

# Kritische Beiträge zur Kenntniss des Torfes.

Von Dr. J. Früh,

Cantonschullehrer in Trogen (Appenzell).

Mit einer lithogr. Tafel (Nr. XII).

Die folgenden Mittheilungen stützen sich auf die Untersuchung von über 100 Torfproben aus der Schweiz, Böhmen, Ostpreussen, Sachsen, Mecklenburg, Oldenburg, Hannover, Holland und Frankreich durch ca. 1600 in Wort und Skizze protokollirte Präparate. .

## A. Brackwassertorf?

In den „*Archives néerlandaises des sciences etc.*“, Taf. XIII, pag. 466 ff., Harlem 1878“ hat Herr Dr. Seelheim eine interessante Studie veröffentlicht über die „*tourbières d'eau saumâtre*“. Der betreffende Torf oder „*Derrie*“ findet sich auf den Inseln Wälchern, Zuid Beveland, Tholen und Schouwen im Mündungsgebiet der Schelde und des Merve de unter folgenden, nach brieflichen Mittheilungen des Autors ergänzten Lagerungsverhältnissen:

1. 1—4 Meter Sand und Thon mit marinen Mollusken, Foraminiferen und Schwammnadeln (Zeeklei = *Mecresthon* der holländ. Geologen; conf. Posthumus und van Bemmelen, Atlas van Nederland, tweede Druk Amsterdam 1881, Nr. 2 und 20).

2. 1—1.5 Meter Torf, dessen Oberfläche nirgends den normalen Stand des Seespiegels erreicht, sondern meist 2—3 Meter A. P. (unter dem Amsterdamer Pegel) liegt.

3. Eine dünne Lehmschicht mit „*coquilles marines*“.

4. Flugsand des Diluvium, zu oberst mit etwas jüngerem Material vermischt, in welchem marine Spongiennadeln und Diatomeen vorkommen.

Es soll dieser ziemlich aschenreiche Torf seines Salzgehaltes wegen daraufhin ausgelaugt worden sein und vorherrschend aus *Arundo Phragmites* L. bestehen, während *Carex*- und *Juncus*-Arten nicht gefunden wurden; dagegen zeigen sich im Sand des Liegenden Aeste und Zweige von Bäumen (Coniferen u. a.) eingeschwemmt.

Es handelte sich offenbar zunächst darum, den Nachweis für die brackische Lebensweise des Schilfrohes zu liefern. Der Autor weist hin auf die üppigen, bis 3 Meter hohen Phragmites in Canälen, z. B. dem neuen Nordseecanal bei Velzen, dessen Wasser etwa 30% Meerwasser, also ein Drittel des Salzgehaltes der offenen See enthält. Da die chemische Analyse jener Riesenhalme einen überwiegenden (sechsfachen) Gehalt an Natrium und Chlor aufweist gegenüber den Binnenlandpflanzen, die daselbst kaum 1 Meter hoch werden, so erblickt Seelheim in dem Drittel des Salzgehaltes einen günstigeren Einfluss auf das Wachstum des Schilfrohes als im süßen Wasser, und wird so veranlasst, jene grossen Formen als Brackwasserformen aufzufassen. Da sich ferner im Canal bei Velzen die Neubildung des Derrie aus Phragmitesresten beobachten lässt, und zwar in einer Form, welche sich von der seeländischen Torfschicht gar nicht unterscheidet, der bedeutende Salzgehalt dieser letzteren ein Factum ist, grössere Hebungen und Senkungen aber nicht anzunehmen sind, so wird Seelheim dazu geführt, jenen seeländischen Derrie als „Brackwassertorf“ zu bezeichnen. Seelheim denkt sich den Torf auf Alluvium der Flüsse entstanden, welches seewärts nach und nach durch eine Dünenkette so geschützt wurde, dass *Phragmites* waldartig vegetiren konnte, indem das wenige durch Dünenlücken (zum Theil Flussmündungen) hereintretende Seewasser das Gedeihen des Röhrichts förderte. Als sich aber die Flussarme (Flussmündungen?) erweiterten und der Salzgehalt zunahm, wurde die Vegetation erdrückt und mit Meeresalluvium zugedeckt, das erst durch Eindeichung vom benutzenden Element getrennt wurde.

Diesen Erörterungen ist nun entgegenzuhalten, dass das Schilfrohr in Binnenlandgewässern ebenso kräftig vegetiren kann; so erreicht es z. B. am Bodensee 2·7 Meter. Dass der Salzgehalt sich auch durch spätere Infiltration aus dem Hangenden erklären liesse; denn der Boden der Brackwasserbuchten und des Meeres hat wohl durchschnittlich denselben Salzgehalt wie das betreffende Wasser. Herr Prof. Dr. van Bemmelen theilt mir auf Grund zahlreicher Analysen gütigst folgende Ergebnisse über Chlorgehalt mit: Nordsee 1·9 Procent; Zuidersee 0·6 Procent; Thon des Bodens, des (nun ausgetrockneten) Y = 0·4 bis 0·7 Procent; „Soussol“ (ebenfalls Thon) des Y = 0·37—0·65 Procent; Torf im Boden des Y = 0·34 Procent; Torf in einer Tiefe von 1·5 Meter unter dem Y = 0·57 Procent.

Dass *Phragmites* salziges Wasser bis auf einen gewissen Grad ertragen kann, lehrt dessen allgemeine Verbreitung an den deutschen und dänischen Küsten und den betreffenden Canälen. Auch ist bekannt, dass es in den Marschländern zum Theil allein den Darg gebildet hat. Ob es bis auf 20 Kilometer Entfernung von der jetzigen Küste fortkommen könnte, wie dies nach den Fundorten im Seeland thatsächlich der Fall war, hat man allerdings gegenwärtig keine Gelegenheit zu beobachten. Es dürfte daher eine eingehende mikroskopische Analyse der Pflanzenreste ebenso gewichtig erscheinen, als die chemische Analyse des Torfes und des brackischen Schilfrohes. Leider hat mir Herr Dr. Seelheim bis heute keine Probe des seeländischen Torfes verschaffen können, dagegen zwei Muster von

frischem „Brackwassertorf“ von Nykerk

(südl. der Zuidersee), „der mit süßem Wasser nur durch Regen in Berührung kommt“. Ich fand folgende Zusammensetzung:

1. Grössere Probe.

a) Mit Hilfe der Pincette sortirte Gemengtheile:

aa) Vegetabilische: Ein halbes Blatt von *Fagus sylvatica*, mehrere Zweigstücke von *Betula*, 1—1.25 Centimeter lang; ziemlich viele Rindenstücke von *Betula* bis 1 Quadratcentimeter gross; Stück eines Blattes von *Salix spec.*? Zweigstück von *Quercus* mit Knospen. Ein stark macerirtes, fauliges Stück Tannenholz. Zweige von *Calluna* (*Erica*?) Viele schwarze, glänzende Radizellen von Dicotyledonen (*Salix*? *Vaccinium*?) mit viel in Ulmin verwandelten Gerbstoffmassen in Rinde, Mark und Markstrahlen. Ziemlich viele Reste von *Phragmites*, als: 0.5—2 Centimeter lange Stengelstückchen, meist gespalten oder schief abgeschnitten, selten ein Knotenstück. — Hypneen; *Ulva*, jung, schön grün.

bb) Animalische: Fischwirbel, Cycloidschuppen von Fischen; *Campanularia*; lebende Borstenwürmer, Reste von Bryozoen, des Badeschwammes und Foraminiferen. Ziemlich viel Flügeldecken von *Donacia* und kleine Schnecken, die von Herrn Clessin als die brackische *Hydrobia stagnalis* var. *baltica* erkannt wurden.

cc) Cokestückchen.

b) Feinere Gemeingtheile:

Radizellen, Stengel- und Blattreste von *Phragmites* und anderen Gramineen; dann ziemlich viele Reste (Krümmelchen) von derselben Zusammensetzung wie norddeutsche Hochmoore als: *Sphagnum cymbifolium* Ehrh., auch *S. cymbifolium* var. *Austini* Sulliv., *S. cuspidatum* Ehrh. in Blatt- und Stengelstücken und Sporen; Radizellen, Rindentheile und Pollenkörner von *Calluna* (*Erica*), Pollenkörner von *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Pinus*, Tüpfelzellen von Laubhölzern. Braune Mycelfäden, wie solche häufig im Haidetorf angetroffen werden. Pilz- und Flechtensporen. Krümelig macerirte Blattstücke von Hypneen. Marine Diatomeen: *Coscinodiscus*, *Actinoptychus*; einige Nematoden, Bruchstücke von Kieselnadeln, die mit denjenigen von *Spongilla* übereinstimmen. Eingestreut Kieselscheibchen.

2. Kleinere Probe:

a) Makroskopisch: Blattreste und 4—5 Centimeter lange Stengelstücke von *Phragmites*; zwei 5 Centimeter messende Stengelstücke von Cyperaceen (*Carex*), an dem einen Ende verkohlt. Ferner noch folgende kaum angegriffene und eher wie frisch gedörrt aussehende Pflanzentheile: 5—6 Centimeter lange Cyperaceenblätter, Stücke von Grashalmen, Rindenstücke von *Betula*, die Hälfte eines Eichenblattes; ein 4—5 und ein 2.5 Centimeter langes Zweigstück von *Quercus* mit Knospen, ein 3 Centimeter langes Sprossstück von *Phragmites*; ein 4 Centimeter langes, mit blauer Oelfarbe bestrichenes, scharf schief abgeschnittenes Stengelstück des Schilfrohrs; ein grösseres Stück einer Rispe, wahrscheinlich von *Panicum miliaceum* L.

b) Unter dem Mikroskop beobachtete ich nebst Blattresten von *Phragmites*, isolirten Netz- und Spiralgefässen und Epidermis von Gräsern und Cyperaceen recht häufig Derivate von Rasen- und Hochmoortorf, als: ziemlich viele Blattreste und Sporen von Sphagneen, zum Theile schon stark zersetzt, worunter *S. cymbifolium* Ehrh. erkannt werden konnte, Pollenkörner von *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Calluna*, *Pinus*; Rindentheile und Radizellen von *Calluna*, Sporen von Farnkräutern; Gefässreste von Laubholz. Ziemlich viel freie Ulminkügelchen, wohl aus *Betula*- und *Alnus*resten herstammend, dann viele braune Mycelfäden.

Beide Proben gleichen makroskopisch grobem Häcksel, durchaus nicht einer verfilzten Masse, wie sie ein Arundinetum und der Darg der Marschländer darbieten und sind zum grössten Theile Schwemmproducte aus Mooren, Wald- und Culturegebieten, welche sich, ob schon an und für sich recht leicht, in dem zwischen Schilfrohrhalmen recht sanft fliessenden Wasser absetzen konnten, woselbst sie sich mit einigen brackischen oder marinen Algen und Thierformen mischten.

Es ist deshalb kaum anzunehmen, dass diese beiden Proben für den seeländischen Derrie typisch sein können. Sollte dies jedoch zutreffen, so würde er jedenfalls keine autochthone Torfschicht repräsentiren. Daher ist es wohl richtiger, dieselbe vorläufig noch als ein Glied jener echten Landtorf-Formation aufzufassen, welche an der französischen Küste von Biarritz bis zur Somme, an der belgischen, holländischen, deutschen, dänischen, schwedischen, englisch-schottischen und irischen Küste durch Senkung derselben submarin und mit echt marinen Niederschlägen bedeckt worden ist, — bis eine nochmalige mikroskopische Analyse des Torfes verschiedener Fundorte die betreffenden Rasen- und Hochmoorpflanzen ausschliesst oder denselben als eine allochthone Bildung nachweist.

Die scheinbar marinen Torfe sind von Arendts, Ehrenberg, Griesebach, Forchhammer, Schuhmann, Prestel (Der Boden der ostfriesischen Halbinsel, Emden 1870), Geickie (Prehistoric Europe, London 1881), Früh (Torf und Dopplerit, Zürich 1883, ferner im Archiv für Naturgeschichte von Mecklenburg, Bd. 38, Güstrow 1884) u. A. besprochen und als echte Landtorfe oder Schwemmgebilde nachgewiesen worden.

Dessenungeachtet will ich bei dieser Gelegenheit noch einige hierauf bezügliche Untersuchungen mittheilen.

#### a) Holländische Torfe,

erhalten von Dr. Seelheim:

1. Frischer, noch feuchter Torf von Noordwyk (westl. von Leyden), von der See ausgespült. Rasenmoor: ein *Hypneto-Caricetum*; es zeigt viele Radizellen und Hypneenreste; ziemlich viele Reste von *Nymphaea*, Samen und Blattreste von *Menyanthes trifoliata*, vereinzelt Pollenkörner von *Betula*, *Nymphaea*, *Pinus*, von Gräsern; einige Nadelstücke von *Spongilla*. Kieselscheibchen und Schwefeleisen, keine Spur von marinen Einschlüssen.

2. „Unter der Düne bei Oberveen, 1 Meter über dem Wasserspiegel.“ Hellbraun, hart, zeigt mit der Loupe viele

Quarzkörner und Radizellen von Gramineen, erweist sich bei der mikroskopischen Prüfung als ein stark zersetzter Torf, wahrscheinlich Waldtorf; grösstentheils zusammengesetzt aus Resten von Laubholz *gen.?* von Farnkräutern (Sporangien, Sporen, Treppengefässe), viele Radizellen von Gramineen. In der Asche viel Quarzkörner und Kiesel-scheibchen; er erinnert ganz an Martörw-Sorten.

### 3. Nieuwe-Diep (de Helder):

α) „2, 8 Meter unter der Oberfläche.“ Hochmoor, ein *Calluneto-Eriophoretosphagnetum*.

β) „4·4 Meter — A. P.“

Ein Rasen- bis Waldmoor, reich an Quarzkörnern und ver-kieselten Zellhäuten von Gramineen (*Lithostylidium Ehrb.*), zu denen sich *Melosirae* und *Pinnulariae* gesellen. Daneben Radizellen, homogen ulmifizierte Holzzellen, Treppengefässe und Sporen von Farnkräutern (wahrscheinlich *Pteris aquilina L.*), Markstrahlen von Laubhölzern, vereinzelt Pollenkörner von *Pinus*, *Calluna (Erica)*, *Tilia*, Sphagnumsporen.

γ) „7·47—8 Meter — A. P.“

Braun, erdig. Viel feinen Quarzsand abgerechnet, besteht dieser Torf aus nicht näher definirbaren Parenchym- und Prosenchym-resten höherer Pflanzen (Gramineen und Cyperaceen), vielen Radizellen, ziemlich viel und mannigfach gestalteten Spongillanadeln, Süßwasserdiatomeen und Desmidiaceen (*Pediastrum Boryanum Men.*), Holzzellen von *Filices*.

Es zeigen diese drei Stufen auf eine schöne Weise die Ausfüllung eines wahrscheinlich seichten Strandsees durch Rasenmoor, über welchem sich später ein Hochmoor auflagerte.

### 4. Darg aus den Wadden zwischen der Insel Ameland und Friesland.

Die noch feuchte Probe ist schwarzbraun, fast papierdünn geschichtet und stellt ein *Hypneto-Caricetum* dar, welches vorherrschend gebildet wird aus Hypneen, die oft stark zer-setzt sind, dann Radizellen und Pollenkörner von Gramineen; eingestreut sind Pollenkörner von *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus?* *Corylus*, *Tilia*, Sphagnumsporen. Die zahlreich vertretenen Nadeln von *Spongilla* und einige Süßwasserdiatomeen wie *Pinnularia* und *Melosira* sprechen für eine Bildung in einem stillstehenden oder sanft fließenden Gewässer. Durch den Contact mit dem Meerwasser erhielt dieser Torf einige Bruckstücke von *Coscinodiscus*.

Ein Blick auf die geologische Karte von Friesland (van B e m m e l e n, Blatt 6) lehrt, dass die Insel Ameland früher mit dem Festlande zusammenhing und dass der vorliegende Torf durch Bohrung an der Landseite von Ameland sowohl, als an der Küste von Friesland gefunden wurde. Prestel (l. c. pag. 10 u. 11) sagt: „Darg oder Torf findet sich in Schichten und Bänken von mehr oder minderer Mächtigkeit unter dem Sand der Dünen und dem Watt eingelagert. Die Dargschichten, welche am Watt liegen, sind eine Fortsetzung der Torflager im Marschboden des Festlandes, wie sich dies bei Deichbauten und bei Deichbrüchen überall gezeigt hat“, und pag. 20: „Die Dargschichten, welche

sich unter den Dünen der Inseln hindurchziehen und deren Köpfe am Strande nördlich von den Inseln zu Tage ausgehen, sind höchst wahrscheinlich eine Fortsetzung der Torfschichten im Marschgebiet.<sup>4</sup> Die dünne, dem Dysodil ähnliche Schichtung (Schieferung) wurde nicht blos durch die zahlreichen Moosblättchen, sondern namentlich durch den Druck des überlagernden Alluviums (Zeeklei) erzeugt, welche an dieser Stelle bis auf die Dargschicht von den Meeresfluthen weggespült worden ist.

