

Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe

I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale

VON GISBERT GROSSE-BRAUCKMANN *)

Zusammenfassung: Von den in Torfen vorkommenden pflanzlichen Makrofossilien werden im vorliegenden ersten Teil der Arbeit die Gewebereste krautiger Pflanzen nach ihren makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen an Hand von zahlreichen Fotos beschrieben; die Einzelbeschreibungen werden durch Gegenüberstellungen der diagnostisch wichtigsten Merkmale — in Form von Bestimmungsschlüsseln — ergänzt. Der später folgende zweite Teil der Arbeit wird weitere Pflanzenreste (insbesondere Früchte und Samen sowie Moose) behandeln, Angaben über die Untersuchungsmethoden machen und das Literaturverzeichnis nachtragen.

Summary: Title: On plant macrofossils of central European peats. I. Tissue remains of herbaceous plants and their characteristics.

In this paper descriptions of the macroscopic and microscopic characters of herbaceous plant remains are given together with numerous photos. The individual descriptions are supplemented by presentations of the most important distinctive characters in identification keys.

A following paper will describe some further remains (mosses, fruits and seeds etc.) and methods of investigation, it will contain, too, the whole bibliography.

A. Allgemeines

Der vorliegende, aus technischen Gründen in zwei Teile gegliederte Beitrag möchte einige Grundlagen der Makrofossilanalyse der Torfe zusammenstellen — einer Moor-Untersuchungsmethode, für die es, im Gegensatz zur Pollenanalyse, bislang im deutschsprachigen Schrifttum kaum zusammenfassende Literatur gibt. Dabei sollen in diesem ersten Teil die in Torfen vorkommenden krautigen Gewebereste behandelt werden. In einem später folgenden zweiten Teil wird dann auf die Reste der Bäume, Sträucher und Zwergsträucher, auf die Moose und einige Früchte und Samen sowie auf Erfahrungen bei der Aufbereitung und Untersuchung von Torfproben eingegangen werden. Und schließlich folgt im zweiten Teil das gesamte Literaturverzeichnis.

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. G. GROSSE-BRAUCKMANN, Fachbereich Biologie der Technischen Hochschule — Botanik —, 61 Darmstadt, Schnittspahnstraße 3—5.

Die folgende, alphabetisch geordnete Zusammenstellung umfaßt 20 Arten oder Gattungen, von denen allerdings 7 nur kurz erwähnt werden, da dem Verfasser von ihnen bisher keine definierten krautigen Reste aus Torfen bekannt geworden sind. Für die übrigen 13 werden ausführliche Beschreibungen — auf Grund eigener Erfahrungen ¹⁾ und unter Auswertung der Literatur — gebracht, die eine sichere Erkennung im Gelände und bei Laboratoriumsuntersuchungen (unter Berücksichtigung makroskopischer und anatomischer Merkmale) ermöglichen dürften. Die beigegebenen Fotos und Zeichnungen, selbstverständlich eine mehr oder weniger zufällige Auswahl, wurden sämtlich nach fossilem ²⁾ Material angefertigt; dieses stammt überwiegend aus einem kleinen, aber sehr vielgestaltigen Moor am Steinhuder Meer (vgl. GROSSE-BRAUCKMANN 1972).

Die Zusammenstellung kann naturgemäß keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da die Erfahrungen des Verfassers — nicht zuletzt vom rein geographischen Arbeitsgebiet her — begrenzt sind: Es gibt sicherlich noch weitere Gewebereste, die in Torfen makroskopisch oder mikroskopisch angesprochen werden können. Deshalb wäre der Verfasser allen moorbotanischen Kollegen außerordentlich dankbar für Ergänzungen oder kritische Anmerkungen, die die Lücken in unserer Kenntnis von der pflanzlichen Zusammensetzung der Torfe schließen helfen und u. U. dem für das folgende Jahr vorgesehenen zweiten Teil dieser Zusammenstellung als Nachtrag beigelegt werden könnten.

Bei den im folgenden zu beschreibenden krautigen Resten höherer Pflanzen geht es, da sich ihre oberirdischen Teile (abgesehen von Früchten und Samen) so gut wie nie in Torfen erhalten, fast ausschließlich um unterirdische Gebilde verschiedenen Charakters: um Rhizome und sonstige unterirdische Sproßorgane, um Niederblätter, Blattscheiden und Wurzeln. Die Zahl der Arten, die solche Reste hinterlassen — ein gutes Dutzend — erscheint leicht überschaubar; die Typenvielfalt ist jedoch nicht ganz so gering, wenn man die Vielfalt der angetroffenen Organe und Erhaltungszustände berücksichtigt. Manche Arten sind bereits in den klassischen Moor-Monographien der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts berücksichtigt und geradezu beispielhaft an Hand fossilen Materials beschrieben worden (z. B. FRÜH & SCHRÖTER 1904, v. POST & GRANLUND 1926 und besonders RUDOLPH 1917).

Wegen ihrer mehr oder weniger zufälligen Artenauswahl konnten alle diese Arbeiten naturgemäß nicht voll befriedigen. Deshalb lag es nahe, die erforderliche Vollständigkeit durch zusätzliche Untersuchungen an rezentem Material zu erreichen (ggf. unter Rückgriff auf die systematisch-anatomische Literatur: SOLEREDER 1899 und 1908, SOLEREDER & MEYER 1928 u. a.). In dieser Weise sind offenbar einige russische Atlanten und Bestimmungsschlüssel entstanden (KATZ & KATZ 1933, ISTOMINA, KORENJEVA & TJUREMNOV 1938 sowie DOMBROVSKAJA, KORENJEVA & TJUREMNOV 1959; ein 1967 von TOŁPA, JASNOWSKI und PAŁCZYŃSKI angekündigter polnischer Atlas scheint noch nicht vorzuliegen).

¹⁾ Ein gut Teil der Befunde und des Materials ergab sich bei verschiedenen Untersuchungen, die ich von 1963 bis 1967 — wirksam unterstützt durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft — in Bremen an der Moor-Versuchsstation durchführen konnte; deren damaligem Direktor, Herrn Prof. BADEN, bin ich für die gebotenen Arbeitsmöglichkeiten dankbar, meiner seinerzeitigen technischen Assistentin, Frau I. DAUDE, danke ich für sorgfältige Mitarbeit.

²⁾ Hier und im folgenden wird statt „subfossil“ einfachheitshalber „fossil“ gesagt.

Bei diesen Arbeiten, die an sich äußerst nützliche Hilfsmittel für botanische Mooruntersuchungen darstellen, liegt eine gewisse Problematik in der Frage, ob die berücksichtigten Arten tatsächlich diagnostizierbare Reste in den Mooren hinterlassen und wie deren normaler Erhaltungszustand wirklich ist. Einige dieser „problematischen“ Arten sind in die nachfolgende Zusammenstellung mit aufgenommen worden. Ob man noch von weiteren Arten (siehe die folgende Tabelle) identifizierbare vegetative Gewebereste in Torfen erwarten kann, ist fraglich; jedenfalls gibt es in der Literatur keine entsprechenden Angaben.

Arten torfbildender Pflanzengesellschaften, deren Gewebe — abgesehen von Früchten und Samen — als Reste in Torfen bisher nicht belegt sind. Rechts Hinweise auf das Vorkommen von Früchten und Samen in Torfen (im wesentlichen nach GROSSE-BRAUCKMANN 1964):

Arten von Röhrichten und Großseggenriedern Fr. u. Sa.

<i>Typha</i> -Arten (vgl. S. 31)	v
<i>Sparganium</i> -Arten (vgl. S. 30)	v
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	v
<i>Butomus umbellatus</i>	
<i>Iris pseudacorus</i>	sehr selten
<i>Phalaris arundinacea</i>	
<i>Poa palustris</i>	
<i>Glyceria maxima</i> (vgl. aber S. 26)	
<i>Leersia oryzoides</i>	
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (vgl. S. 30)	v
<i>Eleocharis palustris</i>	v
<i>Carex</i> -Arten (vgl. S. 22)	v
<i>Rumex</i> -Arten	v
<i>Ranunculus lingua</i>	v
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	
<i>Peucedanum palustre</i>	v
<i>Sium latifolium</i>	
<i>Oenanthe aquatica</i>	v
<i>Cicuta virosa</i>	v

Arten der Kleinseggen Sümpfe

<i>Triglochin palustre</i>	
<i>Agrostis canina</i>	
<i>Juncus</i> -Arten	v
<i>Carex</i> -Arten (vgl. S. 22)	v
<i>Stellaria palustris</i>	v
<i>Ranunculus flammula</i>	v
<i>Comarum palustre</i> (vgl. S. 24)	v
<i>Viola palustris</i>	v
<i>Epilobium palustre</i>	selten
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	v
<i>Veronica scutellata</i>	v

Bevor auf die einzelnen Arten und die von ihnen hinterlassenen Reste eingegangen wird, sind noch einige Anmerkungen zur Frage der Wurzelreste notwendig. Denn für diese sind die Bestimmungsmöglichkeiten besonders schlecht, obwohl Wurzeln in manchen Torfen einen wesentlichen Teil des strukturierten Pflanzenmaterials ausmachen. Es gibt nämlich nur 4 Arten bzw. Gattungen, die an Hand ihrer Wurzeln leicht und einigermaßen sicher identifiziert werden können: *Thelypteris (palustris)*, *Equisetum (fluviale)*, *Carex limosa* und *Eriophorum vaginatum*.

Im einzelnen liegen die Probleme für die dickeren Wurzeln etwas anders als für die feinen und feinsten, die sogenannten Radizellen:

Bei den dickeren Wurzeln, die allerdings meist mengenmäßig nicht sehr hervortreten, fehlt im vertorften Zustande in der Regel die voluminöse innere Rinde. Diese besitzt besonders wichtige Unterscheidungsmerkmale (siehe SCHRÖDER 1952). So liegt der Zentralzylinder, sofern er überhaupt erhalten ist, locker innerhalb des Schlauches, den die zersetzungsresistentere Exodermis, u. U. mit einigen anschließenden Zelllagen, bildet (einen Querschnitt siehe bei GROSSE-BRAUCKMANN & PUFFE 1964, Abb. 15). Wie weit solche Zersetzungs Zustände diagnostisch verwendbare histologische Merkmale besitzen, ist, von Einzeluntersuchungen RUDOLPHS an *Phragmites*, *Molinia*, *Eriophorum vaginatum* und *Scheuchzeria* abgesehen, noch nicht näher geprüft worden.

Für die Radizellen dagegen, die in manchen Torfen sehr reichlich vorkommen, gibt es mit einer *Carex*-Arbeit von MATJUSCHENKO 1924 eine recht detaillierte Monographie mit Bestimmungsschlüssel, deren Ergebnisse später z. B. unverändert von KATZ & KATZ (1933, Taf. 18), BERTSCH (1942, S. 89—90, 178—179) und ISTOMINA und Mitarbeitern (1938, S. 10—12 u. Taf. 9 u. 10), ferner mit Ergänzungen von KORENJEVA und Mitarbeitern (1959, S. 22—27, Taf. 50—58) wiedergegeben worden sind. Tatsächlich scheint besonders der Typus der sogenannten Pustelradizellen, die bei der Gattung *Carex* häufig vorkommen, durch die Form und Verteilung der auf der Radizellenoberfläche stehenden pustelartigen Einzelzellen für eine Artbestimmung sehr geeignet zu sein. Daher hat der Verfasser den MATJUSCHENKOSCHEN Schlüssel vor Jahren einmal an Hand von rezentem Material überprüft. Das (nicht publizierte) Ergebnis waren starke Zweifel an der Sicherheit der auf diese Weise gewonnenen Artbestimmungen: Die morphologische Variationsbreite bei den Radizellen der einzelnen Arten ist — auch in Auswirkung von Standortsunterschieden — offenbar wesentlich größer als von MATJUSCHENKO angenommen. Sie reichte teilweise von der Ausbildung typisch verteilter und gestalteter Pusteln bis hin zu völlig pustelfreien Radizellen. Im übrigen erwies sich auch die Annahme als nicht zutreffend, Pustelradizellen seien auf die Gattung *Carex* beschränkt; vielmehr gibt es sie auch sonst unter den *Cyperaceen* (z. B. *Cladium*, *Eleocharis*) und gelegentlich wohl auch bei *Gramineen* (z. B. mitunter — je nach den Standortsbedingungen — bei *Phragmites*; siehe auch FRÜH & SCHRÖTER 1904 sowie RUDOLPH 1917, S. 98). Das ganze Problem der Radizellenbestimmung sollte also noch einmal auf breiter Grundlage neu bearbeitet werden.

B. Beschreibung der Reste einzelner Arten in alphabetischer Reihenfolge

1) *Carex limosa* (Schlamm-Segge; ausführliche Beschreibung bei RUDOLPH 1917, S. 91—92, GROSSE-BRAUCKMANN 1964, S. 624—625): Von der Art erhalten sich besonders die Rhizome bzw. Ausläufer, die ihrer Morphologie nach (Abb. 14, 15) denen

von *Phragmites* oder *Scheuchzeria* entsprechen, aber viel schmaler sind (1—2,5 mm, meist etwa 2 mm breit, nach RUDOLPH allerdings auch bis 4 mm). Sie sind frisch graugelblich bis hellbraun, \pm glänzend und stets völlig flachgedrückt; im Inneren ist mitunter noch der Zentralzylinder als schmaler Streifen erhalten (Abb. 14). Die Internodien sind meist (0,5—) 1—2 (—3) cm lang, die Knoten scharf abgesetzt. Laub- oder Niederblätter sind nie erhalten, es finden sich höchstens einige borstenartige Leitbündelreste (Abb. 15). An den Knoten sitzen gelegentlich gestauchte Seitenachsen mit dicht stehenden Knoten. Makroskopisch könnten die Rhizome mit solchen von *Scheuchzeria* verwechselt werden, die jedoch stets kräftiger, besonders breiter sind. Eine Verwechslung ist ferner möglich mit kräftigen Wurzeln der verschiedensten Arten. Diese unterscheiden sich jedoch, außer durch das Fehlen der Knoten, durch ihren mehr gekrümmten Verlauf, ihre matte Oberfläche und ihre bleiche Farbe.

Mikroskopisch erkennt man die Art an dem mehrschichtigen, sklerenchymatischen Hypoderm, das die typische *Cyperaceen*-Epidermis (in Internodienmitte mit einheitlich langgestreckten Zellen bei stark wellig verzahnten Längswänden, Abb. 60) unterlagert und besonders deutlich wird, wenn nach Zerreißen eines Internodiums einzelne der sehr dickwandigen, mit schrägen Querwänden versehenen Hypodermiszellen an der Reißstelle isoliert herausragen (Abb. 61).

Wo die Rhizome vorkommen, finden sich in der Regel auch verhältnismäßig kräftige (bis 1 mm dicke) Wurzeln von *Carex limosa*, deren dickwandige, basal angeschwollene Wurzelhaare (Abb. 62, 63) die Vertorfung überdauern, wodurch sie schon makroskopisch einen dicht filzig behaarten Eindruck machen. Die Früchte scheinen nicht häufig zu sein; allerdings dürfte die Art im Bereich ihres optimalen vegetativen Vorkommens (Schwingrasen u. dgl.) auch kaum blühen.

