



Forschungen  
aus den Naturwissenschaften

# documenta

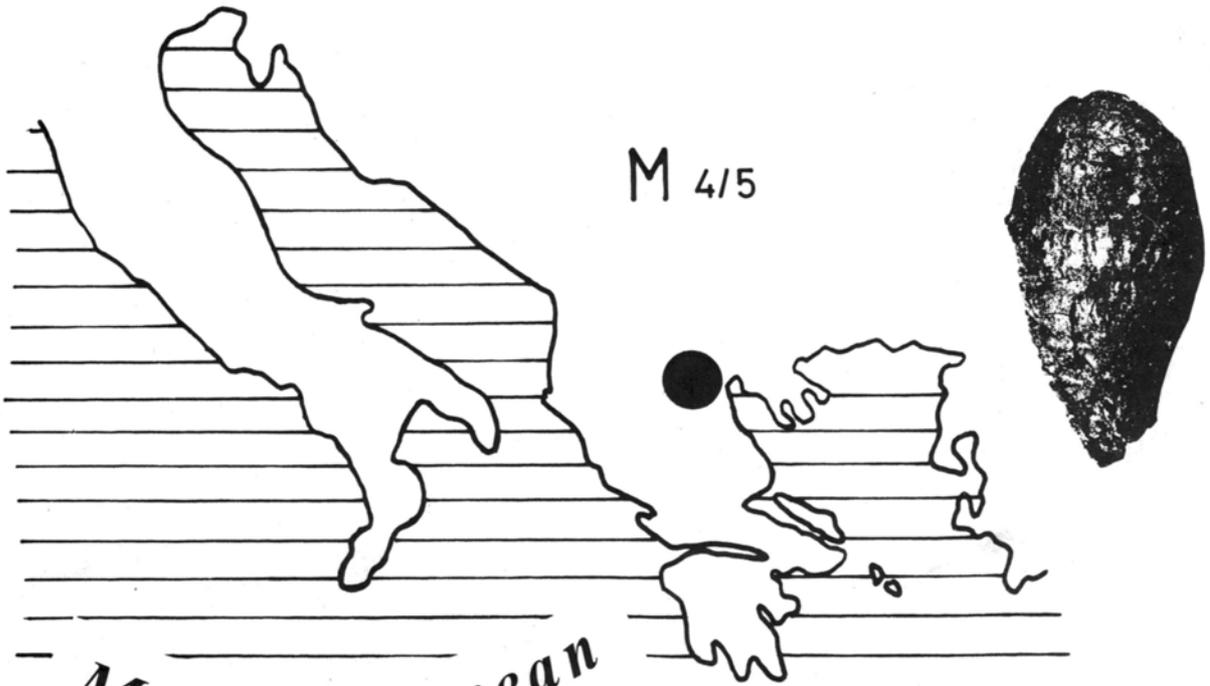
naturae

ISSN 0723-8428

Nummer **5**

München 1983

Rhizomknollen fossiler und  
rezenter Strandbinsen



*Mediterranean*

Herausgeber: Dr. Hans-Joachim Gregor  
Hans-Sachs-Str. 4  
8038 Gröbenzell  
und  
Dr. Heinz J. Unger  
Nußbaumstr. 13  
8058 Altenerding

Umschlag: C.J.W. Dossow  
Institut für Paläontologie  
und historische Geologie  
München

Druck: K.Poschegar, 8039 Puchheim

Vertrieb: Buchhandlung J. Kanzler  
Gabelsbergerstr. 55  
8000 München

Die Schriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Frühgeschichte usw.

Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die Verfasser verantwortlich, für die Gesamtdarstellung die Herausgeber.

Schutzgebühr: DM 5,--

Umschlagbild: Umriß der östlichen Ägäis mit dem Fundpunkt Vegora sowie dem typischen Pflanzenfossil *Bolboschoenus vegorae*. Zusätzlich wird die stratigraphische Zuweisung angegeben (M 4/5 Badenium/Sarmatium).

# *Rhizomknollen fossiler und rezenter Strandbinsen*

<u>INHALT</u>	Seite
Zusammenfassung - Summary.....	1
1. Einleitung.....	2
2. Systematische Einordnung.....	3
3. Morphologische Unterscheidung.....	4
4. Anatomie der Rhizomknollen .....	6
5. Verbreitung und Beispiele für Standortsansprüche	
5.1. Verbreitung.....	13
5.2. Vorkommen im Elsaß und in Lothringen.....	14
5.3. Holländische Nordseeküste.....	17
5.4. Bundesrepublik Deutschland.....	18
5.5. Ägäischer Raum.....	20
6. Die Fossilfunde und ihre Interpretation	
6.1. <i>Bolboschoenus vegorae</i> (VELITZELOS & GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR & GEISSERT.....	21
6.2. Geologie und Fundumstände.....	22
6.3. Paläoökologie und Paläoklimatologie der Fundstelle.....	24
6.4. Angaben über fossile "Scirpus"-Früchte.....	26
7. Literaturverzeichnis.....	27
8. Abbildungen und Abbildungslegenden	
9. Tafeln und Tafellegenden	

**Bolboschoenus vegorae - Ein Vergleich fossiler und rezenter  
Rhizomknollen der Strandbinse**

**E. VELITZELOS, J. E. KRACH, H.-J. GREGOR und F. GEISSERT<sup>†</sup>**

**Schlüsselwörter:** Cyperaceae - Scirpus maritimus, Braunkohle  
Obermiozän, Tertiär, Ökologie, fossile Floren,  
Rezentsbotanik  
**Key words:** Cyperaceae - Scirpus maritimus, browncoal,  
Upper Miocene, Tertiary, ecology, fossil  
floras, Recent botany

**ZUSAMMENFASSUNG**

Bei dem 1980 von VELITZELOS & GREGOR mitgeteilten problematischen Pflanzenfossil *Nucopsis vegorae* nov.gen.et spec. aus der neogenen Braunkohle von Makedonien (Griechenland) handelt es sich um wohlerhaltene Reste der Rhizomknollen von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA s.l. (= *Scirpus maritimus* L.), einer Cyperaceae. Die fossilen Reste werden untersucht und auch im Detail mit Rezentmaterial verglichen. Standortbeschreibungen von verschiedenen europäischen Wuchsplätzen dienen als Hinweise für die Erstellung eines Modells der Wuchsbedingungen des fossilen *Bolboschoenus* im Obermiozän von Vegora. Neben der notwendig gewordenen Umkombination wird auch eine verbesserte Diagnose von *Bolboschoenus vegorae* gegeben.

**SUMMARY**

In 1980 VELITZELOS & GREGOR published a problematic fossil - *Nucopsis vegorae* nov.gen.et spec. from Greek browncoal deposits in Macedonia. Now the fossils proved to be bulblike cerms from the cyperaceous *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA s.l. (= *Scirpus maritimus* L.). So the organgenus has to be revised; a comparison with the Recent plant solves some morphological and histological features. Additionally some growing-places of the Recent plant are studied - in eastern France, the Netherlands, Western Germany and the Aegaeen region - to get an idea about the ecological conditions under which the fossil *Bolboschoenus vegorae* grew in the Upper Miocene of Macedonia.

<sup>†</sup>Dr. E. VELITZELOS, Department of Geology, University of Athens (Greece).- Dr. J.E. KRACH, Institut für Systematische Botanik der Universität München (BRD).- Dr. H.-J. GREGOR, Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart (BRD).- F. GEISSERT, F-67770 Sessenheim, Elsaß (Frankreich)

1. EINLEITUNG

1980 legten VELITZELOS & GREGOR in einer kleinen Arbeit problematische Pflanzenkörper aus der neogenen Braunkohle von Vegora (Makedonien, Griechenland) vor, die systematisch nicht befriedigend einzuordnen waren. Als bei einem Besuch im Elsaß (bei der Tagung des Arbeitskreises für Paläobotanik und Palynologie 1981 in Straßburg) von H.-J. GREGOR am 29.3.1981 ebensolche seltsamen Knollen gefunden werden konnten, diesmal aber rezent, wurde eine Neubearbeitung dieser Formen ins Auge gefaßt. Erleichtert wurde diese Idee durch weitere Funde der Knollen an der holländischen Nordseeküste (am 18.4.1981).

Hatte bei den fossilen Funden niemand die systematische Zuordnung erkannt, so konnten diesmal einige Kollegen sofort die Familie der Cyperaceen als Verursacher benennen.

So bedanken wir uns ganz herzlich für sofortige wissenschaftliche "Schützenhilfe" bei unseren Kollegen aus den Fundgebieten und bei denen, die bei späteren Überprüfungen und Fragestellungen die notwendige Hilfeleistung gegeben haben:

Dr. D. FERGUSON, Dienst allgemeine Plantkunde, Univ. Antwerpen (Belgien);

Prof. Dr. S. WINKLER, Abt. Spezielle Botanik der Universität Ulm;

Dr. H. P. KÖST, Botanisches Institut, Universität München;

Prof. Dr. H. MERXMÜLLER erlaubte die Benutzung der Bestände der Botanischen Staatssammlung in München.

Besonderen Dank schulden wir Herrn F. SCHUHWERK - Botanisches Institut der Universität Regensburg - für die Bereitstellung der Verbreitungsunterlagen der floristischen Kartierung Westdeutschlands und seinen Kommentar dazu.

Die REM-Aufnahmen wurden dankenswerterweise von Frl. G. PFETSCH von der Abt. Spezielle Botanik der Universität Ulm übernommen.

Dem Leiter der Abteilung, Herrn Prof. Dr. F. WEBERLING, sagen wir herzlichen Dank für die Erlaubnis dazu.

Herrn H. LUMPE vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart gebührt Dank für seine Hilfe beim Fotografieren der Objekte.

2. SYSTEMATISCHE EINORDNUNG

Unter dem Namen *Bolboschoenus maritimus* (ASCHERSON) PALLA werden vielfach alle Sippen der nahezu weltweit verbreiteten Gattung *Bolboschoenus* zusammengefaßt, so z.B. bei AIRY-SHAW (1973). Von der Mehrzahl, auch der jüngeren Autoren, wird *Bolboschoenus* allerdings nur als Untergattung oder Section (BEETLE 1942) zur Gattung *Scirpus* L. (Scirpeae, Cyperoideae, Cyperaceae) gezogen. Der weiten Verbreitung von *Bolboschoenus* und den sehr unterschiedlichen klimatischen und ökologischen Bedingungen, unter denen er in verschiedenen Gegenden gedeiht, entspricht eine Vielzahl von beschriebenen Unterarten, Varietäten und Formen. Über die Verteilung dieser Taxa auf verschiedene Arten herrscht in der damit befaßten Literatur (u.a. BEETLE 1942 und 1944, HEJNY 1960, SCHULTZE-MOTEL 1967, DeFILIPPS 1980) wenig Übereinstimmung. Dem auch sonst verbreiteten Brauch entsprechend wird noch am ehesten die Abtrennung einiger nordamerikanischer Sippen als eigene Arten akzeptiert.

Die Beschreibung, die BEETLE (1944) für die Sektion *Reigera* OPIZ (= *Bolboschoenus* PALLA) veröffentlicht, gibt auch wesentliche Merkmale der Gattungsdiagnose für *Bolboschoenus* wieder:

"Perennials; joints of the rootstock often enlarged into hard woody tubers; stems leafy; involucre of foliaceous bracts; spikelets terminal, sessile or umbellate, large; stamens 3; style 2- or 3-fid; achene trigonous, compressed or lenticular, smooth under low magnification, gray or brown, apiculate, bristles usually present".

Allerdings ist gerade die Bezeichnung der Rhizomknollen als "woody" falsch.

Auch bei den Autoren wie BENKERT (1976), VAN DER VEKEN (1965) oder ROZHEVITS (1935), denen wir uns in der Aufteilung der Sammelgattung *Scirpus* L. anschließen, steht *Bolboschoenus* (zusammen mit *Schoenoplectus*, *Holoschoenus* u.a.) weiterhin in unmittelbarer Nähe der teilweise nahezu bis auf die Typusart (*Scirpus silvaticus*) eingeschränkten Restgattung in der Tribus Scirpeae. Diese Tribus unterscheidet sich von anderen der Unterfamilie Cyperoideae (nach SCHULTZE-MOTEL 1964) dadurch, daß die Partialinfloreszenzen letzter Ordnung bereits zu zwitterblütigen Synanthien reduziert, aber die Tragblätter der Einzelblüten fast immer noch unterhalb des Synanthiums als Schuppen, Borsten oder Haare erhalten sind. Im Gegensatz zu den Fächeln entspre-

chenden Ährchen der Rhynchosporeae und Cypereae sind die Ährchen, zu denen die Synanthien der Scirpeae vereinigt sind, wie Schraubel aufgebaut.

### 3. MORPHOLOGISCHE UNTERSCHIEDUNG

Unter den fossilierungsfähigen Teilen der Pflanzen interessieren zunächst die Früchte. Schon bei Herbarmaterial ist jedoch eine klare Trennung von Einzelfrüchten von denen der Nachbargattungen *Scirpus* s.s. und *Schoenoplectus* nach morphologischen Merkmalen nicht immer ganz einfach. Folgt man WILCZEK (1892), der nur wenige Sippen aus diesem Frucht- und Samen-Formenkreis untersuchte, so scheint auch durch die Heranziehung frucht- und samen-anatomischer Merkmale die Unterscheidbarkeit nicht wesentlich verbessert zu werden. Deswegen mag die Zuordnung von fossilen Früchten zu einzelnen Arten der Scirpeae immer auch vom rezenten Häufigkeitsverhältnis der Arten in der Umgebung des Fundortes, bzw. in dem dem jeweiligen Autor gut bekannten Gebiet abhängen. Bei größeren Mengen von vollreifem Material lassen sich allerdings statistisch signifikante Unterschiede in Form und Größe dieser Früchte nachweisen.

Durch Berücksichtigung von Blättern bzw. Stengelstücken mit Blattansätzen würde die Unterscheidung der in Frage kommenden Arten wesentlich erleichtert (RIKLI 1895, MONOYER 1934), doch ist dieser Organbereich fossil oft schlecht oder gar nicht erhalten.

Eindeutig kann man die Zugehörigkeit von Funden zur Gattung *Bolboschoenus* jedoch an Hand der Rhizomknollen feststellen. Zwar fehlen auch in anderen Taxa der Cyperaceae Rhizomknollen keineswegs; sie sind auch nicht auf die Scirpeae beschränkt, sondern finden sich (KÜKENTHAL 1936) beispielsweise auch an verschiedenen Stellen innerhalb der Gattung *Cyperus*, doch sind dann die Knollen stets schon morphologisch gut von denen von *Bolboschoenus* unterscheidbar.

Bei einigen Cyperaceenarten haben Rhizomknollen als stärke- und fetthaltige Zusatznahrungsmittel sogar eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung erlangt, vor allem im ostasiatischen Raum, teilweise auch in anderen (sub-)tropischen Gebieten. So liefern die Rhizomknollen an der Stengelbasis von *Eleocharis tuberosa* die in China und Japan sogar als Delikatesse geschätzte "Chinesische

Wasserkastanie". Die Knollen der Erdmandel (*Cyperus esculentus*) entstehen an den Enden von höchstens 2 mm starken Ausläufern, die recht langgestreckte Internodien haben. Deswegen sind sie ziemlich mühsam und arbeitsaufwendig zu ernten und spielen im modernen Plantagenbau kaum mehr eine Rolle. Dort wo die Pflanze noch angebaut wird (Ostasien, Westafrika, Brasilien, Mittelmeergebiet), scheint man sie sowohl wegen des angenehmen Geschmacks, wie auch wegen des verhältnismäßig hohen Fettanteils neben der Stärke als Abwechslung zu anderen Gemüsesorten durchaus zu schätzen (FRANKE 1976).

Bei der Bezeichnung der Bestände der Botanischen Staatssammlung in München ist, dem Vorgehen von DeFILIPPS (1980) folgend, die Gattung *Scirpus* in einem sehr weiten Umfang gefaßt. Rhizomknollen, die im Aussehen einigermaßen mit dem Fossilmaterial von *Nucopsis vegorae* übereinstimmten, fanden sich - neben *Scirpus* (*Bolboschoenus*) *maritimus* - auch bei *Scirpus affinis* und *Sc. compactus*, sowie bei den nordamerikanischen Sippen *Sc. olney* GRAY und *Sc. paludosus* NELSON.

*Scirpus compactus* HOFFMANN wird von DeFILIPPS als Synonym von *Sc. maritimus* subsp. *maritimus* aufgefaßt. Die wenigen vorhandenen Knollen der Belege zeigen weniger in Größe und Form, als in der Färbung (heller) Unterschiede zu denen von *Bolboschoenus maritimus* aus Mitteleuropa.

*Scirpus affinis* ROTH wird in der Flora Europaea als eigene Unterart von *Sc. maritimus* anerkannt, die sich durch silbrige, nicht braune Membranen der Tragblätter und durch eine völlig abweichende Fruchtform unterscheiden soll. Die Knollen des so bestimmten Materials der Staatssammlung stimmen in Größe und Form gut mit denen von *Sc. maritimus* überein, die Außenstruktur ist jedoch viel deutlicher in einzelne Fasern aufgelöst.

Weniger deutlich sind die Unterschiede zu den Knollen der beiden nordamerikanischen Sippen, die verglichen werden konnten. Allerdings ist bei diesem Material die Variationsbreite in Färbung, Größe, Form und in der Außenstruktur so groß, daß bei der geringen Zahl der insgesamt untersuchten Knollen dieser Arten weitergehende Aussagen kaum zulässig wären.

Auch bei *Scirpus* (*Bolboschoenus*) *maritimus* selbst sind nur bei einem kleinen Teil der Belege die typischen Knollen mitgesammelt. Diese allerdings stimmen dann in allen überprüften Ein-

zelheiten mit dem von VELITZELOS und GREGOR (1980) als *Nucopsis vegorae* beschriebenen Fossilmaterial überein.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen etwa in der Gattung *Cyperus* ist bei *Bolboschoenus* wegen der völlig unregelmäßigen Verzweigung des unterirdischen Achsensystems die Unterscheidung zwischen der Hauptachse entsprechenden Rhizomabschnitten und sekundär entstehenden Ausläufern (Stolonen) erschwert, wenn nicht überhaupt wenig sinnvoll. Knollen werden ziemlich regelmäßig an der Basis von blütentragenden wie steril bleibenden Luftsprossen gebildet. Ebenso können sie aber auch meist am Ende von (doch Stolonen entsprechenden?: HOLM 1929) Sproßabschnitten entstehen, die zumindest im Jahr der Bildung der Knolle rein unterirdisch bleiben und keine Luftspresse ausbilden.