5. Bohrung auf dem Neumarkt in Amsterdam, 4·7—5·1 Meter unter der Oberfläche.

Ein stark zersetzter, schwarzbrauner, erdiger Torf, welcher namentlich Stücke eines Laubholzes enthält und unter dem Mikroskop aus Hypneen, Cyperaceen, Gramineen (Radizellen, Epidermis, grosse Spiralgefässe) und Farnkräutern (Treppengefässe, Holzzellen, Sporen) zusammengesetzt erscheint, gemischt mit Pollenkörnern von *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Iris Pseudacorus* L., einigen Sporen von *Sphagnum* und einem Blattrest von *S. cymbifolium* Ehrh., welcher letzterer indess nicht hindern kann, diese Probe als einem Rasenmoor angehörend zu diagnosticiren.

6. Vlakte auf Zuid Beveland, 0·4 Meter unter der Oberfläche. Ein schwarzbrauner, stark ulmificirter Torf, der durch Druck schieferig erscheint. Er besteht fast ausschliesslich aus Radizellen, Zweigstücken, Nadeln und Pollenkörnern von *Calluna* (*Erica?* *Ledum?*), Epidermisresten von *Eriophorum vaginatum*, Sporen von Sphagneen mit Pollenkörnern von *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Tilia*, braunen für Haidetorf und Moorende charakteristischen Mycelfäden. — Wenig Mineralsplitter, Quarzscheibchen, mithin ein Hochmoor, und zwar ein ausgezeichnetes *Calluneto-Eriophoretum*! Wahrscheinlich ist diese Probe nur die Decke des betreffenden Torflagers.

7. Kampen (Mündung der Yssel in die Zuidersee), 4 Meter — A. P.

Stark lumificirt, grösstentheils aus Resten von Farnkräutern (*Pteris*) zusammengesetzt (Blattreste, Holzzellen, Treppengefässe, sehr viel Sporen), daneben Laubholzreste, Pollenkörner von *Pinus*, *Alnus*, *Tilia*, mehr oder weniger Chitin, Quarzsand und Kieselscheibchen. Rasenmoor bis Waldmoor.

8. Bohrproben aus Leeuwarden.

α) Beim Badehaus, 2·25 Meter unter der Oberfläche.

In dieser an Mineralsplittern armen und stark vertorften Probe kommen grössere homogene Ulminplatten vor. Sie wird von Resten krautartiger Pflanzen (Blätter, Stengeln, Radizellen) von zarter Structur gebildet, nach den vorhandenen Pollenkörnern zu schliessen, *Alisma*, *Sparganium* oder *Butomus* angehörend; Gramineen und Farnkräuter gesellten sich bei; daneben vereinzelt Pollenkörner von *Alnus*, *Betula*, *Corylus*. Rasenmoorcharakter; sehr wahrscheinlich in einem Teich oder Graben entstanden, wofür auch die eingestreuten Spongillanadeln und Colonieen einzelliger Algenformen, sowie das Vorkommen von *Melosira varians* Ag. und Panzer kleiner Crustaceen sprechen. — Kieselscheibchen.

β) Beim Gerichtshof, 3 Meter unter der Oberfläche.

Hochmoor: *Calluneto* (*-Sphagnetum*).

γ) Beim Collegium, 6·6 Meter unter der Oberfläche.

In dieser Probe, welche ich einlässlich untersuchte, sind zwei Partien zu unterscheiden:

- α) Mehr oder weniger ausgebildeter Pechtorf, welcher aber unter dem Mikroskop keineswegs homogen erscheint oder dem Dopplerit ähnliche Plättchen aufweist; er besteht hauptsächlich aus Gramineen, Cyperaceen und Farnkräutern.
- β) Braun, matte Stellen; ein typisches *Callunetum* repräsentierend, mit Pollenkörnern von *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, Gramineen und Sporen von Torfmoos.

Von besonderem Interesse ist nun aber der Umstand, dass in diesem Torf eingestreut sind:

Bruchstücke von Spongillanadeln } Süßwasserformen  
*Navicula elliptica* Ktz.

ziemlich viel wohlerhaltene Exemplare von *Navicula didyma* Ehrb., eine Brackwasserform, die ich auch in einem Torf von Peez bei Rostock und in Torfen von Warnemünde angetroffen; dann Bruchstücke von entschieden marinen Diatomeen wie *Coscinodiscus* Ehrb. und *Triceratium* Ehrb.

δ) Bei der Waage, 7·3—8 Meter unter der Oberfläche. Vorherrschend Reste von *Calluna* (Rindenzellen, Gefässe, Epidermis und Haare der Blättchen, sehr viele Pollenkörner), Radizellen und Epidermis von Gramineen und Cyperaceen (*Eriophorum*), Pollenkörner von *Alnus*; Sporen von *Sphagnum* und *Filices*. Eingestreut Bruchstücke von Spongillanadeln, dann *Navicula elliptica* Ktz., *Navicula didyma* Ehrb., *Scolioptera Jenneri* Grun. (marin); Bruchstücke von *Coscinodiscus* Ehrb.

Diese Bohrung gehört wohl zu den interessantesten Aufschlüssen; α) hat Rasenmoorcharakter und überlagert ein typisches Hochmoor β). Allerdings darf aus dieser kleinen Probe noch nicht geschlossen werden, dass eine ganze Rasenmoordecke auf β) ruht. Es könnte α) auch ganz gut local an und in einem Tümpel innerhalb des Hochmoores entstanden sein und man würde dann wahrscheinlich in einer anderen Probe auch Sphagnumblättchen erwarten dürfen, da nach Grisebach's Beschreibung der Vegetationsverhältnisse in den Emsmooren die Torfmoose bald überwuchern und die Gräben und Tümpel als Schwamm ausfüllen. Sollte α) wirklich eine grössere Rasenmoordecke repräsentiren, so wäre dies der zweite mir bekannt gewordene Fall, wo ein Hochmoor im Hangenden eine Rasenmoorbildung besitzt. Prof. Dr. Lorenz hat einen solchen beschrieben in Flora 1858 (vergl. meine Schrift „Ueber Torf und Dopplerit“, pag. 9). Hier liegt die Ursache in einer Überschwemmung des Hochmoores mit kalkigen Sedimenten, auf welchen nun zunächst wieder eine Rasenmoorvegetation lebte — also in einem äusseren Eingriff. In unserem Falle ist dieser Factor wohl in einer Senkung des Bodens zu suchen, worauf die Imprägnirung der Torfproben γ) und δ) mit brackischen und marinen Diatomeen hinweist. Als eine Brackwasserbildung können die Stufen γ) und δ) wohl nicht betrachtet werden; sie müssten dann entschieden allochthoner Natur sein; allein in diesem Falle müsste die Zusammensetzung eine wesentlich andere und heterogene sein (vergl. Nykerk). Vielmehr leiten die Befunde des Waddentorfes von Ameland und der Stufenfolge Nieuwe Diep, von Localitäten,

welche dem Meere noch viel näher liegen, darauf hin, dass wir in den untersuchten Proben von Leeuwarden Anzeichen einer Senkung vor uns haben oder zum mindesten Beweise eines zerstörenden Eingriffes von Seite der See. In Rücksicht auf die Aufschlüsse in Nieuwe Diep dürfte zu erwarten sein, dass noch tiefere Bohrungen Rasenmoor zu Tage fördern könnten.

Jedenfalls sind die unter Nr. 1—8 rubricirten Untersuchungen von holländischen Torfen von Seeland bis Friesland (insbesondere Nr. 6) nicht sehr geeignet, den von Seelheim beschriebenen „Brackwassertorf“ in seiner ganzen Ausdehnung als solchen gelten zu lassen.

#### b) Ostpreussische Proben.

Sie sind denselben Stufen entnommen, von welchen Prof. G ü m b e l Material zur Untersuchung erhalten hatte (Sitzber. d. k. b. Akad. d. Wiss. 1883, pag 131) und verdanke auch ich dieselben der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Jentsch in Königsberg.

1. Martör-wartiges Gebilde von Schäferer Hacken bei Schwarzort, „bei 18 Fuss Tiefe unter dem Spiegel des kurischen Haffs gewonnen; darunter fand sich blauer Lehm und ziemlich viel Bernstein; letzterer ist eine alluviale Ausschwemmung.“ (Sitzber. der phys.-ök. Ges. in Königsberg, 1883.)

Dieser sogenannte Meerestorf ist ein echtes Rasenmoor, ein *Caricetum* oder *Cariceto-Graminetum*, gebildet aus Radizellen, Epidermisresten, Prosenchym- und Parenchymzellen dieser Pflanzen; wenig Reste von Hypneen; eingestreut Pollenkörner von *Betula* und ziemlich viele von *Pinus*, jedoch nicht mehr als gewöhnlich in Rasenmooren angetroffen werden, während G ü m b e l deren „eine geradezu erstaunliche Masse“ angibt. Dazu ist zu bemerken, dass locale Anhäufungen von Blüthenstaub ja ganz gut möglich ist, aber meiner Erfahrung nach in Wiesen- und Waldtorf sicher keine allgemeine Erscheinung ist (siehe unten pag. 717 [41]). Unter den Mineralsplittern finden sich auch die schon von Schumann (Geolog. Wanderung durch Altpreussen, Königsberg 1869) beobachteten Kiesel-scheibchen oder „Kiesel-linsen“ (Fig. 1), von concentrischem oder theilweise radialem Aufbau, welche sich im polarisirten Licht durch das schwarze Kreuz als sphärolithische Gebilde erweisen (conf. auch G ü m b e l l. c., Taf. I, Fig. 5) und die in Torfmooren mit kieselhaltigem Untergrund wohl überall anzutreffen sind, von mir auch gelegentlich der mikroskopischen Prüfung der Sedimente in Brunnenrögen meiner kalkreichen Umgebung, von G ü m b e l im Rückstand von mit Salzsäure zersetzten Kalksteinen beobachtet wurden.<sup>1)</sup> — Schwefel-eisen zeigt sich eingestreut; Chitinreste.

Die Vertorfung ist in manchen Rasenmooren stärker fortgeschritten als in dieser Probe. Einige homogen ulmificirte Stücke scheinen Laubholz anzugehören. Der Druck vermochte auch in diesem Falle nur die Gemengtheile inniger zu mischen, aber nicht die Zersetzung zu beschleunigen.

2. „Martörw-Blättertorf, von der See ausgeworfen, S. von Nidden, kurische Nehrung.“

<sup>1)</sup> Stärkereaktion als Controle!

G ü m b e l (l. c.) gibt hiervon folgende Diagnose: „Gleichfalls sehr dünn geschichtet und von dysodilartigem Gefüge. Die mattschimmernden einzelnen Lagen enthalten neben den Bestandtheilen, welche wir bei der vorausgehenden Varietät (Nr. 1!) kennen gelernt haben, viele Thontheilchen und unregelmässig vertheilte Sandbutzen.“

Die Probe reichte zu einer eingehenden Untersuchung, wofür ich Präparate aus den verschiedensten Theilen derselben anfertigte. Mit blossem Auge erkannte ich zunächst ein etwa 1 Quadratcentimeter grosses Stück Borke von?, dann einen Samen von *Scirpus*, ein vermodertes 12 Millimeter langes und 5 Millimeter breites Stück Laubholz *spec.?*, da und dort kleinere Nester von Quarzsand. Im Uebrigen ist die Masse ziemlich compact.

Nebst eingestreuten Radizellen und Blattresten von Gramineen zeigen sich Treppengefässe und Sporen von Farnkräutern (wahrscheinlich *Pteris aquilina* L.), Hypneen, ganz besonders aber Holzzellen, Gefässreste, Rindenzellen, Blattparenchym und Blattnerven, Markgewebe etc. von Laubhölzern, welche Reste zum grössten Theile sehr stark ulmificirt sind. Einige Partien dürfen ihrer Zusammensetzung nach als Blättertorf bezeichnet werden, indem daselbst fast nichts als Blattreste vorkommen, die nicht mit *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, dagegen mit *Betula* übereinstimmen; *Populus tremula* und *Alnus* sind indessen nicht ausgeschlossen. Oft ist das Blattparenchym der Art vertorft, dass nur noch das Adernetz mit seinen fast homogen ulmificirten Gefässen übrig geblieben. Sowohl in diesen Blattparenchymzellen als in den Markstrahlen und Rindenzellen wimmelt es oft buchstäblich von Ulminkügelchen, die sich aus dem gerbstoffreichen Inhalt dieses Zellgewebes ableiten. Sie sind schön gelbbraun, kugelig, scharf begrenzt, homogen und in keinem Fall mit Pilzsporen zu verwechseln. Ihr Diameter variirt von 0.002—0.008 Millimeter; oft schliessen sie ein Harzkügelchen ein, sind zu Conglomeraten vereinigt oder gar zu homogenen Plättchen verschmolzen (Fig. 2). Sie bleiben unverändert, wenn Stückchen solchen Blättertorfes der Reihe nach mit Alkohol, Benzol, Aether, Schwefelkohlenstoff während 3 bis 4 Stunden bei 30—40° C. behandelt werden; nachdem aber solcher Torf während 12 Stunden einer 20procentigen Kalilauge ausgesetzt worden, erweisen sich diese Kügelchen so empfindlich gegen abwechselnde Behandlung mit verdünnter Kalilauge und Salzsäure wie die in meiner Schrift „Ueber Torf u. Dopplerit“ beschriebenen Sacculmuskügelchen (Fig. 3).

Von spärlich vertretenen Pollenkörnern sind zu nennen: *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Tilia*, *Corylus*, *Quercus?* *Salix?* Ziemlich viel Chitin.

Was die anorganischen Gemengtheile dieses Torfes betrifft, so ist derselbe reich an Quarzkörnern und — namentlich in den Blättertorfpartien — reich an Schwefeleisen in Form von schwarzen, höckerigen Kugeln (siehe pag. 707 [31]). Die Probe enthielt ein wenig lösliche Sulphate.

Dieser „Martörw-Blättertorf“ repräsentirt mithin einen ausgezeichneten Waldtorf, ist zum Theil reiner Blättertorf und dann auch von blätterigem Gefüge, ohne — wie ich zeigen werde — mit Dysodil verwandt zu sein.

Mit meiner Diagnose stimmen die hierauf bezüglichen Mittheilungen von Schumann gut überein, welcher (l. c. pag. 11 ff.) sich folgender-

massen äussert: „Südwärts (von Nidden) sieht man über ein breites Sandthal fort auf das Querprofil der weiterhin sich fortziehenden Hauptdüne. Das Thal, ein Werk der Winde, die sich hier Bahn gebrochen, zeigt wieder die schwarzen Schlangelinien des alten Waldes.“ Eine alte Sage der Nehrungen lautet, es sei der Wald aus Eichen- und anderen Laubhölzern gebildet worden. Nachdem dann Schuhmann die einzelnen Fundschichten besprochen, inclusive die untersten Humusschichten (Urwald), drückt er sich nach einer mikroskopischen Prüfung der Pflanzenreste dahin aus: „Ich spreche somit den Urwald der Nehrung als Laubwald an.“

## B. Hochmoore auf Rasenmooren.

Herr Dr. Fleischer, Dirigent der preussischen Moorversuchsstation in Bremen, übergab mir freundlichst zahlreiche gut aufbewahrte und grosse Torfstufen, die je ein ausführliches Gesamtprofil des Kehdinger Moors und Papenburger Moors repräsentiren, mithin zwei ganz ausgezeichnete Beispiele jener grossartigen Moorbildungen im nordwestlichen Deutschland.

### I. Das Kehdinger Moor.

Es erstreckt sich ungefähr von Stade am westlichen Ufer der Elbe bis zur Mündung der Oste (vgl. Hunäus. geognost. Karte der Provinz Hannover. 1881), umfasst circa 150 Quadratkilometer bei einer Mächtigkeit von 8 Meter in der Mitte. Im Speciellen verweise ich auf die Monographie dieses Moores von Carl Virchow („Das Kehdinger Moor und seine landwirthschaftliche Melioration durch Marschboden.“ Inaug. Diss. Berlin 1880). Zur Untersuchung der pflanzlichen Constituenten dienten 16 Proben, welche im Folgenden mit ihren Original-Nummern angeführt werden.

1. Nr. 1: Oben mit Haidekraut bewachsene „Bunkerde“ darstellend, zeigt diese Stufe nach unten folgende Zusammensetzung:

- a) Hypneen, zerstreut *Sphagnum acutifolium* Ehrh., Laubmoose, Reste von *Calluna* und zahlreiche, braune, dickwandige, dünne und septirte Mycelfäden, wie solche in Moorerde, insbesondere aber um die Würzelchen von *Calluna* oder *Vaccinium* angetroffen werden und für Haidetorf eine morphologische Eigenthümlichkeit ausmachen. Pollenkörner von *Calluna*;
- b) *Sphag. acutifolium* Ehrh., Laubmoose, Reste von *Calluna*, *Scirpus*;
- c) fast reines *Sphag. acutifolium* Ehrh., mit vielen Sporen dieser Pflanze.