2) *Carex lasiocarpa* (Fadensegge) wurde von RUDOLPH 1917 häufig in Südböhmen gefunden und scheint nach Proben aus dem Hohen Venn, die dem Verfasser vorgelegen haben, auch sonst hier und da fossil vorzukommen. Die Rhizome sind nach RUDOLPH sehr lang, von gut erhaltenen Niederblättern dicht umhüllt, 3—6 mm breit und aus bis 1,5 cm langen Internodien zusammengesetzt. Ihr Hypoderm ist derbwandig, getüpfelt und nicht ausgesprochen sklerenchymatisch wie bei *Carex limosa*. Die Fruchtschläuche sind holzig und derbwandig, die Nuß dicht umhüllend (ähnliche Schläuche sonst bei keiner heimischen Moor-*Carex*).

2 a) Von weiteren *Carex*-Arten, die auch nach Ausweis der gefundenen Früchte zweifellos Arten torfbildender Pflanzengesellschaften sind (vor allem *Carex canescens*, *diandra*, *elongata*, *flava* s. l., *fusca*, *paniculata*, *paradoxa*, *pseudocyperus* und *rostrata*), sind wohl kaum gesicherte vegetative Reste belegt, obwohl noch weitere Möglichkeiten einer morphologisch-histologischen Ansprache vorhanden sein dürften (so auch nach TOEPA, JASNOWSKI und PAŁCZYŃSKI 1967, S. 48—49).

3) *Cladium mariscus* (Schneide; Beschreibung bei v. POST & GRANLUND 1926, S. 53, GODWIN 1956, S. 251, ausführlich bei GROSSE-BRAUCKMANN 1964, S. 627—629): Die hauptsächlich erhalten bleibenden vegetativen Reste sind die angeschwollenen unterirdischen Stengelblasen (Abb. 23, 24); sie sind 1—2 cm dick und 3—5 cm hoch, oft etwas asymmetrisch gekrümmt, oben rundlich abgestumpft und unten allmählich in das dort ansitzende Rhizom verschmälert. Ihre graubräunliche bis dunkle Rinde ist 2—3 mm dick, meist ziemlich fest, dicht mit Blattnarben besetzt und besonders im unteren Teil von einigen bis 2 mm weiten (Wurzel-)Löchern durchbrochen. Sie umgibt die sehr lockeren, auffallend rötlichbraunen, grobfaserigen Reste des Zentralzylinders

(vgl. Abb. 23 rechts). Die Stengelbasen können holzartig fest sein und dann mitunter noch Blattscheidenreste besitzen, die bei stärkerer Zersetzung fehlen; die Rinde kann in diesem Fall besonders am Rhizomansatz und im oberen Teil auch sehr weich sein. Im Kammerbohrer zerquetschte *Cladium*-Basen können zunächst wegen ihrer Faserigkeit, Farbe und festen Rinde etwas an zerrissene (Weiden- oder Birken-)Holzreste erinnern, sehr kleine Stengelbasen könnten für *Eriophorum angustifolium* gehalten werden.

Nicht selten findet man auch die im frischen Zustand glänzend dunkelbräunlichen, zusammengedrückten, (0,5—) 1 (—1,5) cm breiten Rhizome (Abb. 24), die meist ebenfalls noch faserige, rötliche Zentralzylinder-Reste (vgl. Abb. 24 rechts) enthalten. Ihre Knoten sind wenig auffällig, unscharf begrenzt und stehen in 1—1,5 (—2) cm Abstand, gelegentlich tragen sie noch Niederblätter (1,5—2 cm lang, durch ihre Nervatur auffällig gefurcht).

Mikroskopisch zeichnet sich die Rhizom-Epidermis durch unregelmäßig grobwellige Zellen aus (Abb. 4, 5). Die subepidermale Zellschicht enthält einzelne, ein regelmäßiges Muster bildende dunkle Zellen, die nach den Knoten zu häufiger werden; ähnliche Muster finden sich aber gelegentlich auch bei ganz anderen Pflanzenresten.

Sonstige Reste: Nicht selten finden sich die schwarzen, schwach dreikantigen, „drei-füßigen“ Steinkerne, selten jedoch die ganzen Früchte.

4) *Comarum palustre* (Sumpf-Blutauge), dessen Früchte in vielen Torfen regelmäßig auftreten, ist bislang mit vegetativen Resten offenbar nie gefunden worden; das ist angesichts der holzigen, kriechenden Sproßachsen, die den Eindruck guter Erhaltungsfähigkeit machen, recht auffällig und unerwartet.

Dryopteris: siehe *Thelypteris*.

5) *Equisetum fluviatile* (= *Eq. limosum*, Schlamm-Schachtelhalm; Beschreibung bei RUDOLPH, 1917 S. 87): Die im Torf sich erhaltenden Teile sind durch tief-schwarze Farbe ausgezeichnet (Rhizome gelegentlich dunkelbraun) und schon dadurch mit kaum einer anderen Art zu verwechseln (höchstens mit bestimmten *Thelypteris*-Resten, siehe dort). Rhizome 0,5—1 (— 1,5) cm breit, stark glänzend, an den Knoten sind vielfach noch die in die spitzen Blattzipfel auslaufenden Scheiden sichtbar (Abb. 35). Sproßbürtige feine Wurzeln können im Bereich des Knotens entspringen; außerdem sind gelegentlich dicke Wurzeln (bis 5 mm dick) mit matter, schwach längsstreifiger Oberfläche und wenigen, einzeln stehenden, dünnen Seitenwurzeln vorhanden.

Mikroskopische Merkmale: Rhizom-Epidermis mit sehr langgestreckten Zellen, die in geraden, fast ungegabelten Reihen stehen (Abb. 64), ihre dicken, dunkelbraunen Zellwände sind regelmäßig getüpfelt und (besonders deutlich nach Behandlung mit KOH) eng wellig miteinander verzahnt (Abb. 65, 66). Mitunter zeichnen sich einzelne Zellen oder Zellgruppen durch eine wesentlich dunklere Farbe aus als die Nachbarzellen (Abb. 66, 67). In der Nähe der Knoten sind die Zellen etwas kürzer als in Internodien-Mitte; sehr stark abweichende Proportionen zeigen die Epidermen der Scheiden, an denen auch charakteristische Spaltöffnungen sitzen (Abb. 67). In vielen Fällen ist die Epidermis verschwunden und die äußere Zellschicht wird von dem (matten) Hypoderm gebildet; seine Zellen sind doppelt so breit wie die Epidermiszellen, rechteckig bis gestreckt polygonal, mit unregelmäßig gestellten Querwänden.

In der Rhizodermis (= Wurzel-Epidermis) der dicken wie der dünnen Wurzeln treten neben langgestreckt rechteckigen Zellen und im Wechsel mit diesen mehr oder

weniger häufig kurze Zellen auf (Abb. 74, 75, 76), die teilweise zu (sich im Torf erhaltenden) Wurzelhaaren ausgewachsen sind (Abb. 76); darunter folgt eine dickwandigere Zelllage.

Sonstige Reste: Tracheiden mit breiten, steil spiralig orientierten, \pm langgestreckten Durchbrechungen (Abb. 69—72). Die Versteifungen lösen sich vielfach voneinander und bilden wirre Spiralen-Anhäufungen (Abb. 70). Ferner gelegentlich kreisförmige „Diaphragmen“ aus den Rhizomknoten (Abb. 36), mit einem interzellularenreichen Gewebe aus regelmäßig 5—7strahligen Parenchymzellen (Abb. 68).

6) *Equisetum palustre* (Sumpf-Schachtelhalm, Duwock). Die Art unterscheidet sich von *Eq. fluviale* nach RUDOLPH (1917, S. 88) durch ihre außen wesentlich dickwandigeren Rhizom-Epidermiszellen, die im Querschnitt doppelt so hoch wie breit sind und ein ei- bis spaltenförmiges Lumen besitzen (*Eq. fluv.*: Zellen von quadratischem Querschnitt, mit gleichmäßig weitem Lumen und mäßig verdickter Außenwand); in der Flächenansicht sind die Seitenwände stark gewellt, und das Zellumen erscheint durch Wandvorsprünge als Kette heller Flecke. Außer einem Einzelfund von RUDOLPH scheint die Art bisher in Torfen nie beobachtet worden zu sein.

7) *Eriophorum angustifolium* (schmalblättriges Wollgras; ausführliche Beschreibung bei GROSSE-BRAUCKMANN 1964, S. 625—627): Die hauptsächlich erhalten bleibenden Reste, die bisher offenbar nur in schwach zersetzten Hochmoortorfen Nordwestdeutschlands beobachtet werden konnten, sind — ähnlich wie bei *Cladium* — angeschwollene Stengelbasen am Ende der Wachstumsperioden-Abschnitte der Rhizome. Sie sind 0,7—1,3 cm dick und 2—3,5 cm hoch, oben abgerundet und unten in den (meist abgebrochenen) Rhizomrest verschmälert. Ihre dunkelrotbraune Rinde, die auf Bruchflächen radial gekammert erscheint, ist etwa 2 mm dick, nur mäßig fest und entweder von Blattscheidenresten umhüllt (Abb. 12) oder \pm nackt und dann dicht mit Blattnarben besetzt und im unteren Teil von einigen (Wurzel-)Löchern durchbrochen (Abb. 13); hier sitzen gelegentlich auch Stümpfe von neuen Seitenachsen. Im Inneren sind die Gebilde hohl oder enthalten ein krümeliges, weiches Material.

Die Blattscheidenreste sind auffällig rotbraun, dabei matt und meist stark zerknittert, halten aber im oberen Teil stengelartig zusammen. Im Gegensatz zu *Eriophorum vaginatum* fasern sie nicht auf und sind sehr leicht zu zerreißen.

Mikroskopische Merkmale für Epidermen der *Eriophorum angustifolium*-Scheiden sind verschiedentlich angegeben worden; wie weit sie zur Unterscheidung von anderen Arten wirklich ausreichen, bleibe dahingestellt. Angesichts der unverwechselbaren makroskopischen Kennzeichen erscheint eine zusätzliche histologische Charakterisierung auch nicht dringend erforderlich.

Sonstige Reste: Die 2—3 mm dicken, mit Niederblättern besetzten Rhizome bleiben offenbar seltener erhalten als die Stengelbasen; recht selten sind auch die schmalen, flach dreikantigen, relativ großen Früchte.

8) *Eriophorum vaginatum* (scheidiges Wollgras); ausführliche Beschreibung bei RUDOLPH 1917, S. 94—96): Die wergartigen, faserigen Blattscheidenreste (Abb. 10, 11) gehören zu den bekanntesten und am leichtesten anzusprechenden Torfpflanzenresten. Die Fasern sind Sklerenchymstränge, die unter der Epidermis der Blattscheiden-Außenseite sitzen (Abb. 43, 91, Querschnitt auch in GROSSE-BRAUCKMANN 1963, Abb. II/3). Sie verursachen die erstaunliche Reißfestigkeit, die die Blattscheiden auch in

stark zersetzten Hochmoortorfen besitzen. Durch die Epidermen erhalten die dunkelbraunen Fasern einen etwas schillernden (manchmal fast violetten) Glanz. Lediglich in sehr stark zersetzten Torfen (z. B. kiefernholzreichen hochmoorartigen oder Übergangsmoortorfen) kann der enge Zusammenhalt der Blattscheidenbündel fehlen, die Fasern liegen dort \pm gleichmäßig auf den Bruchflächen des Torfes.

Mikroskopisch sind die Epidermen durch überwiegend langgestreckte Zellen ausgezeichnet (Abb. 41, 42, 43), deren Proportionen allerdings je nach ihrer Herkunft von basalen oder höhergelegenen randlichen oder mittleren Teilen der Blattscheiden (und auch von deren innerer oder äußerer Epidermis) stark wechseln. In der Mitte der Außenepidermis sind sie sehr lang und schmal und besitzen regelmäßig ineinander verzahnte Wände, die bei manchen Mikroskopeinstellungen schwach, bei anderen stärker wellig aussehen, mit manchmal regelmäßig unterbrochen erscheinenden Längswänden (Abb. 41, 42).

Als weitere Reste findet man im Inneren der Blattscheidenbündel oft die gestauchten Grundachsen: zylindrische, 3—5 mm dicke und meist kaum 1 cm lange Körper (Abb. 11 rechts, 33), die man bei guter Erhaltung schon innerhalb der Blattscheiden fühlen kann. Ihr Inneres ist weitgehend hohl, mit Ausnahme von mehreren dunklen spindelartigen Gebilden (0,5 mm dick und 2—4 mm lang, mit einer seichten Längsfurche versehen), die mit ihrem oberen Ende meist in der Rinde der Grundachse stecken und unten frei in ihren Hohlraum hineinragen (Abb. 33, 34, Querschnitte Abb. 89, 90). In sehr stark zersetzten Torfen können diese Sklerenchymspindeln nach Aufbereitung der Proben sehr auffällige, oft in großer Zahl vertretene Reste darstellen, die auch nach weitgehendem Verschwinden von Fasern und Epidermen noch sicher auf *Eriophorum vaginatum* hinweisen; denn ähnliche, ebenso gut erhaltungsfähige Gebilde scheinen sonst bei keiner Moorpflanze vorzukommen (siehe auch die Fotos bei BENDA & SCHNEEKLOTH 1965, S. 715).

Schließlich fallen makroskopisch noch die Wurzeln von *Eriophorum vaginatum* auf, von denen die Torfe unterhalb von Wollgraslagen oft sehr dicht senkrecht durchzogen werden; es sind 1—2 mm breite, dunkelgraue, etwas knittrige Bänder, die man zunächst für Sphagnum-Stengel halten könnte. Mikroskopisch sind nach RUDOLPH die gestreckten Zellen der Rhizodermis charakteristisch, deren Querwände wegen geneigter Lage auffällig kräftig erscheinen; auch im Inneren der Wurzeln gibt es noch weitere kennzeichnende Gewebeelemente und -kombinationen.

Wie weit die angeführten histologischen Merkmale der Wurzeln und auch der Blattscheiden-Epidermen eine sichere Trennung von anderen *Cyperaceen*, nicht zuletzt von *Eriophorum angustifolium*, erlauben, ist noch nicht endgültig geklärt.

Die Früchte, denen von *Eriophorum angustifolium* ähnlich, aber kürzer und breiter, werden erstaunlich selten in Hochmoortorfen gefunden. Ob sie immer sicher gegenüber *Eriophorum angustifolium* abgegrenzt werden können, wird bezweifelt (KOWAL 1958, S. 132).

9) *Glyceria maxima* (Wasserschwaden) wird von TOŁPA, JASNOWSKI & PAŁCZYŃSKI 1967 (S. 37) als Makrofossil angegeben: Rhizome ähnlich denen von *Phragmites*, aber grau und nicht glänzend; mikroskopische Unterschiede werden nicht im einzelnen aufgeführt. Die Art, deren Reste in Polen nach TOŁPA und Mitarbeiter nur in jüngeren Torfen vorkommen, wurde sonst fossil noch nicht angetroffen.