Die auch anderweitig bei Cyperaceen vorkommende kongenitale Verwachsung von Haupt- und Nebenachse (PAX 1886) erstreckt sich in den Knollen vielleicht nicht nur über ein, sondern über mehrere der gestauchten Internodien. Allerdings ist der Nachweis durch den recht unregelmäßigen Verlauf der Leitbündel erschwert. Bei den an unterirdisch bleibenden Sproßabschnitten gebildeten Knollen treibt nach der winterlichen Ruheperiode in der Regel der Vegetationspunkt am distalen Ende der Knolle aus, weniger häufig auch eine (oder mehrere) der seitlich an der Knolle angelegten Knospen. Oftmals finden sich auch beide Möglichkeiten gleichzeitig verwirklicht. Jeder Austrieb kann sofort einen Luftspieß bilden wie auch zu einer mehr oder weniger langen Fortsetzung des Rhizoms werden, an dem die Ausbildung eines oberirdischen Sprosses entweder ganz unterbleibt oder erst spät im Laufe der Vegetationsperiode verwirklicht wird. Im allgemeinen treibt aus einer Knolle (im Spätwinter) jedoch nur ein Luftspieß aus (vgl. zu allem Abb. 2 und Taf. 3).

#### 4. ANATOMIE DER RHIZOMKNOLLEN

Obwohl WILLE (1926) im Vorwort schreibt: "Die Anatomie des Cyperaceenrhizoms hat schon verschiedene Bearbeitungen erfahren" und anschließend auch den Inhalt von neun Arbeiten kurz referiert, fand sich in der uns zugänglichen Literatur doch keine Beschreibung der Sproßknollen. Für die von *Bolboschoenus maritimus* soll sie deswegen hier gegeben und durch die Zeichnungen der Abb. 2 - 11 und die Tafeln 3 - 6 verdeutlicht werden.

Auch bereits längere Zeit tote Knollen zeigen, wenn sie nicht etwa durch Abrollen zu stark mechanisch beansprucht wurden, eine seidig glänzende Oberfläche. Dieser Glanz wird durch die ziemlich zähe Kutikula hervorgerufen, die der Außenepidermis aufsitzt. Sie ist an jungen Knollen nur knapp 1  $\mu\text{m}$  hoch, kann aber an einzelnen Stellen an ausgereiften Stücken die sechsfache Dicke erreichen. Erstaunlicherweise färbt sie sich überraschend schlecht mit Sudan III. (Die Methodik und Reagenzienzusammensetzung dieser wie der folgenden Färbungen entspricht der bei KRACH (1976) beschriebenen.)

Ausgeschieden wird die Kutikula von durchschnittlich 150  $\mu\text{m}$  langen Epidermiszellen, die im Querschnitt mehr oder weniger rechteckig 12 bis 20  $\mu\text{m}$  hoch und etwas weniger breit sind. An jungen Knollen ist die Außenwand dieser Epidermiszellen, obwohl nur wenig über 1  $\mu\text{m}$  dick, die stärkste, was dem Resedatyp NETO-LITZKYs (1926) entsprechen würde. Im Laufe der Ausdifferenzierung der Knollen während des Sommers wird jedoch in den Epidermiszellen ebenso wie in den darunter liegenden Hypodermis-schichten mehr oder weniger konzentrisch so viel zusätzliches Wandmaterial abgelagert, daß die Stärke der Wände schließlich bis zu 5  $\mu\text{m}$  erreichen kann. Die Lage der Lumina kann dabei sowohl mehr nach innen wie auch mehr nach außen verschoben werden. Schon bei sehr jungen Epidermiszellen sind die Wände deutlich rotbraun gefärbt. Mit zunehmendem Alter der Knollen und zunehmender Wandverstärkung vertieft sich diese Färbung in den 20 bis 30  $\mu\text{m}$  dicken Schnitten zu einem intensiven Dunkelbraun. Makroskopisch erscheinen junge Knollen tief fuchsrot, reife dagegen völlig schwarz. In jungen Knollen färben sich die Wände, weniger auch das Lumen der Epidermiszellen mit Eisentrichlorid hell- bis dunkelgrau, bei Material von alten Knollen werden die Schnitte mit diesem Gerbstoffreagenz hier tiefschwarz. Gleich intensiven Gerbstoffnachweis zeigen nur noch die Wände und Plasmaresten in der Rindenschicht, in der sich der Gerbstoff mit Vanillinsalzsäure rot färbt (HEGNAUER 1963).

Kieselkegel waren in den vorliegenden Präparaten nicht aufzufinden. Dagegen erwiesen sich die Epidermiszellen über subepidermalen Rippen keineswegs nur als "vielleicht etwas dünnwandiger, sodann etwas weniger breit" (WILLE 1926). Dort, wo in der Hypodermis Rippen liegen, sind die Epidermiszellen deutlich

kürzer, ihre Wände kaum gefärbt und auch an sehr alten Knollen, wenn überhaupt, dann nur sehr wenig verdickt. Auch die Kutikula scheint an solchen Stellen weniger dick. Besonders auffällig ist der Unterschied im Querschnitt: Die nur die Hälfte der normalen Breite erreichenden Epidermiszellen können über den Rippen so zusammengedrückt sein, daß ihr Lumen völlig verschwunden ist. Die auch mit dem bloßen Auge gut sichtbaren Rippen können an verschiedenen Knollen und auch an verschiedenen Internodien einer Knolle sehr unterschiedlich lang von einem knappen Zehntel bis über die Hälfte der Internodienlänge in die Hypodermis eingebettet sein. Im Querschnitt sind die Rippen meist halbmondförmig und zwischen 150 und 250  $\mu\text{m}$  breit und 120 bis 170  $\mu\text{m}$  hoch, dabei weist die flachere Seite nach außen. Aufgebaut werden sie von langgestreckten, sehr englumigen Sklerenchymzellen, die im Querschnitt ein wabenförmiges Muster bilden. Der Durchmesser dieser Zellen bleibt dabei fast stets unter 10  $\mu\text{m}$ . Da die Wände durch Gerbstoffe ziemlich stark gebräunt sind, wird die leichte Ligninreaktion mit Phloroglucinsalzsäure weitgehend überdeckt. Obwohl in den Rippen nie und unterhalb von ihnen in der Rindenschicht der Internodien nur recht selten Leitbündel nachzuweisen sind, enthalten die Reste der Niederblätter, in die die Rippen auslaufen, ziemlich oft unterhalb der Rippen auch Leitbündel. Diese Beobachtungen stimmen nur teilweise mit den Angaben überein, die RIKLI (1895) in der Tabelle S. 573 für den Bau allerdings wohl ausschließlich oberirdischer Achsenabschnitte gibt. Wände und Lumina der aus zwei bis vier relativ gleichförmigen Zellschichten aufgebauten regulären Hypodermis geben mit Eisentrichlorid kaum eine Reaktion. Die auch an Querschnitten durch ausgereifte Knollen fast vollständig farblosen Zellen dieser Lage scheinen unter den verwendeten Färbelösungen nur mit Chlorzinkjod zu reagieren. Genauso wie die Zellen der Epidermis und die Wand- und Plasmareste der nach innen anschließenden Rindenschichten färben sie sich in kurzer Zeit tief schwarz. Ebenso wie die Epidermiszellen sind die der Hypodermis etwa 0,15 mm lang in Richtung der Knollenlängsachse gestreckt. Im Querschnitt sind sie bei durchschnittlich 15, im Extremfall auch 25  $\mu\text{m}$  Durchmesser mehr oder weniger rund. In jungen Knollen überwiegen dabei mit der Schmalseite nach außen stehende, bei ausgereiften dagegen mit der Schmalseite parallel

zum Radius ausgerichtete Zellen.

In den Wänden der Hypodermiszellen sieht man ebenso wie in denen der Epidermis, auch dann, wenn sie sehr verdickt sind, nur schwer einige Tüpfelkanäle. Dabei scheinen die (sichtbaren) Radialverbindungen die tangential verlaufenden zu überwiegen. Nach RIKLI (1895) ist eine Hypodermis, von ihm als "als breiter mechanischer Ring entwickelte Stereomscheide" bezeichnet, bei allen von ihm untersuchten Cyperaceenrhizomen vorhanden. Die Zuordnung dieser Zellage zum Rindenparenchym (LAUX 1888) dürfte wegen der drastischen Unterschiede in Form, Struktur und Inhaltsstoffen nicht haltbar sein.

Das eigentliche Rindenparenchym, in alten wie in jungen Knollen ziemlich einheitlich 0,3 bis 0,5 mm hoch, schließt erst nach einer in Form, Wandstärke und Inhaltsstoffen mehr oder weniger intermediären, vermittelnden Zellschicht nach innen an. Auch bei Schnitten von noch jungen Knollen, in denen dieses Gewebe eigentlich noch lebendig sein müßte, ist es etwas schwierig, sich ein genaues Bild vom Aussehen der Zellen des Rindenparenchyms zu machen. Schon LAUX beschreibt die Zellwände als "äußerst zart und dünnwandig". Beim Einfrieren auf dem Mikrotom wird dieses Gewebe offenbar so geschädigt, daß es in den Schnitten fast stets entweder zerrissen oder zusammengedrückt vorliegt.

Die in der Größe recht unterschiedlichen Zellen dieser Lage sind quer zur Längsachse der Knollen ausgerichtet. Sofern nicht durch das Schneiden beeinträchtigt, erscheint das Gewebe im Längsschnitt aus verhältnismäßig runden Zellstrukturen aufgebaut, im Gegensatz zur deutlichen Längserstreckung in Quer- und Tangentialschnitten. Die Wände des Rindenparenchyms sind schon sehr frühzeitig verkorkt. In Schnitten aus älteren Knollen wird der Nachweis durch die Zunahme der natürlichen Braunfärbung überdeckt. In einigen Präparaten aus jungen Knollen waren die Zellwände der innersten Schicht dieses Rindenparenchyms nicht wie die der anderen bräunlich gefärbt, sondern farblos und auch noch etwas dünner.

Diese Zellschicht, die an ein noch einige Zeit teilungsfähig bleibendes Rindenkambium erinnert, scheint der "Centralcyinderscheide" zu entsprechen, die LAUX außerhalb der Sklerenchym-schichten angibt.

Nach innen schließt sich an das Rindenparenchym die Sklerenchym-scheide an, die der nach WILLE bei den meisten Cyperaceen zu findenden Struktur recht gut entspricht. METCALFE (1971) nennt diese Lage "endodermoid layer". Sie ist drei bis fünf Zellschichten dick, wobei die äußeren Schichten untereinander gleich sind, die innerste jedoch in Bau und Inhaltsstoffen etwas abweicht. Wie Epi- und Hypodermiszellen sind auch die der Sklerenchym-scheide in der Längsachse der Knollen gestreckt. Sie ähneln den Epidermiszellen auch in der Form, sind aber durchschnittlich sowohl in der Länge wie im Querschnitt knapp um die Hälfte größer.

Schon an ganz jungen Knollen sind die Zellwände dieser Lage sehr stark verdickt, so daß die Lumina auf weniger als ein Drittel des Durchmessers der Zellen eingeschränkt sind. In den äußersten Schichten liegt dabei das Lumen mehr oder weniger zentral in der Zelle. Die Innenwand der innersten Schicht ist jedoch gegenüber den anderen wesentlich stärker verdickt, so daß das Lumen in die äußere Zellhälfte zu liegen kommt. Auch ohne Phasenkontrast ist im Mikroskop die deutliche Schichtung aller Zellwände der Sklerenchymscheide gut zu erkennen. Die Wände der äußeren Schichten sind, mit zunehmendem Alter der Knolle intensiver, gelb bis gelbbraun gefärbt, die der innersten fast farblos. Dementsprechend zeigt sich auch ein deutlicher Unterschied in der Reaktion auf einige Farblösungen. Die äußeren Sklerenchym-schichten schwärzen sich mit Eisentrichlorid, die innerste Schicht bleibt fast unverändert. Dagegen wird diese Schicht sehr schnell mit Chlorzinkjod schwarz, während die äußeren Schichten darauf nur langsam und wenig reagieren.

Im Gegensatz zu Epi- und Hypodermis sind die - vermutlich weitlumigeren - Tüpfelkanäle in der Sklerenchymscheide ebenso wie im anschließenden Speichergewebe sehr gut zu sehen. Alle Wände des Sklerenchymringes zeigen auch schon bei jungen Knollen einen zwar schwachen, aber deutlichen Ligninnachweis, der sich mit zunehmender Reife der Knollen nicht wesentlich verstärkt. Unerwarteterweise geben die äußersten Zellen des nach innen angrenzenden Speichergewebes, die auch in ihrer länger gestreckten Form mit schmälere Lumina und den etwas stärkeren Wänden einen Übergang zu den eigentlichen Speicherzellen bilden, die stärkste Ligninreaktion in den Schnitten. Im Lumen enthält diese

Übergangsschicht aber - ebenso wie die typischen, isodiametrischen Speicherzellen - bereits dichtgepackt Stärke. Die Wände der Speicherzellen sind mit etwa  $4 \mu\text{m}$  keineswegs sonderlich dünn. Mit Chlorzinkjod reagieren sie allerdings bestenfalls nach längerem Einwirken unter schwacher Braunfärbung. Dagegen röten sie sich, wenn auch nur sehr leicht, mit Sudan III. Im Gegensatz zu den Literaturangaben über das Vorkommen von Fetten in den Rhizomen der Cyperaceen (u.a. LAUX, WILLE, FRANKE, HEGNAUER, METCALFE) gelang es auch in völlig frischen Knollen von *Bolboschoenus* nie, Fettröpfchen oder andere mit Sudan färbende Reservestoffe in den Speicherzellen nachzuweisen. Noch intakte Zellen enthielten dagegen stets sehr viel dicht gepackte Stärke. Die beobachteten Stärkekörner waren fast alle eiförmig und, je nach unterschiedlicher Größe, aus drei bis zehn, auch im Phasenkontrast ungeschichtet wirkenden Einzelkörnern zusammengesetzt. Übrigens schmeckt das Speichergewebe der Knollen von *Bolboschoenus maritimus* keineswegs nußartig, wie etwa das von *Cyperus esculentus*, sondern wenig angenehm faserig-mehlig. Auch nach einstündigem Kochen ändert sich weder der Geschmack noch die Zähigkeit dieser Knollen wesentlich. ROZHEVITS (1935) gibt trotzdem an, daß sie (wohl nur als Notnahrung) gegessen werden. Teilweise wird die Stärke beim Austrieb der Knollen im Spätwinter und Frühjahr abgebaut. Auch in bereits zweijährigen, aber noch lebenden Knollen ist jedoch im Speichergewebe immer noch Stärke vorhanden. Nach dem Absterben scheint sie jedoch ziemlich schnell zu verschwinden. In äußerlich noch völlig intakt aussehenden, heller braunen Knollen aus dem Flußgenist der Sauer jedenfalls war keine Stärke mehr vorhanden, obwohl die Zellstruktur des Speichergewebes mitsamt den Tüpfeln noch völlig unverändert erschien. In diesem Stadium ist wohl auch das Fossilmaterial aus Vegora endgültig eingebettet worden, in dem die Struktur der Speicherzellwände so gut erhalten ist, daß man sogar noch die Tüpfel nachweisen kann, nicht nur die ursprüngliche Form der Lumina. Von Inhalt dieser Zellen ist jedoch nichts, auch kein Umwandlungsprodukt mehr vorhanden. Vermutlich wird die Stärke von den beim Absterben der Zellen aus ihren Kompartimenten freiwerdenden, noch aktiven Amylasen

sehr schnell abgebaut und dann ausgewaschen. Einen Hinweis darauf, daß sowohl die Fossilreste aus Vegora wie die Knollen aus den subrezentem Tonen der niederländischen Nordseeküste wie aus dem Flußgenist der Sauer zumindest bis zum Absterben des Speichergewebes in feuchtem Milieu eingebettet waren, gibt die Erhaltung der natürlichen Form der Knollen:

Jüngere lebende Knollen schrumpften sowohl angeschnitten wie auch als Ganzes beim Austrocknen innerhalb von 24 Stunden durch Zusammenziehen des Speichergewebes auf die Hälfte des früheren Rauminhaltes. Auch bei mehrtägigem Einweichen bei Zimmertemperatur erwies sich diese Schrumpfung als irreversibel; erst beim Kochen quollen auch diese Knollen wieder. Bei nicht zerschnittenen älteren, aber lebendigen Knollen erreichte dieser Schrumpfungsvorgang innerhalb einer Woche das gleiche Ausmaß, allerdings scheint er hier zumindest nach dem ersten Austrocknen teilweise reversibel zu sein. Beim Austrocknen entsteht eine typische ziehharmonikaartige Auffaltung der Rinde (samt Epi- und Hypodermis), die an Material aus dem Flußgenist nur in Ansätzen und bei anderen Knollen, gleichgültig ob rezent, subfossil oder fossil, überhaupt nicht feststellbar war.

Nicht bei dem vorliegenden Fossilmaterial, jedoch bei einigen der Knollen aus dem Flußgenist ist der Abbau so weit fortgeschritten, daß auch die Zellwände der Speicherzellen mehr oder weniger weit verschwunden sind und so der Verlauf der Leitbündel besser beobachtbar wird.

Wie schon LAUX festgestellt hat, sind die Leitbündel von *Bolboschoenus maritimus* nicht nach dem sonst bei *Scirpus*-arten vorkommenden perixylematischen Typ gebaut, sondern kollateral. Jedes einzelne Leitbündel wird von einer Scheide aus Sklerenchymfasern umgeben, die bei dicken Bündeln bis zu zehn Zellschichten dick sein kann. Oftmals ist sie auf der Seite des Xylems etwas stärker. Die einzelnen Xylemelemente (in der Abb. 11 sind ihre Lumina gepunktet) sind von den Sklerenchymzellen im Querschnitt oft nicht gut zu unterscheiden - am leichtesten noch dadurch, daß sie im Gegensatz zu den Sklerenchymzellen keinerlei Ligninnachweis geben (!). Die Beobachtung von WILLE, der die Lumina der Siebröhren fast gleich weit zeichnet, wie die der Tracheen, ist an dem uns vorliegenden Material nicht nachzuvollziehen, wenn auch in kleineren Bündeln die Verhältnisse dieser Beob-

achtung eher nachkommen als bei dem in Abb. 11 dargestellten Querschnitt.

## 5. VERBREITUNG und BEISPIELE FÜR STANDORTSANSPRÜCHE

### 5.1. Verbreitung

Wie bereits in Abschnitt 3 (Morphologische Unterscheidung) angesprochen, wird die Gattung *Bolboschoenus* als "a very complex and variable group, in need of critical revision" betrachtet (HULTEN 1962) und die Abgrenzung einzelner Arten innerhalb der Gattung keineswegs einheitlich gehandhabt. Deswegen bestehen "hinsichtlich der Verbreitung der einander entsprechenden Taxa in der Alten und in der Neuen Welt sowie in der Holarktis und in den Tropen noch mancherlei Unklarheiten" (MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965).

So kann zwar für viele der von *Bolboschoenus maritimus* abgetrennten Taxa die Verbreitung wenigstens einigermaßen genau wiedergegeben werden, wegen der sehr wechselnden Umgrenzung der Typusart selbst durch die verschiedenen Autoren kommt dagegen eine aus der Literatur zusammengestellte Verbreitungsangabe für *Bolboschoenus maritimus* der für die Gesamtgattung ziemlich gleich. Dementsprechend wenig "kurz und genau" fällt dann auch die beispielsweise bei BENKERT (1976) aufgeführte Arealdiagnose aus, die hier nur wiederholt, nicht erläutert werden soll: austr. AUST - trop AFR + AS mb. (k) + liteURAS + OAM.