2. Nr. 3, 6, 8, 10 und 13: Reines *Sphagnetum*, da und dort von Eriophorumstücken unterbrochen, rostgelb bis gelblichweiss, gebildet aus *S. cymbifolium* Ehrh., dieser für Hochmoore so ausgezeichneten Species, gemischt mit etwas *S. cuspidatum* Ehrh. — beide in allen Theilen sehr gut erhalten.

3. Nr. 17: Grösstentheils *S. cymbifolium* Ehrh., worunter zugleich die Varietät *S. Austini* Sulliv. In der Mitte dieser Stufe befindet sich ein circa 1 Centimeter breiter schwarzbrauner Streifen, welcher aus verschiedenen Theilen von *Calluna* (Radizellen, Stengel, Pollenkörner) besteht, die im Vergleich zu *Sphagnetum* stark ulmificirt sind,

dann aus Laubmoosresten, braunen Mycelfäden, Flechten- und Torfmoossporen; Pollenkörner von *Alnus*; Kiesellinsen und verkieselte Epidermiszellen von *Eriophorum*. Dieser Streifen repräsentirt eine etwas trockene oder wenigstens zeitweise trockene Stelle im Moor.

4. Nr. 18: Rüthlichgelbes *Sphagnetum*, vorherrschend aus *Sphag. Austini Sulliv.* zusammengesetzt; auch hier eine schwarzbraune Einlagerung eines *Callunetum* mit *Calluna*, Mycelfäden, verkieselter Epidermis von *Eriophorum*, Flechtensporen (wahrscheinlich *Cladonia*), Sporen von *Sphagnum*, Pollenkörner von *Alnus* und *Betula*, Kieselscheibchen — mithin übereinstimmend mit Nr. 17.

5. Nr. 19: Gelbrothes, gut erhaltenes *Sphagnetum*; vorherrschend *S. Austini Sulliv.*, ein wenig *S. cuspidatum Ehrh.* und *S. acutifolium Ehrh.*, Mycelfäden.

6. Nr. 20:

a) Masse von *Sphag. Austini Sulliv.*

b) *Calluneto-Eriophoretum*, übereinstimmend mit den Streifen in Nr. 17 und 18.

7. Nr. 25: Brauner bis schwarzbrauner, ziemlich compacter Torf, zum Theil mit speckiger Schnittfläche; *Eriophorum*stöcke und Stengelchen von *Calluna* treten hervor. Im Ganzen ist die Vertorfung stark fortgeschritten. Gleichwohl lassen sich deutlich drei verschiedene Partien erkennen.

a) Vorherrschend *Calluna vulg.* und *Erica Tetralix* mit Laubmoosen und Mycelfäden.

b) Vorherrschend *Sphag. acutifolium Ehrh.*, nicht *S. cymbifolium Ehrh.* oder *S. Austini Sulliv.*

c) Vorherrschend *Eriophorum*; eingestreut Pollenkörner von *Pinus*, Ericineen, *Alnus*.

8. Nr. 28: Schwarzbraun, compact, ein *Calluneto-Sphagnetum* (*Calluna vulg.* und *Erica Tetralix*) mit Laubmoosen, Flechten, Cyperaceen. Die zahlreichen gut erhaltenen *Sphagnum*reste gehören nicht dem *S. cymbifolium Ehrh.* an, sondern Formen der *acutifolium*-Reihe.

9. Nr. 29: Der vorhin besprochenen Stufe ähnlich, aufspringend, zeigt pechartig compacte und hellbraune Stellen; die ersteren sind vorherrschend zusammengesetzt aus, namentlich in den gerbstoffreichen Rindenzellen stark ulmificirten *Calluna*-Resten (und *Erica Tetralix*) mit etwas *Sphagnum*, Sporangien und Sporen von *Filices*; Flechtensporen, Pollenkörnern von *Pinus*, *Alnus*, *Tilia* (*Myrica*?). Die helleren Partien bestehen zumeist oder ausschliesslich aus noch gut erhaltenen und heblätternen *Sphagnum*stämmchen, die nicht dem *S. cymbifolium Ehrh.* angehören, sondern der *acutifolium*-Reihe.

10. Nr. 32: Schwarzbraun, compact mit vielen Stengelchen von *Calluna vulg.* und *Erica Tetralix*. Ein *Callunetum* mit sehr wenig *Sphag. acutifolium Ehrh.*, dagegen ziemlich viel Laubmoosresten, ganz wenig *S. Austini Sulliv.* Zahlreiche braune Mycelfäden.

11. Nr. 33: Fast reines *Callunetum* (*Calluna vulg.*), schwarzbraun, mit sehr wenig *S. acutifolium Ehrh.* und Laubmoosen; ziemlich viel Chitin. Pollenkörner von Ericineen. *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, Gramineen, *Salix*?

12. Unter diesem schwarzen Haidetorf liegt der Darg, ein brauner, filziger Torf, vorzugsweise aus den Radizellen von *Phragmites communis* Trin. gebildet, seltener von Blatt- und Stengeltheilen dieser Pflanze oder von Cyperaceen (Rhizome von *Carices*), also ein reines *Arundinetum*-Rasenmoor. Wenig Pollenkörner von Gramineen, *Pinus*, *Betula*, *Sagittaria*? Dagegen ziemlich viel Farnsporen und Farnsporangien — Bruchstücke von Spongillanadeln, von *Coscinodiscus* Ehrb., *Orthosira arenaria* Sm.

Hierauf folgt der sogenannte Maiboldt (Marschboden), ein thoniges Sediment, dem Alluvium angehörend, in den unteren Schichten marine Conchylien einschliessend (Dr. Saalfeld im Ausland, 1882, pag. 471), in welchem nebst sehr vielen Mineralsplittern, Radizellen von *Phragmites* und spärlich Pollenkörner von *Pinus*, *Alnus*, *Tilia* und Tilletiasporen erkannt werden, dann meist zerbrochene Spongillanadeln, ferner Diatomeen wie *Cyclotella*, *Orthosira arenaria* Sm. und die verschieden marinen Formen *Navicula didyma* Ehrb., *Coscinodiscus* Ehrb., *Triceratium* Ehrb. und *Actinoptychus* Ehrb.

#### Ergebnisse:

Nachdem der Marschboden gebildet und ein *Arundinetum* als Rasenmoor entstanden war, das sich über dem mit Moorwasser gemischten Wasserspiegel erhoben, siedelten sich Laubmoose, Gramineen, etwas Sphagneen und namentlich *Calluna* und die feuchtigkeitliebende *Erica Tetralix* an; es bildete sich das jetzt schwarzbraun bis braun erscheinende *Callunetum* als Hochmoor (Nr. 33—28). Es ist nun zu beachten, dass im Schatten der Haidekrautvegetation nicht das für *Sphagnetum*-Hochmoore so kennzeichnende *Sphagnum cymbifolium*, sondern Arten der *acutifolium*-Reihe sich ansiedelten, wie dies ja auch überall im Binnenland und in den Voralpen wahrzunehmen ist. Jenes *Sphagnum* tritt erst später und nur sporadisch auf und zwar in der im nordwestlichen Europa, aber sparsam, ansässigen robusten Abart des *S. Austini Sulliv.* Nach und nach überwuchern die Sphagneen (Nr. 25—17), so dass das *Calluneto-Eriophoretum* nur noch inselartig vorkommt mit Laubmoosen und Flechten, welches nun die braunen Schichten innerhalb des ockergelben *S. Austini Sulliv.* darstellt. Weil indessen sich solche dunkle Streifen in demselben Profil wiederholen, lehren sie uns den gegenseitigen Kampf dieser beiden Vegetationsformen, aus welchem *Sphag. Austini* als Sieger hervorgeht und nun die Colonisation seinem Stammverwandten, dem fast ebenso kräftigen *S. cymbifolium* Ehrh. überlässt, welches die gewaltige Schwammmasse bildet, die durch Nr. 3 bis 13 vertreten ist und als weisser Torf im Gegensatz zum dunklen *Callunetum* ausgebeutet wird. Wohl in Folge von Canalisation trat eine Reduction im Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes ein; so dass *S. cymbifolium* dem zarten *S. acutifolium* Ehrh. unserer Wälder und Sümpfe weichen musste, in dessen Gesellschaft endlich das Haidekraut wieder aufgetreten ist, um die oberste Schicht, die „Bunkerde“ zu bilden und zu befestigen.

## II. Profil der Emsmoore bei Papenburg

(an der Ems, Provinz Hannover).

1. Nr. 3: Reines ockergelbes bis rostgelbes *Sphagnetum*, welches aus dem kräftigen *S. cymbifolium* Ehrh. zusammengesetzt ist und zwar zum Theil aus *S. Cymbifolium* var. *vulgare* Warnst. (Warnstorf, Die europäischen Torfmoore. Berlin 1881, pag. 133), zum Theil aus var. *Austini* Sulliv. Indessen unterscheidet sich die letztere durchweg von der aus dem Kehdinger Moor als typisch zu bezeichnenden Abart, indem bei den Papenburger Formen die an der Berührungsstelle der Hyalinzellen mit den Chlorophyllzellen dicht aufgesetzten Verdickungsleisten einen kammförmigen Aufbau erzeugen, weil ihre Länge 0·008—0·012 Millimeter beträgt, während der Rand der Chlorophyllzellen der Kehdinger Formen nur kerbig verdickt erscheint, indem die zahlreichen und eng gereihten Leisten nur etwa 0·001 bis 0·002 Millimeter lang sind. Sie gehört nicht zu var. *papillosum* Lindb., weil die Chlorophyllzellen auf der Innenseite der Blätter nicht vollständig von den Hyalinzellen umschlossen werden, sondern ist eine Variation innerhalb der Varietät. Ich will sie für unsern Zweck kurzweg die kerbige Form des *S. Austini* Sulliv. nennen. Es ist gewiss interessant, an dieser Stelle, innerhalb des Landes, diese Spielart zu finden, während die typischen Gestalten unten an der Küste im Kehdinger Moor oder in den vom Dollart ausgeworfenen Dargschollen vorkommen (Torf und Doppl. pag. 3).

2. Nr. 4: Reines *Sphagnetum* wie Nr. 3, vermischt mit *S. cuspidatum* Ehrh.

3. Nr. 13: Ein compactes, braunes *Calluneto-Sphagneto-Eriophoretum*, in welchem zahlreiche Reste von *Calluna vulgaris* Salisb. vorkommen mit *Sphag. cymbifolium* var. *vulgare* und *S. Austini* in der gekerbten Abart, ferner *S. cuspidatum* Ehrh., Cyperaceen und Gramineen. Diese Gemengtheile sind gemischt mit Blütenstaub von *Pinus*, *Calluna*, *Alnus*, *Betula*, Gramineen, Sporen von Sphagneen. Braune Mycelfäden, Spongillanadeln, Kieselscheibchen.

4. Nr. 14: Schieferig compact wie Nr. 13, *Calluneto-Sphagneto-Eriophoretum*, zusammengesetzt aus *Calluna vulgaris* und *Erica Tetralix* L., *Eriophorum* und *Sphag. cuspidatum* Ehrh., sowie Formen der *acutifolium*-Reihe. Tilletiasporen; im Uebrigen wie Nr. 13.

5. Nr. 15: Compactes, braunes *Calluneto-Sphagnetum*, *Calluna vulgaris* Salisb., *Erica Tetralix* L. und Sphagneen der *acutifolium*-Gruppe.

6. Nr. 16: *Calluneto-Eriophoretum*.

7. Nr. 17: Ebenso: *Calluna vulgaris*, *Erica Tetralix*, *Eriophorum*, Flechtensporen, viel Mycelfäden.

8. Nr. 18: Schwarzbraun, gleichmässig compact; fast reines *Callunetum* (*Calluna vulgaris* und *Erica Tetralix*), gemischt mit *Eriophorum*. Braune Mycelfäden, Flechtensporen, Sporen von Sphagneen, *Lycopodium*, Pollenkörner von Ericinen, *Alnus*, *Betula* (*Myrica* ?), *Corylus* — Kieselscheibchen.

9. Nr. 19: Schwarzbraun, compact. Ein *Calluneto-Eriophoretum*: *Calluna vulgaris* und *Erica Tetralix*, deren Blattepidermis da und dort

mit unbewaffnetem Auge als weisse Häutchen im Torf erkannt werden können; braune Mycelfäden, Sporen von Flechten (*Cladonia rangiferina Hoffm.* und *C. coccifera Hoffm.* gehören nach Grisebach zur Flora der Emsmoore), von Farnkräutern, Sphagneen, *Tilletia gen.?* mit einem Durchmesser von 0·008 bis 0·015 Millimeter (Fig. 4); Pollenkörner von Ericineen, *Pinus*, *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Tilia*, Cyperaceen.

10. Nr. 20: Schwarzbraun, zum Theil compact, zum Theil aus Eriophorumstücken bestehend, ein *Calluneto-Eriophoreto-Sphagnetum*: *Calluna vulgaris*, *Erica Tetralix* und *Erioph. vaginatum*, gemischt mit theilweise noch vollständig erhaltenen Sphagneen, welche jedenfalls nicht dem *S. cymbifolium Ehrh.*, sondern der *acutifolium*-Reihe angehören. Braune Mycelfäden; Sporen und Pollenkörner wie in Nr. 19.

11. Nr. 21: Dicht, schwarzbraun, mit Eriophorumstücken. Ebenfalls ein *Calluneto-Eriophoreto-Sphagnetum*, dessen Torfmoosreste wieder der *acutifolium*-Reihe angehören. Tilletiasporen, Kieselscheibchen; im Uebrigen wie Nr. 20.

12. Nr. 23: Schwarzbraun, compact: ein *Calluneto-Sphagnetum*, bei welchem *S. cymbifolium Ehrh.* sicher nicht vertreten ist. Eingestreut Pollenkörner von Ericineen, *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Tilia*, *Salix?* — Sporen von Flechten *Filices*, Sphagneen, braune Mycelfäden.

13. Mit Nr. 24 verändert sich das Aussehen des Profils vollständig. An die Stelle des schwarzbraunen, dichten und schweren Haide-Hochmoortorfes tritt ein blättrig geschichteter bis filziger, kaffeebrauner Torf, in welchem sowohl im Querschnitt als in der Schichtfläche als ganz vorherrschender Gemengtheil Stengel- und Blattstücke von Cyperaceen erkannt werden. Es gelang mir nach und nach, die Anatomie derselben vollständig festzustellen und sie in allen Theilen vollständig übereinstimmend mit *Scheuchzeria palustris L.* zu finden.

Befund: Die Epidermis des Stengels besteht im Querschnitt aus fast isodiametrischen, auf dem Längsschnitt stark verlängerten Zellen, welche nach aussen eine schwach entwickelte Cuticula besitzen, nach innen concav verdickt sind. Darunter folgen verdickte Bastzellen (Sclerenchym), im Querschnitt aus 4—5 Zellreihen bestehend; die einzelnen Zellen erscheinen abgerundet, polyedrisch, mit abgerundeten Lumina. Nach innen folgt nun drittens eine Schicht von grossem, dünnwandigem Parenchym mit 2—3 Zellreihen, welche sich hierauf nach innen durch Bildung grosser Intercellularräume in ein Maschennetz verwandeln, welches als Grundgewebe bis zu den centralen Gefässbündeln 7—9 Maschen und ebenso viele Durchkreuzungen aufweist. Da und dort ist eine Zelle ölhaltig wie im Rhizom von *Acorus*. Ganz nahe dem oben beschriebenen hypodermialen Sclerenchymgewebe und innerhalb des netzförmigen Grundgewebes treten einfache Parenchymbündel und Gefässbündeln auf. Das Grundgewebe geht nach innen in eine einzellige, seltener aus zwei Zellreihen gebildete Parenchymsschicht über, um die centralen Gefässbündel einzuschliessen. Ihre Zahl beträgt 18—24; sie sind fast genau in einem Kreise angeordnet, etwa 4—5 liegen mehr nach innen und stossen gegen das centrale Grundgewebe (Mark) vor. Durch diese Structur wurde ich anfänglich bei den zuerst untersuchten, mangelhaft erhaltenen Resten irre geleitet und veranlasst, eine ganze Reihe

von Wasserpflanzen und namentlich von anomalen Monocotyledonen und Dicotyledonen auf ihren Gefässstheil zu prüfen. Indessen variirt das Bild des Querschnittes je nach der Höhe, in welcher ein Internodium getroffen wurde, indem die innersten Gefässbündel mit den äusseren durch Bastzellen innig verbunden erscheinen oder durch zwei Zellreihen des Grundgewebes von denselben vollständig getrennt sind.