10) *Menyanthes trifoliata* (Fieberklee, Bitterklee; Beschreibung bei RUDOLPH 1917, S. 109): Rhizome blaßgelblichgrau, ziemlich zart und weich, oft etwas

unregelmäßig gewachsen und begrenzt, 1—2 (—3) cm breit, ihre Knoten zahlreich, in wechselnder Entfernung stehend, der Epidermis etwas wulstig aufliegend, dabei aber sehr schmal, ihre Farbe von der der Internodien kaum abweichend. Rhizome im frischen Zustand ziemlich glatt (aber nicht stark glänzend), manchmal etwas unregelmäßig gefältelt, trocken seidenpapierartig knittrig. Oft in mehrere Schichten aufzuspalten: Epidermen (oder bloße Cuticulae) des Rhizoms selbst und wohl auch der umgebenden Blattscheiden (Querschnitte Abb. 97, 98).

Mikroskopisch sind die Epidermis- bzw. Cuticula-Reste durch ein Netz von gestreckt vier- bis sechseckigen Zellen ausgezeichnet (etwa 3—6mal so lang wie breit, Abb. 56, 57), deren Reihen sich oft gabeln oder mit anderen wieder zusammenlaufen (Abb. 55). Gelegentlich trifft man auf Spaltöffnungen (Abb. 58, 59) oder an ihrer Stelle auf Lücken.

Sonstige, sehr häufige und schon makroskopisch auffällige Reste sind die Samen: frisch glänzend korallenrot bis gelbbraun, oxidiert dunkler, linsenförmig, mit 2—3 mm Durchmesser, sehr fest, innen hohl, oft in zwei Hälften zerfallend.

11) *Molinia coerulea* (Bentgras; ausführliche Beschreibung bei GROSSE-BRAUCKMANN 1964, S. 629—630): Es erhalten sich besonders die basalen angeschwollenen (Speicher-)Internodien (Abb. 19, 20, Querschnitt Abb. 100). Sie sind gelblichgrau oder bleich, meist flachgedrückt, seltener noch von rundlichem oder halbmondförmigem Querschnitt, an der breitesten Stelle 5—8 mm breit. Ihre Länge beträgt maximal 5 cm, meist fehlt aber der schmale obere Teil. Das verbleibende langgezogen eiförmige Stück, das wie ein zerquetschtes Haferkorn aussehen kann, ist dann nur 1—2 cm lang. Die Stücke fühlen sich etwas knotig an, sie haben meist einige Wurzellöcher, gelegentlich auch noch Stümpfe von Wurzeln oder Seitenachsen (Abb. 20 rechts). Epidermis und Hypoderm sind leicht abzuheben (Abb. 101), darunter liegen meist noch Zentralzylinder-Reste, außen mit einem derben, fein längsstreifigen, matten Gewebe, innen mit lockeren, groben, faserigen Leitbündelresten (Abb. 100).

Mikroskopische Kennzeichen: typische Gramineen-Epidermis mit ziemlich zarten, welligen Längswänden und einem Wechsel von Lang- und Kurzzellen; dabei ist neben jeder Kurzzelle im allgemeinen noch eine zusätzliche Kurzzelle vorhanden (Abb. 8). Beide Zellen sind von unterschiedlicher Gestalt (Abb. 9, 102): Die eine, die in der Flächenansicht breiter und kürzer ist, verschmälert und verlängert sich nach der Epidermis-Unterseite hin; die andere, von oben schmalere und etwas längere, wird nach unten wesentlich kürzer. Wie weit diese Eigentümlichkeiten, die schon in der Flächenansicht durch Beobachtung in verschiedenen optischen Ebenen zu erkennen sind, auch bei anderen Gräsern vorkommen, wurde allerdings noch nicht weiter geklärt.

Sonstige Reste: Wurzeln kommen zweifellos fossil vor, sie sind bisher wohl nur von RUDOLPH (1917, S. 99—100) an Hand ihrer Anatomie sicher angesprochen worden. Schließlich beschreibt RUDOLPH auch Rhizomstücke, die aber sicherlich viel seltener zu finden sind als die Speicher-Internodien. Früchte bleiben, wie bei allen Gramineen, höchstens unter Ausnahmbedingungen erhalten; eine Bestimmung ist dann nicht ausgeschlossen (siehe KÖRBER-GROHNE 1964).

12) *Phragmites communis* (Schilfrohr, Reith, ausführliche Beschreibung bei RUDOLPH 1917, S. 97—98). Die flachgedrückten Rhizome (Abb. 21, 22) gehören zu den auffälligsten Torf-Pflanzenresten. Sie sind gelblich oder hell (grau- bis schwach oliv-)bräunlich, (1—) 2—3 (—4) cm breit (am breitesten in durchschlickten Torfen), glatt oder etwas längswellig und meist in zwei pergamentartige Schichten aufspaltbar (Abbildung eines Querschnitts bei GROSSE-BRAUCKMANN 1964, Abb. II/6). Knoten deut-

lich, in (4—) 7—12 cm Abstand stehend, in ihrer Nähe oft auffällige, flache Achselknospen (meist 4—5 mm Durchmesser) sowie dicke Seitenwurzeln (Abb. 22 unten); Niederblätter nur ausnahmsweise erhalten, in der Regel spurlos (ohne Hinterlassung von Leitbündelresten) verschwunden. Aufsteigende Rhizomteile sind ungleichmäßig zerdrückt, sie gehen manchmal noch in die basalen Teile der aufrechten Sprosse über, diese sind meist dunkler als die Rhizome, rundlich, etwa 6 mm dick, oft stark und regelmäßig längsgefurcht, enthalten noch die mürben Reste des holzigen Zentralzylinders als \pm festen Hohlzylinder, haben relativ eng stehende Knoten [(1—) 3—5 (—10) cm] und sind mitunter von Blattscheiden umgeben.

Von weiteren Resten erhalten sich gelegentlich die „Diaphragmen“ aus den Rhizomen, die dort im Bereich der Knoten den zentralen Hohlraum als flache Gewebeschichten durchzogen haben und bei der Vertorfung als runde Scheiben herausgelöst worden sind. Feine und dicke Wurzeln [diese bis 3 (—5) mm dick], die zusammen mit Schilfrhizomen auftreten, können zu *Phragmites* gehören, müssen es aber nicht, da gerade Schilfrhizome oft tief in schon vorhandene andersartige Torfbildungen eindringen (Verdrängungstorf-Bildung nach WEBER 1930, S. 60). Sichere makroskopische Kennzeichen für Schilfwurzeln gibt es nicht.

Mikroskopisch sind dicke Schilfwurzeln an Hand ihres anatomischen Baues auch fossil noch anzusprechen (siehe RUDOLPH 1917, S. 98). Leichter ist die histologische Ansprache der Organe des Sprosses, die sich durch die typische, aus Lang- und Kurzzellen zusammengesetzte Epidermis mit welligen Wänden auszeichnet (Abb. 82—85); die Kurzzellen, die oft sehr abgeflacht sind, stehen, im Gegensatz zu *Molinia*, normalerweise einzeln, nur gelegentlich treten zusätzliche kurze Zellen auf (RUDOLPH 1917, Taf. I); andererseits können die Kurzzellen über kurze Strecken auch ganz fehlen (Abb. 6, 7). Bei den Rhizomen und den anschließenden basalen Stengelteilen sind die Kurzzellen oft sehr stark flachgedrückt und dabei einseitig gekrümmt (Abb. 83, 84, 85), die Langzellen sind oft sehr dickwandig, wodurch ihre Zellumina extrem eingengt sein können; derartige „xeromorph“ erscheinende Epidermen gibt es sonst bei keiner Graminee. Auch die subepidermalen Schichten sind oft gut erhalten (Abb. 83, Querschnitt Abb. 99) und \pm sklerenchymatisch ausgebildet (so besonders an den basalen Stengelteilen: Abb. 85). Gegenüber den Epidermen der Achsenorgane sind die der gelegentlich erhalten bleibenden Niederblätter und Blattscheiden durch viel kürzere, dünnwandigere Langzellen ausgezeichnet und insofern sicherlich uncharakteristischer (Abb. 86, 87); hier findet man stellenweise noch gut erhaltene Spaltöffnungen (Abb. 86, 88).

13) *Rhynchospora alba* (weiße Schnabelsimse): Die vegetativen Reste dieser Art werden nur selten gefunden; es sind die basalen Teile der Sprosse: dicht mit gelblichbraunen Niederblättern und Blattscheiden besetzte, 2—3 mm breite und 2—4 cm lange Gebilde (Abb. 1), deren Achse mehr oder weniger vergangen ist. Die Länge der Niederblätter nimmt von der Basis, wo sie gut 5 mm lang sein können, zu den höheren Bereichen deutlich zu, die obersten können bis gegen 3 cm lang sein. Sie haben sämtlich einen flachen, scheidenartigen Randsaum (Abb. 30) und eine aufgesetzte, je nach der Insertionshöhe verschieden lange Spitze (bis 5—10 mm lang, Abb. 31, 32); diese ist vorn seitlich flachgedrückt, läßt aber die auslaufende Kante des einen der beiden Blattränder noch auf ihrer einen Seite erkennen. Solche Spitzen größerer Niederblätter findet man gelegentlich in aufbereiteten Torfproben. Die Epidermiszellen der dünnen Niederblatt-Randsäume (Abb. 44, 46) sind stets wesentlich kürzer als breit; ihre Längswände sind grob und unregelmäßig wellig, ihre Querwände sind auffällig kräftig. In der Niederblattmitte sind die Epidermiszellen dagegen stets länger als breit und mit regelmäßig

welligen Längswänden versehen (Abb. 3, 44, 45), deren Buchten und Zähne nie spitz zulaufen sondern \pm gleichmäßig gerundet sind. Über den Leitbündeln treten die Epidermiszellen in der Niederblattmitte wenig hervor, sie sind zugleich wesentlich schmäler als in den Zwischenräumen der Leitbündel. Unter der Epidermis ist hier eine Schicht relativ großer, etwa isodiametrischer, z. T. dunkelbrauner Zellen zu erkennen. In den Randsäumen fehlt diese tiefere Schicht.

Die Reste von *Rhynchospora alba* finden sich meist einzeln oder in kleinen, sehr selten in größeren Gruppen flachgedrückt auf horizontalen Spaltflächen von Hochmoortorfen.

Weit häufiger als die vegetativen Reste sind die lang eiförmigen Früchte von *Rhynchospora alba*, bei denen das dreieckige Griffelpolster sowie die Perigonborsten meist nicht erhalten sind; sie platzen oft von der Basis her auf, bleiben dann aber an ihrer Vorderkante meist miteinander verbunden. Die Ränder der Fruchthälften sind oft deutlich eingerollt.

14) *Rhynchospora fusca* (braune Schnabelsimse): Vegetative Reste dieser Art scheinen nie beobachtet worden zu sein; ihre mehr rundlichen Früchte, die sich gut von *Rhynchospora alba* unterscheiden lassen, sind vereinzelt gefunden worden.

15) *Scheuchzeria palustris* (Beise, Blasenbinse, ausführliche Beschreibung bei RUDOLPH 1917, S. 100—101): Die auffälligsten Reste sind die gelbbraunen bis rotbraunen, flachgedrückten (3—) 4—6 (—9) mm breiten Rhizome (Abb. 17, 18), deren meist etwas schräggestellte Knoten (2—) 3—5 (—7) cm Abstand haben können. An den Enden der Wuchsperiodenabschnitte sind die Rhizome mehr oder weniger verzweigt und von langen, etwas faserigen Nieder- oder Laubblattscheidenresten umgeben (Abb. 16, Querschnitt Abb. 92); hier verringert sich die Internodienlänge bis auf (0,2—) 0,5—2 (—2,5) cm. Auch in den unverzweigten, durch größere Internodienlänge gekennzeichneten Bereichen der Rhizome findet man bei sehr schwacher Zersetzung gelegentlich Niederblätter mit ziemlich entfernt stehenden Leitbündeln; meist sind die Niederblätter jedoch bis auf Leitbündelreste, die einen anliegenden Borstenkranz bilden, verschwunden. Die in dieser Weise „behaarten“ Knoten (Abb. 17) gelten als Kennzeichen von *Scheuchzeria* gegenüber (sehr schmalen) *Phragmites*-Rhizomen; beide unterscheiden sich sonst auch meist durch ihre Farbe (bei *Phragmites* oft grau- oder olivstichig, bei *Scheuchzeria* nie). Im Bereich der Knoten finden sich oft ein oder zwei Wurzellocher (bzw. Wurzeln), diese sind meistens etwas vom Knoten abgesetzt (bis 0,5 cm). Achselknospen, \pm dreieckig und 2—3 mm groß, sind nur selten gut ausgebildet bzw. gut erhalten.

Mikroskopische Merkmale des Rhizoms: Epidermiszellen (Abb. 50, 51) lang und schmal, etwa 8—12mal so lang wie breit (im Mittel etwa $10 \times 100 \mu$, mit geraden oder etwas schiefen Querwänden), Längswände dünn, nicht (auch nicht andeutungsweise) wellig, in ziemlich streng parallelen Längsreihen (Abb. 50), die sich nur gelegentlich gabeln oder mit anderen wieder zusammenlaufen. Hypoderm (Abb. 52) ziemlich dickwandig und reich getüpfelt, Zellen ähnlich lang und schmal wie die der Epidermis. Gelegentlich fehlt bei einem Rhizomstück die Epidermis, so daß dann das Hypoderm die oberste Gewebeschicht bildet.

Bei Niederblättern bzw. Blattscheiden (Abb. 53, 54), in deren Außenepidermen auch Spaltöffnungen vorkommen, ist der Bau der Epidermen grundsätzlich ähnlich, lediglich die Zellproportionen können abweichen (besonders stark bei der Niederblatt-

Innenepidermis, wo kurze rechteckige Zellen von 20—30 μ Breite mit \pm geraden Querwänden vorkommen: Abb. 54).

Sonstige Reste: Gelegentlich finden sich in aufbereiteten Torfproben sehr charakteristische (Nieder-)Blattspitzen, die leicht an ihrer Hydathode zu erkennen sind (Abb. 29); die Gebilde, die an eine Fingerspitze mit Fingernagel erinnern, können mit nichts verwechselt werden. Weiterhin findet man regelmäßig die schon makroskopisch auffälligen, abgerundet zylindrischen, glänzend dunkelbraunen Samen (etwa 2,5 mm dick, 3—4 mm lang), die leicht in der Längsrichtung aufspalten.

16) *Schoenoplectus lacustris* (= *Scirpus lacustris*, Teichbinse, Flechtbinse): Gelegentlich werden von dieser Art, die zweifellos in torfbildenden Pflanzengesellschaften vorkommen kann, Gewebereste aus Torfen angegeben; dem Verfasser sind sie bislang nicht begegnet. Die schwarzen, ziemlich großen, in Hälften aufspaltenden Früchte findet man hin und wieder in entsprechenden Ablagerungen, besonders in Mud- den.

17) *Sparganium*-Arten (Igelkolben): Es gilt das gleiche wie für *Schoenoplectus*; auch die *Sparganium*-Früchte (bzw. ihre Steinkerne, die von den — meist abgebildeten — ganzen Früchten morphologisch stark abweichen) werden gelegentlich fossil gefunden.