Für eine kosmopolitische Sippe überschreiten die Vorkommen der Gattung 60 Grad nördlicher Breite erstaunlich selten, meist bleibt die Verbreitungsgrenze sogar deutlich südlicher. Nach der Karte bei HULTEN (1962) geht die geschlossene Verbreitung nur an den finnischen Küsten (etwa bis Vaasa, HULTEN 1971) über diese Grenze hinaus. Sonst finden sich vereinzelt (auf Verschleppung beruhende?) Nachweise im Trondheimsfjord, bei Archangelsk und Unalaska am Weißen Meer, an der mittleren Lena und bei Anchorage in Alaska nördlich der 60-Grad-Linie. Möglicherweise gibt diese Verbreitungsgrenze einen Hinweis auf die Herkunft der heute vorwiegend meridional-temperat holarktisch (MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965) verbreiteten Sippe aus tropischen oder subtropischen Gebieten. Darauf weist anscheinend auch die Verbreitung in Mittel- und vor allem in Westeuropa hin, die an

die von verschiedenen Steppen-Strand-Pflanzen wie etwa *Salsola kali* oder *Spergularia marina* erinnert.

Im Süden liegt die Verbreitungsgrenze noch in wesentlich niedrigeren Breiten, was sicher nicht allein mit dem völligen Fehlen von Land am 60. Breitengrad erklärt werden kann. So scheint die Gattung zwar auch die Südküste von Tasmanien zu besiedeln (BENTHAM & v. MUELLER 1878), in Neuseeland dagegen gibt die Flora von HEALY & EDGAR (1980) keine Vorkommen der Gattung, von der drei unter *Scirpus* geführte Arten genannt werden, südlich Dunedin in der Grafschaft Otago (46 Grad s.Br.). Etwa in der gleichen Breite scheint auch in Südamerika die Südgrenze zu liegen. So nennt BARROS (1969) *Sc. maritimus* "común en la Argentina desde Formosa a Rio Negro".

Zwischen Nord- und Südgrenze bleibt als einziges Gebiet neben den polynesischen Inseln mit Ausnahme von Hawaii, in dem *Bolboschoenus* nicht nachgewiesen ist, die Inselgruppe der Philippinen (HULTEN 1962). Allerdings beruhen einige der inselartigen Vorkommen in Brasilien und Chile sowie im nördlichen Australien wohl nur auf Verschleppung (BEETLE 1944).

## 5.2. Vorkommen im Elsaß und in Lothringen

Elsaß: Die jüngste Flora des Elsaß (ISSLER u.a. 1965) macht recht spärliche Angaben über das Vorkommen von *Bolboschoenus maritimus* im Untersuchungsgebiet. Danach soll die Art sogar "répandu", also verbreitet, auftreten, was jedoch an Hand langjähriger Beobachtungen stark in Zweifel gestellt werden muß. Es werden in besagter Flora keine genauen Fundorte angegeben und auch in den von ISSLER (1933-1936) durchgeführten pflanzensoziologischen Arbeiten findet die Art keine Berücksichtigung.

Von PHILIPPI (1969) wurden die gleichen Beobachtungen für das Gebiet der badischen Rheinniederung gemacht. Auch auf der rechten Rheinseite, besonders südlich Straßburg - Kehl, waren nur wenige Vorkommen bekannt; der Verbreitungsschwerpunkt wurde für den Raum Karlsruhe - Mannheim ermittelt.

Vor den letzten großen Veränderungen, welche der alles umwälzende Ausbau des Rheines bewirkt hat, und vor den seit etwa zwei Jahrzehnten erfolgten landwirtschaftlichen Strukturveränderungen, waren um 1958 nur ein Dutzend Vorkommen in der

elsässischen Rheinniederung zwischen Straßburg und Lauterburg bekannt. Es handelte sich ausschließlich um sehr aufgelockerte und spärlich fruktifizierende Bestände in selten trockenfallenden Gräben. Seitdem sind alle diese "primären" Fundorte verschwunden, doch hat *Bolboschoenus maritimus* gegenüber den neuen Verhältnissen eine höchst erstaunliche Vitalität bewiesen und ist zweifellos erst dadurch richtig zur Entfaltung gekommen. Gegenwärtig zeigen sich diese Veränderungen besonders auffällig im Gebiet des Sauer-Deltas bei Münchhausen (vgl. Taf.1, Taf.2, Fig.1), wo die Pflanze in allen möglichen Vergesellschaftungen auftritt, und zwar sowohl in den standortgerechten Röhrichtgesellschaften als auch in Pionierstadien, in gestörten Molinietten sowie als lästiges Unkraut in nicht unbedingt sehr feuchten Getreideäckern. Das Auftreten in Mais- bzw. Getreidefeldern auf der badischen Rheinseite hat PHILIPPI bereits für die Zeit um 1969 erwähnt.

Südlich von Münchhausen, in ehemals von Großseggen (*Carex riparia*, *C. gracilis*, *C. disticha* u.a.) sowie von *Phragmites communis* und *Phalaris arundinacea* bestimmten Gesellschaften ist gegenwärtig *Bolboschoenus maritimus* mit einem schwankenden Anteil von 10 - 80 % an der Zusammensetzung der Vegetationsdecke beteiligt. In diesen weitflächigen Vergesellschaftungen bestimmen *Rorippa amphibia*, *R. silvestris* in Begleitung von *Schoenoplectus lacustris*, *Polygonum amphibium*, *Butomus umbellatus*, *Stachys palustris*, *Iris pseudacorus* und *Typha latifolia* den frühlommerlichen Aspekt. Auf schlammigen Böden waren bereits Mitte Juni 1981 *Limosella aquatica* und *Gnaphalium uliginosum* in besonders kräftigen Exemplaren vertreten, während andere Vertreter der Schlamm- und Zwergbinsengesellschaften wie z.B. *Ranunculus sceleratus* und *Veronica peregrina* bereits fruchteten, aber gegen Ende des Sommers nochmals zur Entwicklung gelangten. Der herbstliche Aspekt der oben erwähnten Standorte wird vollkommen von *Bolboschoenus maritimus* bestimmt. Das Überhandnehmen der Strandbinse dürfte, mindestens teilweise, seine Ursache in der Duldsamkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der Art gegenüber selektiven Phytoziden haben und die heute praktizierte starke Mineraldüngung wird ebenfalls in nicht geringem Maße dazu beitragen, zumal die Art anderswo in einem halophilen Milieu auftritt.

Durch das Umpflügen der in Kultur genommenen Flächen werden laufend Rhizomstücke in größerer Zahl freigelegt und anschließend durch mehr oder minder regelmäßige Überschwemmungen verfrachtet (vgl. Taf.2, Fig.1). Im weiteren Umkreis der erwähnten Standorte findet sich ein oftmals überfluteter Auenwald vom Typus Wild-Schwarzpappelwald und Hartholzaue (vgl. Taf.1, Fig. 1, 2 und CARBIENER 1974, S. 465).

Lothringen: Es lag nahe, die sozusagen neuen *Bolboschoenus-maritimus*-Gesellschaften aus dem Elsaß mit älteren, massiven Vorkommen zu vergleichen. Diese Möglichkeit ergab sich im Gebiet der lothringischen Weiher bei Saarburg (Sarrebouurg) und Dieuze. Bekanntlich schließen sich ab Dieuze, hauptsächlich im Tale der Seille, an dieses Gebiet die halophilen Gesellschaften an, in welchen *Bolboschoenus maritimus* ausschließlich in der Varietät *compactus* (HOFFM.) KROCK häufig auftritt. Von DUVIGNEAUD (1967) wurde die halophile Vegetation Lothringens ausführlich bearbeitet, so daß sich hierüber weitere Hinweise erübrigen. Was speziell *Bolboschoenus maritimus* betrifft, weist DUVIGNEAUD darauf hin, daß auch ein sich über mehrere Jahre hinziehendes Ansteigen des Salzgehaltes die Pflanze in ihrem Wachstum wohl hemmen, aber nicht auszurotten vermag, ferner, daß in den Weihern (z.B. Etang de Lindre = Linderweiher) die Knollen unter mehr als einem Meter Wasser im Schlamm überleben können und bei späterem Trockenfallen des Standortes wieder austreiben. Diese Beobachtung kann hier nicht nur bestätigt, sondern dahingehend ergänzt werden, daß auch bei einer Wassertiefe von ca. einem Meter die Pflanzen normal blühen und fruchten können. So fanden sich im Etang de Pâgues bei Dieuze im Sommer 1981 blühende Stengel inmitten von Beständen von *Nymphaea alba*; ebenso, bei etwa der gleichen Wassertiefe, ein weit in den Lindre-Weiher vorgeschobener, weitflächiger Bestand, welcher sich nördlich des Dorfes Tarquimpol befindet. Dagegen wurde in einem trockengefallenen Weiher östlich des großen Mittersheimer Weihers unter sonst normal entwickelten Pflanzen praktisch kein blühendes Exemplar festgestellt, wofür sich vorerst kaum eine glaubhafte Erklärung finden läßt. Interessant ist vor allem die Inversion in der Zonierung der Ufervegetation um den Lindre-Weiher bei Tarquimpol und Lindre-Basse. Besonders ausgeprägt ist dies der Fall westlich der

Halbinsel von Tarquimpol, wo sich an den oben erwähnten reinen *Bolboschoenus-maritimus*-Bestand landwärts ein ca. 10 - 15 m breiter Gürtel mit hauptsächlich *Catabrosa aquatica* anschließt (Wassertiefe 0,10 bis 0,20 m). Erst gegen den fast trockenen Rand des Weihers stellen sich *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia* und *Phragmites* ein. In den beiden letzten Zonen ist *Oenanthe aquatica* auffallend häufig; *Bolboschoenus maritimus* wird landwärts seltener und verliert an Vitalität, wenigstens im Sommer, wird aber im herbstlichen Aspekt bestimmend, während *Catabrosa* dann unauffindbar wird.

Die nur noch aus Außenschichten bestehenden Knollen von *Scirpus maritimus* wurden häufig im Lindre-Weiher schwimmend oder angespült beobachtet.

Eine eingehende Bearbeitung des Vorkommens von *Bolboschoenus maritimus* im Elsaß und in Lothringen wird gesondert vorgelegt (vgl. GEISSERT 1982).

### 5.3. Holländische Nordsee-Küste

Am 18.4.1981 konnte bei einer Ferienfahrt von H.-J. GREGOR und seiner Familie ebenfalls eine Anzahl rezenter Rhizomknollen gefunden werden, die z.T. gerade keimten. Die Knollen lagen ca. 20 - 50 m von der Brandung der Nordsee entfernt am Luvhang der Dünenwälle entlang der Küste bei Cadzand-Bad. Die meisten der Knollen lagen fast frei bzw. freigelegt im Sand und einige hatten den Austrieb eben erst in den Sand gebohrt (vgl. Taf.2, Fig.2). Viele Knollen waren tot und zeigten Abrollspuren. Anders im Gebiet zwischen Biervliet und Terneuzen. Hier findet sich ein subfossiles Holozänprofil in ehemaligem Dünengelände (mit *Lamellibranchiatenschill*), überdeckt von grauem schwerem, wohl noch brackischem Schlickboden. Letzterer trug eine überaus reiche Pflanzendecke, die nur aus *Bolboschoenus maritimus* bestand. Auffälligerweise zeigten die schief gewachsenen Pflanzen (Wind!) lange Rhizome mit Knollen in der Mitte und am Ende der Rhizome. Aus jeder Knolle sproßte eine junge Pflanze. Pflanzensoziologisch läßt sich das von *Bolboschoenus maritimus* bewohnte Gebiet folgendermaßen darstellen: es handelt sich um ein *Hippophaeo-Sambucetum* mit *Sambucus nigra* und *Hippophae rhamnoides*, sowie ein *Calluneto-Genistetum* und das besagte *Halo-Scirpetum maritimi* (vgl. dazu WESTHOFF & den HELD 1975).

#### 5.4 Bundesrepublik Deutschland

In der Abb. 1 sind die in den Unterlagen der floristischen Kartierung erfaßten Vorkommen von *Bolboschoenus maritimus* in der Bundesrepublik Deutschland eingetragen. Auffällig ist die Häufung in den küstennahen Vorkommen in Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Allerdings bleibt *Bolboschoenus maritimus* auch hier keineswegs auf die See- und Flußmarschen und ihre angrenzenden Dünen beschränkt. Zumindest in Holstein (CHRISTENSEN & WESTDÖRP 1979) und wohl auch im nordöstlichen Niedersachsen besiedelt die Art auch Standorte im Lehmügelland des Grundmoränenbereiches.

Diejenigen Gebiete, in denen die Karte einen besonders auffälligen Rückgang der Art zeigt, d.h. in denen die erloschenen Fundplätze die rezenten Rasterangaben überwiegen (Süd-niedersachsen, Württemberg), decken sich mit den beiden Bereichen, für die bereits vorab Regionalatlanten der floristischen Kartierung veröffentlicht wurden (HAEUPLER 1976, SEYBOLD 1977). In beiden Fällen wurde eine überdurchschnittlich intensive Literatur- und wohl wenigstens teilweise auch Herbarauswertung in das Kartenbild übernommen, der möglicherweise im Einzelfall die Erfassung im Gelände nicht völlig entsprach. Daß der tatsächliche Rückgang in beiden Gebieten weniger stark ist, kommt recht gut bei der Einstufung in den Roten Listen der beteiligten Bundesländer zum Ausdruck: Für Baden-Württemberg reihen MÜLLER, PHILIPPI & SEYBOLD (1973) die Sippe als nicht oder kaum gefährdet ein. Sie geben sogar an, daß sich die Zahl der Wuchsorte seit 1900 vermehrt habe. In der entsprechenden Liste für Niedersachsen (HAEUPLER, MONTAG & WÖLDECKE 1976), die nur die gefährdeten Arten enthält, wird *Bolboschoenus maritimus* überhaupt nicht aufgeführt.

Im Gegensatz zur Häufung der Nachweise entlang des gesamten deutschen Rheinabschnittes unterhalb von Straßburg gab es im rechtsrheinischen Bayern, wie die Angaben bei VOLLMANN (1914) ebenso wie die Belege der Bayerischen Botanischen Staatssammlung in München zeigen, noch nie sehr viele Wuchsorte. Auch im Laufe der floristischen Kartierung wurden hier nur zwei Gebiete mit reichlicheren Vorkommen bekannt, neben dem Auenbereich der Donau zwischen Regensburg und Straubing insbesondere das Gebiet des Maindreiecks. Der Vergleich der Arbeit von ULLMANN (1977)

mit der von ULLMANN & VÄTH (1978) zeigt allerdings, daß auch in den Gebieten, in denen *Bolboschoenus maritimus* zu erwarten ist, das Auffinden sehr wesentlich von der Intensität der Untersuchung dieser Gebiete abhängig ist.

Wie schon für das Elsaß und für Lothringen beschrieben, zeigt die Strandbinse auch in Bayern eine relativ große Standortsamplitude von der Beimischung in vergleichsweise dichten Röhrichtbeständen über kleinflächige Reinbestände bis zum Vordringen in Pionierstadien wie Zwergbinsengesellschaften und sogar in die Unkrautvegetation, hauptsächlich von Maisäckern auf eigentlich nicht ackerfähigen Böden. In Binnensalzgesellschaften allerdings wächst die Art nirgendwo in Bayern mehr. Ob man die Vorkommen der Strandbinse in der Röhrichtzone je nach dem Überwiegen unterschiedlicher Begleiter verschiedener Gesellschaften (*Glycerietum maximae* und *Phragmitetum communis*) zuordnet und sie dort jeweils als Kennart einer eigenen Ausbildung verwendet, wie ULLMANN (1977) oder auf diesen Vorkommen eine eigene Gesellschaft begründet (*Bolboschoenetum maritimo-maritimi*) wie ZAHLHEIMER (1979), ist wohl neben unterschiedlicher Auffassung physiognomisch und ökologisch wenig unterschiedener Vergesellschaftungen hauptsächlich von der Gesamthäufigkeit der Art im jeweiligen Untersuchungsgebiet abhängig.

Immerhin erscheint die Begründung einer eigenen Pflanzengesellschaft auf der Unterart von (angeblich) wenig salzbeeinflussten Standorten im Binnenland zumindest etwas verfrüht, solange diese Unterart (*subsp. maritimus*) nur durch ein in Kultur nicht konstant bleibendes Merkmal (Anzahl der gestielten Ährchen) und die allenfalls statistisch auswertbare Gestalt der Früchte gegenüber der nach OBERNDORFER (1979) Salz- und Brackwasserstandorte besiedelnden *subsp. compactus* abtrennbar ist.

Die Bestände auf eigentlich für Ackerbau ungeeigneten, immer wieder länger anhaltend überfluteten Feldern sieht ZAHLHEIMER dagegen sicher mit mehr Recht analog dem schon bei PHILIPPI angedeuteten Vorgehen als eigene Fazies zur Ackerunkrautgesellschaft des *Rorippo-Chenopodietum polyspermi* (Klasse *Chenopodietea*). Solche Vorkommen auf feuchten Äckern, häufiger noch in vernachlässigten Sand- und Kiesgruben, in denen zumindest zeitweise der Grundwasserspiegel über die Geländeoberfläche steigt, sind auch im westlichen Maindreieck, im Ries und im

Wittislinger Ried wichtige Wuchsplätze für *Bolboschoenus maritimus*. Allerdings sind dort die Vergesellschaftungen selten so artenreich wie die - extra ausgesuchten? - Aufnahmen, die ZAHLHEIMER publiziert. Im Extremfall können über einem Belag aus verschiedenen Algengruppen neben schlechtwüchsigem Mais nichtblühende Triebe der Strandbinse die einzigen Gefäßpflanzen auf mehrere hundert Quadratmeter großen Flächen sein.

Als weitere Vergesellschaftung konnten im Spätsommer des extremen Trockenjahres 1976 sowohl in der Vorderpfalz wie im Gebiet der Lellenfelder Haide im südwestlichen Mittelfranken zwar lichte, aber reichlich fruchtende Bestände von *Bolboschoenus maritimus* beobachtet werden, die auf trockengefallenen Teichböden über einem mehr oder weniger dichten Rasen standen, der fast ausschließlich aus *Nanocyperion*-arten bestand (*Juncus bufonius*, *Eleocharis acicularis*, *Eleocharis ovata*, *Isolepis setacea* oder *Cyperus fuscus*, daneben *Callitriche* und *Bidens*-Arten).

In niederschlagsreichen Jahren kommen die meisten dieser Arten nicht zur Keimung. Selbst *Eleocharis acicularis* und *Callitriche*, die auch überflutet Rasen bilden können, bleiben spärlich, wenn sich zwischen den Halmen der Teichbinse während des Sommers ziemlich dichte Wasserlinsendecken bilden.