Ganz übereinstimmend mit lebenden Exemplaren von *Scheuchzeria palustris* L. aus Maria-Einsiedeln und der Umgebung von Berlin fand ich ferner den für diese Pflanze recht charakteristischen Scheidentheil der Blätter. Ihre Epidermis besteht aus schmal-sechseckigen bis oblongen Zellen. Auffallend ist sofort das Bild der Spaltöffnungen, deren sehr breite und glasglänzende Schliesszellen von 2—4 isodiametrischen Nebenzellen oder gewöhnlichen Epidermiszellen häufig sechs- bis achtseitig umrahmt werden. Endlich fanden sich einige plattförmige, braune Samen vor von 2—2.5 Millimeter Länge, die nach Grösse, Form und innerer Zellularstructur genau mit Samen von *Scheuchzeria palustris* übereinstimmten, welche mir Herr Conservator Jäggi in Zürich aus dem dortigen Universitäts-Herbarium freundlichst zur Vergleichung überliess.

Nach Grisebach (Ueber die Bildung des Torfes in den Emsmooren, Göttinger Studien 1845) ist *Scheuchzeria palustris* L. in den Emsmooren selten. Nach Koch (Synopsis der deutschen und Schweizerflora, 2. Aufl., pag. 797) ist diese Sumpfpflanze in dem Florengebiet überhaupt nicht stark verbreitet. Ich fand sie, ausser in dem Papenburger Moor, im „Todten Meer“ bei Einsiedeln (Torf u. Doppl., pag. 15), wo sie übrigens auch lebend vorkommt, dann in einer Stufe von Ponts-de-Martel im Canton Neuenburg (Torf und Doppl., pag. 72), welche fast ausschliesslich aus den Stengel- und Scheidentheilen dieser Pflanze zusammengesetzt war und endlich reichlich in einer Probe aus dem Torfmoor von Rokitnitz bei Senftenberg in Böhmen (Stengel, Blattscheiden und Samen).

Nebst *Scheuchzeria* finden sich in der Stufe Nr. 24 viele Reste von *Sphag. cuspidatum* Ehrh. in beblätterten Stengeln (keine Spur von *S. cymbifolium*!) und spärlich eingestreut Pollenkörner von *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Calluna*, *Alisma*?

14. Nr. 25: Kaffeebraun, blättrig geschichtet, also Nr. 24 ähnlich. Enthält ebenfalls Reste von *Scheuchzeria* (Scheiden, Epidermis, Samen, Netz- und Spiralgefässe), von Carexarten (Epidermis, Pollenkörner), *Phragmites*; viele Radizellen von Gramineen und Cyperaceen. Büschelhaare (bis 15 Haare) von ? Eingestreut Pollenkörner von *Pinus*, *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, seltener *Calluna*, *Tilia*, *Salix*? Torfmoossporen.

15. „Probe unmittelbar über dem Sohlband.“ Schwarzbraun, compact, schwer und hart, speckige Schnittfläche, enthält verkohlte Pflanzenreste. Das Mikroskop zeigt viele Blattreste (Epidermis, Parenchym und Nerven) und Radizellen von Cyperaceen, welche die am homogensten und pechartig erscheinenden Partien zusammensetzen; daneben Epidermis und Radizellen von *Phragmites*, ziemlich viele Reste von Farnkräutern (Sporangien, Sporen, Gefässe). Blatt- oder Stengelreste von *Erica* und *Sphagnum* konnte ich in keinem der zahlreichen Präparate erkennen. Eingestreut: Blütenstaub von *Pinus*, *Alnus*,

*Corylus*, *Betula*, *Calluna*, *Tilia*, Sporen von *Sphagnum*; ziemlich viel Chitin. Kieselscheibchen. Mithin ist diese Probe ein *Cariceto-Arundinetum*.

16. „Das Sohlband.“ So hat Grisebach die innige Mischung des weissen Diluvialsandes mit den abgestorbenen Pflanzenresten genannt und dasselbe (l. c. pag. 63) folgendermassen beschrieben: „Das Sohlband enthält in seiner schwarz gefärbten Erdkrume Wurzeln von *Erica Tetralix* und von einer anderen unbestimmten Pflanze (*Scirpus caespitosus?*). Die amorphen Humustheile sind von harzigen Theilen durchdrungen und nur durch dieses Harz scheint die Gestalt der Wurzeln erhalten zu sein, deren Structur sich mit wenigen Ausnahmen nicht mehr erkennen liess.

Alle diese Thatsachen entsprechen der Vorstellung, dass die erste Entstehung des Popenburger Moors von einer überschwemmten oder durch atmosphärische Niederschläge getränkten Haide ausging.

(Grisebach fand nämlich in den Popenburger Torfstichen zwischen dem Sohlband und dem schwarzbraunen Haidetorf ein 3—4 Zoll mächtiges *Sphagnetum*.)

Ich unterwarf diese „Sohlband“-Probe einer eingehenden Untersuchung. Makroskopisch fanden sich: ein Knotenstück von *Phragmites Trin.*, mehr als 1 Quadratcentimeter grosse Platten oder aufblätternde Stücke, welche aus der Epidermis dieser Pflanze bestanden, braune Stücke Laubholz *gen.?* ein etwa ein Drittel eines Cubikcentimeter messendes Stück Laubholzkohle, zahlreiche, schwarze, glänzende und sehr zähe Radizellen von *Equisetum*.

Unter dem Mikroskop zeigten sich vorherrschend Reste von *Phragmites* (Radizellen, Epidermis, sehr grosse Netz- und Spiralgefässe) und Cyperaceen, Radizellen von *Equisetum*, ziemlich viele Reste von Laubholz (Gefässe, Holzzellen, Blattparenchym), von Farn (Treppegefässe, Holzzellen, Sporen), einige Blattstücke von *S. cymbifolium var. vulgare*, auch von *S. Austini Sulliv.* (ob als Staub hineingekommen?); ziemlich viele Spongiennadeln in den Formen des *Spongolithis acicularis Ehrb.* und *Sp. foraminosa Ehrb.* Diese Reste sind vermischt mit Pollenkörnern von *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, Ericaceen, Gramineen, Sporen von *Sphagnum*; *Melosira varians Ag.*; sehr viel Quarzkörner von durchschnittlich 0.2 Millimeter Durchmesser mit Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen, oft viele mit freiwillig beweglichen Libellen, von Apatitnadelchen. Es gelang mir aber nicht, in den 52 hierauf bezüglichen Präparaten unzweifelhafte Gewebsreste von *Calluna* oder *Erica* aufzufinden (die eingestreuten Pollenkörner sind selbstverständlich nicht massgebend), obschon ich stets vom Mikrometer Anwendung machte.

Wie Grisebach (l. c.) selbst sagt, sind die letzten Ueberreste dieser Pflanzen die Rindenzellen, deren gerbstoffreicher (nach ihm harzreicher) Inhalt homogen ulmicirt ist, wie es Fig. 5 und 6 darstellen wollen. Solche Zellen fand ich nie. Die sehr dauerhafte und für *Calluna vulgaris* und *Erica Tetralix* sehr charakteristische Epidermis des Blattes zeigte sich nie (diese wäre aber bei Anwesenheit von Rindenstücken von *Betula* etc. allein entscheidend); dagegen parenchymatische, stark umgewandelte Zellen, welche nach Form und Grösse an das Blattparenchym von *Betula* erinnern; zahlreiche Gefässbündelchen aus 2,

4 bis 6, etwa 0·008—0·014 Millimeter breiten und homogen ulmificirten Gefässchen bestehend. Nun weist *Calluna* allerdings so grosse Gefässe auf; allein ich fand nie die fein porös verdickten Prosenchymzellen in Verbindung mit diesen Gefässen (zudem ist seit Grisebach bekannt, dass der Holztheil der Ericaceen so leicht zersetzt wird, dass von Würzelchen und Stengel nur noch die Rinde als häutige Röhren übrig bleiben), dagegen manchmal viel breitere Gefässe und breitere Holz-zellen. Die zahlreichen Treppen- und porösen Gefässe, welche *Filices* und Laubhölzern angehören, sowie oft sehr zahlreich vorkommende freie Ulminkügelchen (vergl. Martörw von Nidden) in Verbindung mit dem oben erwähnten Blattparenchym weisen darauf hin, dass jene Gefässchen zumeist von Blattrippen von Laubhölzern oder *Filices* abzuleiten sind. Im Ferneren muss die Abwesenheit der braunen Mycelfäden auffällig erscheinen, die geradezu eine morphologische Eigenthümlichkeit von Ericavegetationen resp. Haidetorf zu nennen sind; ähnlich wie mikroskopische Einschlüsse für Leucit, Apatit, Nephelin, Nosean etc., indem man wohl kaum irgendwo Callunawürzelchen untersuchen kann, ohne jenen Mycelien zu begegnen. Es wundert mich, dass Grisebach nirgends davon spricht, obschon dieselben oft reichlich im *Callunetum* vorkommen (Fig. 7).

Noch will ich bemerken, dass in Präparaten dieses „Sohlbandes“ nicht selten einseitig verdickte tiefbraune Gebilde vorkommen, die man auf den ersten Blick mit Bruchstücken der Rindenzellen von *Erica* oder Coniferen verwechseln könnte, die sich aber bei genauer mikrometrischer Vergleichung an noch vollständig erhaltenen Radizellen als losgetrennte Auswüchse des Epiblems der Phragmiten- und Gramineenradizellen erweisen, als Anfänge von Wurzelhaaren, die bestimmt zu sein scheinen, die Pflanze in dem Sandboden zu befestigen. Auf diesen knorrigen Auswüchsen beruht wohl die Standfestigkeit von *Phragmites communis Trin.*, *Calamagrostis arenaria Rothhelm (Arundo arenaria L.)*, *Elymus arenarius L.* und deren Verwendung zur Befestigung von Dünen und Inseln (conf. auch Prestel l. c., pag. 8).

Auch Forchhammer erwähnt des *Elymus arenarius L.* als Befestigungsmittel von dänischen Dünen. Bei der Untersuchung von Torfproben aus dem norddeutschen Küstengebiet bin ich diesen knorrigen Radizellen häufig begegnet. Neulich konnte ich in einer Bohrprobe aus dem Hafengebiet von Warnemünde beobachten, wie an demselben Würzelchen echte Wurzelhaare nebst Anfängen dieser Organe von 0·04 Millimeter Länge und sehr dicker Zellwand vorkommen, welche letztere zudem bis zu einer Länge von 0·37 Millimeter ausgedehnt sein konnten, aber wegen der dicken Membran das Lumen nur als zarte helle Mittellinie erkennen liessen.

Ueberblickt man die Resultate der mikroskopischen Analyse dieses Pöpenburger Profils, so liegt eine für diese Localität von Grisebach's Darstellung abweichende Entstehungsweise vor Augen.

- a) Auf dem Diluvialsand wuchsen anfänglich vielleicht gar keine Haidekräuter. Die Schalen von *Melosira* und die Spongillanadeln weisen im Gegentheil auf ein jedenfalls zeitweise mit stehendem Wasser bedecktes Terrain hin, auf dem sich Rasenmoor nach dem Typus eines *Arundinetum-Caricetum*s aufbaute im Verein

mit Schachtelhalmen und Farnkräutern, zu denen sich — vielleicht herbeigeschwemmt — Laubholzreste gesellten. Der leicht bewegliche und feine Sand mischte sich mit den absterbenden Pflanzen zu dem „Sohlband“. Nach Behrendt (Sitzungsber. d. phys. Ges. Königsberg 1880) genügt schon ein Humusgehalt von 25 Procent, um einen einigermassen feinkörnigen Sand intensiv dunkel zu färben und so bündig, resp. schmierig zu machen, dass er zum Moorboden gerechnet werden muss.

- b) Unmittelbar auf dem Sohlband erhob sich nun als Fortsetzung des Rasenmoors ein *Cariceto-Arundinetum*, gemischt mit Farnkräutern (siehe 15), worauf (Probe Nr. 25) namentlich *Scheuchzeria palustris* L. und Schilfrohr die Sumpfflora vertraten, bis endlich die erstere Pflanze (Nr. 24) fast allein das Wie-enmoor zusammensetzt, indem zwischen deren Stöcken in kleinen Tümpeln hauptsächlich nur noch das Torfgräben liebende *Sphag. cuspid. Ehrh.* vegetirte.

Von Anfang an bildete sich somit ein Rasenmoor, nicht erst Haidekrauthumus und dann eine „Moosschicht“, wie es Grisebach (l. c. pag. 42) aus anderen Papenburger Torfstichen beschreibt.

Auf dieses ausgeprägte Rasenmoor breitete sich nun das Hochmoor aus, zunächst in Form eines *Calluneto-Eriophoretum* oder eines *Calluneto-Eriophoretum* oder eines fast reinen *Callunetum*, indem in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen am Kehdinger Moor die Torfmoose und das Wollgras fast vollständig zurücktraten und an trockenen Stellen sich *Lycopodium* und *Cladonia* zu den Haidekräutern gesellen. Hervorzuheben ist ferner die Uebereinstimmung mit dem Kehdinger Moor in Bezug auf die nähere Zusammensetzung.

Grisebach erwähnt wiederholt (l. c. pag. 58) der „nesterweisen Einschlüsse“ von Torfmoos im Haidetorf, also makroskopisch wahrzunehmenden Nester von *Sphagnum*, „welches, wie überall in den Emsmooren, aus *S. acutifolium* besteht“. Es ist aber interessant zu beobachten, dass durchgehend mehr oder weniger häufig Torfmoose in den feuchten Räumen unter und zwischen den Sträuchlein der Ericineen vegetiren; es sind dies aber stets Formen der *acutifolium*-Reihe wie im Kehdinger Moore, zu denen sich in Tümpeln *S. cuspidatum Ehrh.* gesellt. Erst nachdem das Hochmoor eine bedeutende Mächtigkeit erreicht hatte, erscheint die kräftigste Art Torfmoor, das *S. cymbifolium*, und zwar stimmt das Papenburger Moor auch hierin mit dem Kehdinger Moor überein, indem zuerst die kerbige Form des *S. Austini Sulliv.* auftritt. Dieses Torfmoor unterdrückt allmählig die Ericineen, so dass sich in Uebereinstimmung mit dem Kehdinger Moor über dem Haide-Hochmoor ein typisches und reines *Sphagnetum* ausbreitet.

An diese zwei Beispiele der Bildung von Erikenhochmoor auf Rasenmoor mag anhangsweise ein drittes gereiht werden.

Nach Rimpan und Dr. Saalfeld (Protokoll der Central-Moorcommission, Berlin 1878—80) zeigt

„Das Gifhorner Moor im Fürstenthum Lüneburg“ folgendes Profil:

- a) „0.1 Meter Bauerde (Culturschicht).“ Vergleiche „Bauerde“ des Kehdinger Moors.
- b) „0.13 Meter weisser, in trockenen Zustande sehr leichter Moor-  
torf mit wenig Brennwerth.“ Vergleiche den ein reines *Sphag-*  
*netum* darstellenden „weissen Torf“ des Kehdinger Moors.
- c) „1.34 Meter schwarzer guter Haidetorf mit viel *Eriophorum*  
und mächtigen Baumstücken“ = Hochmoor.
- d) „Darunter stellenweise Schilftorf, ähnlich dem Dargtorfe  
von Elm im Schwingethal.“ Also auch hier an gewissen Orten ein  
Rasenmoor in Form eines *Arundinetum*.
- e) „0.15 Meter Sohlband, ein undurchlassendes Gemenge von  
Moor und Sand.“

„Feiner, grauweisser Dünensand.“

„Das Ganze ist ein Hochmoor, welcher an den Rändern,  
namentlich nach W., in Wiesenmoor übergeht.“

Das Letztere ist wohl nichts Anderes als das am Rand vor-  
herrschende, noch nicht mit Hochmoor bedeckte Wiesenmoor, ein soge-  
nanntes „Bruchmoor“, wie es auch das Kehdinger Moor umsäumt und  
denselben Untergrund hat wie das eigentliche Hochmoor (Virchow  
l. c.; vergl. Königsberger Sitzungsber. 1880).

Weiter oben erwähnte ich eines Beispiels von Nordholland:  
Nieuwe Diep. Das auf pag. 691 angeführte Moor von Rokitnitz  
bei Senftenberg in Böhmen ist ein Rasenmoor, welches stellenweise  
in reines *Sphagnetum* übergeht. Prof. Sictensky in Tabor hat durch  
mehrjährige Untersuchungen an böhmischen Mooren einige ganz aus-  
gedehnte Hochmoore beobachtet, welche auf Rasenmoor ruhen und Herr  
Museumsdirector Wiepken in Oldenburg will nach einer freundlichen  
Mittheilung an vielen oldenburgischen Mooren dasselbe wahrgenommen  
haben.

Es wäre interessant zu erfahren, ob das Umgekehrte, die Ueber-  
lagerung von Hochmoor durch Rasenmoor, constatirt werden kann und  
unter welchen näheren Verhältnissen.