18) *Thelypteris palustris* (= *Dryopteris thelypteris*, Sumpffarn): In aufbereiteten Torfproben findet man nicht selten Reste dieser Art in Form von braunen Fiederchen letzter Ordnung oder Fragmenten davon, die auf Grund ihres Randes und ihrer Nervatur leicht angesprochen werden können (Abb. 39, 40). Ferner trifft man gelegentlich kleine schwarze, bischofsstabartig eingerollte Gebilde (wie Abb. 37, aber kleiner): vordere Teile der Rhachis kleiner bzw. junger Farnwedel, für die eine sichere Artbestimmung allerdings wohl nicht möglich ist. Recht häufig sind schließlich die Farnsporangien, die einer bestimmten Art oder Gattung in den meisten Fällen wohl ebenfalls nicht zugeordnet werden können. Da sie wegen ihrer Kleinheit auch von feinen Sieben nicht festgehalten werden, treten sie mikroskopisch nur im unaufbereiteten Torf (oder im zentrifugierten Fein-Material) in Erscheinung.

Alle übrigen, im folgenden zu beschreibenden *Thelypteris*-Reste findet man nur sehr selten in ausgesprochenen, wohl auf Schwingrasen-Verlandung zurückgehenden und ziemlich reinen *Thelypteris*-Torfen. In groben schwarzen Wurzelfilz eingelagert kommen hier — neben vereinzelt, vorn stark eingerollten größeren Rhachis-Teilen (Abb. 37) — die Rhizome vor: 3—5 mm dicke, rundliche, etwas gefurchte, meist 5—10 cm lange, gelegentlich gabelig verzweigte, tiefschwarze Achsen von mattem Glanz (Abb. 26, 27). In 2—4 cm Abstand können noch kurze, gebogene, am Ende aufgefaserte, schwarze Stümpfe von Wedelstielen erhalten sein, außerdem sitzen an ihnen in wechselndem Abstand (meist 1—2 cm) und unregelmäßig verteilt die etwa 0,5 mm dicken, schwarzen Wurzeln mit sehr reichlichen Seitenwurzeln, die streckenweise einen schwachen Wurzelhaar-Flaum tragen können. Die Rhizome sind nicht flachgedrückt, da ihre inneren Gewebe, die sie völlig ausfüllen, bei der Vertorfung nicht verschwinden.

In verschiedenartige Torf-Grundsubstanz eingebettet finden sich die Wedelreste; von ihnen treten die braunen Spreitenfragmente, die auch größere Teile von Fiedern umfassen können (Abb. 40), erst nach Aufbereitung der Proben in Erscheinung, dagegen fallen die dezimeterlangen, oft \pm parallel gelagerten Wedelstiele (samt anschließenden Rhachis-Teilen) schon makroskopisch ins Auge (Abb. 25). Sie sind frisch hell bräunlich orange, oxidiert olivbraun, an der Basis \pm schwarzbraun oder schwarz, (1,5—) 2—3

(—4) mm breit und \pm abgeflacht. In der Querrichtung sind sie sehr brüchig, in der Längsrichtung sind sie oft mit einem oder zwei Längswülsten versehen; hier zeichnen sich die Leitbündelscheiden ab, die im Inneren allein erhalten bleiben und nach Ablösen der äußeren Gewebe als 0,5 mm dicke Stränge (vgl. Abb. 37 rechts) sichtbar werden.

Mikroskopisch mehr oder weniger kennzeichnend erscheinen die dunkle, dickwandige, mit sehr schrägen Querwänden versehene Rhizomepidermis (Abb. 78), die Epidermis (mit Hypoderm) der Wedelstiele (Abb. 77) mit sehr langgestreckten, parallelrandigen Zellen und z. T. ziemlich schrägen Querwänden (Hypoderm mit schmaleren Zellen als die Epidermis) und schließlich die charakteristischen, etwa 30—80 μ dicken, \pm spitz zulaufenden Treppen-Tracheiden (Abb. 79, 80, 81), deren Bündel sich in Wurzeln, Rhizomen und Blattstielen finden; einzelne Tracheiden lassen sich aus diesen leicht herausquetschen oder herausziehen. Sie unterscheiden sich durch die viel schmaleren Wandverdickungen, die horizontal verlaufen oder nur schwach schraubig ansteigen, von den *Equisetum*-Tracheiden.

19) *Typha*-Arten (Rohrkolben): Es werden gelegentlich Gewebereste aus Torfen angegeben, die dem Verfasser jedoch bislang nicht begegnet sind. Hin und wieder findet man dagegen die langeiförmigen, aber mit einem spitzen Deckelchen versehenen, 1—1,3 mm langen, 0,3—0,4 mm dicken Samen.

20) *Trichophorum caespitosum* (= *Scirpus caespitosus*, Rasensimse; ausführliche Beschreibung bei GROSSE-BRAUCKMANN 1964, S. 623—624, siehe ferner auch POLAK 1929, S. 44, sowie GODWIN 1956, S. 246). Die erhalten bleibenden Reste sind mit braunen Niederblättern dicht besetzte Stengelbasen, die meist zu mehreren nebeneinander flachgedrückt im Torf liegen (Abb. 2). Die mehr oder weniger langgestreckt eiförmigen, vorn weder ausgefaserten noch zugespitzten Niederblätter sind 2—4 mm breit und 5—10 (—15) mm lang, glänzend, pergamentartig fest, besitzen keine zarten Randsäume und sind daher deutlich gegeneinander abgegrenzt. Die Leitbündel sind oft wenig scharf gegen ihre Zwischenräume abgesetzt, die mitunter nur (1—) 2—5 Zellreihen breit sind und sich auch nicht durch einen starken Farbkontrast gegen die Leitbündel abheben. Die Epidermiszellen (Abb. 47, 48, 49) sind überall deutlich länger als breit, über den Leitbündeln sind sie manchmal nur wenig, manchmal aber auch wesentlich schmaler als in den Zwischenräumen der Leitbündel. Die Längswände sind \pm unregelmäßig wellig und überhaupt recht variabel, wobei die Wellen teils flacher gerundet, teils aber auch ziemlich spitz erscheinen. Unter der Epidermis fällt eine oft gut erhaltene, stark braun gefärbte Zellschicht auf, deren Zellen stets deutlich länger als breit sind (2—5mal so lang wie breit).

Erstaunlicherweise wurden ihre Früchte in Torfen NW-Deutschlands meist nicht gefunden, obwohl die vegetativen Reste dieser Art nicht selten sind.

C. Merkmalsübersichten

- a) Kurze Übersicht über die wichtigsten krautigen Gewebereste im Torf nach makroskopischen Merkmalen in Form eines Bestimmungsschlüssels:
- 1 Rhizome, d. h. meist \pm flachgedrückte bandartige Gebilde mit in regelmäßigen Abständen stehenden Knoten, gelegentlich mit Niederblättern sowie mit Achselknospen oder Wurzeln bzw. Wurzellöchern in der Nähe der Knoten. (Zur

histologisch-mikroskopischen Unterscheidung der hierher gehörigen Arten siehe die Übersicht b; Gegenfrage 1' auf S. 33)

2 Rhizome von dunkler Farbe: dunkelbraun oder schwarz.

3 Rhizome sehr stark glänzend, tiefschwarz oder (gelegentlich) tiefdunkelrotbraun, in der Regel völlig flachgedrückt, 0,5—1,5 cm breit, mit deutlichen Knoten (ihr Abstand: mehrere Zentimeter), an diesen oft eine kragenförmige, in einen Kranz spitzer Zähne auslaufende Scheide (Abb. 35) sowie schwarze, z. T. ziemlich dicke Wurzeln.

Equisetum fluviatile (Schlamm-Schachtelhalm, vgl. S. 24).

3' Rhizome matt oder nur schwach glänzend, schwarz oder dunkelbräunlich (aber nie rotbraun), nicht oder nicht so stark flachgedrückt, weder mit auffälligen, scharf abgesetzten Knoten noch mit gezähnten Scheiden und dicken Wurzeln.

4 Rhizome frisch dunkelbräunlich und etwas glänzend („bronzebraun“), oxidiert schwärzlich, Knoten wenig auffällig und ziemlich eng stehend (1—2 cm Abstand), gelegentlich mit parallelnervigen, lang dreieckigen Niederblättern. Im Inneren der Rhizome ein Bündel auffallend rötlicher, etwa 0,5 mm dicker, sehr dicht gelagerter Fasern (Abb. 24 rechts unten), daher die manchmal in wechselnder Richtung flachgedrückten Rhizome meist noch 2—4 (—6) mm dick. In den Torfen zugleich stets die kennzeichnenden Stengelbasen (siehe Nr. 13).

Cladium mariscus (Schneide, vgl. S. 23).

4' Rhizome mit mattem Glanz, stets tiefschwarz, nicht nennenswert flachgedrückt, 3—5 mm dick, ohne auffällige Knoten (Abb. 26, 27). Nur selten vorkommend und dann nur in sehr schwach zersetzten Torfen, die zugleich durch zahlreiche dünne, stark verzweigte, schwarze Wurzeln (Abb. 28, 38) ausgezeichnet sind.

Thelypteris palustris (Sumpffarn, vgl. S. 30).

2' Rhizome bleich bis gelblich, allenfalls hell- bis mittelbraun, aber nie tiefbraun bis schwärzlich.

5 Rhizome (Abb. 14, 15) sehr klein und zart: nur 1—3 mm, sehr selten bis 4 mm breit, nie von Blattscheiden umhüllt, höchstens mit einigen faserigen Resten davon, Internodien meist 1—2 cm, selten bis 3 cm lang. Zugleich mit ihnen oft filzig behaart erscheinende, gegen 1 mm dicke Wurzeln (Abb. 62) vorkommend.

Carex limosa (Schlamm-Segge, vgl. S. 22).

(Anmerkung: bei auffällig längsgefurchten, meist 2—3 mm breiten, hellbräunlichen bis olivbraunen strohhalmartigen Gebilden ohne Knoten (Abb. 25) handelt es sich um Wedelstiele von *Thelypteris palustris*.)

5' Rhizome breiter, nur in Ausnahmefällen 3—4 mm breit, dann aber entweder mit Internodien, die länger als 3 cm sind, oder dicht von Blattscheiden oder Niederblättern umgeben.

6 Breite normal ausgebildeter Rhizome 1 cm und mehr.

- 7 Rhizome kräftig, frisch glatt oder etwas wellig, trocken meist ebenso, in zwei pergamentartige Schichten aufspaltbar. Knoten deutlich, in meist 7 und mehr cm Abstand stehend, in ihrer Nähe oft flache, rundliche Seitenknospen (Abb. 22).

Phragmites communis (Schilfrohr, vgl. S. 27).

- 7' Rhizome ziemlich weich, mit matter Oberfläche, frisch glatt oder schwach gefältelt, trocken seidenpapierartig knittrig, oft in mehrere Schichten aufzuspalten. Knoten wenig auffällig, oft verhältnismäßig eng stehend. Keine auffälligen Seitenknospen.

Menyanthes trifoliata (Fieberklee, vgl. S. 26).

- 6' Rhizome normalerweise 4—9 mm breit.

- 8 Niederblätter oder Blattscheiden in der Regel nicht mehr vorhanden. Internodien länger als 2,5 cm.

- 9 An den deutlichen Knoten meist ein Kranz von anliegenden, steifen, dünnen Borsten verschiedener Länge (Abb. 17: Gefäßreste von Niederblättern; diese selbst nur ausnahmsweise gut erhalten). Rhizome (3—) 4—6 (—9) mm breit, Internodien bis 5 cm lang, ziemlich glatt, hellbraun bis etwas dunkler rötlich braun.

Scheuchzeria palustris (Beise, vgl. S. 29).

- 9' Knoten ohne Borstenkranz. Farbe der geblichen Rhizome oft etwas nach grau oder oliv neigend: sehr schwach entwickelte Rhizome von

Phragmites communis (Schilfrohr, vgl. S. 27).

- 8' Von Niederblättern oder Blattscheiden dicht umgebene Rhizome, Internodien etwa 0,5 bis 2 cm lang.

- 10 In der Regel unverzweigte Rhizome mit meist gut erhaltenen, langgezogenen dreieckigen Niederblättern.

Carex lasiocarpa (Fadensegge, vgl. S. 23).

- 10' Häufig mehr oder weniger verzweigte Rhizome mit unscharf begrenzten, an der Spitze auffasernden Resten von Blattscheiden oder langen Niederblättern (Abb. 16): Ausläufernden von

Scheuchzeria palustris (Beise, vgl. S. 29).

- 1' Andersartige Reste, d. h. keine bandartigen, langgestreckten, in größeren Abständen mit Knoten versehene Gebilde.

- 11 Stengelbasen: meist \pm langgestreckte Gebilde mit hohlem oder von weichen Zersetzungsprodukten gefülltem Innenraum. Rinde mit \pm dichtstehenden Blattnarben und oft einigen Wurzellöchern.

- 12 Ziemlich weiche, dünnwandige, zylindrische Gebilde (3—5 mm Durchmesser, kaum 10 mm Höhe, Abb. 11 rechts, 33) mit 2—4 mm langen,

0,5 mm dicken Sklerenchymspindeln (Abb. 34) in ihrem sonst leeren Inneren.

Eriophorum vaginatum (scheidiges Wollgras, vgl. S. 25).

12' Größere, auf der einen Seite oft etwas zugespitzte, auf der anderen abgerundete Gebilde, mindestens 7 mm dick und 2 cm hoch, mit kräftiger (2—3 mm dicker) Rinde.

13 Stengelbasen graubräunlich bis dunkel, kräftig, oft nicht sehr viel höher als dick (Dicke 1—2 cm, Höhe 3—5 cm, Abb. 23 links), im Inneren mit einer lockeren, grobfaserigen (Abb. 23 rechts), auffallend rötlichbraunen Masse (oft schmutzig karmin oder auch bräunlich-orange).

Cladium mariscus (Schneide, vgl. S. 23).

13' Stengelbasen (rot-)braun, meist von ziemlich schlanker Form (Dicke 7—12 mm, Höhe 2—3,5 cm, Abb. 13), im Inneren hohl oder mit einem weichen, etwas krümeligen Material von ähnlicher Farbe wie die Rinde.

Eriophorum angustifolium (schmalblättriges Wollgras, vgl. S. 25).

11' Keine Stengelbasen: Pflanzenreste von anderer Art.

14 Mehr oder weniger faserige Blattscheiden oder Niederblattreste, die meist irgendwelche Achsenorgane dicht umhüllen. Die Achsenorgane sind dabei rundlich oder abgeflacht und mindestens 3 mm breit.

15 Blattscheiden nur in kleinen, jeweils zu einem einzigen Sproß gehörigen Bündeln vorkommend (Abb. 12), eng, manchmal fast stielartig zusammengedrängt, dabei aber meist ziehharmonikaartig zerknittert, rotbraun, dicht von Fasern durchzogen, aber trotzdem stets leicht zu zerreißen. Im Inneren in der Regel noch die schlanke Stengelbasis erhalten (vgl. Nr. 13').

Eriophorum angustifolium (schmalblättriges Wollgras, vgl. S. 25).