### 5.5. Ägäischer Raum

Im Gegensatz zum vorhergehenden sollen hier nur Literaturzitate verwendet werden. Dieses Rezentmodell erscheint aber wegen des Vorkommens der fossilen Knollen in Griechenland notwendig. Eine Übersicht über die Verbreitung von *Bolboschoenus maritimus* im ägäischen Raum gibt HALACSY (1908, S. 301 - 311) und für unsere Bearbeitung stützen wir uns vor allem auf RECHINGER (1951).

*Bolboschoenus maritimus* wächst nach diesem Autor z.B. bei Kaenurio im Sumpfgebiet nahe der Mündung des Hieropotamus (S. 189), im Sumpf bei Frankokasteli (Sphakia, S. 190, auf Mytilene bei Dip (S. 191), auf Skyros an Quellen und Bachufern (S. 192) und an Tümpeln in Strandnähe auf Skopelos (S. 192). Als Begleitarten sind nach diesem Autor immer zu nennen: *Cladium mariscus*, *Juncus bufonius*, *Carex nemorosa*, *Phragmites communis*, *Iris ochroleuca*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, u.v.a.

Leider gehört *Bolboschoenus maritimus* zu den Halophyten, die

schon GREUTER (1970, S. 239) aus ökologischen Gründen aus seinen pflanzengeographischen Überlegungen ausgeklammert hat. Sie gehört nach dessen Meinung zu den Formen, die keine geographisch-klimatologischen Aussagen zum Ägäischen Raum gestatten.

## 6. DIE FOSSILFUNDE UND IHRE INTERPRETATION

Im Folgenden wird versucht, das Vorkommen von *Bolboschoenus maritimus* aufgrund der fossilen Knollen und von Fruktifikationen (meist als *Scirpus maritimus* bezeichnet) in den tertiären Ablagerungen Griechenlands, Mitteleuropas und Rußlands darzustellen.

### 6.1. *Bolboschoenus vegorae* (VELITZELOS & GREGOR) VELITZELOS,

KRACH, GREGOR & GEISSERT

Tafel 4, Fig. 8 - 21; Tafel 5, Fig. 2, 4 - 6, 8, 10;

Tafel 6, Fig. 2 - 4, 6, 8, 10; Tafel 7, Fig. 4

#### Emendierte Diagnose:

Ellipsoidische, ei- oder birnförmige, oft auch asymmetrische Rhizomknollen der Gattung *Bolboschoenus* PALLA. Normalgröße um 30 x 20 Millimeter, teilweise auch sehr viel kleiner. Äußere Oberfläche mit mehreren aufeinander folgenden Ringen und Grübchenreihen. Kleine konzentrische Ringstrukturen (4 - 5 mm Durchmesser) basal und apikal. Äußere Haut aus kleinen Zellen; innere Struktur wabenartig aus 30 - 50 µm großen isodiametrischen Zellen, mit unregelmäßig längs- und querlaufenden Kanälen (Leitbündel), diese mit spiralnetziger Struktur der Tracheenwände.

Größe: Länge: 12,5 - 35,0 mm; Breite: 10,0 - 25,0 mm

Locus typicus: Braunkohlen-Becken von Vegora (Amindeo, Nordwest-Makedonien, Griechenland)

Stratum typicum: Stückige Braunkohle, Flöz I, II und III, Obermiozän

Basionym und Holotypus: 1979 *Nucopsis vegorae* VELITZELOS & GREGOR, Ann.Geol.Pays Hellen., Internat. Congress Medit. Neogene, fasc. III, S. 1232, 1 Textfig., 2 Taf., Athen

Holotypus: Inv.Nr. 1977/1 Sammlung Vegora

Isotopen: Inv.Nr. 1977/2-15 und 1981/16-21, Sammlung Vegora

Materialaufbewahrung: Sammlung der Geologischen Abteilung der Universität Athen

Duplikate: Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und hist.

Geologie München (Inv.Nr. 1982 I 12); Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde Stuttgart (Inv.Nr. P 1230/1-11).

Beschreibung:

Sehr selten ist an wenig abgerolltem Material an Stelle der konzentrischen Ringe apikal ein Rest des abgerundet dreikantigen oberirdischen Stengels oder basal der runden, nicht verdickten Rhizominternodien erhalten. Neben den stets vorhandenen Basal- und Apikalstrukturen finden sich ähnliche Strukturen auch seitlich, wobei kaum Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens zwischen gerippten (Nodien) und nicht gerippten (Internodien) Abschnitten bestehen. Deutlich lassen sich zwei unterschiedliche Ausbildungen dieser Struktur an den Fossilien unterscheiden, die bereits ausgetriebenen und abgestorbenen Seitenknospen einerseits und schlafenden Knospen andererseits entsprechen.

Die Außenlage der Fossilien besteht zwar gut erkennbar aus verschiedenen Lagen, doch ist in ihnen die Zellstruktur jeweils nur mehr schlecht erhalten. Die innere Struktur ist wabenartig weitgehend homogen aus 30 - 50 µm großen isodiametrischen Zellen aufgebaut (vgl. Taf. 5, Fig.9,10, Taf.6, Fig.1,2), zwischen denen unregelmäßig längs- und querlaufende, auch anostomosierende Kanäle durchziehen. Gelegentlich ist in diesen den Leitbündeln entsprechenden Kanälen auch noch die spiralnetzige Struktur der Tracheenwände erhalten (vgl. Taf.6, Fig.3-10).

Die äußere Oberfläche zeigt mehrere, unterschiedlich breite, fein gerippte Ringe, die teilweise, aber auch vollständig fehlen können. Daneben sind parallel zu den Rippen laufende Querreihen aus kleinen kraterähnlichen Grübchen auffällig, in denen teilweise zentrale Aufwölbungen erhalten sind. (Diese Struktur entspricht den Wurzelansätzen am Rhizom mit ihren zentralen Leitbündelsträngen, vgl. Taf.5, Tif.1-5,7,8.) Am zugespitzten Basal- wie am abgerundeten Apikalende Strukturen aus konzentrischen Ringen mit durchschnittlich 4 - 5 mm Durchmesser (vgl. Taf.7, Fig.2-4).

6.2. Geologie und Fundumstände

Im Rahmen der langjährigen systematischen Untersuchung der Braunkohlen aus dem Becken von Vegora (NW-Makedonien) wurden von VELITZELOS erstmals damals nicht weiter identifizierbare Knollen

gefunden und von VELITZELOS & GREGOR (1979) publiziert. Die im Folgenden dargestellten Rhizomknollen stammen aus der ältesten Braunkohlenschicht von Vegora, die zur Zeit abgebaut wird (Profil vergleiche man bei VELITZELOS, 1974, Fig.1). Die Knollen sind nicht sehr häufig und man muß sie mühevoll beim Zerkleinern der Braunkohlen suchen. Sie liegen meist auf den Schichtflächen, wo die xylitischen Komponenten sehr stark abnehmen und die Braunkohle weich und erdig erscheint. Auf den Schichtflächen sind auch viele Reste von monokotylen Pflanzen zu finden - vielleicht die Überreste der oberirdischen *Bolboschoenus*-Individuen. Die zerbrechlichen Rhizomteile finden sich immer vereinzelt und meist mehr oder minder abgerollt. Ein Transport über eine gewisse Strecke ist also anzunehmen (allochthones bzw. semiautochthones Vorkommen).

Die Geologie und Sedimentologie des Beckens von Vegora wurde erschöpfend schon von VELITZELOS (1972, 1974 und 1977) dargestellt (dort auch Profile), der Fossilinhalt der Braunkohlen in mehreren Publikationen von: VELITZELOS 1977; VELITZELOS & SCHNEIDER 1977, 1978; GERSONDE & VELITZELOS 1978; SCHNEIDER & VELITZELOS 1973, 1976.

So braucht hier nur kurz auf deren Ergebnisse eingegangen werden. Die Lignitschichten von Vegora werden im Tagebau abgebaut - abbauwürdig sind nur drei Schichten (Flöz I - III), die insgesamt eine Mächtigkeit von 11 - 12 m haben (Profile siehe VELITZELOS 1974, Fig.1 und GERSONDE & VELITZELOS 1978, Fig.1). Die einzelnen Mächtigkeiten der Lignitlagen sowie der dazwischen eingeschalteten Mergel, sandigen Mergel und Diatomite variieren sehr stark von Ost nach West, sogar innerhalb kurzer Strecken (ca. 100 m).

Die Braunkohle selbst besteht hauptsächlich aus xylitischen Komponenten, großen Baumstämmen, Zweigen und Wurzeln. Es lassen sich Gymnospermen und Angiospermen nachweisen, bei letzteren besonders monokotyle Formen.

Die Kohle wurde bisher als allochthon angesehen, wenn auch Argumente für autochthone Lagerung auftreten (vgl. VELITZELOS 1977, S. 1157). Neuerdings kann man zahlreiche Baumstämmen im Tagebau von Vegora feststellen (vgl. Taf.7, Fig.1), die senkrecht zur Schichtung stehen, dies als weiteres Argument für die Autochthonie der Braunkohlen von Vegora. Die Stämme stehen

in den sandigen Zwischenmergeln, die Wurzeln der Bäume reichen in die Braunkohle und sind stark umgewandelt. Über die systematische Zugehörigkeit der Stämme sowie die Petrographie der Braunkohlen von Vegora wird eine eigene Arbeit vorgelegt werden (PETRESCU & VELITZELOS 1981). Es kann vorweggenommen werden, daß die meisten Hölzer und auch die Stämme zu *Sequoiioxylon gypsaceum* (GOEPP.) KRÄUSEL gehören.

Das stratigraphische Alter des sog. b-Komplexes von Vegora, der hier kurz dargestellt wurde und in dessen drei Flözen die fossilen Knollen vorkommen, ist als Obermiozän (bzw. im oberen Teil schon Pliozän) zu bezeichnen (vgl. VELITZELOS 1974, S. 174).

### 6.3. Paläoökologie und Paläoklimatologie der Fundstelle

VELITZELOS & GREGOR sind 1980 schon näher auf die ökologischen Bedingungen zur Zeit der neogenen Braunkohlenbildung in Makedonien eingegangen. Es soll hier kurz wiederholt werden, daß die Flora aus der Braunkohle von Vegora (b-Komplex) auf humide, warmgemäßigte Klimabedingungen hinweist. Die fossilen Arten unterscheiden sich nicht bzw. nur wenig von denen der jungtertiären Ablagerungen Süddeutschlands (vgl. GREGOR 1982).

Nach den Fossilresten läßt sich im Obermiozän von Vegora ein Sumpfwald mit *Glyptostrobus europaeus* und *Taxodium dubium* von einer Randzone mit *Sequoia* und *Pinus* unterscheiden. Dazu kommt ein stark an eine Hartholzaue erinnernder Wald mit *Pterocarya*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Platanus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Acer*, *Cinnamomum* und anscheinend wärmeliebenden *Quercus*-arten. Die fossilen "Nucopsis"-Knollen liegen nun interessanterweise mit keiner der vorstehend beschriebenen Vergesellschaftungen zusammen, sondern in einer eigenen Schicht zwischen dem Sumpfwald im Liegenden und dem Auenwald im Hangenden.

In keiner dieser Schichten ist ein maritimer Einfluß spürbar, außer man sieht die etwas fragliche Zuordnung einiger Funde zu *Sequoia* als solchen an. Da aber weder eindeutige Samen noch Zapfen von *Sequoia* vorliegen, gehören die von VELITZELOS & SCHNEIDER (1977, Fig.5) mitgeteilten Zweigreste möglicherweise doch zur in Vegora häufig vorkommenden Gattung *Glyptostrobus*. Als Modell zur ökologisch-soziologischen Abfolge im Areal von Vegora soll hier der folgende Ablauf diskutiert werden: Eine weitgehend amphibische Landschaft, in der die Wasseroberfläche

einen Großteil des Jahres über der Bodenoberfläche steht (Sumpfwald), landet sich langsam auf und wird dadurch trockener. Am Ende der Entwicklung steht ein weitgehend einer Hartholzaue entsprechender Bestand, der sicher immer noch sehr stark durch die Überschwemmungen eines benachbarten Gewässers beeinflusst wird, das auch für die (notwendigen) Schwankungen im Grundwasserhorizont verantwortlich ist.

Zwischen den Sumpfwald und die Hartholzaue kann man sich als Übergangsgesellschaft zwanglos ein Röhricht eingeschaltet denken, wie es sich in ähnlicher Nachbarschaft in den Auen sowohl des Oberrheines wie auch der bayerischen Donau öfter findet. Zu ihm gehören die oben erwähnten, wegen des schlechten Erhaltungszustandes noch nicht zugeordneten Blatt- und Stengelteile. In diesem Röhricht könnte *Bolboschoenus* durchaus vorherrschend gewesen sein, nach den vorliegenden Fossilfunden ist jedoch auch eine vorwiegend aus Gramineen (*Typhoides*, *Glyceria*, *Phragmites* u.a.) aufgebaute Gesellschaft, der *Bolboschoenus* nur beigemischt war, nicht auszuschließen.

Die Schichtfolge von Sumpfwald, Röhrichtresten und Hartholzaue macht jedoch, vor allem beim Vergleich mit heutigen Funden von isolierten, nicht mehr im Rhizomverband stehenden *Bolboschoenus*-knollen auch ein anderes Ablagerungsmodell möglich: Nach Absterben des Sumpfwaldes lagert sich bei Überschwemmungen ein Spülsaum ab, in dem lose Knollen von *Bolboschoenus* ebenso wie teilweise noch beblätterte Stengelstücke von Röhrichtarten enthalten sind. Dies würde nicht nur die teilweise starke Zersetzung der Röhrichtreste erklären, sondern auch die Beschädigungen der Oberfläche bei einem Teil der *Nucopsisknollen*, die dann durch Abrollen hervorgerufen wäre. Allerdings zeigen nicht alle Knollen diese Oberflächenveränderung in gleichen Ausmaß, so daß es fraglich erscheint, ob die Beschädigung statt durch den Transport, wenn auch sicher nicht über sonderlich weite Strecken, erst durch den Inkohlungsvorgang hervorgerufen worden ist.

Die Vorkommen der Knollen in allen drei Flözen des b-Komplexes lassen sich durch mehrfaches Ablaufen der Sukzessionsreihe vom Sumpf- zu Auenwald ebenso wie durch mehrfache Überschwemmungen erklären, wobei im Umfeld eines durch einen größeren Fluß der warmgemäßigten Zone gestalteten Gebietes beide Erscheinungen nicht selten sein dürften.

#### 6.4. Angaben über fossile "Scirpus"-Früchte

Die vorher beschriebenen Rhizomknollen von *Bolboschoenus vegorae* sind als vegetative Vermehrungsorgane anzusehen. Allerdings war im Zeitpunkt ihrer Fossilierung das Speichergewebe bereits stärkefrei, die Knollen also abgestorben. Zur Ergänzung seien noch die wichtigsten fossilen Fruktifikationen aus dem Umkreis der Gattung erwähnt.

Alle europäischen Funde stammen aus den obersten Schichten des Neogen bzw. des Ober-Miozän; teilweise gehören diese Schichten wohl schon zum Pleistozän. Auch die russischen Funde zeigen ähnliches Alter. Die Begleitfloren weisen in der Regel auf Feuchtstandorte wie Altwasserbereiche und Sümpfe hin, seltener sind trockene Faziesbereiche vertreten.

So wurden Reste der Gattung *Scirpus* (sensu lato) schon öfter aus dem eurasiatischen Tertiär mitgeteilt, so einige Arten aus Sibirien (DOROFEEV 1963, S. 120 - 127), aus dem holländischen Pliozän (REID & REID, 1915, S. 64), aus dem polnischen Jungtertiär (SZAFER, 1961, S. 90 und 1954, S. 66 sowie 1947, S. 348) und auch z.B. aus dem dänischen Obermiozän (FRIIS 1974, S. 100 - 104). Die Liste ließe sich noch beliebig fortsetzen.

Früchte von "*Scirpus*" *maritimus* selbst sind nicht so häufig erwähnt, kommen aber u.a. in Polen vor (vgl. SZAFER 1961, S. 90 und 1954, S. 66), aber auch im russischen Tertiär (vgl. *Scirpus kreczetoviczii* VELITSKEVITS, 1979, S. 115, 116, Taf. 2, Fig. 1-5; diese letztere fossile Art wird mit *Sc. maritimus* vergleichen). Leider liegen all diesen Angaben niemals größere Zahlen an untersuchten Früchten zugrunde, so daß die Zuordnung zum Teil recht problematisch bleibt.