### C. Lebertorf, Dysodil etc.

Lebertorfe sind von Caspary (Sitzungsber. der phys.-ökon. Ges.  
in Königsberg 1870), Gumbel (l. c.) und Früh (Ueber Torf und  
Doppl., Zürich 1883) erwähnt und beschrieben worden. Caspary,  
Gumbel und ich untersuchten zum Theil Proben von den gleichen  
Fundorten. Meine Auffassung differirt aber von derjenigen jener beiden  
Forscher namentlich darin, dass ich Süßwasseralgen als charakte-  
ristische Gemengtheile bezeichnete, wovon jene Forscher nichts beob-  
achtet haben wollen. Die Ursache hiezu mag eine mannigfache sein.  
Ein Mal untersuchte Gumbel gewöhnlich nur bei 100facher, höchstens  
300facher Vergrößerung, während ich für diese Torfe nie unter  $\frac{300}{1}$   
angewendet habe; ferner ist der Lebertorf aus Gründen, die weiter  
unten auseinandergesetzt werden, qualitativ und quantitativ oft von so  
wechselnder Zusammensetzung, dass man bei Benützung kleiner Proben  
eben leicht extreme Fälle antreffen kann. Hieraus erklärt sich, warum

auch ich mich später bei oberflächlicher Prüfung einer neuen Probe der Ansicht von G ü m b e l hinneigte (Königsb. Schriften 1883). Um aber ein definitives Urtheil über die Entstehung und Zusammensetzung dieser hochinteressanten Torfart zu bekommen, welche ein Licht auf manche Kohlenbildungen zu werfen im Stande ist, unterzog ich mich der Mühe, über dieselbe ganz intensive mikroskopische Studien zu machen. Dabei wurde stets mit  $\frac{450}{1}$  und  $\frac{600}{1}$ , sowie mikrometrisch gearbeitet. Ferner untersuchte ich absichtlich dieselbe Probe zu verschiedenen Zeiten, um die Eindrücke von Neuem und gleichsam objectiver aufzunehmen, wobei ich stets — wie immer bei meinen Torfuntersuchungen — die Vorsicht gebrauchte, Präparate aus den verschiedensten Partien derselben Stufe anzufertigen, um ein möglichst treues Bild von der Zusammensetzung und dem Grad der Zersetzung des ganzen Stückes zu bekommen. Die folgenden ergänzenden und kritischen Bemerkungen über Lebertorfe gründen sich auf mehrere Hunderte von Präparaten und mehreren Tausend hierauf bezüglichen Skizzen und Notizen.

### I. Lebertorf von Doliewen bei Oletzko in Ostpreussen.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Jentzsch in Königsberg bekam ich drei frische Proben dieser Sorte, und zwar:

- a) „oberste Schicht, ca. 14 Zoll dick“,
- b) „unter dieser Schicht“,
- c) „tiefere Schicht“,

welche ich nach deren vergleichenden Untersuchung als gleichartig und somit zusammenhängend bezeichnen kann. Frisch leberbraun und elastisch; trocken matt, hart mit speckiger Schnittfläche, aschenarm. — Kiesel-scheibchen. Die Probe wurde sofort in etwas Wasser im Dunkeln und je in Wasser oder Alkohol untersucht.

Unter den Gemengtheilen erkennt man *Nymphaea* in Blattresten mit grossen fünf- bis sechseckigen Zellen und kreisförmigen oder ovalen dickwandigen Spaltöffnungsmutterzellen, in den hirschgeweihtartig verzweigten Blatt- und Grundgewebshaaren mit charakteristischer Einlagerung von Krystallen des Calciumoxalates und endlich in den Pollenkörnern. Ferner Blattreste (Epidermis und Nerven, sowie Spiralgefässe und Pollenkörner) von Gramineen und Cyperaceen, Theile von *Phragmites* (Epidermis, Spiral- und Netzgefässe), Radizellen von Gramineen und Cyperaceen, ganz ausnahmsweise mit noch vorhandenen breiten ( $\frac{600}{1}$ !) Wurzelhaaren: Blattparenchym von krautartigen Pflanzen unbestimmte Reste von Laubhölzern; Sporen mit und ohne *Exosporium* sowie Sporangien und Gefässe von Farnkräutern; Blatt und Stengelstücke von Hypneen, mehr oder weniger hellbraune, breite und verzweigte Mycelien, wohl auch Theile von Moosvorkeimen.

Diese Reste sind in einem stehenden Gewässer deponirt worden. Sie unterscheiden sich in ihrem Zersetzungsstande von demjenigen eines gewöhnlichen Moors, indem sie (Laubholz- und Farnkrautreste ausgenommen) nur mehr oder weniger hellgelblichbraun oder schwach gelblich, also wenig ulmificirt erscheinen im Gegensatz z. B. zu ebenfalls unter reichlichem Wasser gebildeten holländischen Baggertorfen, welche durchschnittlich in allen Theilen sehr stark ulmificirt sind. Die

dunkleren Theile, welche zerstreut im Lebertorf vorkommen, waren wahrscheinlich schon stark zersetzt, bevor sie in's Wasser transportirt wurden. Dieses hat die Pflanzenreste eigenthümlich macerirt und namentlich Radizellen nach und nach so verändert (wie an Uebergangsformen leicht zu beobachten ist), dass sie eine „häutig-faserig-filzige“ Masse darstellen, wie es G ü m b e l (l. c. pag. 133) oder eine „kleinfaserig-häutig-körnige“ (ib. pag. 132), ganz richtig beschreibt, indem einzelne Theile auch körnig-krümelig zersetzt sind, d. h. auf eine Weise, wie man es in eigentlichen Mooren häufig wahrnehmen kann. Auf diese Grundmasse hat G ü m b e l wohl deshalb grösseren Werth gelegt als ich, weil er eine ähnliche Structur in jüngeren Kohlen beobachtete, während dieselbe meinem, an die mannigfaltigsten Zersetzungserscheinungen der Torfe gewöhnten Auge auch deshalb nicht auffällig erschien, weil sie sich eben bei genauer Betrachtung als von Radizellen und anderen Zellgewebsresten durch Maceration ableiten lässt und nur der innigen Mischung wegen mehr oder weniger zusammenhängend und homogen erscheint.

In dieser „Grundmasse“ liegen ziemlich viel Schalenreste von Crustaceen (Daphniden) als weitere Beweise einer Bildung im stagnirenden Wasser, dann Chitinborsten von Insecten, da und dort Reste von Wassermilben etc.

G ü m b e l erwähnt „in grösster Menge Pollenkörner, zu mehreren Tausenden auf den Kubikmillimeter“. Man wird wohl kaum einen Torf untersuchen können, ohne darin mehr oder weniger Blütenstaub anzutreffen. Ich selbst fand manchmal in diesem Torf erheblich solche (vergl. die wohl eilig genug publicirte Notiz in Sitzungsber. der Ges. Königsb. 1883), indessen nie mehr als ich bei meinen ausgedehnten Studien über Torfe der verschiedensten Regionen und Länder manchmal zu beobachten Gelegenheit hatte und in den darauf bezüglichen Protokollen mit „viel“ oder „sehr viel“ verzeichnete. Denkt man sich aber in der Nähe oder direct am Ufer eines Sees Gebüsch von Amentaceen und Coniferen, so kann auf den Wasserspiegel ein eigentlicher „Schwefelregen“ niederfallen und da oder dort muss sich in einer Bucht vermöge der blos durch Insolation hervorgerufenen Bewegung des Wassers Blütenstaub anhäufen.<sup>1)</sup> Wird dieser allmählig zum Sinken veranlasst, so kann man im Schlamm oder Torf der betreffenden Localität reichlich Blütenstaub finden. Allein für Doliewen ist das reichliche Vorkommen nach meinen Untersuchungen nur local, nicht allgemein und kann ich dasselbe nicht als Characteristicum bezeichnen. Uebrigens berichtet C a s p a r y über 70 in Ostpreussen befahrene Seen (Sitzungsber. Königsb. 1876), dass sie „meist wald- und buschlose Ufer“ haben.

Ich fand Pollenkörner von: *Pinus*, *Corylus*, *Quercus*? *Betula*, *Salix*? *Populus tremula*? *Alnus*, Gramineen.

Für diesen und andere Lebertorfe ist durchaus eigenthümlich der mehr oder weniger reichliche Gehalt an Algen, welcher von G ü m b e l gar nicht erwähnt und von C a s p a r y und J e n t z s c h nicht zugegeben wird. Ich musste mir also zur Aufgabe stellen, durch eine eingehende

<sup>1)</sup> Die Bewohner des schweizerischen Bodenseufers sagen: „Der See blüht“, wenn der Wasserspiegel zur Blüthezeit der herrlichen Obstwälder mit Blütenstaub bedeckt wird, welchen der Wind herbeiführt.

Untersuchung meine Anschauung zu bestätigen oder zu berichtigen, um künftigen Forschern auf diesem Gebiete ein geklärtes Material zu bieten. Ich hatte also zu prüfen, ob überhaupt kleine einzellige Algenformen erhaltungsfähig sind und auch in anderen Torfen gefunden werden können und dann die Doppelfrage zu beantworten:

1. Sind die von Caspary (Sitzungsber. 1870) beschriebenen als die Hauptmasse des Lebertorfes bildenden „höchst feinen lichtgrau-braunen Körnchen, die weiter keinen Bau zeigen“, wirklich solche Körnchen oder zum Theil Algenformen?

2. Sind vielleicht manche als Pollenkörner angesehene Gebilde zu den Algen zu zählen oder habe ich selbst Pollenkörner mit Algen verwechselt?

Um den letzteren Punkt aufzuklären, begann ich ein eingehendes Studium der Pollenkörner überhaupt und von Sumpfpflanzen im Speciellen. Denn nur diese, sowie Seen umrahmende Sträucher und Bäume können die betreffenden Pollenkörner geliefert haben.

Es wurden die Monographien über Pollenkörner zu Rathe gezogen von: „Dr. H. Mohl, Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner. Bern 1834.“ — „Dr. Jul. Fritzsche, Ueber die Pollen in den Mémoires de l'Académie de St.-Petersbourg 1837“ und „Pollen by M. Pakenham Edgeworth, illustrated with 438 figures, London 1879.“

Dann prüfte ich (an Herbariumsexemplaren) die Pollenkörner von folgenden Pflanzen, nachdem ich dieselben durch sehr verdünnte Kalilauge etwas aufgequollen hatte:

*Alisma Plantago L., Alisma natans L., Butomus umbellatus L., Hottonia palustris L., Hippuris vulgaris L., Utricularia L., Hydrocharis morsus ranae L., Sparganium ramosum Huds., Sparganium natans L., Typha latifolia L., Nymphaea alba L., Nuphar luteum Sm., Potamogeton lucens L., P. natans L., P. crispus L., P. fluitans Roth., Myriophyllum spicatum L., Iris Pseudacorus L., Triglochin vulgare L., Triglochin maritimum L., Lythrum salicaria L., Ranunculus Lingua L., Ran. flammula L., Spiraea Ulmaria L., Ledum palustre L., Calluna vulgaris Salisb., Erica carnea L., Oxycoccus palustris Pers., Erica Tetralix L., Scheuchzeria palustris L., Luzula campestris DC., Scirpus lacustris L., Carex ampullacea Good, Umbelliferen, Vaccinieen, Calamagrostis epigeia Roth, Coeloglossum albidum Hartm., Najas intermedia Wulfg. von der Pfahlbaustation Robenhausen (Schweiz), Callitriche polymorpha Lönner., Amentaceen, Coniferen u. v. a.*

Niemand kann nun bei starker Vergrößerung und Beachtung der feineren Structur solche Pollenkörner mit einzelligen Algenformen verwechseln. Sie zeigen sich innerhalb der „Grundmasse“ besonders schön nach Behandlung des Präparates mit Salpetersäure oder Chlorzinkjod oder Jodkalium. Die hier in Frage kommenden Algen besitzen höchstens eine geschichtete Membran, nie eine Exine wie die Pollenkörner. Ihre Oberfläche zeigt entweder Poren oder Warzen und Leisten, welche meistens für die einzelnen Familien charakteristisch sind, oder sie ist jedenfalls fein gekörnt. Nur die Najaden haben nach Fritzsche eine einfache Haut.

Die Körnchenstructur der Aussenhaut ist sehr dauerhaft und kann bei im Torf eingeschlossenen Pollenkörnern auch dann noch constatirt

werden, wenn sie eine sehr feine Haut haben und diese an und für sich blass und durchsichtig ist (Fig. 8). Die Grösse der Pollenkörner variirt zwischen 0·0075 Millimeter bei *Ficus elastica* und 0·1 Millimeter bei *Malope grandiflora* (Schacht, Lehrb. der Anat. u. Phys. 1859, II, pag. 367). Darnach könnten manche von mir als Algen aufgefasste Formen ganz gut zu Blütenstaub gezählt werden, wenn nicht die übrigen Merkmale und die Art der Vergesellschaftung derselben scharf dagegen sprechen würden. Da nun freie Zellen von der Grösse der Pollenkörner zum Theil zahlreich im Lebertorf von Doliewen vorkommen, ich selbst wirkliche Pollenkörner nur von den wenigen oben citirten Pflanzenarten und nicht reichlicher als in manchen anderen Torfsorten angetroffen, so muss ich annehmen, dass bei Nichtbeachtung der feineren Membranstructur zum Theil eine Verwechslung mit den grösseren von mir unten beschriebenen Algenformen möglich gewesen ist.

Der erste Lebertorf, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, war von Jakobau bei Belschwitz (Westpreussen), wovon mir Herr Professor Caspary den 27. Februar 1883 freundlichst ein Stück einer Probe abtrat, welche er seit October 1873 unter Wasser aufbewahrt hatte. Die ersten Präparate lenkten sofort meine Aufmerksamkeit auf grünlich-gelbbraune Körner-Ballen oder kugelige Häufchen, welche sich durch Druck abplatteten. Zugleich wurden sie blässer und die einzelnen Kügelchen zeigten sich bei starker Vergrösserung deutlich. Sie machten auf mich den Eindruck von Mikrocystiscolonieen (Fig. 9) und ich habe dieselben in allen bis heute mir bekannt gewordenen Lebertorfen gefunden.

Bei Benützung von wenig Material und  $\frac{150}{1}$  oder  $\frac{600}{1}$  wird man sich leicht davon überzeugen, dass man es hier nicht mit Körnehen von unbestimmten Umrissen zu thun hat. Es sind im Gegentheil wohlbegrenzte organisirte Gebilde von durchschnittlich 0·001—0·002 Millimeter Durchmesser und mit einander verklebt wie die einzelnen Individuen einer *Zoogloea*. An und für sich blassgrau erscheinend, lassen sie in kugeligen Aggregaten, wie bereits erwähnt, das Licht grünlich-gelbbraun durch (vergleiche das Aussehen einzelner Blutscheibchen und Muskelfasern mit viel Blut oder einem ganzen Muskel!) und sind diese zu grossen Ballen oder Colonieen vereinigt (Fig. 9), so machen sie sich in der Grundmasse leicht durch ihre grünliche Färbung bemerkbar, von der sie oft ganze Parteen bilden. Dass ich diese Gebilde von Anfang an als organisirt erkannt, — mag man sie nun so oder so deuten — und nicht mit Detritus der Vertorfung verwechselt habe, geht aus den genau geführten Protokollen meiner Untersuchungen über die Gencsis des Dopplerits hervor, indem ich sowohl bei den Zersetzungsformen in holländischen Baggertorfen als namentlich innerhalb des den Dopplerit der schweizerischen Fundorte liefernden *Hypnetums* scharf zwischen körniger, krümeliger und homogener Umbildung der Pflanzenstoffe unterschieden habe. Die Körnehen, welche durch den Verstopfungsprocess entstanden, wird man in lebhafter Molecularbewegung finden, niemals aber jene organisirten Gebilde, weil sie zu *Zoogloea*-artigen Gallertklümpchen verklebt sind.

Oft zeigen sich ziemlich viel Aggregate von blassen oder gelblich-bräunlichen, rundlichen bis ovalen, wohl contourirten bis doppelt berandeten Formen (Fig. 10) von 0·004—0·003 Millimeter Durchmesser,

die wieder zu einem Gallertklümpehen verklebt sind<sup>1)</sup>; dann grössere gequollene Gallertmassen (Fig. 11 bis 14), deren Brechungsvermögen von demjenigen des Wassers wenig verschieden ist. Sie schliessen bald zarte und durchscheinende ovale Formen ein (Fig. 11) oder zahlreiche ovale Gebilde von 0·007—0·009 Millimeter Länge, welche prall von grünlich-gelbbraunen feinen Körnchen erfüllt sind (Fig. 12) oder die Zahl dieser ovalen Formen ist viel geringer (Fig. 13) — vielleicht in Folge ungleich erlittenen Druckes am Präparat — dafür erscheinen sie schärfer begrenzt, besitzen weniger, aber deutlicher begrenzte und grössere Körnchen. Endlich sind in solche äusserst zarte gallertartige Massen, die im Wasser fast zerfliessen, ovale Gebilde eingeschlossen (Fig. 14), welche etwa 0·009—0·01 Millimeter lang und 0·004—0·005 Millimeter breit sind. Man erkennt im Innern derselben scharf berandete gelbbraune Körnchen: einige erinnern an Theilungsstadien, andere sind rundlich mit deutlicher Membran und einem grösseren gelbgrünen Fleck, so dass man unwillkürlich an Entwicklungsformen einzelliger Algen erinnert wird. Von der Grösse dieser letzteren kugeligen Gebilde finden sich sehr viele einzeln oder zu Haufen.