15' Blattscheidenbündel mehrerer Sprosse dicht beieinanderliegend, daher oft ganze Lagen oder (größere oder kleinere) „Linsen“ im Torf bildend.

16 Faserige Blattscheiden bzw. basale Teile langer Niederblätter hell, ziemlich kurz, oft durch noch vorhandene Epidermis deutlich glänzend, meist etwas fächerartig ausgebreitet (Abb. 16). Fasern recht locker (Abstände etwa 0,5 mm), dicker als bei der folgenden Art, nicht sehr fest, manchmal gekrümmt oder etwas wellig. Im Inneren der Blattscheiden \pm verzweigte Rhizome mit eng stehenden Knoten (vgl. Nr. 10'), die sich durch die Blattscheiden hindurch mehr oder weniger abzeichnen.

Scheuchzeria palustris (Beise, vgl. S. 29).

16' Faserige Blattscheiden dunkel, oft ziemlich lang, in wergartigen dicken Bündeln, entweder pinselartig auffasernd (Abb. 11) oder am Ende wieder dichter zusammengedrängt (Abb. 10). Fasern in den Blattscheiden sehr dicht stehend, sehr dünn und fest, daher die dichten Blattscheidenbündel kaum mit der Hand zu zerreißen. In ihrem Inneren oft (aber nicht immer) die kleinen gestauchten Achsen (Abb. 11 rechts), die sich nicht äußerlich abzeichnen, aber die man meist bereits zwischen Daumen und Zeigefinger fühlen kann (vgl. Nr. 12).

Eriophorum vaginatum (scheidiges Wollgras, vgl. S. 25).

14' Keine Blattscheiden der beschriebenen Ausbildung vorhanden.

17 Dicht gedrängte, ziemlich feste, glänzend dunkelbraune, vorn nicht auffasernde, deutlich gegeneinander abgegrenzte Niederblätter, 2—4 mm breit, 5—10 (—15) mm lang, an 1—4 (—10) cm langen Sprossen, die einzeln oder in kleinen Gruppen flach im Torf liegen (Abb. 2).

Trichophorum caespitosum (Rasensimse, vgl. S. 31).

17' Hellere, gelbliche, nie glänzend braune Gebilde von meist 2—5 cm Länge, die einzeln oder in kleinen, selten größeren Gruppen horizontal im Torf liegen.

18 Basale, flachgedrückte Sproßteile, die von gelblich braunen, unten kurzen, nach oben länger (bis 2 cm) werdenden Niederblättern und Blattscheiden dicht umgeben und mit diesen 2—3 mm breit sind; vom Stengel ist nichts zu erkennen (Abb. 1). Niederblätter vorn in eine \pm lange Spitze zusammengezogen, ihre Ränder blattscheidenartig dünn (Abb. 30). Die Sproßbasen kommen meist einzeln und nur selten in Gruppen vor.

Rhynchospora alba (Schnabelbinse, vgl. S. 28).

18' Basale Stengelteile ohne Niederblattreste, in verschiedenem Maße flachgedrückt, in der Nähe ihrer Basis keulenartig verbreitert (etwa 5 mm breit) bzw. angeschwollen, einschließlich des allmählich verschmälerten oberen Teils, der jedoch ganz oder teilweise fehlen kann, bis zu 5 cm lang (Abb. 19, 20).

Molinia coerulea (Bentgras, vgl. S. 27).

b) Kurze Übersicht der histologischen Unterschiede von in Torf vorkommenden Rhizomen (nicht ihrer Niederblätter!) in Form eines Bestimmungsschlüssels:

1 Epidermis dunkelbraun.

2 Epidermis (und einige sie unterlagernde Zellschichten) ohne fest anhaftende tiefere Gewebe.

- 3 Epidermiszellen etwa 20—24 μ breit und 10- bis 20mal so lang, ihre Seitenwände regelmäßig getüpfelt und — besonders nach KOH-Behandlung — stark wellig miteinander verzahnt (Abb. 64, 65, 66).

Equisetum fluviatile.

- 3' Zellen 40—50 μ breit, ihre Querwände unregelmäßig gestellt, ihre Seitenwände nicht wellig: Hypoderm — nach Verlust der Epidermis — von

Equisetum fluviatile.

- 2' Epidermis normalerweise nicht leicht von den gut erhaltenen tieferen Geweben zu lösen. Ihre Zellen glattwandig, mit zum Teil sehr schrägen Querwänden, etwa 20 μ breit (Abb. 78).

Thelypteris palustris.

- 1' Epidermis heller, nicht auffallend dunkelbraun.

- 4 Wände der Epidermiszellen nicht oder nicht deutlich wellig.

- 5 Epidermiszellen von sehr unregelmäßigen Umrißformen (z. T. bogig oder sehr grob wellig: Abb. 4), verhältnismäßig breit, in der subepidermalen Schicht \pm regelmäßig verteilte auffällige dunkle Zellen.

Cladium mariscus (siehe auch Nr. 8).

- 5' Epidermiszellen von gleichmäßigerem Umriß, mit geraden Wänden. Subepidermale Schicht, sofern vorhanden, ohne dunkle Zellen.

- 6 Epidermiszellen lang und schmal (meist etwa 8- bis 12mal so lang wie breit: 8—15 x 60—150 μ , Abb. 51), in der Mehrzahl langgestreckt trapezförmig, daher in ziemlich streng parallel verlaufenden Reihen angeordnet (Abb. 50), deren Zahl sich nur hier und da durch Hinzutreten oder Fortfall einer Reihe (bzw. Gabelung einer Reihe oder Zusammenlaufen von zwei Reihen) verändert. Zellen der subepidermalen Schicht von ähnlicher Form wie die der Epidermis, aber dickwandig und stark getüpfelt (Abb. 52).

Scheuchzeria palustris.

(Anmerkung: histologisch etwas ähnlich erscheinen die Epidermen bzw. Hypoderme der Wedelstiele von *Thelypteris*, sie stehen jedoch noch strenger in parallelen Reihen, und ihre Zellen sind nicht getüpfelt und wesentlich länger; vgl. Abb. 77.)

- 6' Epidermiszellen breiter (meist etwa 4- bis 6mal so lang wie breit: 20—30 x 80—150 μ , Abb. 56, 57), teils trapezförmig, teils langgestreckt fünf- bis sechseckig, in parallelen Reihen, bei denen jedoch immer wieder Zellreihen neu eingeschaltet sind oder verschwinden (Abb. 55). Meist keine weitere Zellschicht unter der Epidermis (mitunter nur Cuticula erhalten!), wenn doch, dann aus breiteren und nicht dickwandigen Zellen.

Menyanthes trifoliata.

- 4' Epidermiszellen mit deutlich welligen Längswänden.

- 7 Die Epidermis besteht neben langen aus wesentlich kürzeren Zellen, die z. T. deutlich kürzer als breit sein können (Abb. 6, 7, 82—88). Normalerweise wechseln Lang- und Kurzzellen regelmäßig miteinander, manchmal treten auch zwei Kurzzellen unmittelbar nebeneinander auf. Die

Zellwände der Rhizom-Epidermis sind auffallend stark verdickt, so daß das Zellumen manchmal extrem eingeengt ist (Abb. 82, 85).

Phragmites communis.

(Anmerkung: eine ähnliche *Gramineen*epidermis, jedoch mit meist dünneren Zellwänden und je zwei nebeneinanderstehenden Kurzzellen von verschiedenartiger Form (Abb. 8, 9, 102), besitzen die Speicher-Internodien von *Molinia coerulea*.)

7' Die Epidermis besteht nur aus Zellen von \pm einheitlicher Länge und besitzt niemals sehr stark verdickte Wände.

8 Wellige Verzahnungen der verhältnismäßig breiten Zellen sehr grob und nicht sehr regelmäßig (Abb. 5). In der subepidermalen Schicht \pm regelmäßig verteilte, auffällig dunkle Zellen.

Cladium mariscus.

8' Epidermiszellen schmal und langgestreckt, in der Mehrzahl etwa 8- bis 15mal so lang wie breit, ihre Seitenwände stark, regelmäßig und eng gewellt.

9 Hypoderm mit schmalen, bastartig dickwandigen Sklerenchymzellen (Abb. 60), die am Ende eines Rhizomrestes, wo sie isoliert „herauspießen“ (Abb. 61), besonders deutlich werden; sie sind ungefähr so breit wie die Epidermiszellen.

Carex limosa.

9' Hypodermzellen mit derben Wänden, aber nicht bastzellenartig, etwa doppelt so breit wie die Epidermiszellen, getüpfelt.

Carex lasiocarpa.

c) Feine schwarze oder dunkelbraune Wurzeln im Torf (nach KOH-Aufbereitung, unter Berücksichtigung mikroskopischer Merkmale):

1 Wurzeln dünnwandig, gegen hellen Untergrund bräunlich durchscheinend, hohl, daher leicht umknickend. Rhizodermiszellen von der Fläche rechteckig (z. T. auch quadratisch), also Querwände rechtwinklig abgehend. Meist noch einige wesentlich dickere Wurzeln sowie glänzende Rhizome vorhanden.

Equisetum fluviatile.

1' Wurzeln dickwandig, auch nach KOH-Aufbereitung völlig undurchsichtig bleibend, steif, nicht leicht abknickend. Rhizodermiszellen von der Fläche trapezförmig, also Querwände \pm schief stehend. In etwas dickeren Wurzeln die für die Art typischen Tracheiden.

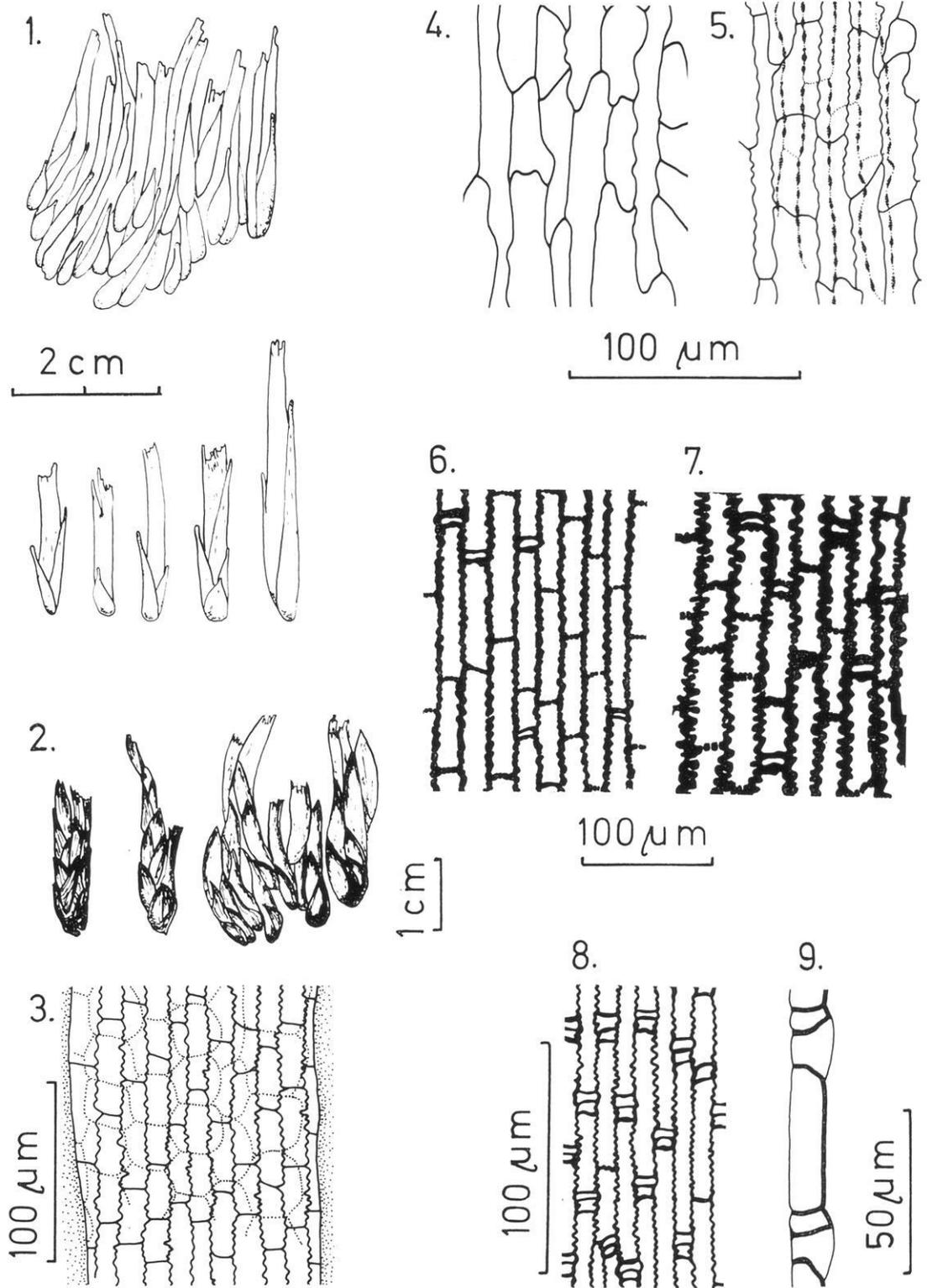
Thelypteris palustris.

d) Eine Gegenüberstellung der mikroskopischen Unterschiede zwischen den Tracheiden von *Thelypteris* und *Equisetum* sowie zwischen den Niederblättern von *Trichophorum caespitosum* und *Rhynchospora alba* kann den Beschreibungen dieser Arten entnommen werden.

(Das Literaturverzeichnis folgt im zweiten Teil des Beitrages.)

Tafel 1: Verschiedene Zeichnungen.