Erst nach Abschluß des Manuskriptes erhielten wir Einblick in die Arbeit von MAREK (1958). Mit Hilfe der sehr klaren Zeichnungen in dieser Arbeit lassen sich nicht nur einzelne rezente Früchte, sondern wohl auch ausreichend gut erhaltenes fossiles Material an Hand von frucht- und samenanatomischen Merkmalen den einzelnen (Unter-)Gattungen, teilweise auch den jeweiligen Arten ziemlich einwandfrei zuordnen.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- AIRY-SHAW, H. K. (1973): J. C. WILLIS Dictionary of the flowering Plants and Ferns. 8th ed. Cambridge
- BARROS, M. (1969): Cyperaceae, in: M. N. CORREA: Flora Patagonica part. 2: Typhaceae a Orchidaceae. Buenos Aires
- BEETLE, A. A. (1942): Studies in the genus Scirpus, IV. The Section Bolboschoenus Palla. Amer. Jour. Bot. 29, 1 : 82 - 88
- BEETLE, A. A. (1944): Studies in the genus Scirpus, VII. Conspectus of sections represented in the Americas. Amer. Jour. Bot. 31 : 261 - 264
- BENKERT, D. (1976): Cyperaceae, in: ROTHMALER: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Kritischer Band, Berlin
- BENTHAM, G. & F. v. MUELLER (1878): Flora Australensis, vol. VII, London
- CARBIENER, R. (1974): Die linksrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete von Rhinau und Daubensand (Frankreich), eine pflanzensoziologische und landschaftsökologische Studie, in: Das Taubergießengebiet, Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, 7: 438 - 535, 26 Abb., 3 Tab.
- CHRISTENSEN, E. & J. WESTDÖRP (1979): Flora von Fehmarn. Mitt. AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 30 : 3 - 263
- DOROFEEV, P. I. (1963): Die tertiären Floren Westsibiriens. ANSSSR, Bot. Inst. V.L. Komarov, 287 S., 50 Taf., 38 Abb., Moskau-Leningrad
- DUVIGNEAUD, J. (1967): Flore et Végétation halophiles de la Lorraine orientale (Dép. Moselle, France). Mémoires Soc. Royale Bot. Belg., 2, 1 - 122 Bruxelles
- FILLIPPS, De, R. A. (1980): Scirpus. in: Flora Europaea 5 : 277 - 280. Cambridge
- FRANKE, W. (1976): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen, Stuttgart
- FRIIS, E. M. (1974): En Karpologisk Undersøgelse af mindre Pflantefossiler fra den Miocæne Odderup Formation: Fæstervholt, Jylland, I u. II. - Diss. Univ. Aarhus, Geol. Inst., 65 + 140 S., 11 Taf., viele Abb. u. Tab. u. Fig., Aarhus
- GEISSERT, F. (1982): Massenvorkommen der Seesimse (*Scirpus maritimus* L.) im nördlichen Elsaß und im Gebiet der lothringischen Weiher bei Saarburg-Dieuze. - *Gyraulus laevis* ALDER (Mollusca, Planorbidae) im Linderweiher bei Tarquimpol. - Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 13, 1, S. 37-50, 1 Abb., Freiburg

- GERSONDE, R. & VELITZELOS, E. (1977): Diatomeenpaläoökologie im Neogen-Becken von Vegora, NW-Mazedonien (vorläufige Mitteilung. - *Annal. Geol. Pays Hellen.*, 29 : 373 - 382, 2 Taf., Athen
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands - Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anhang, ENKE Verl. Stuttgart
- GREUTER, W. (1970): Zur Paläogeographie und Florengeschichte der südlichen Ägäis. - *Feddes Rep.*, 81, 1-5, 233 - 242, 4 Abb., Berlin
- HAEUPLER, H. (1976): Flora von Südniedersachsen Teil I. Atlas zur Flora von Südniedersachsen - Verbreitung der Gefäßpflanzen. *Scripta Geobotanica* 10, Göttingen
- HAEUPLER, H., A. MONTAG & K. WÖLDECKE (1976): Verschollene und gefährdete Gefäßpflanzen in Niedersachsen (Rote Liste Gefäßpflanzen, 2. Fassung vom 1.5. 1976). in: *Niedersächs. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten (Hrsg.) : 30 Jahre Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*
- HALACSY, E. de (1902): *Conspectus Flora Graecae III*. 519 S., Reprint J. CRAMER (Lehre 1968)
- HEALY, A. J. & E. EDGAR (1980): *Flora of New Zealand*, vol 3, Wellington
- HEGNAUER, R. (1963): *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Band 2, Monokotyledoneae. Basel und Stuttgart
- HEJNY, S. (1960): Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene(n) (Donau- und Theißgebiet). 487 S., Bratislava
- HOLM, T. (1929): The application of the term Rhizome. - *Rhodora* 31 : 6 - 17
- HULTEN, E. (1962): The circumpolar plants I. Vascular cryptogams, Conifers, Monocotyledons. - *K. Svensk. Vet. Akad. Handl.*, 4. ser. 8 (5) : 3 - 215, Stockholm
- HULTEN, E. (1971): *Atlas över växternas utbredning i Norden*. 2. Aufl. Stockholm
- ISSLER, E. (1933-1936): *Verschiedene pflanzensoziologische Arbeiten*. - *Bull. Soc. Hist. Natur. Colmar*
- ISSLER, E., LOYSON & E. WALTER (1965): *Flora d'Alsace*. - *Soc. Ét. Flore d'Alsace, Inst. Bot. Strasbourg*, 637 S.
- KRACH, J. E. (1976): *Samenanatomie der Rosifloren I. Die Samen der Saxifragaceae*. - *Bot. Jahrb. Syst.* 27 : 1 - 60
- KÜKENTHAL, G. (1936): *Cyperaceae - Scirpoideae - Cypereae*. in: A. ENGLER und L. DIELS (Hrsg): *Das Pflanzenreich IV*. 20 (101. Heft) Leipzig

- LAUX, W. (1888): Ein Beitrag zur Kenntnis der Leitbündel in Rhizomen monokotyler Pflanzen. - Ver. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 29 : 65 - 111
- MAREK, ST. (1958): Studia nad anatomia owocow europejskich rodzajow podrodzin: Scirpoideae Pax, Rhynchosporoideae Ascherson und Graebner i czesci Caricoideae Pax.- Monographiae Botanicae (Warsawa) 6 : 120 - 177
- METCALFE, C. R. (1971): Anatomy of the Monocotyledons. vol. V. Cyperaceae. Oxford
- MONOYER, A. (1934): Contribution à l'anatomie du genre Scirpus.- Arch. Inst. Bot. Univ. Liège 11 : 1 - 185
- MÜLLER, Th., G. PHILIPPI & S. SEYBOLD (1973): Vorläufige "Rote Liste" bedrohter Pflanzenarten in Baden-Württemberg.- Beih. Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 1: 74 - 96
- NETOLITZKY, F. (1926): Anatomie der Angiospermen. Berlin
- OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 4. Aufl. Stuttgart
- PALLA, E. (1888): Zur Kenntnis der Gattung Scirpus.- Bot. Jahrb. 10 : 293 - 301
- PALLA, E. (1900): Die Gattungen der mitteleuropäischen Scirpoideen. - Allg. Bot. Zt. 6 : 199 - 201 und 213 - 217
- PAX, F. (1886): Cyperaceae in: ENGLER-PRANTL: Die Natürlichen Pflanzenfamilien. vol. 2, part. 2 : 98 - 126
- PETRESCU, J. & VELITZELOS, E. (1981): Quercoxylon intermedium n. sp. in Oligocenul din Tracia (Grecia de nord-est). - Contributii botanice : 9 - 16, 2 pl., Cluj-Napoca
- PHILIPPI, G. (1969): Zur Verbreitung und Soziologie von Scirpus tabernaemontani, Sc. triqueter, Sc. carinatus und Sc. maritimus im badischen Oberrheingebiet. - Beitr. Naturk. Forschung SW-Deutschlands 28 (1): 9 - 18
- RECHINGER, K. H. (fil.) (1951): Phytogeographia Aegaea. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 105, 208 S., 30 Tab., Wien
- REID, C. & REID, E. M. (1915): The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border. - Meded. Rijksopsp. v. Delftstoffen, 6, 178 S., 20 Taf., 4 Fig., viele Tab., Hague
- RIKLI, M. (1895): Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen mit besonderer Berücksichtigung der inneren Parenchymscheiden. - Jb. wiss. Bot. 27 : 111 - 117
- ROZHEVITS, R. Y. (1935): Bolboschoenus in: B. K. SHISHKIN: Flora SSSR Band 3 Leningrad

- SEYBOLD, S. (1977): Die aktuelle Verbreitung der Höheren Pflanzen im Raum Württemberg. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 9 : 1 - 201
- SCHNEIDER, H. E. & VELITZELOS, E. (1973): Jungtertiäre Pflanzenfunde aus dem Becken von Vegora in West-Mazedonien (Griechenland). Erste Mitteilung. Ann. Mus. Goulandris, 1 : 245 - 249, Athen
- SCHNEIDER, H. E. & VELITZELOS, E. (1976): A propos d'une flore dans le bassin de Vegora (Nord-Ouest de la Macédoine). Coll. Intern. CNRS, Paris No 244, 8 et Bull. Soc. Géol. de France 1976 (7) 18 : 204, Paris
- SCHULTZE-MOTEL, W. (1964): Reihe Cyperales. in: ENGLER: Syllabus der Pflanzenfamilien Band 2, 12. Auflage Berlin
- SCHULTZE-MOTEL, W. (1967): Ordnung Cyperales. in: G. HEGI: Illustrierte Flora von Mitteleuropa Band 2 Teil 1, 3. Auflage München
- SZAFER, W. (1947): The pliocene Flora of Kroszcienko in Poland II, Descriptive Part. Rozpr. Wyzd. matem.-przyrod., PAU, LXXII, Dz. B. Nr. 2 : 163 - 375, 15 pls. Kraków
- SZAFER, W. (1954): Pliocene Flora from the vicinity of Czorsztyń (West Carpathians) and its relationship to the pleistocene. Prace geol. Inst. Warszawa, XI, 238 S., 10 Fig., 20 Taf., Warszawa
- SZAFER, W. (1961): Miocene Flora from Stare Gliwice in Upper Silesia. Inst. Geol. Prace, 33, 205 S., 9 Fig., 26 Taf., Warszawa
- ULLMANN, I. (1977): Die Vegetation des südlichen Maindreiecks. Hoppea 36 : 5 - 190
- ULLMANN, I. und R. VÄTH (1978): Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften der verschiedenen Gewässertypen im Schweinfurter Raum (östliches Maindreieck). Ber. Bay. Bot. Ges. 49 : 137 - 163
- VEKEN, P. van der (1965): Contribution à l'embryographie systématique des Cyperaceae-Cyperoideae. Bull. Jard. bot. État Brux. 35 : 285 - 358
- VELITSKEVITS, F. J. (1979): Geschichte der pleistozänen Flora des mittleren Teils der osteuropäischen Ebene, in: Sowjetische Palaeokarpologie. - Komm. Erforsch. Quartärs., S. 76 - 121, 2 Taf., Moskau
- VELITZELOS, E. (1972): Geologische Untersuchungen im Neogen und Quartär der Umgebung von Vegoritis-See und Petron-See in NW-Makedonien, Griechenland. Saarbrücken (Diss.)
- VELITZELOS, E. (1974): Beiträge zur Geologie West-Mazedoniens. 2. Das Neogen-Becken von Vegora. Ann. Mus. Goulandris, 2 : 165 - 180, 8 Fig., Athen-Kifissia

- VELITZELOS, E. (1977): Beiträge zur Flora Nordwest-Makedoniens. Die Makroflora aus dem blauen Mergel des b-Komplexes im Becken von Vegora und die Frage der Braunkohlenese. Proc. VI<sup>th</sup> Coll. Geol. Aegean Region (G. KALLERGIS ed.), 2 : 1155 - 1158, Athen
- VELITZELOS, E. & GREGOR, H.-J. (1979): Nucopsis Vegorae nov. gen. et spec. - ein Problematikum aus der neogenen Braunkohle von Vegora (West-Makedonien, Griechenland). Ann. Geol. Pays Hellen., Internat. Congress Medit. Neogene, fasc. III, 1231 - 1242, 1 Textfig., 1 Profil, 2 Tafeln, Athen
- VELITZELOS, E. & SCHNEIDER, H. E. (1977): Jungtertiäre Pflanzenfunde aus dem Becken von Vegora in West-Makedonien (Griechenland). 2. Mitt. Ann. Mus. Goudandris 2 : 173 - 180, Athen-Kifissia
- VELITZELOS, E. & SCHNEIDER, H. E. (1978): Jungtertiäre Pflanzenfunde von Vegora in West-Mazedonien. 3. Mitteilung: Eine Fächerpalme (Chamaerops humilis L.). Annal. Geol. Pays Hellen., 29 : 796 - 799, Taf. 1, Athen
- VOLLMANN, F. (1914): Flora von Bayern. Stuttgart
- WESTHOFF, V. & HELD, A. J. den (1975): Plantengemeinschaften in Nederland. 324 S., 36 Taf., B. V. W. J. THIEME & Cie, Zutphen
- WILCZECK, E. (1892): Beiträge zur Kenntnis des Baues der Frucht und des Samens der Cyperaceen. Bot. Zentralbl., 51 : 129 - 138, 193 - 201, 225 - 233, 257 - 265
- WILLE, F. (1926): Beiträge der Anatomie des Cyperaceen-Rhizoms. Beih. Bot. Zentralbl. 1. Abteilung, 43 : 267 - 309
- ZAHLHEIMER, W. (1979): Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. Hoppea, 38 : 3 - 398

## 8. ABBILDUNGEN UND ABBILDUNGSLEGENDEN

### Abb. 1

**MTB-Rasterkarte der Verbreitung von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA in der Bundesrepublik Deutschland, nach den Unterlagen der floristischen Kartierung Westdeutschlands, ergänzt**

- Angabe vor 1900
- ◉ Angabe vor 1945
- Angabe nach 1945

Abb. 2

Schematisierte Ansicht einer Rhizomknolle von *Bolboschoenus maritimus*, links im Längsschnitt, rechts in Aufsicht

- DK = Distale Knospe
- SK = Seitenknospe
- SKs = Seitenknospe, nicht ausgetrieben
- SKa = Seitenknospe, ausgetrieben und abgebrochen
- BA = Ansatzstelle eines Niederblattes
- RG = Rippengürtel
- W = sproßbürtige Wurzel
- SW = Seitenwurzel
- WN = Narbe einer Wurzel
- SR = seitlicher Rhizomfortsatz
- R = Rinde samt Sklerenchymschichten
- L = Leitbündelstrang, verzweigt
- A = Speichergewebe
- KK = junge Knolle, seitenständig

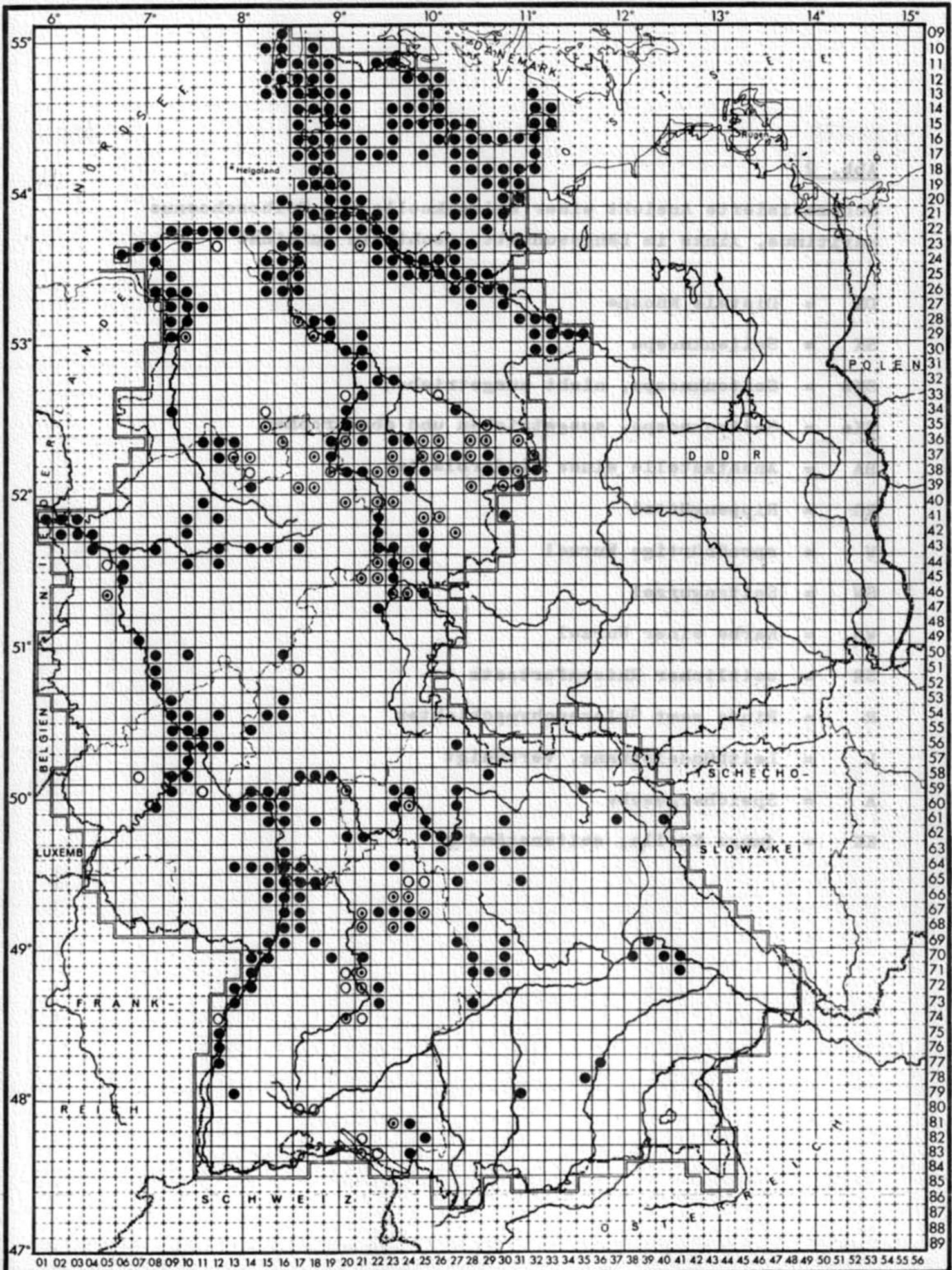


Abb.1

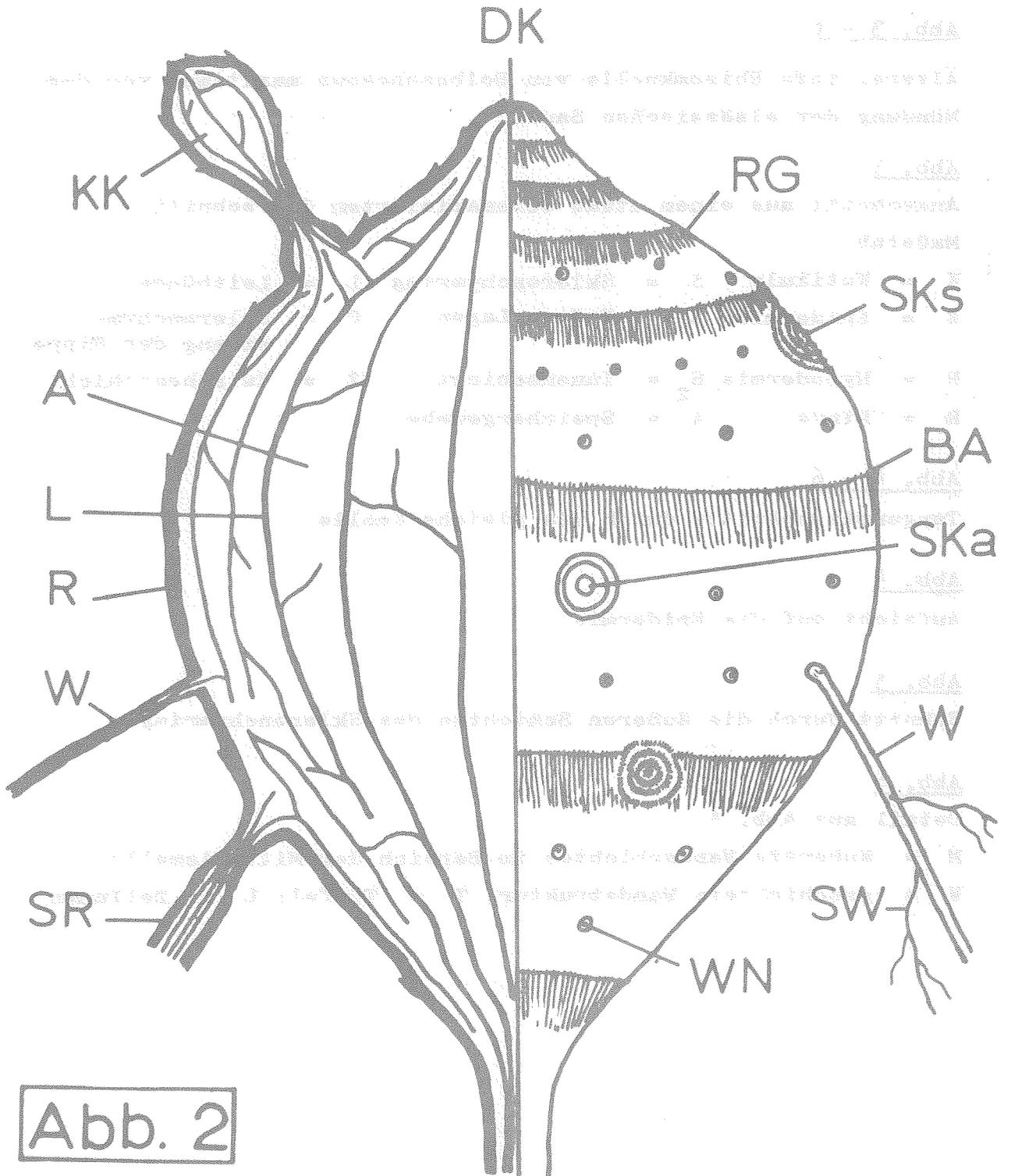


Abb. 2

Abb. 3 - 6

Ältere, tote Rhizomknolle von *Bolboschoenus maritimus* von der Mündung der elsässischen Sauer