Besonderes Interesse verdienen tetraedrische Gruppen, wie sie Fig. 15 und 16 wiederzugeben versuchen. Deutliche Membran, glatt, im Innern einen blassgelblichbraunen Fleck: Durchmesser 0·006 bis 0·008 Millimeter. Manchmal sind solche Zellen rosettenförmig verbunden (Fig. 17)<sup>2)</sup> oder man sieht dieselben sich stufenweise zusammendrücken, abplatten und zu vielen geldrollenartig aneinanderreihen wie die rothen Blutkörperchen (Fig. 18 und 19). Diese abgeplatteten Formen zeigen Dimensionen von 0·006:0·01 bis 0·004:0·012 bis 0·004:0·016 Millimeter je nach dem Grade des Seitendruckes, den sie erlitten. Dabei erscheinen dieselben oft recht innig verbunden mit geraden, parallelen Membranen und erwecken vollends dann, wenn etwa ein Membranrest einer losgetrennten Zelle noch anhängt (Fig. 19 c), die Vorstellung von Scenedesmusformen (oft mögen es wirklich solche gewesen sein). Durchschnittlich seltener, aber manchmal ebenfalls grosse Colonien bildend, beobachtet man grössere Zellen und Verbände (Fig. 20), die einzeln und in Kugelform etwa einen Durchmesser von 0·012—0·004 Millimeter aufweisen und in Aggregaten etwa 0·006—0·007 Millimeter breit und 0·018 bis 0·02 Millimeter lang erscheinen: sehr deutliche homogene und glatte Membran und gelbbraunen Inhalt. Seltener boten sich mir grosse Zellformen dar, wie Fig. 21 und 22. Ihre Membran schien bedeutend gequollen zu sein und der grünlich-gelbbraune Inhalt war als centraler Fleck vorhanden oder zu 4—6 Häufchen vertheilt. Fig. 23 stellt eine Zelle mit sehr dicker, glatter Membran und reichlich gelbbraunen Inhalt dar; sie dürfte wohl als eine Ruhespore einer Alge gedeutet werden.

<sup>1)</sup> Ein Mikroskopiker wird solche Colonien nie mit Mesophyllzellen von Blättern verwechseln; das Bild an und für sich und namentlich Gebrauch von Reagentien werden genügenden Anschluss ertheilen.

<sup>2)</sup> Ein Vergleich mit den schildförmigen Haaren des Genus *Callitriche* auf den verschiedenen Entwicklungsstufen und nach Bau und Grösse der einzelnen Zellen wird hinreichen, um sowohl tetraedrische Gruppen (Fig. 15 und 16), als rosettenförmige (Fig. 17) davon zu unterscheiden.

Manchmal wimmelte es in den Präparaten der von mir untersuchten Probe von zarten, vielfach verschlungenen Fäden, die man als solche auf Zusatz von Salpetersäure deutlicher zum Ausdruck bringen konnte, indem die übrigen Gemengtheile intensiver gefärbt werden. Diese Fäden sind oft recht lang, durchweg schön parallel und äusserst zart begrenzt. Die Membran ist oft bei  $\frac{600}{1}$  nur als zarte Grenze gegen die Umgebung sichtbar (Fig. 24 und 25) oder zart, aber deutlich doppelt contourirt (Fig. 26) oder scharf doppelt berandet (Fig. 27), aber stets hell. Mithin unterscheiden sich diese Gebilde deutlich von Wurzelhaaren oder eingestreuten Mycelien oder den dünnen, langen, sich verjüngenden und brüchigen, sehr scharf contourirten Chitinhaaren; auch sind sie leicht von *Chaetophora*-Haaren zu unterscheiden. Von aufgerollten Spiralfasern der Gefässe können sie trotz ihres geringen Querdurchmessers nicht abgeleitet werden. Diese sind massiv, homogen, stark lichtbrechend, mehr oder weniger steif und sehr widerstandsfähig, so dass man sie noch im Schlamm der Teiche und Seen und den Excrementen der Pflanzenfresser und des Menschen antrifft, wenn die übrigen Gewebelemente bereits bis zur Unkenntlichkeit macerirt worden sind.

Wegleitend ist nun der Umstand, dass ich einige Mal an diesen Fäden bei guter Beleuchtung und ohne jede Zusatzflüssigkeit feine, aber entschieden deutliche Querlinien beobachten konnte, welche wohl als Scheidewände zu deuten sind. Die einzelnen Stücke waren dann bald so lang oder länger als dick oder entschieden breiter als lang (Fig. 24 und 25). Im letzteren Falle war innerhalb der Zelle ein zartes Pünktchen zu sehen. Der Durchmesser dieser Fäden variirt zwischen 0.002 und 0.004 Millimeter. Sie erinnern an Spaltpilze, stimmen indessen schlecht mit *Beggiatoa*-Fäden überein, welche ich aus Abflüssen von Zuckerfabriken untersuchte. Vielleicht, dass solche Stücke, deren Querdurchmesser 0.004 Millimeter beträgt und die sich durch helle, scharf contourirte Membranen auszeichnen, *Crenothrix*-Fäden angehören, indem sie ziemlich gut mit solchen übereinstimmen, welche ich auf *Vaucheria*-Rasen gezüchtet. Wahrscheinlicher ist, dass sie den Spaltalgen (*Oscillariaceen*) angehören, obschon, wie Herr Professor Zopf mir freundlichst bemerkt, das entscheidende Moment, der blaugrüne Farbstoff, fehlt, so dass es unmöglich ist, mit Sicherheit diese Formen zu bestimmen. Es mag vergleichsweise daran erinnert werden, dass *O. subtilissima* Kg. nur 0.001 bis 0.0015 Millimeter, *O. tenerrima* Kg. 0.0018—0.0025 Millimeter, *O. gracillima* Kg. 0.0027—0.0032 Millimeter und *O. chlorina* Kg. 0.003 bis 0.0036 Millimeter Querdurchmesser haben.

Caspary und Jentzsch wollen im Lebertorf von Doliewen nur Desmidiaceen (*Pediastrum*) gesehen haben. Wirklich ist *P. Boryanum* Menegh. in der var. *granulatum* Rabenh. (Fig. 28) oft ziemlich verbreitet in Rosetten von gegen 30 Zellen, deren losgetrennte Innenzellen bisweilen mit Pollenkörnern verwechselt werden könnten; aber auch andere *Pediastrum*-Arten kommen vor, sowie *Staurastrum*, *Cosmarium*. Caspary wollte eine Täuschung an modernen Algenbildungen nicht ausschliessen, da der Torf von Jakobau so lange im Wasser gelegen hatte. Dass dies aber nicht der Fall war, lehren die übereinstimmenden Resultate an verschiedenen anderen frischen und trockenen Lebertorfen.

Zudem ist die Färbung der im Torf eingeschlossenen Algen durchaus nicht mehr von jenem ausgesprochenen Ton, wie ihn lebende Formen aufweisen und bin ich wohl gegen solche Verstösse durch meine während mehr als 12 Jahren gepflegten mikroskopischen Studien und Übungen genügend vorbereitet.

Im Interesse der Wissenschaft habe ich indessen nicht ermangelt, eine möglichst objective Aufklärung in dieser Frage zu erhalten. Ich suchte mir eine Vorstellung von dem Verhalten eines Gemisches von höheren Pflanzen mit Algen im stillstehenden Wasser zu verschaffen, indem ich während 1½ Jahren in einem Literglase *Glyceria fluitans* Rbr. mit *Sphagnum* unterhielt. Diese Pflanzen sind allmählig abgestorben. Dagegen konnte ich im Gewirr der Radizellen und Wurzelhaare mannigfache Entwicklungszustände von Chroococcaceen und Cyanophyceen beobachten, die nach Form und Grösse recht wohl lebende Vertreter der von mir beschriebenen Algenformen sein können. Jene gallertartigen Ballen von sehr kleinen, zarten und blassen Gebilden (Fig. 9 und 10) stimmen mit *Zoogloea*-Zuständen, die sich namentlich im Niveau am Glase bildeten, überein. Prof. Dr. Zopf hat in seiner lehrreichen Arbeit „Ueber Spaltalgen“, Leipzig 1882, gezeigt, wie *Zoogloea*-Formen von *Glaucothrix gracillima* Repräsentanten von Chroococcaceen darstellen, wie *Nostoc*-Arten als Zoogloen von Scytonemaceen und *Gloeocapsa*-Formen Entwicklungszustände von *Sirosiphon* repräsentiren und dass *Zoogloea*-Formen von *Limnothrix flos aquae* „auf das Vollständigste mit *Polycystis*“ übereinstimmen. Herr Prof. Zopf hatte die ausserordentliche Güte, eine Probe des von mir untersuchten frischen Lebertorfes von Doliewen zu prüfen und er spricht sich in Uebereinstimmung mit einem anderen Fachgelehrten dahin aus, dass die Algenformen „schön und reichlich“ entwickelt seien, dass es aber wohl unmöglich sei, dieselben mit wissenschaftlicher Sicherheit zu bestimmen. So viel scheint ihm aber sicher, dass Scheiden von Spaltalgen vorliegen dürften, sowie dass auch „die ballenförmigen Palmellenzustände entfärbte Spaltalgenzustände sind, den Chroococcaceenformen zugehörig“. Die grösseren Formen (Fig. 13 u. 14) möchte er für Palmellenzustände chlorophyllgrüner Algen halten, und zwar für *Tetraspora*-artige. Chlorophyllgrünen Algen mögen wohl auch die Formen angehören, welche ich in den Fig. 21 und 22 abzubilden versucht habe.

Den Algologen ist bekannt, dass zwischen Moosen und Seggen Algen gedeihen mit dauerhaften Membranen. Wenn ich Lebertorf von Doliewen auf dem Objectträger in Wasser zertheilte, dann dasselbe durch einen Streifen Filtrirpapier entzog, so bewirkte frisches Chlorzinkjod eine violette Färbung bei Hypneen, manchen Pollenkörnern von Amentaccen und Coniferen, Resten von Gefässpflanzen und auch in der Membran von grösseren und kleineren Algenformen, Pediatreen, während sich andere gar nicht oder nur allmählig färbten.

Es darf also a priori nicht auffällig erscheinen, wenn Algen als Gemengtheil von Torf beobachtet werden. Solche, meist einzellige Algen, sind von mir vor und nach der Kenntniss des Lebertorfes in verschiedenen Stufen als sehr sporadisch erkannt worden. Ich erwähne z. B. „Todtes Meer“ bei Einsiedeln (Rasenmoor): *Hypneto-Caricetum* von Bürglen (Thurgau); *Caricetum* von Eschen (Fürstenthum Liechtenstein);

Papenburg Nr. 24; Rasenmoor von Bovès bei Amiens; Nieuwe Diep (7—8 Meter — A. P.); Derrie von Leeuwarden, Rasenmoor von Roknitz; Rasenmoor von Schwart bei Warnemünde (Mecklenburg); Rostocker Schleuse (0·5—1 Meter); Bohrung beim Bahnhof Rostock in 6 Meter Tiefe; Blätter- und Waldtorf über Torfschiefer von Schlackendorf (Mecklenburg) etc. Im *Sphagnetum* von Papenburg (Probe Nr. 4) beobachtete ich sehr kleine einzellige Algen innerhalb der Mooszellen, wie man solche gelegentlich an lebenden Exemplaren wahrnimmt.<sup>1)</sup>

Am Lebertorf von Doliewen beobachtete ich zum ersten Mal, dass absoluter Alkohol einen gelben bis grünlichgelben Farbstoff extrahirte, welcher bei einiger Concentration ohne weiteres schwach roth fluorescirt. Ich erinnerte mich, dass Ch. Guignet aus Torf von Bovès Chlorophyll abgesehen (Comptes rendus, T. 91, pag. 888). Dieser Torf, von dem mir jener Forscher eine Originalprobe zur Untersuchung überliess, ist ein *Caricetum*, gemischt mit *Filices* und Laubholz und ziemlich viel Colonien einzelliger Algen. Da Guignet in der vorhin erwähnten Mittheilung an die französische Akademie nicht angibt, auf welche Weise er den unveränderten Charakter des Chlorophylls festgestellt, ersuchte ich Herrn Prof. Dr. Hoppe-Seyler in Strassburg um eine spectralanalytische Prüfung der alkoholischen Auszüge, indem ich ihm entsprechende Torfproben überliess. Er fand für:

a) Doliewen: „Die alkoholische Lösung erhielt bald die von Ihnen beschriebene Färbung und zeigte im Spectrum im Roth zwischen B und C den Absorptionsstreifen des Chlorophylls. Im Gelbgrün zwischen den Linien D und E war keine Absorption erkennbar, so dass der Farbstoff sich verhielt wie frisch aus lebenden Pflanzen aufgelöstes Chlorophyll, nicht wie das Chlorophyllan oder aus zersetzten Pflanzen ausgezogener Farbstoff.“ — Deutlich fluorescirendes Licht, „welches für Chlorophyll charakteristisch ist und dessen Brechbarkeit dem Absorptionsstreifen zwischen den Spectrallinien B + C im durchfallenden Licht entspricht.“

b) Bovès bei Amiens (trockene Probe!): Sowohl Absorptionsspectrum als Fluorescenz mit Brechbarkeit entsprechend dem Absorptionsstreifen zwischen B und C zeigten das Chlorophyll an.

Ich spreche Herrn Prof. Dr. Hoppe-Seyler auch an dieser Stelle den herzlichsten Dank für seine gefällige Unterstützung aus.

Darauf hin prüfte ich Torfe verschiedener Zusammensetzung und verschiedener Localitäten auf die Fluorescenz der alkoholischen Extracte, welche ich so darstellte, dass ziemlich gleich grosse und pulverisirte Torfmengen mit absolutem Alkohol bei Zimmerwärme während 5 Tagen behandelt wurden; die bezüglichen Filtrate wurden zu gleichen Raumtheilen in gleich grossen Reagensgläsern bei directem Sonnenlicht mittelst

<sup>1)</sup> Die porösen hyalinen Zellen der Torfmoose nehmen überhaupt kleinere Körper auf. Hievon kann man sich sehr gut überzeugen, wenn man beblätterte Stämmchen dieser Pflanzen einige Zeit in Berlinerblau taucht; man wird dann auch nach anhaltendem tüchtigen Auswaschen die meisten hyalinen Blatzellen mit den blauen Körnern erfüllt finden. Hierauf gründet sich die Anwendung des Torfmooses als Verbandmaterial für Wunden.

einer Sammellinse geprüft. Mit Ausnahme der Probe von Doliewen waren alle trocken.

Nr.	Fundort und Charakter des Torfs	Farbe des Auszuges im durchfallenden Licht	Farbe des Auszuges im auffallenden Licht
1.	Lebertorf von Doliewen . . . . .	grünlichgelb	deutlich roth
2.	„ „ Purpesselen . . . . .	„	„
3.	„ „ Güstrow (Mecklenburg) . .	„	„
4.	„ „ Zarrentin (Mecklenburg) .	„	„
5.	„ „ Bentwisch (Mecklenburg) .	gelb	blassroth
6.	Blätter- und Waldtorf auf Torfschiefer von Schlackendorf (Mecklenburg) mit wenig einzelligen Algen . . . . .	blassgelb	blassröthlich
7.	Oberveen (Holland), Rasen- bis Waldtorf	schwachgelblich	röthlich bis rothbraun
8.	Nidden: Martörw	schwach honiggelb	blassröthlich oder rothbraun
9.	Bovès, Rasentorf mit ziemlich viel Algen	gelb	röthlich
10.	Bahnhof Rostock, 6 Meter tief (mit Algen)	grünlichgelb	deutlich roth
11.	„Todtes Meer“ (mit Algen) . . . . .	gelb	„
12.	Noordwyk, Hypneto-Caricetum mit Nym- phaea, Menyanthes . . . . .	goldgelb	„
13.	Rokitnitz, mit eingestreuten einzelligen Algen . . . . .	gelb	„
14.	Derrie (Bohrung Badehaus Leeuwarden), mit ganz wenig Algen . . . . .	blassgelb	grau
15.	Bürglen (Thurgau), mit wenig Algen . .	honiggelb	„
16.	Baggertorf (Rasenmoor) von Reeuwijk in Südholland, stark ulmificirt bei 1·3 Meter Tiefe . . . . .	schwachgelb	vielleicht etwas röthlichbraun!
17.	ib. 3·3—3·6 Meter Tiefe . . . . .	honiggelb	grau
18.	Brévine (Neuchâtel), obere Schicht (Sphag- neto-Eriophoretum) . . . . .	gelb	„
19.	Kehdinger Moor Nr. 19 . . . . .	harngelb	„
20.	„ „ Nr. 32 . . . . .	tief honiggelb	„
21.	Dunkler Leuchttorf Nr. 3 mit einer Unzahl von Pollenkörnern . . . . .	schwach weingelb	„
22.	Vlake, Zuid Beveland, Calluneto-Eriopho- retum (0·4 Meter u. d. Oberfl.) . . . .	schwachgelb	„
23.	Kampen, Rasenmoor 4 Meter — A. P. . .	„	„
24.	Darry in den Wadden bei Ameland (Hyp- neto-Caricetum) . . . . .	„	„
25.	Nieuwe Diep 2·8 Meter, Calluneto-Eriopho- reto-Sphagnetum . . . . .	weingelb	„
26.	Nieuwe Diep 4·4 Meter — A. P. (Rasen- moor) . . . . .	gelbbraun	„
27.	Nieuwe Diep 7·47—8 Meter — A. P. Rasenmoor mit einigen Pediastrum . .	weingelb	„
28.	Bohrung Neumarkt Amsterdam 4·7—5·1 Meter — A. P. Rasenmoor . . . . .	farblos	„
29.	Darg, von der See am Dollert ausgespült	bräunlichgelb	„

Ich wollte diese Ergebnisse noch dadurch controliren, dass ich untersuchte, ob vielleicht schon Ulminverbindungen für sich irgend eine Fluorescenz zeigen würden oder ob dieselben überhaupt die Eigenschaften des Blattgrüns bei auffallendem Licht beeinträchtigen könnten.