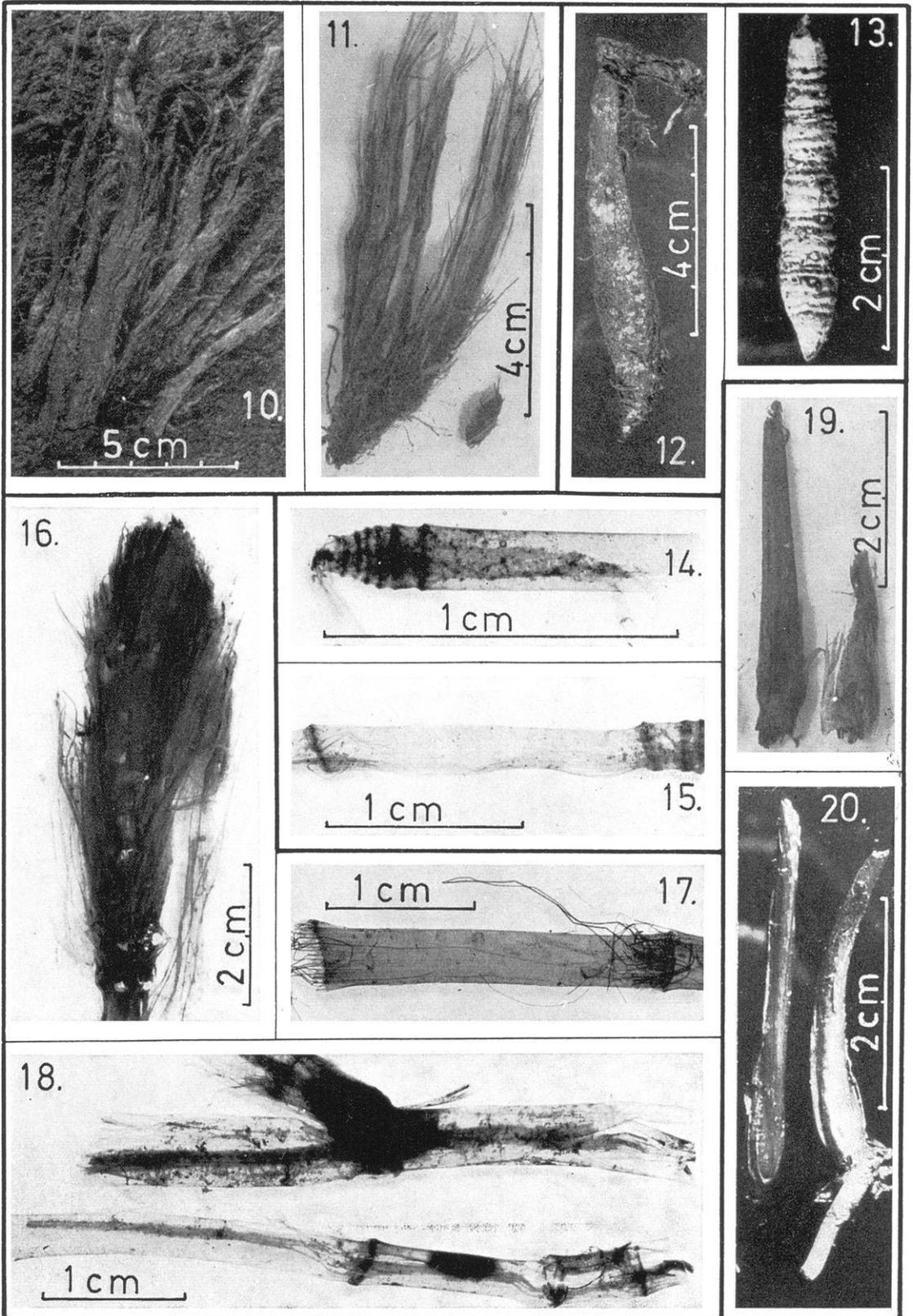
- Abb. 1: *Rhynchospora alba*, von Niederblättern umgebene Stengelbasen, unten einzeln, oben dicht horstartig gedrängt (natürl. Größe).
- Abb. 2: *Trichophorum caespitosum*, von Niederblättern umgebene Stengelbasen, teils einzeln, teils horstartig (nat. Größe, aus GROSSE-BRAUCKMANN 1964).
- Abb. 3: *Rhynchospora alba*, Epidermis von der Niederblatt-Unterseite zwischen zwei Leitbündeln (rechts und links, punktiert); die an die Epidermis anschließende Zellschicht z. T. punktiert angedeutet (250fach).
- Abb. 4: *Cladium mariscus*, Rhizom-Epidermis aus einem Bereich mit schwach bzw. unregelmäßig welligen Zellwänden (320fach).
- Abb. 5: *Cladium*, Rhizom-Epidermis aus einem Bereich mit z. T. regelmäßig welligen Zellwänden. Subepidermale, stark getüpfelte Zellschicht z. T. punktiert angedeutet (320fach).
- Abb. 6 und 7: *Phragmites communis*, Rhizom-Epidermis mit nur stellenweise ausgebildeten Kurzzellen und verschieden kräftigen Zellwänden (180fach).
- Abb. 8: *Molinia coerulea*, Epidermis eines Speicher-Internodiums (320fach).
- Abb. 9: *Molinia*, Kurz- und Langzellen der Epidermis im Längsschnitt (450fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 1: Abb. 1—9 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 2: Pflanzenreste aus oligo- bis mesotrophen Torfen, makroskopisch.

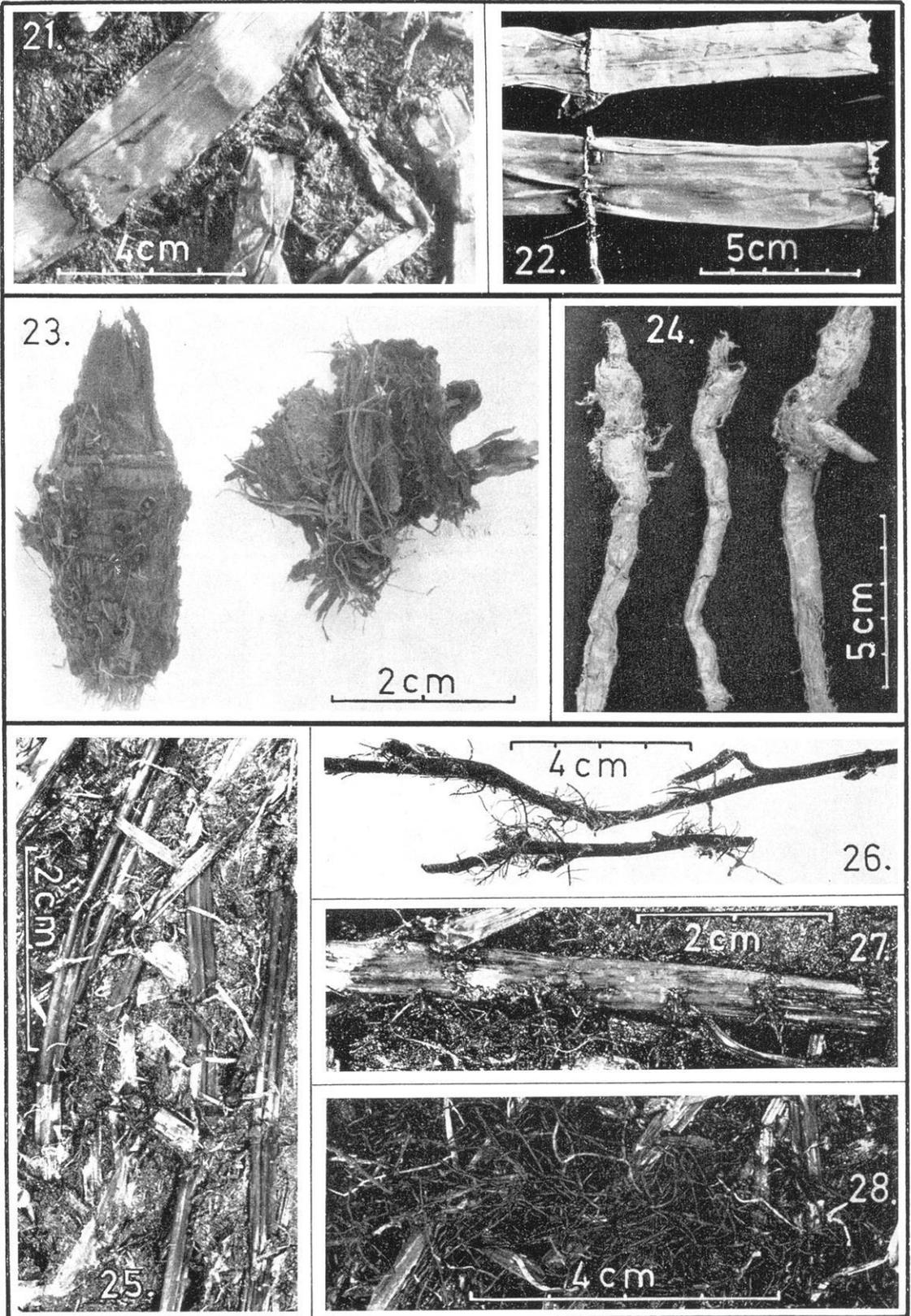
- Abb. 10: *Eriophorum vaginatum*, mehrere Blattscheiden-Bündel in Sphagnumtorf auf horizontaler Spaltfläche (0,5 der natürl. Größe).
- Abb. 11: *Eriophorum vaginatum*, sehr gut erhaltenes Blattscheiden-Bündel, in Wasser etwas aufgelockert; rechts unten ein isoliertes Stück einer Grundachse (0,75 der natürl. Größe).
- Abb. 12: *Eriophorum angustifolium*, von gut erhaltenen Blattscheiden völlig umgebene, daher sehr dick erscheinende Stengelbasis (0,75 der natürl. Größe).
- Abb. 13: *Eriophorum angustifolium*, Stengelbasis ohne Reste von Blattscheiden (1,3fach).
- Abb. 14: *Carex limosa*, vorderes Stück eines Ausläufers mit Resten des Zentralzylinders und vorn sehr eng stehenden Knoten (5fach).
- Abb. 15: *Carex limosa*, Stück eines Ausläufers mit einem langen und zwei kurzen Internodien; am linken Knoten Leitbündelreste des zersetzten Blattes (2,8fach).
- Abb. 16: *Scheuchzeria palustris*, von Nieder- oder Laubblattscheiden-Resten dicht umgebenes Ende eines Wuchsabschnittes (natürl. Größe).
- Abb. 17: *Scheuchzeria*, flachgedrücktes Rhizom ohne Zentralzylinder; von den Niederblättern noch Leitbündelreste erhalten (2fach).
- Abb. 18: *Scheuchzeria*, Rhizomstücke, z. T. verzweigt, mit gut erhaltenen Zentralzylinder-Resten (2fach).
- Abb. 19: *Molinia coerulea*, basale Speicher-Internodien, links gut, rechts nur z. T. erhalten (1,25fach).
- Abb. 20: *Molinia*, gut erhaltene basale Speicher-Internodien (1,5fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 2: Abb. 10—20 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

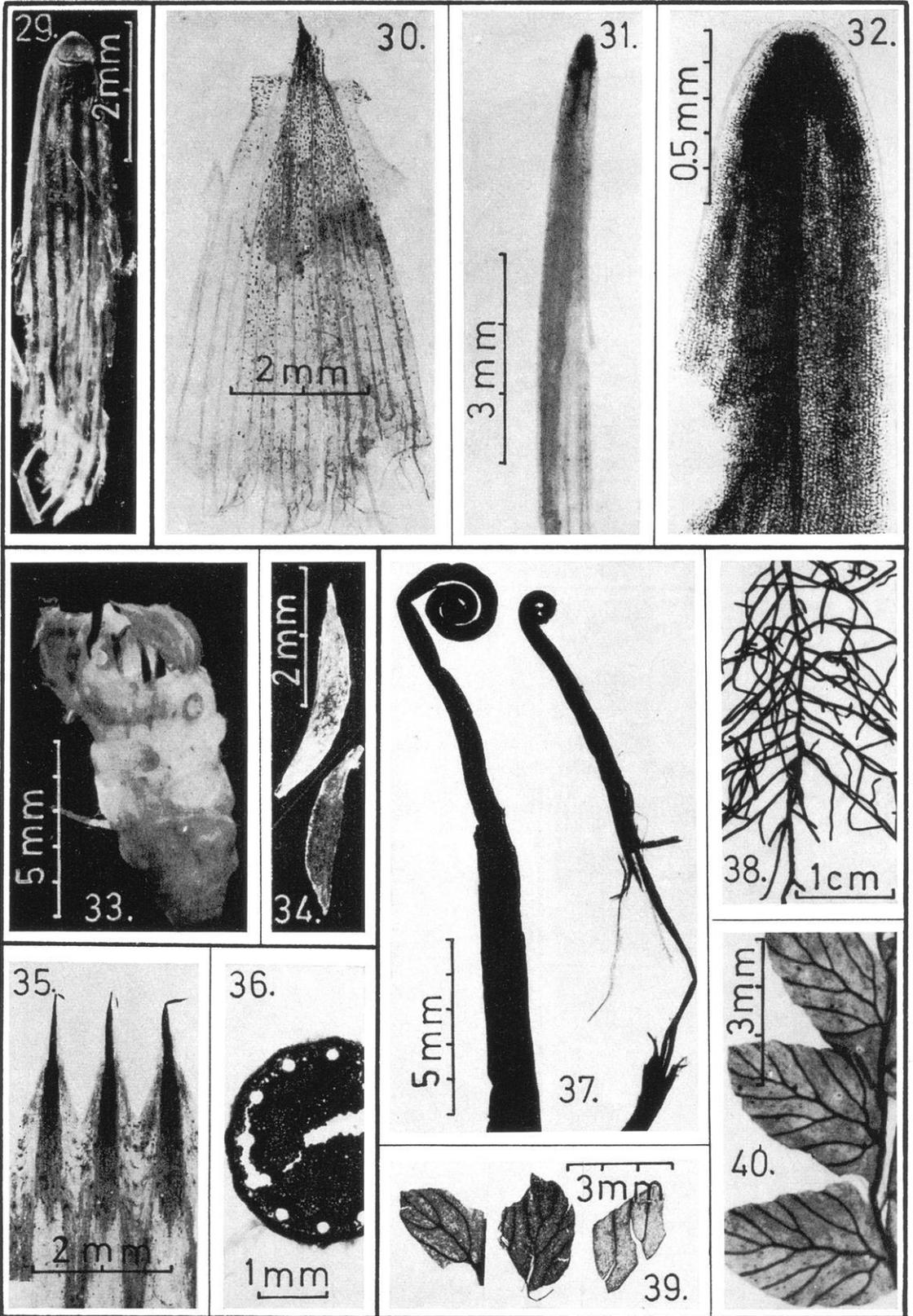
Tafel 3: Pflanzenreste aus (meso- bis) eutrophen Torfen, makroskopisch.