Abb. 3

Ausschnitt aus einem etwas schematisierten Querschnitt  
Maßstab

K = Kutikula	S = Sklerenchymring	L = Leitbündel
E = Epidermis	S <sub>1</sub> = äußere Lagen	O = Sklerenchymstrang der Rippe
H = Hypodermis	S <sub>2</sub> = Innenschicht	Z = Zwischenschicht
R = Rinde	A = Speichergewebe	

Abb. 4 - 6

Tangentialschnitte durch die gleiche Knolle

Abb. 4

Aufsicht auf die Epidermis

Abb. 5

Schnitt durch die äußeren Schichten des Sklerenchymringes

Abb. 6

Detail aus Abb. 5

M = äußerste Wandschichten im Bereich der Mittellamelle;  
W = geschichtete Wandstruktur; T = Tüpfel; L = Zellumen

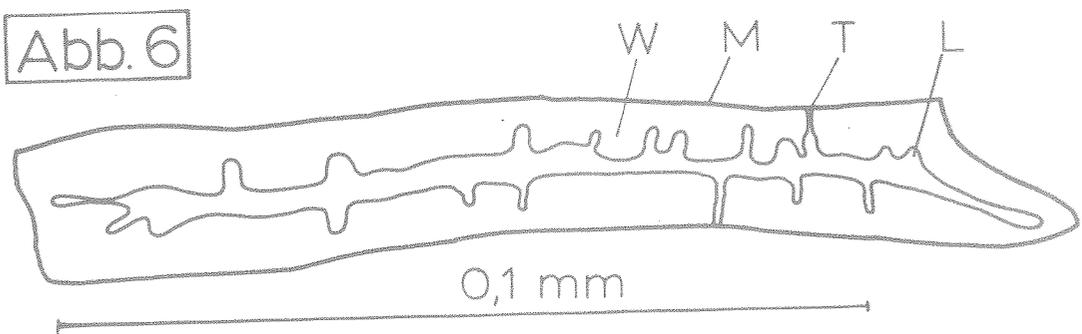
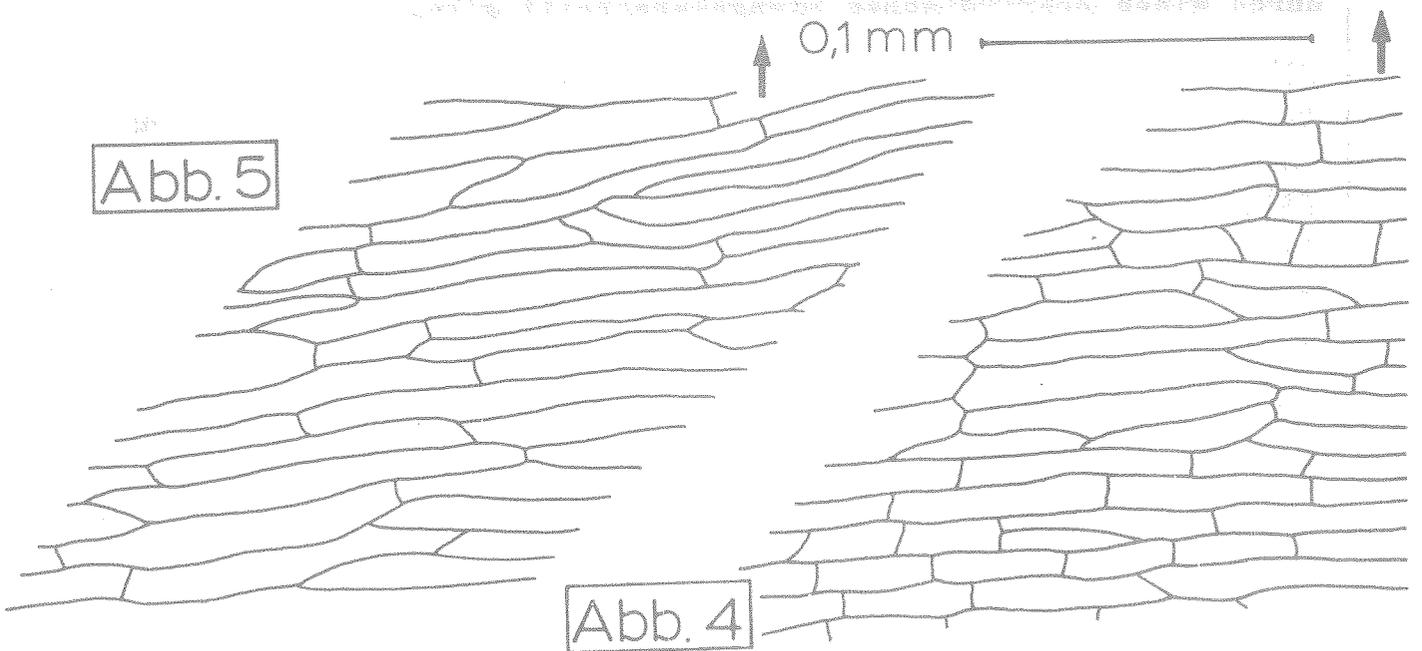
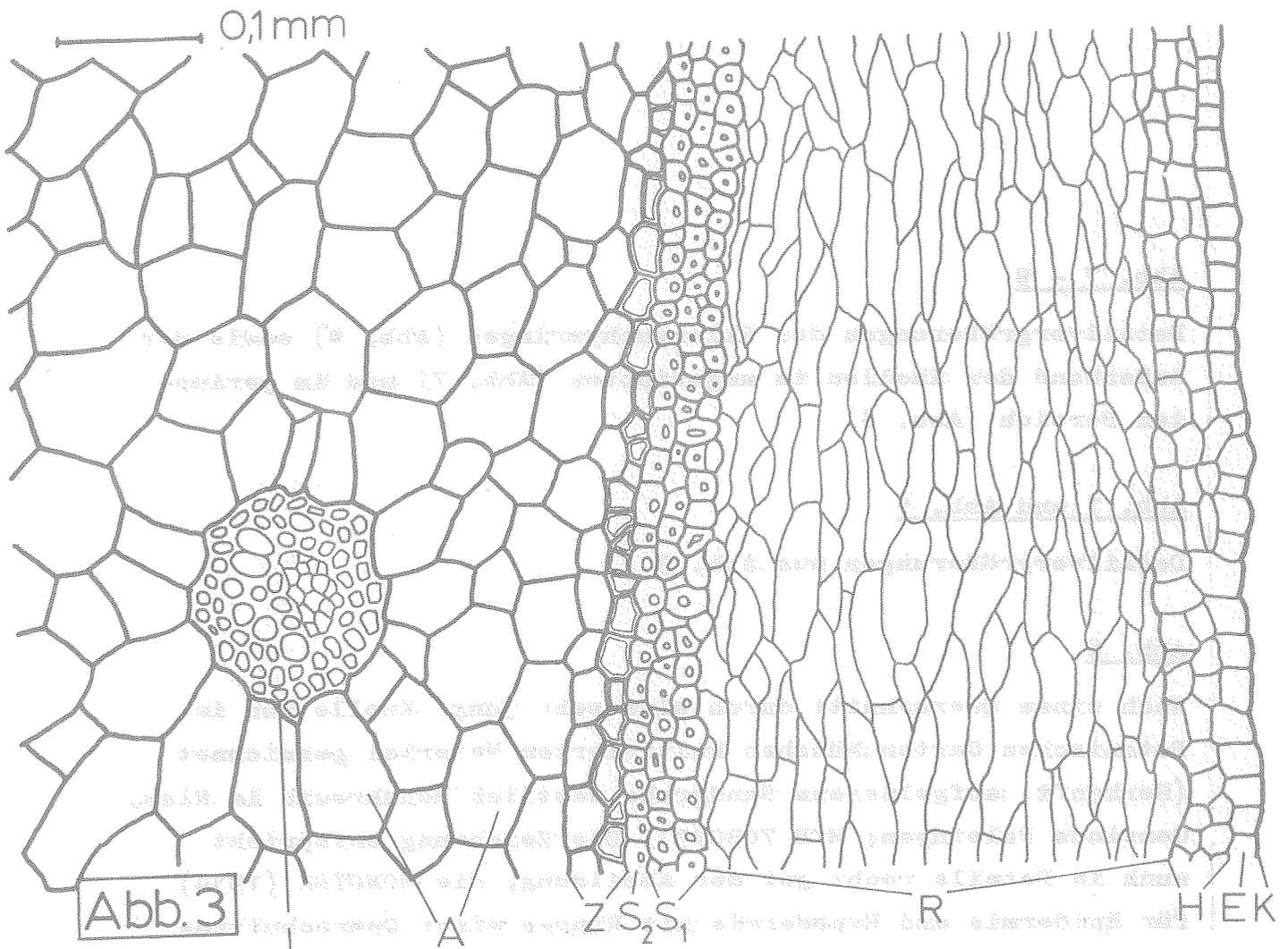


Abb. 7 - 9

Detailvergrößerungen des Sklerenchymringes (Abb. 9) sowie der Außenwand der Knollen im ungerippten (Abb. 7) und im gerippten Bereich (Abb. 8)

Abb. 7 und Abb. 9

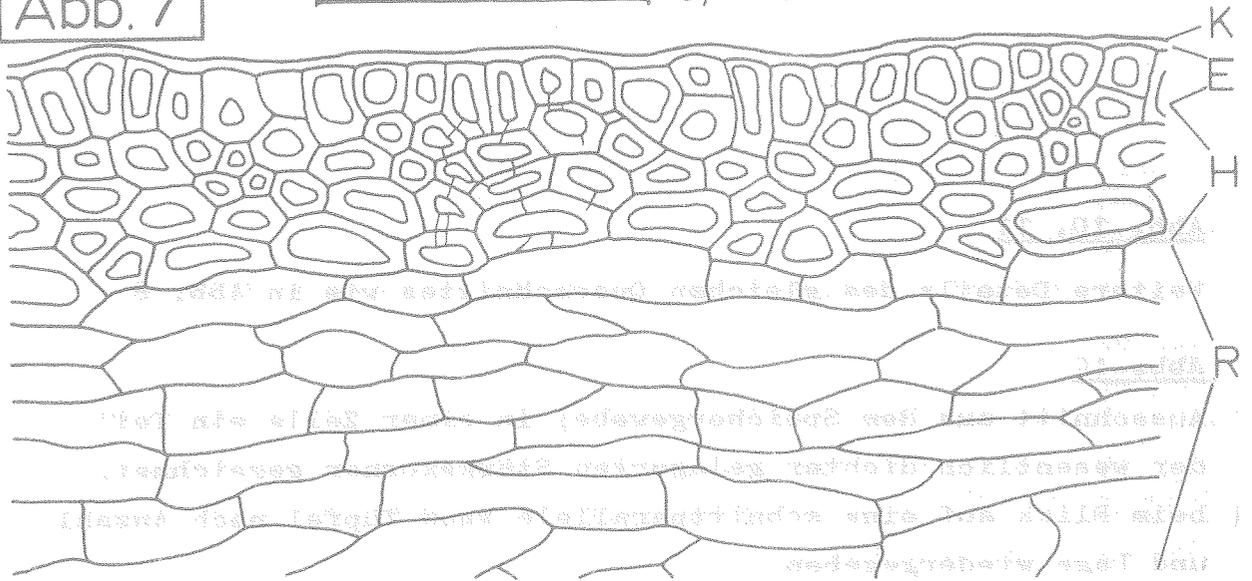
Detailvergrößerungen aus Abb. 3

Abb. 8

Nach einem Querschnitt durch eine sehr junge Knolle von im Botanischen Garten München kultiviertem Material gezeichnet (Herkunft: aufgelassene Sandgrube westlich Mäuskreuth im Ries, Gemeinde Polsingen; MTB 7030/3). Die Zeichnung entspricht auch in Details recht gut der Abbildung, die MONOYER (1934) für Epidermis und Hypodermis mit Rippen eines Querschnittes durch einen oberirdischen Stengelabschnitt gibt.

Abb. 7

0,1 mm



K E H R

0,1 mm

O

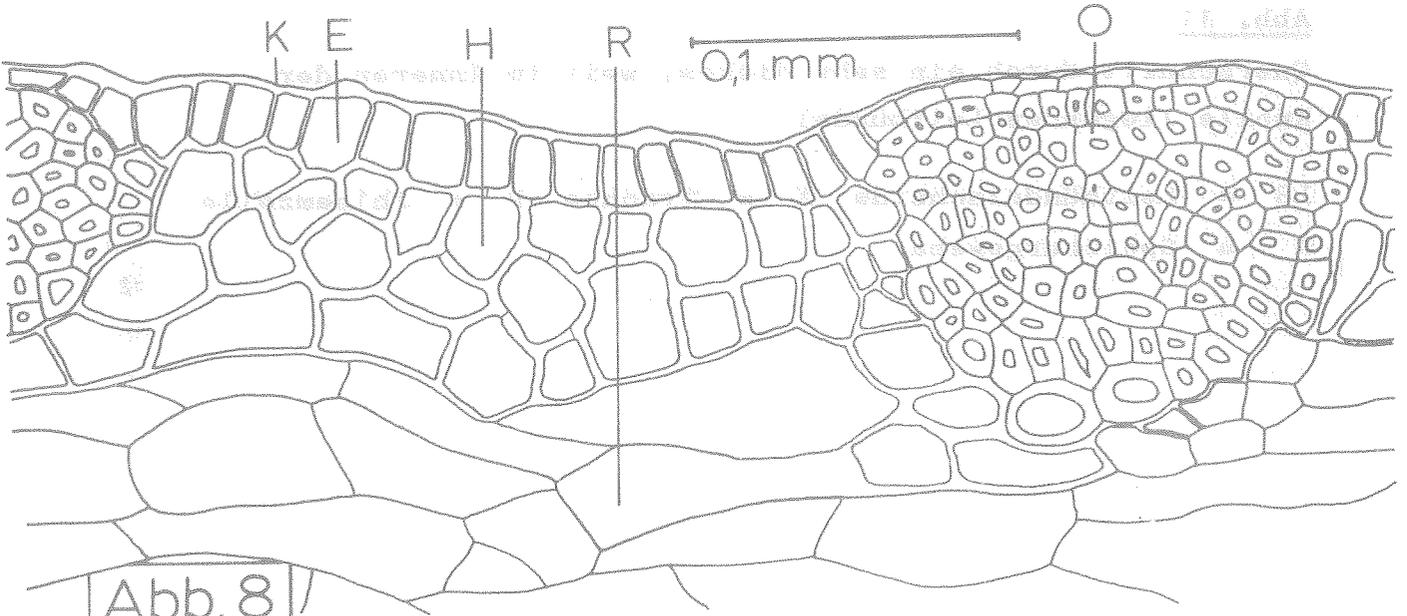


Abb. 8

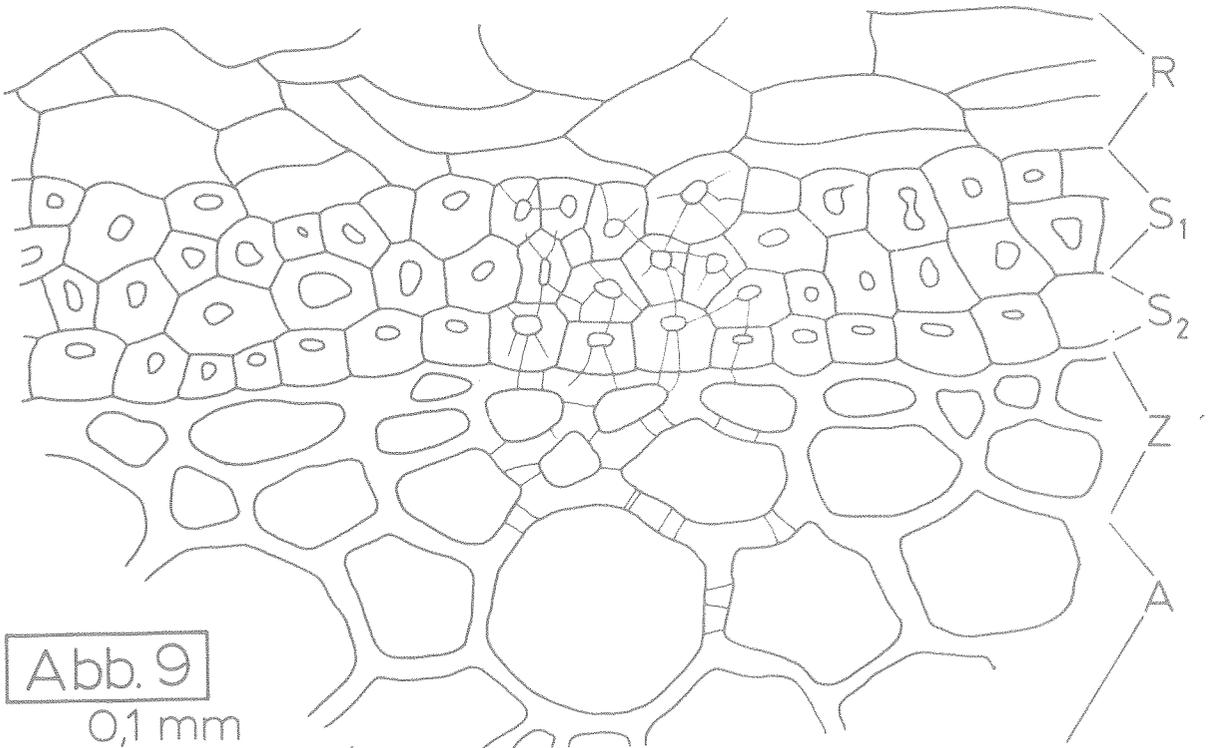


Abb. 9

0,1 mm

ddA

Abb. 10, 11

Weitere Details des gleichen Querschnittes wie in Abb. 8

Abb. 10

Ausschnitt aus dem Speichergewebe; in einer Zelle ein Teil der wesentlich dichter gelagerten Stärkekörner gezeichnet, beim Blick auf eine schnittparallele Wand Tüpfel nach Anzahl und Lage wiedergegeben

Abb. 11

Querschnitt durch ein sehr dickes, weit im Inneren der Knolle liegendes Leitbündel