Nach Caspary typischer Lebertorf, frisch „fast gleichmässig graubraun, dicht, gleichartig, sehr elastisch, ohne Spur von blättrigem Gefüge, mit grobmuscheligem Bruche und thierischer Leber ziemlich ähnlich“. G ü m b e l und ich untersuchten trockenes Material, welches in papierdünnen Schichten aufgeblättert ist. Mit Bezug auf dessen Zusammensetzung unterscheiden jene beiden Forscher wieder die oben beschriebene „Grundmasse“, nach G ü m b e l zum Theil eine „flockige Substanz“ (Algencolonien?), in welcher nach Caspary ziemlich zahlreich Hautstücke von Crustaceen, zahlreiche Pollenkörner von *Pinus sylvestris* und zahlreiche nicht gut bestimmbare Zellgewebsreste eingebettet sind, worunter er ein Sphagnumblatt, ein *Cosmarium*, aber keine Diatomeen erkannte — während G ü m b e l, „abgesehen von einzelnen Insectenresten, namentlich Tracheen, zahlreiche Blattreste mit deutlich erkennbarer Zelltextur nach Art der Gras- und Moosblätter, vereinzelte schwarze Holzzellen und Gefässe, viele runde, schwarze Kügelchen (Sporen) und in Unzahl Pollenkörner“ beobachtete, circa 1000 per Kubikmillimeter.

Eine nochmalige Prüfung dieses in 5procentiger Kalilauge aufgeweichten Torfes ergab mir:

Eine „faserig-filzige“ Grundmasse, in welcher wieder die oben beschriebenen mikrocystisartigen Formen einzelliger Algen mehr oder weniger häufig, zum Theil in grossen grünlich-gelbbraunen Ballen erkannt werden, namentlich aber einfache und verzweigte, theilweise faserig macerirte Radizellen von Gramineen und Cyperaceen nebst Blattparenchym und Nervenprosenchym dieser Pflanzen; Blattgewebe mit Spaltöffnungsmutterzellen von *Nymphaca*; Parenchym, welches am besten mit demjenigen der Staubgefässdeckblätter in den Kätzchen von *Alnus*, oder *Betula* übereinstimmt; dann Brennhaaren ähnliche Emergenzen homogen ulmificirte Gefässe und Sporen von Farnkräutern, Pollenkörner von *Pinus* (in gar nicht auffälliger Zahl), *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus campestris* L., *Tilia*; seltener sind Rosetten von *Pediastrum Boryanum* Men., keine Diatomeen. Dagegen ziemlich viel Chitinborsten, Panzer von Milben und namentlich Schalen von Daphniden (keine Tracheen). Auch in diesem Lebertorf sind mehr oder weniger grosse Stücke von gelbbraunen und homogen ulmificirten Holzzellen oder Platten eingelagert („schwarze Holzzellen“, G ü m b e l), die von Laubbölzern oder Farnkräutern abstammen dürften und wahrscheinlich theilweise als solche hereingeschwemmt wurden. Es sind keine verkohlten Pflanzentheile, sondern wie die Ulmus- und Humusverbindungen empfindlich gegen abwechselnde Behandlung mit verdünnter Kalilauge und Salzsäure. Unter den mineralischen Stoffen, welche in dieser Probe sparsam vertreten sind, herrschen sehr feine Quarzsplitterchen vor, zwischen denen als Seltenheit ein Kieselscheibchen beobachtet wurde.

Der Torf brennt anhaltend mit lebhafter Flamme unter Verbreitung des bekannten Torfgeruches. In der schwach gelblichen und mit Salzsäure übergossenen Asche erzeugt Chlorbarium einen weissen unlöslichen Niederschlag.

G ü m b e l beschreibt in diesem Torfe „viele runde, schwarze Kügelchen (Sporen)“. Sie sind mir nicht entgangen, da sie in Rasenmooren keine Seltenheit sind und in Wald- und Blättertorf oder den

untersten Schichten von in Teichen und Seen gebildeten Torfen oft ausserordentlich zahlreich vorkommen. Auch Schuhmann erwähnt „dunkle Sporen“ (l. c. pag. 11, pag. 26). Da er in der gleichen Schrift von „rundlichen, dreieckigen und tonnenförmigen Sporen“ spricht (pag. 97 ff.), also Pilz-, Flechten- und Torfmoossporen erkannt hat, so muss sich jene Bezeichnung entweder auf vereinzelte freie Ulmuskügelchen oder auf ähnliche Objecte beziehen, wie die von Gümbel beschriebenen.

Diese Kügelchen sind weder Sporen noch Ulmuskügelchen. Sie reagiren nie auf Kalilauge oder Salzsäure. Pilz- oder Flechtensporen (Fig. 4 und 29) werden von Alkalien auch dann aufgeschwemmt, wenn ihre Membran stark humificirt sein sollte. Mit den in Frage kommenden Kügelchen ist dies nicht der Fall. Es sind vielmehr, wie ich mich häufig an verschiedenen Vorkommnissen überzeugt habe, Aggregate von Schwefelkieskryställchen. Durch Druck zerfallen sie in zahlreiche Körnchen (Fig. 30), Sporen hingegen nicht. Jene Körnchen sind undurchsichtig, scharf begrenzt und höchstens vermöge des an ihren Flächen reflectirten Lichtes bräunlich umrandet. Ihr Durchmesser variirt von 0·0007—0·001 Millimeter. Trotz dieser Kleinheit erscheinen sie bei  $\frac{600}{1}$  meistens in scharfen Quadraten oder kurzen Rechtecken, d. h. in der Regel als Würfelchen, welche isolirt die Brown'sche Molekularbewegung zeigen können. Seltener sind freie Körperchen von 0·003—0·002 Millimeter Durchmesser (Fig. 31) oder Verwachsungen von 2—4 Individuen ähnlich wie optische Durchschnitte von Magnetstein in Gesteinsdünnschliffen. Noch vereinzelter trat ich schwarze sechseckige Figuren, welche an dodekaedrische Gestalten erinnern (Fig. 31 a). Alle diese Krystallaggregate charakterisiren sich als solche sehr schön im auffallenden Licht.

Ich habe verschiedene Male versucht, diese schwarzen Krystallbildungen chemisch zu definiren, namentlich in solchen Fällen, wo sie recht zahlreich im Torf eingeschlossen waren. Mit erwärmter Salzsäure entwickeln sie keine nachweisbare Menge Schwefelwasserstoff, bleiben überhaupt darin unverändert. Der kalkreiche Torfschiefer von Schlacken-dorf, welcher sehr reich an solchen schwarzen Würfelchen und deren Aggregation zu Kugeln ist, wurde pulverisirt, dann mit kochender concentrirter Salpetersäure aufgeschlossen, hierauf vollständig ausgesüsst. Das gelbbraune Filtrat war reich an Eisenoxydsulphat. Der Niederschlag auf dem Filtrum zeigte unter dem Mikroskop eine totale Abwesenheit der schwarzen Körnchen, dagegen einen ausserordentlichen Reichthum an Gypskryställchen (Säulen nach  $\infty P. P. \infty P \infty$ , Zwillinge, Viellinge), welche zwischen den durch die Salpetersäure roth gefärbten und krümelig umgewandelten organischen Stoffen etwa denselben Eindruck machten, wie die glashellen Plagioklasleisten im Dünnschliff eines Feldspathbasaltes. Wurde dieser Niederschlag gut getrocknet und dann längere Zeit mit Schwefelkohlenstoff in Berührung gebracht, so erhielt ich durch Verdunsten des Filtrates ein kleines Quantum einer gelblichgrauen bis gelblich wachsartigen Masse, die unter dem Mikroskop (Verdunsten von Tropfen auf dem Objectträger) nichts von Schwefel erkennen liess und auf Platinblech erhitzt mit stark russender, das Metall kohlig bedeckender Flamme verbrannte, ohne den Geruch nach

schwefliger Säure zu verbreiten. Wurde eine pulverisirte Probe desselben Torfschiefers ohne vorherige Einwirkung von Salpetersäure mit Schwefelkohlenstoff extrahirt, so bekam ich eine grünlichgraue Substanz von gleichen Eigenschaften wie die vorhin beschriebene. Das Pulver selbst enthielt noch denselben Reichthum an schwarzen Kryställchen wie zuvor. Die Krystalle reden wohl deutlich genug für die tesserale Form des Doppeltschwefeleisens und schliessen den Markasit aus.

Nach meiner Erfahrung sind diese Pyritaggregate vorzugsweise in gut abgeschlossenen Rasen- und Waldmooren vertreten und fehlen sozusagen im *Sphagnetum* und *Callunetum*. Nach Pagel und Oswald (Landw.-Jahrb. 1. Suppl. Halle 1877) bilden sich „bei Luftabschluss in der Moorsubstanz durch Reduction von schwefelsauren Salzen Schwefelverbindungen, die zum Theil als Schwefelwasserstoff, zum Theil als Schwefelmetalle auftreten.“ Ich prüfte einige Mal solche Torfe, die viel Schwefelmetalle enthielten, erfolgreich auf einen geringen Gehalt an gelösten Sulphaten. Ich nahm aber umgekehrt an, dieselben wären durch eine spätere Oxydation der Sulfide und deren Einwirkung auf Carbonate entstanden.

Nachträglich finde ich in „Landw.-Versuchsstationen 8“, dass auch van Bemmelen diese Krystalle, welche er namentlich in der gypreichen Wülderde“ reichlich gefunden, als Pyrit erklärt. Sie erscheinen daselbst „in der Gestalt schwarzer runder Körner; einige zeigen Cubusform, einzelne Flächen von Pentagondodekaedern. Sie sind sehr schwer, unlöslich in Salzsäure, löslich in Salpetersäure und Königswasser. An der Luft oxydiren sie sich nicht.“

### III. Torfschiefer von Güstrow in Mecklenburg,

den ich nochmals und in verschiedenen Zeiten auf seinen Gehalt an Algenformen prüfte. Die Probe war trocken, compact und von matter muscheliger Bruchfläche; sie wurde mit verdünnter Kalilauge langsam aufgeweicht.

Befund: Auch hier bis zur Unkenntlichkeit faserig zersetzte Radzellen und Zellgewebsreste; gut erhaltene Blattreste von *Nymphaea*, eingestreut Pollenkörner von *Pinus*, *Betula*, *Corylus*, *Tilia*, *Alnus*, Sporen von *Filices*; ziemlich viel Spongillanadeln, da und dort *Melosira*; Daphnidenschalen und andere Chitinreste; viel Schwefelkies.

Ueberall Algenformen: in einzelnen Partien sehr reichlich, ganze Flötzelchen darstellend. Nicht nur viele microcystisartige Colonieen, sondern oft zahlreiche Häufchen von *Tetraspora*-artigen Formen und als besonders auffällig oft ganze Häutchen bestehend aus *Gloeocapsa*-Arten, die bei Behandlung des Präparates mit Salpetersäure recht schön hervortreten. Sie sind so vorzüglich erhalten, dass man dieselben mit Ausnahme des veränderten Zellinhaltes für frische Exemplare halten könnte. Der Umstand, dass die scharf geschichteten Hüllen bald glashell, bald bräunlich bis braun erscheinen, dürfte auf das gleichzeitige Vorkommen verschiedener Spezies schliessen lassen (Fig. 32). Zweizellige Familien von 0.02 Millimeter Länge oder 0.016 und 0.025 Millimeter herrschen vor; indessen zeigen sich auch grössere und 4—8zellige Familien. Auch die *Oscillaria*-artigen Fäden des Lebertorfes von Doliewen traf ich in einigen Exemplaren; ferner homogene und stark ulmifcirte und wahrscheinlich

eingeschwemmte Stücke und Platten von Holzzellen der Laubhölzer und Farnkräuter. Die Bildung des Torfes in einem stillstehenden Gewässer wird durch seine Zusammensetzung genügend dargethan.

#### IV. Torfschiefer, Lebertorf Casp. von Testorf

bei Zarrentin (Mecklenburg). Er ist sehr dünnblättrig, matt, hart und reich an Quarzsplittern (Kieselscheibchen), Spongillanadeln und eingestreuten Diatomeen (*Pinnularia*, *Melosira*).

Von höheren Pflanzen sind vorhanden: Radizellen und Blattreste (Parenchym und Nerven) von Gramineen und Cyperaceen (z. B. Phragmites), freie Spiralgefäße, Haare von *Nymphaea*, Blattstücke von Hypneen und *Sphagnum*. Sparsam Pollenkörner von *Pinus*, *Alnus*, *Corylus*, Gramineen, Ericineen; Sporen von *Sphagnum*. Chitinreste von Insecten, Milben, Daphniden. Auch hier sind die zarten Algencolonieen als grünlich-gelbbraune Ballen mehr oder weniger zahlreich vertreten, auch *Tetraspora*-artige, *Cosmarium* und manchmal erheblich durch deutliche Querwände eingetheilte, blasse, parallel berandete *Oscillaria*-artige Fäden. Da und dort ziemlich viel Schwefelkies.

Der Torf brennt mit stark leuchtender und anhaltender Flamme, eine schwach gelbliche Asche zurücklassend, die mit Salzsäure begossen, schwach aufbraust u. v. d. L. leicht zu einem grünlich gefärbten Glase zusammenschmilzt.

#### V. Bentwisch bei Rostock.

Eine schiefrige, harte, kaffeebraune Probe mit speckiger Schnittfläche. Sie ruht auf sog. „Wiesenkalk“, der sich getrocknet in papierdünnen Schichten darbietet und nach Zersetzung der reichlichen Carbonate unter dem Mikroskop folgende Zusammensetzung zeigt:

Viel Diatomeen, als: *Melosira varians* Ag., *Gomphonema acuminatum* Ehrh., *G. geminatum* Ag., *Cymbella cymbiformis* Bréb., *Meridion*, *Cyclotella operculata* Ag., *Himantidium*, *Epithemia Argus* Ehrh., *Naviculae*, *Pinnulariae*, *Synedrae*, *Cosmarium quadratum* Ralfs, dann unbestimmbare Blattreste höherer Pflanzen, Hypneen, Pollenkörner von *Pinus*, *Betula*, Gramineen, ulmificirte Platten (von Gefäßpflanzen); Daphnidenschalen, Chitinborsten; Quarzsplitter und erheblich Schwefeleisen.

Im Torfschiefer selbst fand ich Radizellen und Epidermisreste von Gramineen und Cyperaceen, welche oft faserige Massen darstellen; Blattstücke von Hypneen und *Sphagnum*, bald krümelig zersetzt wie in stark umgewandelten Rasenmooren, bald ausgezeichnet frisch und bestimmbare, (*Sphag. cymbifolium* Ehrh., *S. acutifolium* Ehrh.), was sich am besten aus dem ungleichen Alter dieser Reste erklärt, welche mehr oder weniger frisch oder erst dann angeschwemmt wurden, nachdem sie an anderer Lagerstätte bereits eine bedeutende Zersetzung erlitten.

Eingestreut blasse Algencolonien, *Cosmarium quadratum* Ralfs.; Pollenkörner von Coniferen, *Betula*, Gramineen, *Sparganium*?; ziemlich viel Sporen von Sphagneen — viel *Melosirae*, *Gomphonema*, *Pinnularia*, *Stanroniis*, *Navicula*, *Synedra*, *Cymbella*, *Himantidium*; ziemlich viele Nadeln von Spongilla; Daphnidenschalen; ziemlich viel Skelette von Milben, Chitinborsten — Quarzkörner und Schwefelkies.

In Wasser schwillt er auf und wird wenig, aber deutlich elastisch. Er brennt kaum mit Flamme. Asche gelblichweiss und leicht zu einem Glas zusammenschmelzend.