- Abb. 21: *Phragmites communis*, Rhizome in ziemlich schwach zersetzter Wurzelfilz-Grundsubstanz (0,67 der natürl. Größe).
- Abb. 22: *Phragmites*, zwei sehr kräftig entwickelte Rhizomstücke, das untere mit gut erhaltener Wurzel und deutlicher Knospe (0,45 der natürl. Größe).
- Abb. 23: *Cladium mariscus*, kräftige Stengelbasen, die linke noch mit Resten der Blattscheiden, die rechte geöffnet, um die grobfaserigen Zentralzylinder-Reste sichtbar zu machen (1,25fach).
- Abb. 24: *Cladium*, Stengelbasen mit ansitzenden Rhizomstücken, z. T. mit geringen Blattscheidenresten; am rechten Stück unten die faserigen Zentralzylinder-Reste des Rhizoms nach Entfernung seiner Rinde sichtbar, von der angeschwollenen Stengelbasis geht außerdem ein neues Rhizomstück ab (0,5 der natürl. Größe).
- Abb. 25: *Thelypteris palustris*, Wedelstiele bzw. Rhachisstücke neben anderen Resten (vermutlich *Carex*-Rhizomstücke) in schwach zersetztem Torf (1,4fach).
- Abb. 26: *Thelypteris*, sehr gut erhaltene Rhizome mit einigen Wurzeln sowie Ansätzen der Wedelstiele, so z. B. am oberen Rhizom in der Mitte der rechten Hälfte (0,64 der natürl. Größe).
- Abb. 27: *Thelypteris*, Rhizom in schwach zersetztem Torf (1,4fach).
- Abb. 28: *Thelypteris*, sehr schwach zersetzte, dünne Wurzeln als Hauptkomponente eines Torfes (1,1fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 3: Abb. 21—28 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

- Tafel 4: Pflanzenreste, die meist erst in aufbereiteten Torfen und bei Untersuchung mit der Lupe erfaßt werden.
- Abb. 29: *Scheuchzeria palustris*, Spitze eines (Nieder-)Blattes mit deutlicher Hydathode (10fach).
- Abb. 30: *Rhynchospora alba*, Niederblatt niedriger Insertionshöhe, mit kräftigem Scheidenteil (Randsäume!) und schwach entwickelter Spreite (10fach).
- Abb. 31: *Rhynchospora*, vorderer Spreiten-Teil eines \pm hoch inserierenden (Nieder-)Blattes (10fach).
- Abb. 32: *Rhynchospora*, Blattspreitenspitze (50fach).
- Abb. 33: *Eriophorum vaginatum*, Grundachse ohne Reste von Blattscheiden oder Fasern, mit einigen Wurzellöchern, oben mit mehreren herausragenden Sklerenchymspindeln (5fach).
- Abb. 34: *Eriophorum vag.*, Sklerenchymspindeln aus der Grundachse (10fach).
- Abb. 35: *Equisetum fluviatile*, Teil einer gut erhalten gebliebenen Scheide mit ihren (Blatt-)Zähnen (10fach).
- Abb. 36: *Equisetum fluv.*, „Diaphragma“ aus einem Knoten einer ziemlich dünnen Achse (10fach).
- Abb. 37: *Thelypteris palustris*, stark eingerollte, da unentwickelt gebliebene Blatt- bzw. Rachisspitzen; bei dem rechten Stück treten nach Entfernung der äußeren Gewebeschichten in der Mitte die Tracheidenbündel (dünn) bzw. ihre Scheiden (dicker) hervor (5fach).
- Abb. 38: *Thelypteris*, stark verzweigte feine Wurzel (1,4fach).
- Abb. 39: *Thelypteris*, Fragmente von Fiedern letzter Ordnung (5fach).
- Abb. 40: *Thelypteris*, sehr gut erhaltenes Stück einer Fieder (7fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 4: Abb. 29—40 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 5: Gewebereste aus oligotrophen Torfen (*Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora alba*, *Trichophorum caespitosum*).

Abb. 41: *Eriophorum vaginatum*, Blattscheiden-Epidermis neben dem Rand eines Leitbündels bzw. des dazugehörigen Sklerenchymstranges; obere Hälfte des Bildes bei etwas höherer, untere bei etwas tieferer Mikroskopeinstellung fotografiert (250fach).

Abb. 42: *Eriophorum*, Ausschnitt aus Abb. 41, sonst ebenso (500fach).

Abb. 43: *Eriophorum*, Blattscheiden-Epidermis mit zwei Leitbündeln bzw. Sklerenchymsträngen, Übersichtsaufnahme (80fach).

Abb. 44: *Rhynchospora alba*, Scheidenteil eines Niederblattes, mit dünnem Randsaum (rechts) und dickerem Mittelstück (Hauptteil des Bildes) mit kräftigen Leitbündeln und einzelnen stark gefärbten Mesophyllzellen (60fach).

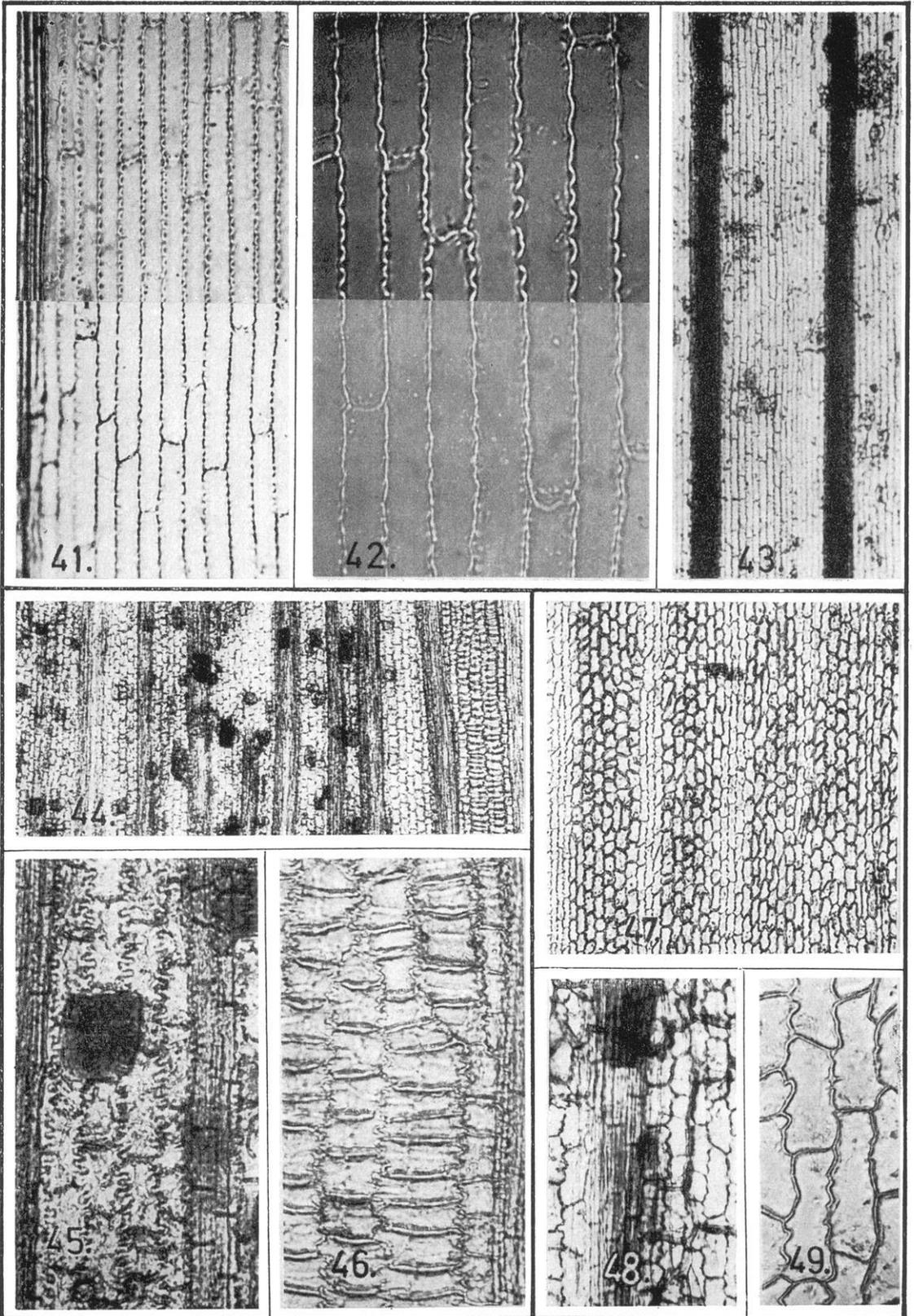
Abb. 45: *Rhynchospora*, Ausschnitt aus der linken oberen Ecke der Abb. 44, mit langgestreckten Epidermiszellen zwischen zwei Leitbündeln und dunklen Mesophyllzellen (300fach).

Abb. 46: *Rhynchospora*, Ausschnitt aus der rechten oberen Ecke der Abb. 44, mit kurzen Epidermiszellen (300fach).

Abb. 47: *Trichophorum caespitosum*, Niederblatt-Epidermis; die Streifen schmaler Zellen zeigen die ursprüngliche Lage der Leitbündel (60fach).

Abb. 48: *Trichophorum*, Niederblatt-Epidermis und unterlagernde Gewebe im Bereich eines Leitbündels, z. T. verpilzt (150fach).

Abb. 49: *Trichophorum*, Niederblatt-Epidermis (300fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 5: Abb. 41—49 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 6: Gewebereste aus oligo- bis \pm mesotrophen Torfen (*Scheuchzeria palustris*, *Menyanthes trifoliata* und *Carex limosa*).

Abb. 50: *Scheuchzeria*, Rhizom-Epidermis, Übersicht (125fach).

Abb. 51: *Scheuchzeria*, Rhizom-Epidermis (250fach).

Abb. 52: *Scheuchzeria*, Rhizom-Epidermis, außer am oberen Rand ist unter dieser das dickwandige, stark getüpfelte Hypoderm zu erkennen (250fach).

Abb. 53: *Scheuchzeria*, Niederblatt-Epidermis mit zwei Spaltöffnungen (250fach).

Abb. 54: *Scheuchzeria*, Niederblatt-Epidermis mit sehr breiten rechteckigen Zellen und ohne Spaltöffnungen (125fach).

Abb. 55: *Menyanthes*, Epidermis, Übersicht (50fach).

Abb. 56: *Menyanthes*, Epidermis mit teilweise sichtbarer anschließender Schicht (125fach).

Abb. 57: *Menyanthes*, isolierte Epidermis (125fach).

Abb. 58: *Menyanthes*, Epidermis (wohl von einer Blattscheide) mit Spaltöffnung (50fach).

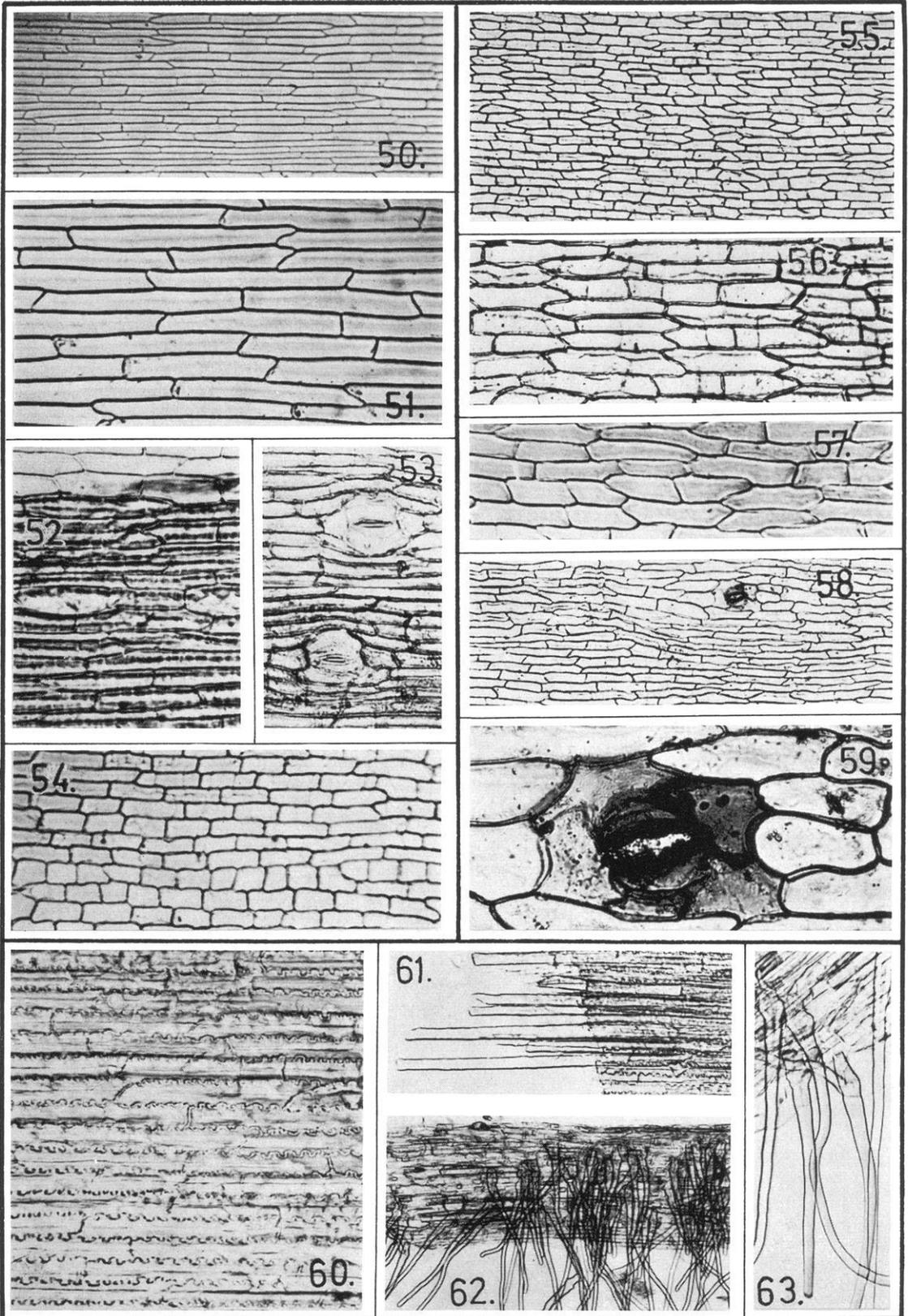
Abb. 59: *Menyanthes*, Spaltöffnung: Ausschnitt aus Abb. 58 (250fach).

Abb. 60: *Carex limosa*, Rhizom-Epidermis, das unterlagernde Hypoderm teilweise schwach sichtbar (250fach).

Abb. 61: *Carex limosa*, Rhizom-Epidermis und -Hypoderm, dessen Zellen nach Zerreißen des Rhizoms nach links über den Riß hinausragen (125fach).

Abb. 62: *Carex limosa*, Stück einer ziemlich kräftigen Wurzel mit dichten Wurzelhaaren (50fach).

Abb. 63: *Carex limosa*, dickwandige Wurzelhaare; teilweise Ausschnitt vom linken Rand der Abb. 62 (125fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 6: Abb. 50—63 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 7: Gewebereste von *Equisetum fluviatile*.

Abb. 64: Rhizom-Epidermis, Übersicht (50fach).

Abb. 65: Rhizom-Epidermis, zum größten Teil Ausschnitt aus der Mitte von Abb. 64 (125fach).

Abb. 66: Rhizom-Epidermis, Zellen teilweise auffällig dunkel gefärbt (125fach).

Abb. 67: Epidermis einer Rhizom-Scheide (die Zähne sind rechts zu denken), mit Spaltöffnungen und dunklen Einzelzellen (125fach).

Abb. 68: Gewebe eines sehr kleinen „Diaphragmas“ (125fach).

Abb. 69: Ende einer Tracheide (aus einer dicken Wurzel, 125fach).

Abb. 70: Tracheide, teilweise entspiralisiert (125fach).

Abb. 71: Bündel von zwei Tracheiden, oben abgerissen (250fach).