LS = Leitbündelscheide    X = Trachee    P = Phloemzelle  
A = Speichergewebe

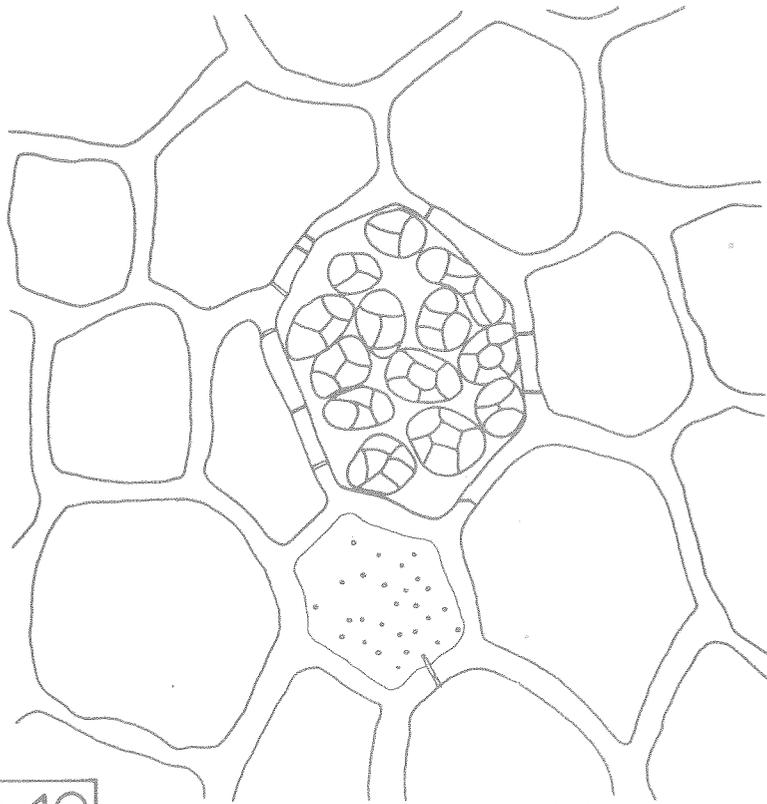
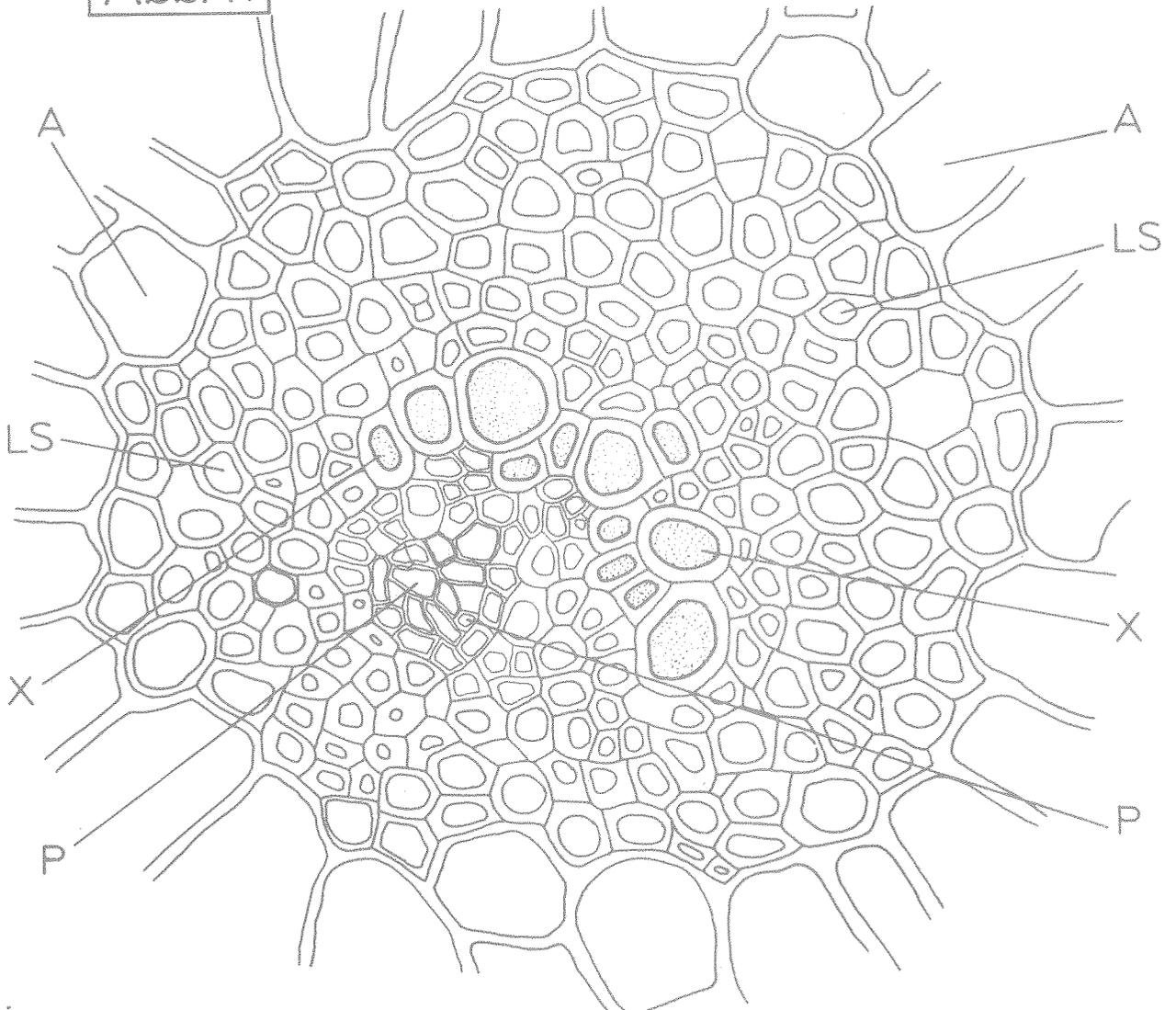


Abb. 10

0,1 mm

Abb. 11

0,1 mm





## 9. TAFELN UND TAFELLEGENDEN

Die Materialien befinden sich in folgenden Sammlungen  
(im Tafeltext mit Abkürzung angegeben):

Rezentes Material: Herbarium des Staatlichen Museums für  
Naturkunde in Stuttgart (Stu-Herb)

Fossiles Material: Coll. Vegora in der Geologischen Ab-  
teilung der Universität Athen unter  
Inv. Nr. 1977/1-15 und 1981/16-21  
(Athen)

Sammlung des Staatlichen Museums für  
Naturkunde in Stuttgart (Stu) unter  
Inv. Nr. P 1230/1-11

Sammlung des Instituts für Paläonto-  
logie und historische Geologie München  
(Mü) unter Inv. Nr. 1982 I 12

Zur schnelleren Information sind die Figurnummern der re-  
zenten Formen besonders hervorgehoben, die der fossilen  
nicht.

Tafel 1

UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Fig. 1: Überflutete Niederung an der Sauer-Mündung bei  
Münchhausen (Elsaß, Frankreich) mit zusammen-  
geschwemmten Rhizomknollen von *Bolboschoenus*  
*maritimus* (L.) PALLA

Fig. 2: Wild-Schwarzpappel-Wald in der Umgebung der  
Sauermündung (vgl. auch Fig. 1)

# Tafel 1



1918

Tafel 2

Fig. 1: Abgerollte Rhizomknollen von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA in einem Schneckenigenist, zusammengespült an der Sauer-Mündung bei Münchhausen (Elsaß, Frankreich)

Fig. 2: Rhizomstränge von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA, eine Knolle im Austreiben begriffen. Dünensande bei Cadzand-Bad (Holländische Nordseeküste)

a: Rhizomknolle 1

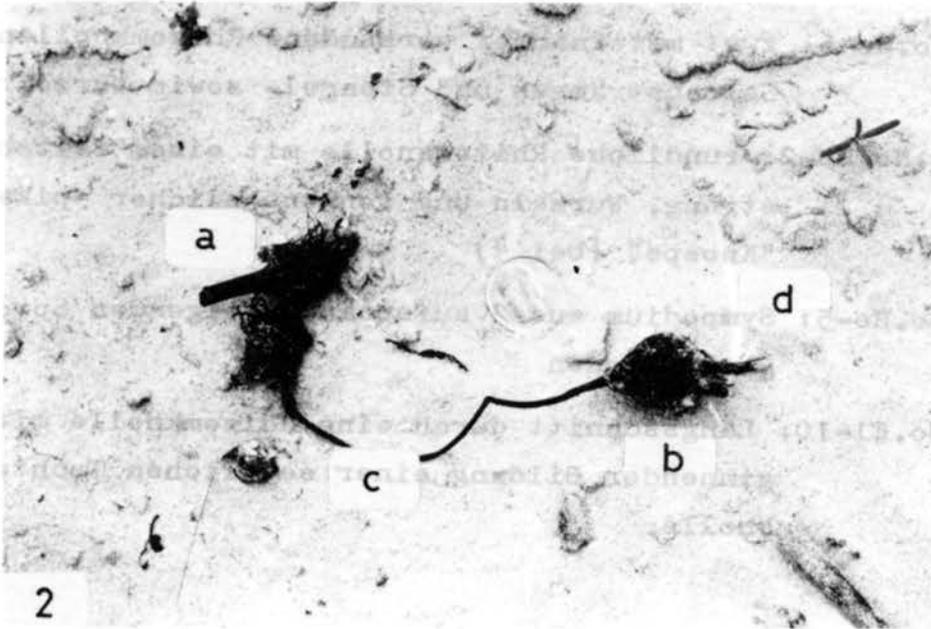
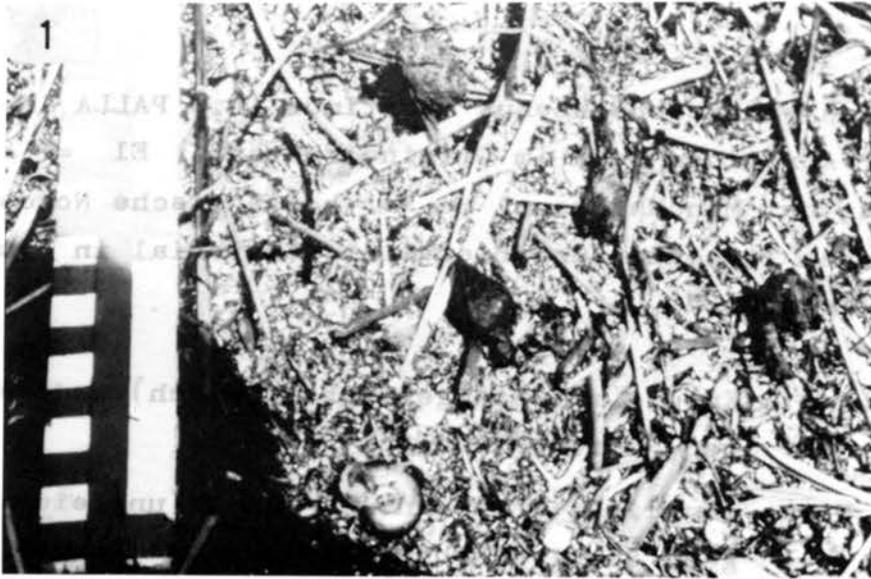
b: Rhizomknolle 2

c: Seitenstrang

d: Stengel-Austrieb

(Durchmesser der belgischen Ein-Franc-Münze ist 20 mm)

# Tafel 2



Tafel 3

Rhizomknollen von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA in allen Stadien der Abrollung oder im Originalzustand. El = Elsaß, Saueremündung bei Münchhausen; Ho = holländische Nordseeküste zwischen Terneuzen und Biervliet. (Material in Stu-Herb); alle natürliche Größe.

Fig. 1: No.Ho-1: Knolle mit Stengel (oberirdisch) und gestreckten Rhizom-Strängen

Fig. 2: No.Ho-4: längliche Rhizomknolle mit 2 (ungleichwertigen) oberirdischen Stengeln und Ansatz eines Seitenstranges

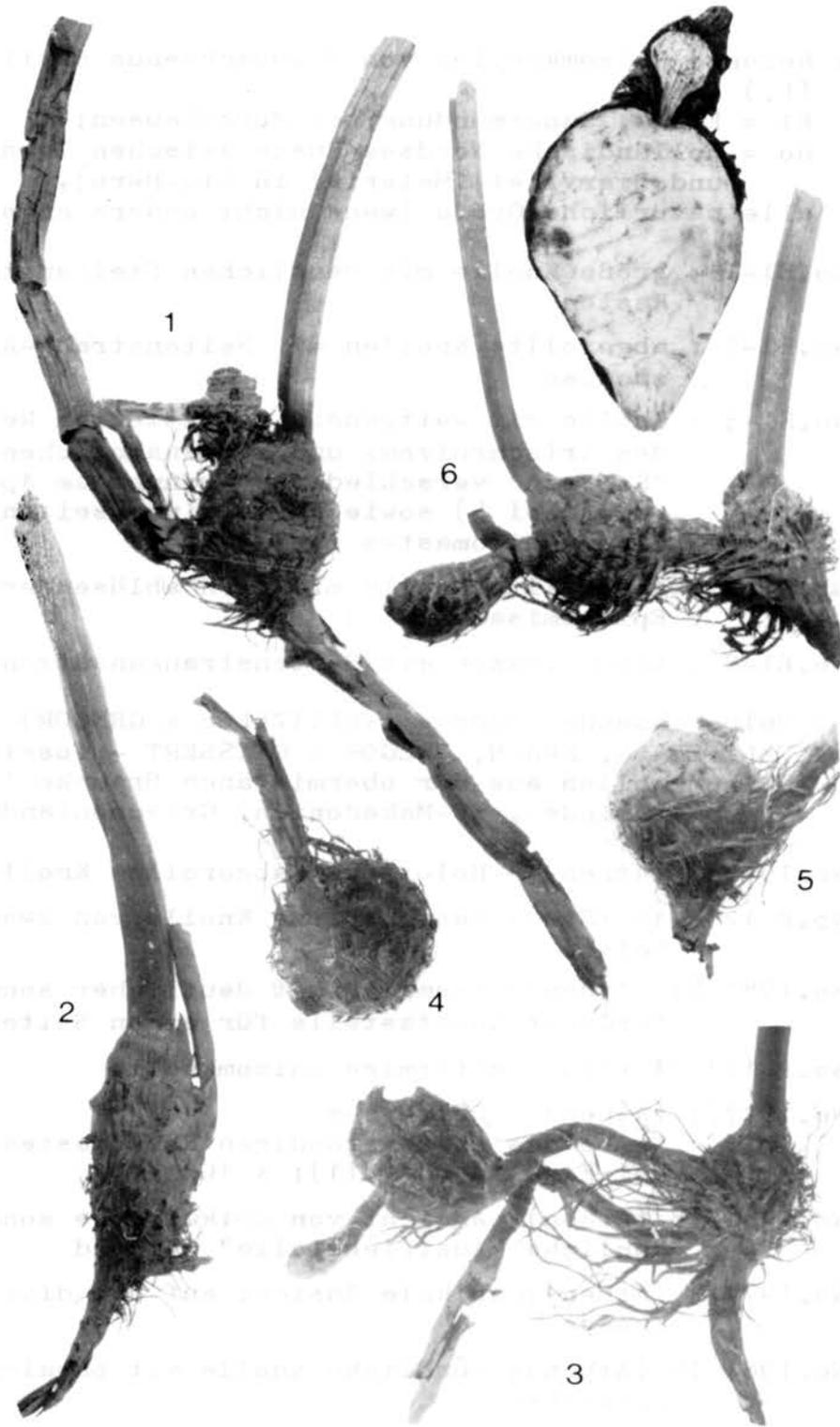
Fig. 3: No.Ho-6: zwei miteinander verbundene Rhizomknollen mit Seitensträngen und Stengel- sowie Wurzelresten

Fig. 4,5: No.Ho-2: rundliche Rhizomknolle mit einem Seitenstrang, Wurzeln und sonnenähnlicher apikaler "Knospe" (bei 4)

Fig. 6: No.Ho-5: Sympodium aus 3 aufeinanderfolgenden Sproßgenerationen

Fig. 7: No.El-10: Längsschnitt durch eine Rhizomknolle mit beginnender Bildung einer seitlichen Tochterknolle

