to left. **11.** *Coniopteris murrayana* (Dicksoniaceae): Pinna with sori on pinnule margins (**arrow**).

(Figs. 8 and 11 were photographed under alcohol to increase contrast.)

**Figs. 12 - 17:**

**12.** *Cladophlebis denticulata*: Large, spreading frond. **13.** *Dictyophyllum sp.* (Dipteridaceae): Pinnule with its characteristic polygonal net venation. **14.** *Sphenopteris nordenskjöldii*: Fragment of a wispy, delicate frond. **15.** *Sphenopteris pecten*: Part of a frond with robust pinnae. **16.** *Kachchhia schopfii* (Pteridospermophyta): Pollen organ with a central disk-shaped receptacle and radially arranged pollen sacs. **17.** *As above*: A single, cigar-shaped pollen sac.

(Figs. 14 and 15 were photographed under alcohol to increase contrast.)

**Figs. 18 - 24:**

**18.** *Sagenopteris pauciflora* (Pteridospermophyta): Upper half of a leaflet. **19.** *Pachypteris crassa* (Pteridospermophyta): Bipinnate frond. **20.** *As above*: A smaller frond illustrating the size dimorphism in this species. **21.** *Ticoa jeffersonii* (Pteridospermophyta): Delicate pinnules. **22.** *Schizolepidella gracilis* (Hepaticae): Slender shoot with heart-shaped leaflets. **23.** *Equisetum laterale* (Equisetaceae): Several axes, one with a nodal diaphragm still in place (**arrow**), bearing leaf sheaths with toothed margins. **24.** *As above*: Wheel-like nodal diaphragm.

(Figs. 20 - 22 and 24 were photographed under alcohol to increase contrast.)