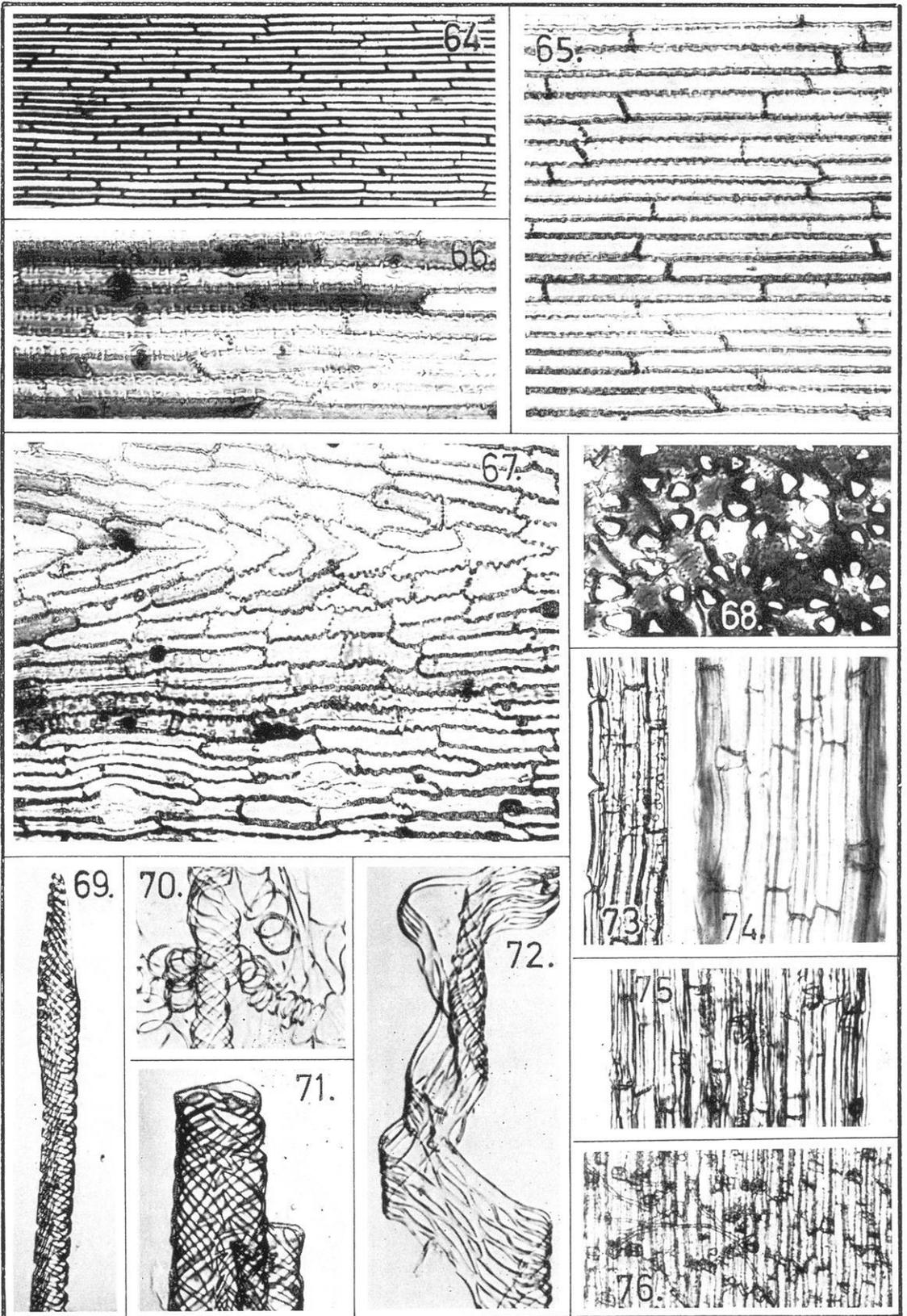
Abb. 72: Tracheide, z. T. abgewickelt (250fach).

Abb. 73: Randsaum einer knapp 0,2 mm dicken Wurzel (125fach).

Abb. 74: Radizelle mit einigen verkürzten neben normalen langen Rhizodermiszellen (125fach).

Abb. 75: Radizelle ähnlich Abb. 74 (125fach).

Abb. 76: Ziemlich dicke Wurzel (Ausschnitt der aufpräparierten Rhizodermis) mit zahlreichen verkürzten, z. T. Wurzelhaare tragenden Zellen (50fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 7: Abb. 64—76 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 8: Gewebereste aus \pm eutrophen Torfen (*Thelypteris palustris*, *Phragmites communis*).

Abb. 77: *Thelypteris*, Epidermis (und subepidermale Lage) eines Wechselstieles bzw. einer Rhachis (250fach).

Abb. 78: *Thelypteris*, sehr dünne, leicht abzulösende Rhizom-Epidermis (125fach).

Abb. 79: *Thelypteris*, Enden von zwei Tracheiden aus einem Rhizom (125fach).

Abb. 80: *Thelypteris*, Stück aus einem kleinen Tracheidenbündel (250fach).

Abb. 81: *Thelypteris*, Stück einer kräftigen Tracheide (250fach).

Abb. 82: *Phragmites*, Rhizom-Epidermis (250fach).

Abb. 83: *Phragmites*, Rhizom-Epidermis mit auffällig wechselnden, teils deutlich konturierten, teils undeutlichen Langzellen (250fach).

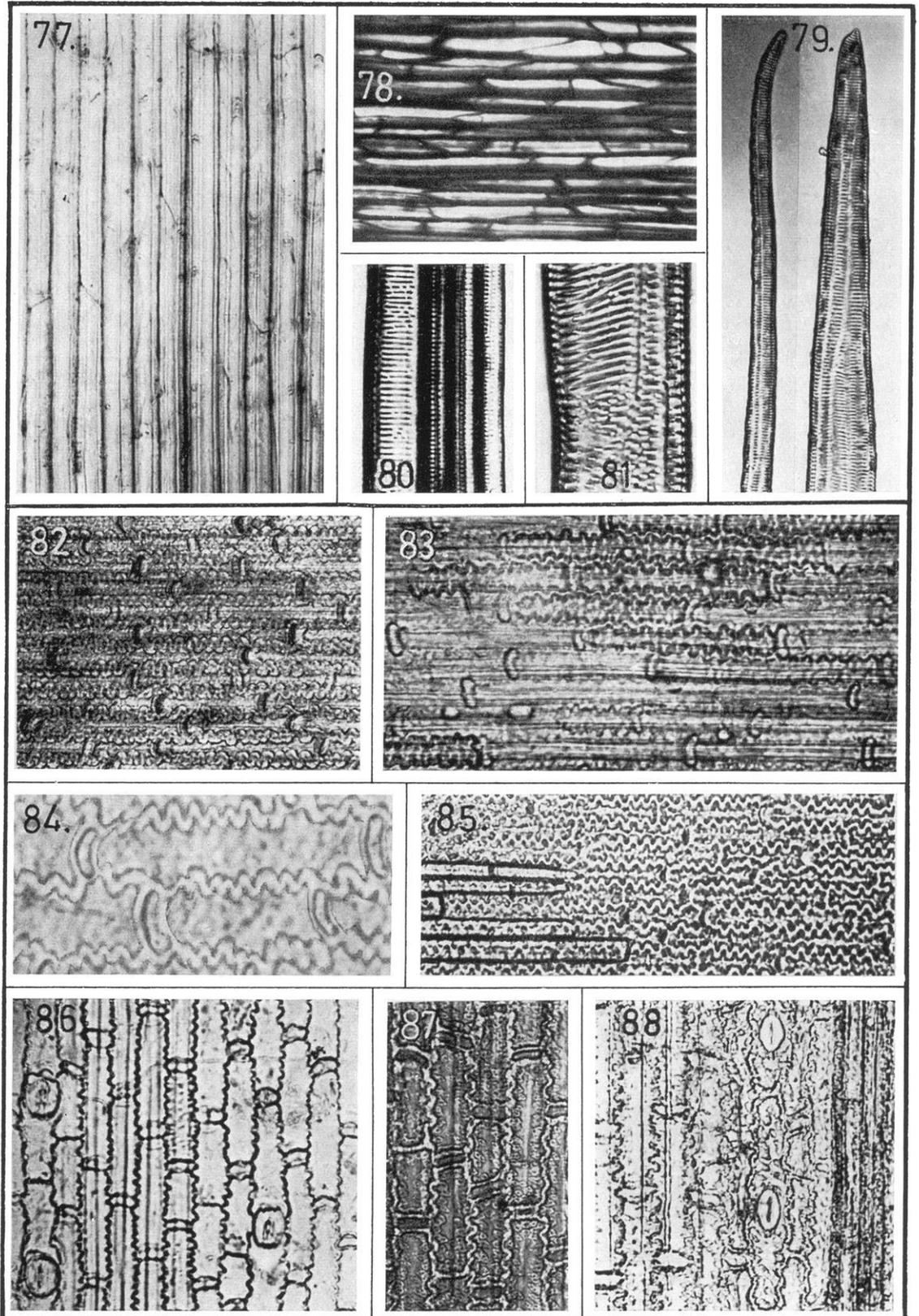
Abb. 84: *Phragmites*, Rhizom-Epidermis mit sehr komprimierten Kurzzellen (Zellwände wegen schwacher Kontraste etwas retuschiert, 720fach).

Abb. 85: *Phragmites*, Epidermis vom basalen Teil eines Stengels, links unten noch mit einigen Hypodermiszellen (250fach).

Abb. 86: *Phragmites*, Niederblatt-Epidermis, mit Leitbündel und Spaltöffnungen (250fach).

Abb. 87: *Phragmites*, Blattscheiden-Epidermis (250fach).

Abb. 88: *Phragmites*, Blattscheiden-Epidermis, mit Leitbündel und Spaltöffnungen.



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 8: Abb. 77—88 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

Tafel 9: Schnitte einiger Torf-Pflanzenreste

Abb. 89: *Eriophorum vaginatum*, Grundachse mit Sklerenchymspindeln, quer (50fach).

Abb. 90: *Eriophorum vaginatum*, Sklerenchymspindel quer (125fach).

Abb. 91: *Eriophorum vaginatum*, Reste von Blattscheiden (Epidermen, Leitbündel und ihre Sklerenchymstränge) in dichter Lagerung (50fach).

Abb. 92: *Scheuchzeria palustris*, Rhizom-Querschnitt mit gut erhaltenen subepidermalen Schichten sowie Leitbündel-Resten (unten), umgeben von Niederblatt- (oder Blattscheiden-) Resten (oben), diese ebenfalls mit Leitbündelresten (125fach).

Abb. 93: *Scheuchzeria*, Rhizom-Querschnitt ähnlich Abb. 92, aber subepidermale Schichten nur schlecht erhalten (125fach).

Abb. 94: *Scheuchzeria*, Rhizom ähnlich Abb. 92 (250fach).

Abb. 95: *Scheuchzeria*, Rhizom-Epidermis von den subepidermalen Schichten losgelöst (250fach).

Abb. 96: *Scheuchzeria*, losgelöste Rhizom-Epidermis im Querschnitt (500fach).

Abb. 97: *Menyanthes trifoliata*, isolierte Epidermis, teilweise nur noch ihre Außenwand, im Querschnitt (250fach).

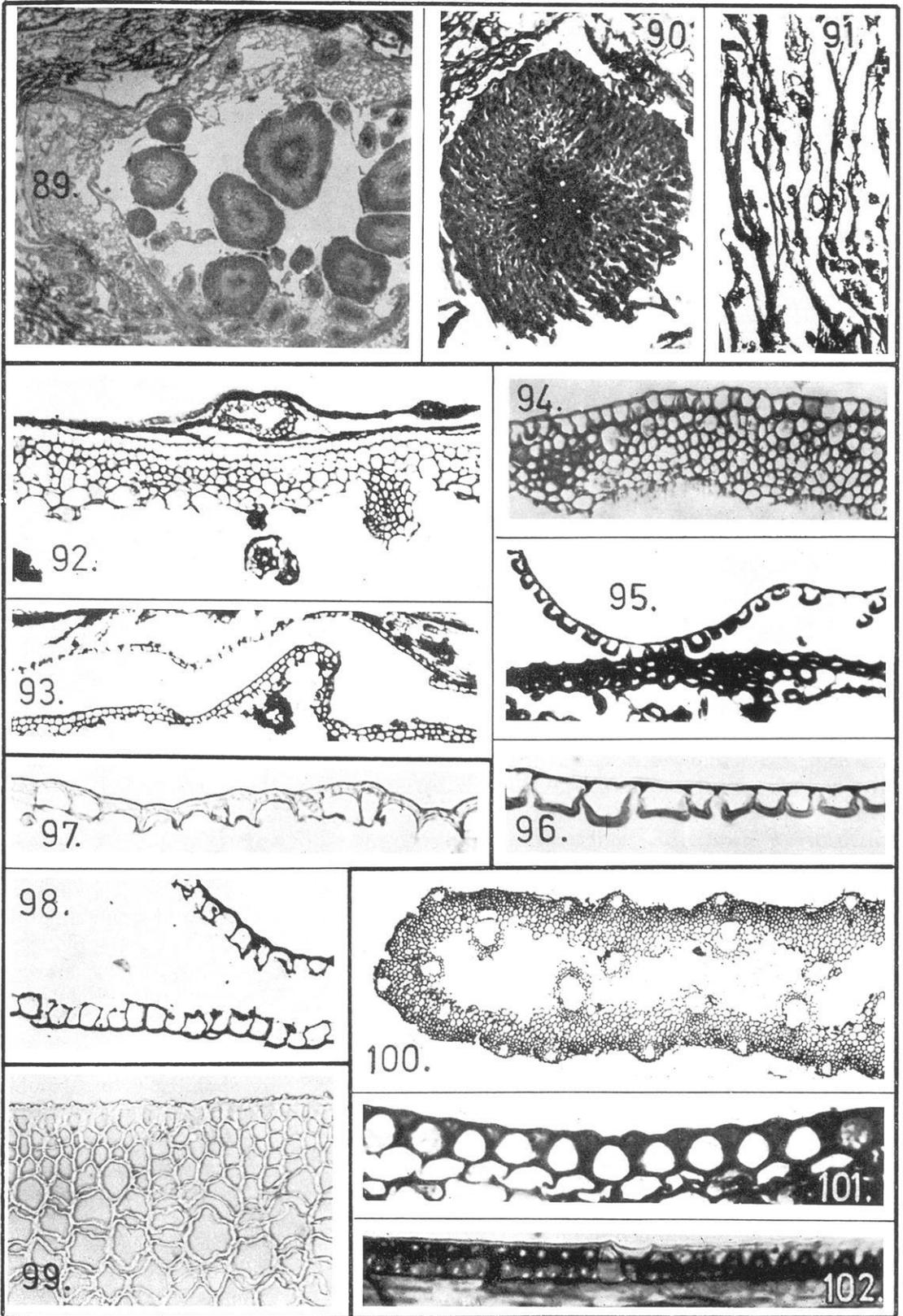
Abb. 98: *Menyanthes*, zwei zueinander gehörige Epidermen, sonst ähnlich Abb. 97 (125fach).

Abb. 99: *Phragmites communis*, dickwandige Epidermis und anschließende Gewebe eines sehr gut erhaltenen Rhizoms (250fach).

Abb. 100: *Molinia coerulea*, Teil eines Speicher-Internodiums, etwas flachgedrückt, aber sonst gut erhalten, im Querschnitt (50fach).

Abb. 101: *Molinia*, Epidermis eines Speicher-Internodiums im Querschnitt (500fach).

Abb. 102: *Molinia*, Epidermis eines Speicher-Internodiums im Längsschnitt, in der Mitte das charakteristische Kurzzellen-Paar (500fach).



Pflanzliche Makrofossilien, Tafel 9: Abb. 89—102 (G. GROSSE-BRAUCKMANN)