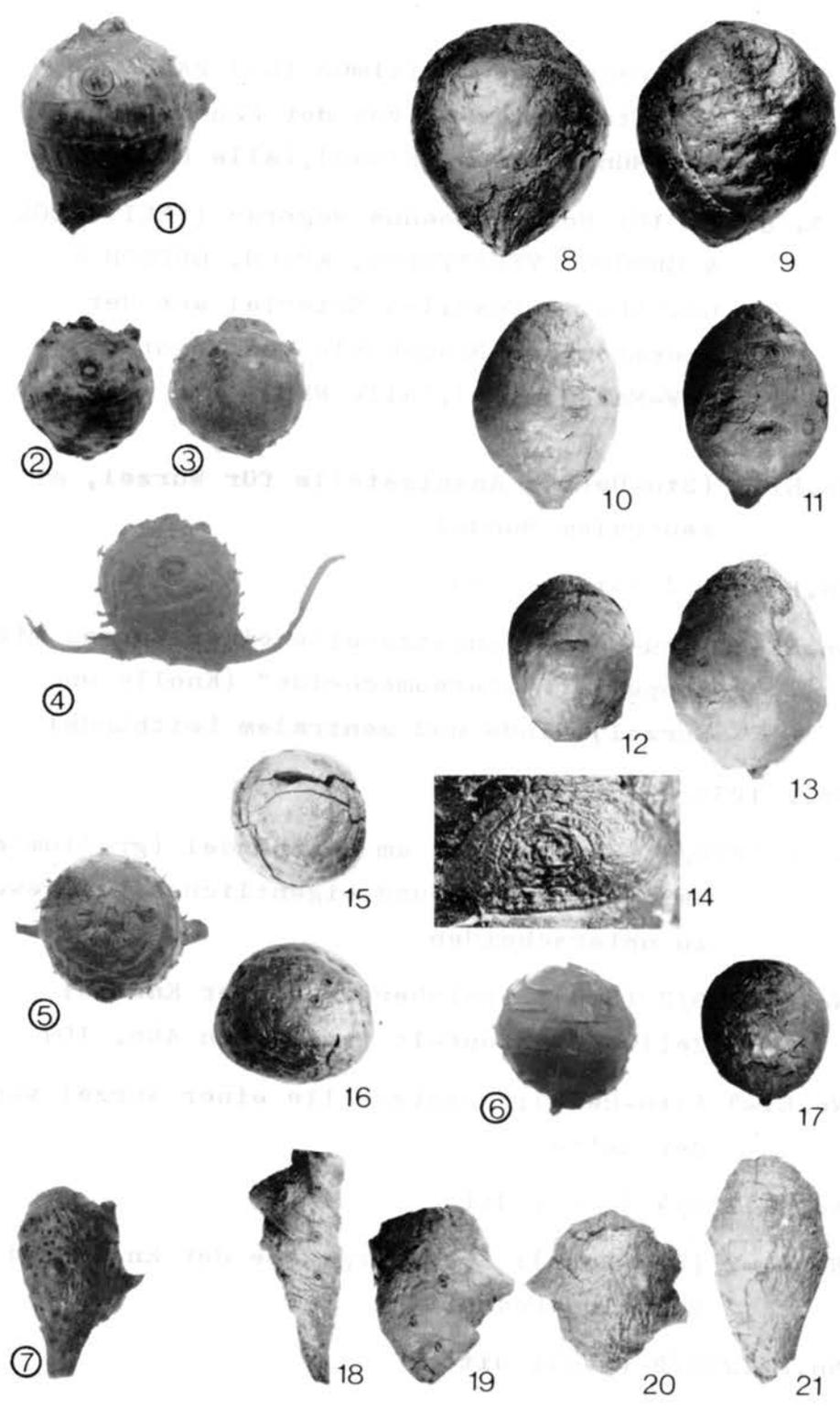
# Tafel 3



Tafel 4

- Fig. 1 - 7: Rezente Rhizomknollen von *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA  
 El = Elsaß, Sauerdüngung bei Münchhausen;  
 Ho = holländische Nordsee-Küste zwischen Terneuzen und Biervliet (Material in Stu-Herb),  
 alle natürliche Größe (wenn nicht anders angegeben)
- Fig. 1 : No. El-11: große Knolle mit deutlichen Seitenstrang-Resten
- Fig. 2,3: No. El-7 : abgerollte Knollen mit Seitenstrang-Ansatzstellen
- Fig. 4,5: No. El-5 : Knolle mit weitgehend verwitterten Resten des Kriechrhizoms und sonnenähnlichen "Knospen" verschiedener Ordnung am Apikale (bei 4) sowie Narbe eines seitenständigen Rhizomastes (bei 5)
- Fig. 6 : No. El-6 : abgerollte Knolle mit sich ablösender Epidermisaußenwand
- Fig. 7 : No. El-8 : asymmetrisch mit Seitenstrangansätzen
- Fig. 8 -21 : *Bolboschoenus vegorae* (VELITZELOS & GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR & GEISSERT - fossile Rhizomknollen aus der obermiozänen Braunkohle von Vegora (Amindeo, NW-Makedonien, Griechenland)
- Fig. 8,9: No. 1977/1 (Athen) - Holotypus; abgerollte Knolle
- Fig. 10,11: No. P 1230/10 (Stu); basal spitze Knolle von zwei Seiten
- Fig. 12 : No. 1981/21 (Athen); Exemplar mit deutlicher sonnenförmiger Ansatzstelle für einen Seitenstrang
- Fig. 13 : No. P 1230/1 (Stu); eiförmige Rhizomknolle
- Fig. 14 : No. 1977/1 (Athen) - Holotypus  
 Narbe des seitenständigen Rhizomastes (wie bei Fig. 12 oder 11); x 10
- Fig. 15 : No. 1981/18 (Athen); Ansicht von apikal, die sonnenähnliche "Austriebstelle" zeigend
- Fig. 16 : No. 1977/3 (Athen); apikale Ansicht auf die distale Knospe
- Fig. 17 : No. 1981/19 (Athen); rundliche Knolle mit basalem Spitzchen
- Fig. 18 : No. P 1230/11 (Stu); wenig verdickter, asymmetrischer Rhizomrest
- Fig. 19 : No. 1981/17 (Athen); asymmetrische Knolle
- Fig. 20 : No. 1981/16 (Athen); asymmetrische Knolle; x 2
- Fig. 21 : No. 1981/20 (Athen); längliche Knolle

# Tafel 4



A 1stst

Tafel 5

Fig. 1, 3, 7, 9: *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA -  
rezentes Material von der Sauerermündung  
bei Münchhausen (Elsaß), (alle REM)

Fig. 2, 4, 5, 6, 8, 10: *Bolboschoenus vegorae* (VELITZELOS  
& GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR &  
GEISSERT - Fossiles Material aus der  
obermiozänen Braunkohle von Vegora  
(NW-Makedonien), (alle REM)

Fig. 1 : No. E1-3 (Stu-Herb); Ansatzstelle für Wurzel, mit  
zentralem Bündel

Fig. 2 : No. P 1230/1 (Stu); dito

Fig. 3 : No. E1-3 (Stu-Herb); Ansatzstelle einer Wurzel mit  
doppelter "Stereomscheide" (Knolle und  
Wurzel) Rinde und zentralem Leitbündel

Fig. 4 : No. P 1230/4 (Stu); dito

Fig. 5 : No. P 1230/3 (Stu); dito, am Leitbündel (großlumiger)  
Sklerenchymring und eigentliches Leitgewebe  
zu unterscheiden

Fig. 6 : No. P 1230/2 (Stu); Speichergewebe der Knolle;  
Zellwand getüpfelt (vgl. auch Abb. 10)

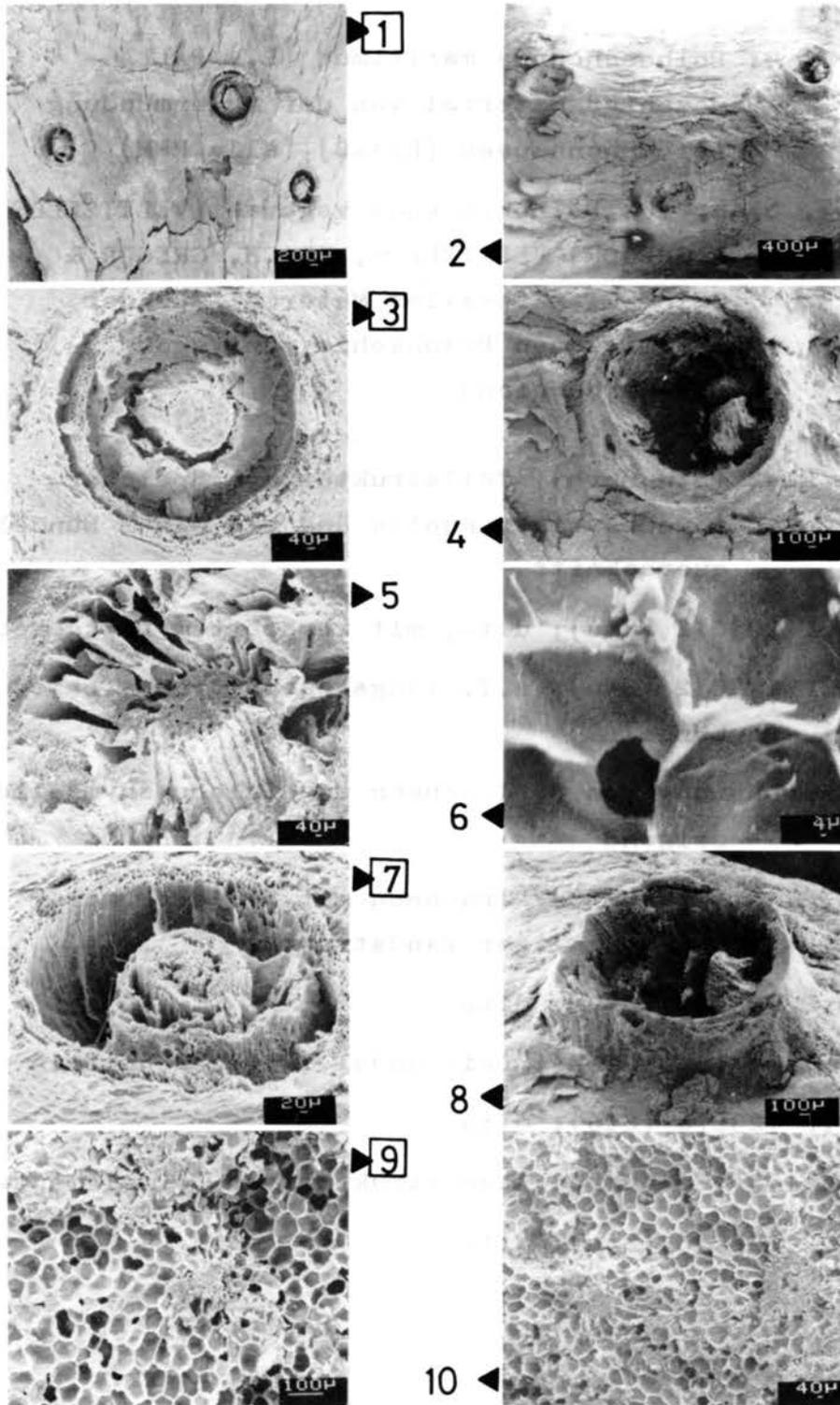
Fig. 7 : No. E1-3 (Stu-Herb); Ansatzstelle einer Wurzel von  
der Seite

Fig. 8 : No. P 1230/4 (Stu); dito

Fig. 9 : No. E1-2 (Stu-Herb); Speichergewebe der Knolle mit  
Bündelquerschnitt

Fig. 10 : No. P 1230/2 (Stu); dito

# Tafel 5



Tafel 6

Fig. 1, 5, 7, 9: *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA -  
rezentes Material von der Sauerermündung  
bei Münchhausen (Elsaß), (alle REM)

Fig. 2, 3, 4, 6, 8, 10: *Bolboschoenus vegorae* (VELITZELOS  
& GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR &  
GEISSERT - fossiles Material aus der  
obermiozänen Braunkohle von Vegora  
(NW-Makedonien)

Fig. 1 : No.E1-2 (Stu-Herb); Zellstruktur des Speicher-  
gewebes einer Knolle und mit einem Bündel-  
querschnitt

Fig. 2 : No.P 1230/2 (Stu); dito, mit zerstörtem Leitgewebe

Fig. 3 : No.P 1230/2 (Stu); z.T. längsgeschnittenes Leit-  
bündel

Fig. 4 : Vergrößerung von 3, Tracheen und Sklerenchymzellen  
zeigend

Fig. 5 : No.E1-2 (Stu-Herb); Tracheen mit leiterförmiger  
und spiraler Wandstruktur

Fig. 6 : No.P 1230/2 (Stu); dito

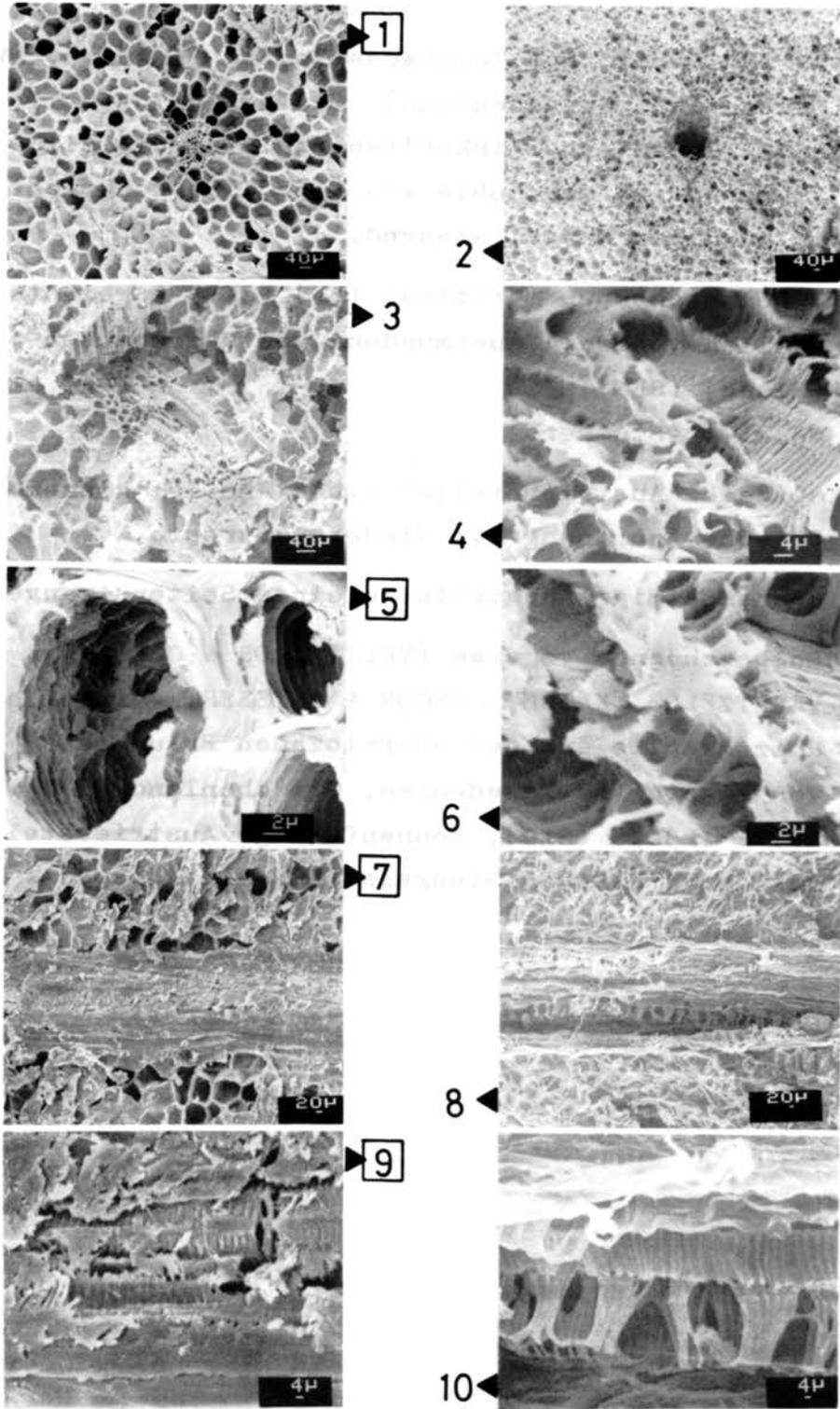
Fig. 7 : No.E1-4 (Stu-Herb); Leitbündel längsgeschnitten

Fig. 8 : No.P 1230/8 (Stu); dito

Fig. 9 : No.E1-4 (Stu-Herb); Wandstruktur der Leitelemente

Fig.10 : No.P 1230/8 (Stu); dito

# Tafel 6



Tafel 7

Fig. 1 : Aufschlußbild des Tagebaues Vegora (Amindeo, NW-Makedonien, Griechenland) mit Kohleflözen II und III und einem inkohlten Baumstamm in situ (wurzelnd in der Kohle von Flöz II), senkrecht im sandigen Mergel stehend.

Fig. 2, 3: *Bolboschoenus maritimus* (L.) PALLA - rezente Knollen von der Sauerdüngung bei Münchhausen (Elsaß) (REM);  
No. E1-1 (Stu-Herb)

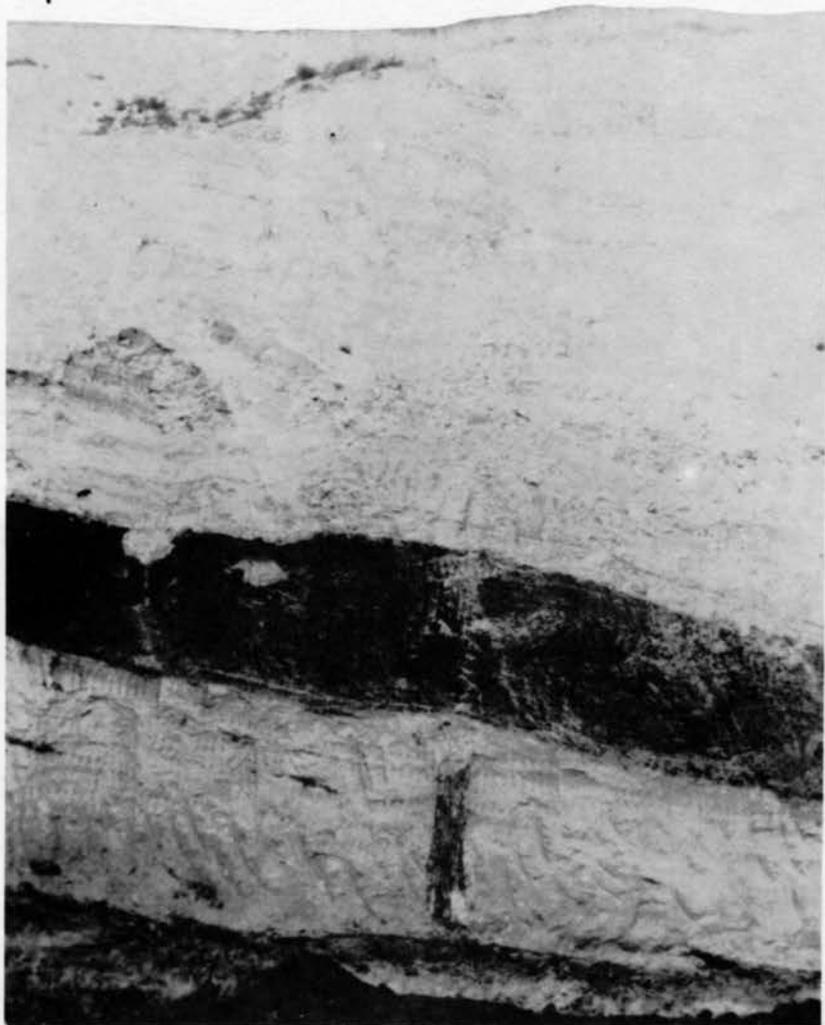
Fig. 2 : apikale "Austriebstelle" einer Knolle; konzentrische Anordnung der Niederblattreste

Fig. 3 : sonnenförmige Ansatzstelle eines Seitenstranges

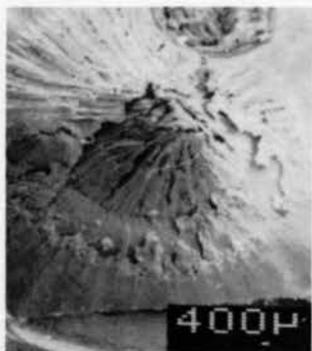
Fig. 4 : *Bolboschoenus vegorae* (VELITZELOS & GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR & GEISSERT - fossile Rhizomknolle aus der obermiozänen Braunkohle von Vegora (NW-Makedonien, Griechenland);  
No. P 1230/9 (Stu); sonnenförmige Austriebstelle des oberirdischen Stengels (distale Knospe)

# Tafel 7

1



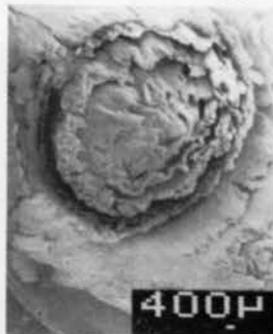
②



4



③



Berichtigungen und Ergänzungen:

zu DOCUMENTA naturae, 5, S. 13

Unalashka, eine der Aleuten-Inseln, liegt nicht  
am Weißen Meer

zu DOCUMENTA naturae, 5, Taf. 1, Fig. 2

Das Bild zeigt keinen Wild-Schwarzpappel-Wald,  
sondern einen Silberweiden-Wald (beide Angaben  
nach F. GEISSERT, Sessenheim).