Nach meiner Kenntniss sind die Lebertorfe in stillstehenden Gewässern, seichten Seen, gebildet worden. Bald ist der Untergrund kalkreich und der „Seekreide“ der schweizerischen Seen zu vergleichen, bald mehr aus Diatomeen und Mergel mit Süswasserconchylien zusammengesetzt. Diatomeen und Spongillanadeln dürften in den unteren Schichten nie fehlen nach oben mehr und mehr zurücktreten oder fehlen. Reste von Wassermilben, Insecten, namentlich von kleineren Crustern weisen wieder übereinstimmend auf Stagnation eines Gewässers hin; desgleichen Reste von *Nymphaea*.

Ein Theil der heterogenen Pflanzenreste scheint herbeigeschwemmt worden zu sein, indem die vorhandenen Pollenkörner fast ausschliesslich <sup>1)</sup> Coniferen und Amentaceen, d. h. Gewächsen, welche als Gebüsch und Wald die Torfseen umgaben und nicht den stehende Gewässer liebenden Sumpfpflanzen angehören.

Eigenthümlich ist die Art der Zersetzung, welche nicht in der gewöhnlichen Umification der Pflanzenstoffe bei Massenvegetation besteht, wie sie in Torfmooren beobachtet werden kann, sondern in einer faserig-körnigen Maceration derselben. Dies muss das Resultat einer sehr langsamen ungestörten Anhäufung von Pflanzenstoffen sein, welche zu dem nicht reichlich oder jedenfalls gleichzeitig nicht massenhaft zugegen waren, so dass das Wasser dieselben zumeist lange schwimmend erhalten, allmählig zersetzen und dann erst deponiren konnte.

Ein einfaches Ergebniss dieser Verhältnisse ist die charakteristische Thatsache, dass die Lebertorfe mehr oder weniger reichlich Colonien von Entwicklungsformen einzelliger Algen einschliessen. Diese können manchmal ein wesentlicher Gemengtheil desselben werden und denselben als „Algentorf“ näher präcisiren.

Die Anwesenheit der Cyanophyceen und Chlorophyllophyceen wird schon dadurch angezeigt, dass alkoholische Auszüge aus trockenen Lebertorfen mehr oder weniger deutlich grünlichgelb aussehen und eine so intensive rothe Fluorescenz darbieten, wie sie bei gewöhnlichen Torfen nicht beobachtet werden kann.

Frisch sind die Lebertorfe elastisch, werden beim Eintrocknen compact und zeigen eine matte, muschelige Bruchfläche oder sie blättern mehr oder weniger dünn-schichtig auf, werden zu „Torfschiefern“ oder erinnern äusserlich an Dysodil, je nachdem die Zusammensetzung und der Grad der Maceration sich gleichförmig geblieben oder etwa durch grössere Blattreste oder anders zusammengesetzte und vorher weniger zersetzte Pflanzentheile verändert worden sind. In allen Fällen hat die Schieferung eine innere structurelle Ursache, ist nicht etwa durch äusseren Druck hervorgerufen wie dies offenbar bei den zwei oben beschriebenen Martörw-Proben der Fall sein muss.

<sup>1)</sup> *Alnus* zeigt auch Pollenkörner mit nur 4 in einer Ebene liegenden Poren, welche von denjenigen des *Myriophyllum spicatum* L. kaum zu unterscheiden sind. Ich erwähne dies darum, weil Caspary „im blauen Mergelschluff unter dem Purpesseler Moor einen schönen Abdruck des Blattes von *Myr. spicata* gesehen“ (Sitzber. Königsberg, 1870).

Es zeichnen sich ferner alle von mir geprüften Lebertorfe vor andern Torfsorten noch dadurch aus, dass sie, ein Mal getrocknet, durch Wasser bei gewöhnlicher Temperatur wieder aufgeweicht werden können, dabei eine Volumvergrösserung zeigen und die Elasticität wieder erlangen (die Erscheinung wird mit Zunahme des Gehaltes an Mineralstoffen, Diatomeen und Spongillanadeln beeinträchtigt). Andere und namentlich ebenso stark macerirte Torfe wie der Lebertorf, bleiben bei jahrelanger Einwirkung von Wasser trocken und fest. Es beruht dies auf der Unlöslichkeit der getrockneten Ulmus- und Humusverbindungen in Wasser und gründet sich auf diese Eigenschaft überhaupt die Gewinnung des Torfes. Die dünnstiefrige Probe von Zarrentin wurde schon nach einer halben Stunde weich und elastisch. Lebertorf von Dolicwen, welcher in Würfeln von über 22. Millimeter Kantenlänge geschnitten und bis zum beginnenden Zerfall mit Wasser durchtränkt, hierauf während 2 Stunden auf dem Wasserbade eingetrocknet worden, wobei sich eine Volumverminderung auf 11 Millimeter Kantenlänge zeigte, schwoll nachher im Wasser wieder vollständig an und wurde elastisch.

Diese Erscheinung verdient gewiss eine gebührende Beachtung. Sie kann nicht durch die Kleinheit der Zersetzungsproducte und deren innige Mischung allein erklärt werden, weil sonst auch die weiter unten zu beschreibenden Leuchtorfe ein ähnliches Verhalten zeigen müssten. Besondere Capillaritätseinrichtungen, wie sie bei G ü m b e l's Compressionsversuchen mit Sphagnetum und Rasentorf sofort als in der Structur der Torfmoosblättchen begründet in die Augen springen, sind hier offenbar nicht gegeben. Wollte man eine Ursache der Wiederanschwellung des Torfes in dem von der Ulmification bei Massenvegetation ganz abweichenden Bildungsprocess des Lebertorfs suchen, in der langsamen Maceration der Vegetabilien in Wasser bei gleichzeitig kleinen Pflanzenmengen und einer Art Schlammung des Detritus und annehmen, dass die feinfaserig macerirten Membrantheile (vorwiegend von Radizellen) auch nach dem Eintrocknen einen gewissen Grad von Quellbarkeit besitzen oder ausserordentliche Capillarität zeigen, so dürfte es ebenso naturgemäss sein, eine Ursache des Wiederanschwellens und der Restitution der Elasticität in b e k a n n t e n Eigenschaften der eingeschlossenen Algenformen zu erblicken.

Gerade die kleinsten Formen, die Mikrocystis-artigen Colonieen scheinen allgemein verbreitet zu sein; sie erscheinen als Zoogloeazustände von Algen. Unter dem Mikroskop beobachtet man ihre gallertartige Verklebung und bei andern Formen eine deutliche Einbettung in Gallert-hüllen. Zoogloeen von Pilzen und Algen sind sehr widerstandsfähig, gehen beim Eintrocknen — wie die Nostocarten Jedermann überzeugen können — nicht zu Grunde, sondern quellen bei Befuchtung mit Wasser wieder auf.

Ueber die Natur des Hangenden der Lebertorfe habe ich bis jetzt nur wenige Aufschlüsse erhalten; es scheint aber, dass die ausgefüllten Seen mit Wiesenmooren bedeckt wurden. Ueber Purpesselen gibt Caspary (l. c.) folgende Angabe:

- a) 9 Fuss Wiesenmoor;
- b)  $1\frac{1}{2}$  „ lockerer, etwas geschichteter Torf; vielleicht aus *Fountainalis antipyrethica* und *Hypnum fluitans* gebildet;
- c) 5 Fuss Lebertorf.

Für Rentwisch ergibt sich nach Geinitz:

- a) ?
- b) Lebertorf;
- c) „Wiesenkalk“ = „Seekreide.“

Für Schlackendorf (Mecklenburg):

- a) Rasenmoor;
- b) Blätter- und Waldtorf;
- c) Torfschiefer- „Lebertorf“, conchylienreich.

Für Testorf bei Zarrentin:

- a) Wiesentorf;
- b) Moostorf (Sphagneen der *acutifolium*-Reihe und Hypneen);
- c) Lebertorf.

Bevor ich zur Besprechung des Dysodils übergehe, will ich eines interessanten diluvialen Torfes erwähnen von

Honerdingen, Prov. Hannover,

erhalten von Herrn Director Dr. Fleischer in Bremen.

Er liegt unter einer 8 Meter mächtigen Schichte Diluvialsand und zeigt folgendes Profil:

1. Das Liegende besteht aus einem „Süßwasserkalk“, der mit kalter Salpetersäure entkalkt und aufgeheilt viele Diatomcen zeigt, vorzugsweise die Gattungen *Cyclotella*, *Melosira* in schleimige Häutchen eingebettet, dann *Pinnularia* und *Cymbella*, *Epithemia*, *Pleurosigma*, *Gomphonema*, *Surirella*, *Synedra*, *Navicula*, *Amphora*, *Cymatopleura* *Solea* Sm., wozu sich zum Theil ziemlich viel Pollenkörner gesellen von Coniferen, *Corylus*, *Alnus* und zahlreiche Spongillanadeln. Eingestreut Blattreste von Hypneen, Radizellen, Markgewebe und Blattparenchym von Laubhölzern; Chitin; reichlich grosse Würfelchen von Schwefelkies. Schwarze Mycelien.

2. Darauf folgt eine der „Braunkohle ähnliche comprimirt Moorschicht“. Sie besteht zum grössten Theil aus goldgelben Blattstücken von Laubmoosen (zum Theil *Hypnum trifidum* W. et M. und papillöse Formen von Dicraneen oder Leskeen), dann Blattreste, Haare und Pollenkörner von *Nymphaea* oder *Nuphar*, ziemlich viel Spongillanadeln in mannigfachen Formen, sparsam Pollenkörner von Coniferen, *Alnus*, *Corylus*?, Sphagnumsporen und Sphagnum-Blattreste, Epidermis von Gräsern, Chitin; relativ viel Quarzkörner und Kieselscheibchen.

3. Der eigentliche Torf ist sehr dünnblättrig geschichtet und gleicht getrockneten Tabaksblättern. Die Probe zeigte eine äussere tiefbraune und eine mittlere hellbraune fast krümmelige Partie.

- a) Die erste enthält Hypneen (*H. trifolium*), Radizellen und Blattreste von Gramineen und Cyperaceen, ferner Sphagnum aus der *acutifolium*-Reihe, Pollenkörner von *Pinus*, *Typha*?, *Betula*. Sporen von Sphagnum. Kiesellinsen.

- b) die hellbraune Partie ist vorherrschend ein Sphagnetum der *acutifolium*-Gruppe, gemischt mit Resten von Cyperaceen; Pollenkörner von *Pinus*, *Betula*, Sphagnumsporen.

Demnach waren die Gewässer eines seichten Sees zunächst von Diatomeen und Spongillen belebt; später erschienen die Seerosen und Laubmoose, worauf eine Sumpfflora von Laub- und Torfmoosen, Cyperaceen und Gramineen den See erdrückte. Die Gemengtheile sind verhältnissmässig sehr gut erhalten und ein sprechender Beweis dafür, dass der Druck die Ulmification wenig befördern, höchstens eine feine Schichtung des Torfes hervorrufen kann.

### Dysodil vom Westerwalde.

Zur Untersuchung gelangten: 1. Ein Stück der von Ehrenberg hinterlassenen Originalprobe, aufbewahrt im Museum der Univ. Berlin, und das ich der ausserordentlichen Güte des Herrn Prof. D a m e s daselbst verdanke.

2. Grössere Stücke, welche mir Herr Prof. Bauer in Marburg freundlichst verschafft hatte. Da diese Stufen mit dem Ehrenberg'schen Material übereinstimmen, kann ich zusammenfassend referiren. Zur Präparation wählte ich statt der Bleichflüssigkeit (Kaliumchlorat und Salpetersäure) verdünnte Kalilauge, in welcher Dysodilblättchen langsam aufgeweicht wurden. Ich beachtete sodann die Vorsicht, für sämtliche Präparate neue, ungebrauchte Objectträger und Deckgläser anzuwenden, sowie die Präparirnadeln vor deren Gebrauch zu glühen, um Staubtheilchen wo möglich fern zu halten.

Schon die grünlich-graue Farbe des aufgeweichten Dysodils erinnert an Lebertorf; dann der Umstand, dass er sich mit der Präparirnadel nicht krümelig zertheilte, sondern sich in sehr feinen Häutchen ablöste wie „Torfschiefer“. Bei  $\frac{450}{1}$  erkennt man in einer scheinbar homogenen Grundmasse zahlreiche sehr dünne Fäserchen, oft relativ lang, wellenförmig gebogen und zu Bündeln vereinigt (Fig. 33), Bilder, welche ganz gut übereinstimmen mit den fibrillär macerirten durchwirkten Massen, welche Lebertorfe aufweisen und die — wie Uebergangsstadien in den letzteren Lehren — vorherrschend von Radizellen abstammen. Ich zweifle nicht, dass auch die faserigen Partien dieses Dysodils so abzuleiten sind. Aus dieser im durchfallenden Licht gelbbraun erscheinenden Grundmasse treten sporadisch grössere homogene, schwarzbraune und meist opake Plättchen hervor, die nach Form und Grösse mit jenen homogen humificirten Holzzellen und Plättchen übereinstimmen, welche ich in den Lebertorfen beschrieben und für die ich eine analoge Herkunft annehme, d. h. sie als herbeigeschwemmte schon vorher bedeutend umgewandelte Theile betrachte. Ein Mal fand ich zwei langgestreckte, verbundene und krümelig zersetzte Zellen, welche auf Laubmoose hindeuten. Im Uebrigen konnte ich, soweit sich die Untersuchung erstreckte, keine Zellverbände oder Gewebsreste wahrnehmen, dagegen sparsam bis ziemlich viele Pollenkörner. Vor allem solche von Coniferen (*Pinus*), entweder vollständig erhaltene oder losgetrennte Luftsäcke, welche aber wegen ihrer Structur sofort als solche

erkannt werden; dann kleinere dreiporige von 0·014 Millimeter Durchmesser, welche *Betula* oder Myriceen angehören dürften und grössere dreiporige mit 0·025 Millimeter Diameter, welche genau mit *Corylus* übereinstimmen; ferner von *Alnus* und Gramineen mit deutlich gekörnter Haut, einem behöften Porus und 0·028 Millimeter Durchmesser. Einige ovale gekörnte Pollenkörner mit einer Furche (wohl 3!), zwei dieselbe begrenzenden Wülsten und etwa 0·025 Millimeter Länge lassen auf Dicotyledonen schliessen, gestatten aber keine nähere Bestimmung, (vielleicht *Salix*). Dagegen stimmen vereinzelte Pollenkörner genau mit denjenigen von *Ulmus campestris* L. durch folgende Merkmale überein: kugelig, fünf Poren, zart gerunzelte oder flachhöckerige Oberfläche, Durchmesser durchschnittlich 0·025 Millimeter. (Fig. 34). Das von Ehrenberg (Mikrogeologie Taf. VII, Fig. 17) als „Pollen?“ angegebene Gebilde traf ich ein einziges Mal an; es war total in eine Ebene geschlagen, liess sich nicht aufquellen und daher auch beim Wenden nicht genau untersuchen. Doch bekam ich den Eindruck, dass sich diese Körperchen in aufgequollenem Zustande als tetradratisch verwachsene körnige Zellen darstellen und als Pollenkörner von Ericineen erweisen müssten. -- Meine Befunde an Pollenkörnern stimmen ziemlich überein mit den Angaben über die norddeutsche oligocäne Braunkohlenflora, in welcher nach Ettinghausen u. A. auch Palmen, Abietineen, Myriceen, Betulaceen, Ulmaceen (*Ulmus*, *Planera*) Salicineen und Ericineen vertreten sind.

Auch die von Ehrenberg an gleicher Stelle (Fig. 16) als „Pollen? (*Seminulum Filicis?*)“ abgebildete dreieckige Zelle mit abgerundeten Ecken und von denselben pyramidal nach der Mitte zulaufenden Leisten, wie bei Sporen von Sphagnum oder Lycopodium beobachtete ich mehrere Mal und zwar in mannigfacher Erhaltung und Form, so dass ich dieselben unbedingt als *Farnspore* erklären darf. Ich konnte beim Wenden dieser Objecte gar nie eine Andeutung einer kugeltetradratischen Zelle oder besondere structurelle Zeichnungen der Membran erkennen. Sie sind glatt und einschichtig; bei dreieckiger Form zeigen sie einen Höhendurchmesser von 0·024–0·025 Millimeter. Wie die Figuren 35 und 36 zeigen, erklären sich die abgerundeten Ecken und die oft täuschend ausgebildeten Leisten aus Faltenbildungen der Membran. Da ich zudem Zellen beobachtete, welche (Fig. 37 a) total mit dem Endosporium von Farnsporen übereinstimmen, welche ich schon zu Tausenden und in der verschiedensten Art der Erhaltung in den Torfmooren zu beobachten Gelegenheit hatte, so kann ich an der Herkunft derselben nicht mehr zweifeln. Ich fand im Dysodil auch einige ovale Zellen von 0·05 Millimeter Breite und 0·059 Millimeter Länge mit grobwarziger, gelbbraun und homogen ulmificirter Oberfläche (Fig. 37 b), welche gut mit dem Exosporium von Filicessporen stimmen. Ein Mal erkannte ich eine elliptische durch drei Querwände septirte Pilz-, resp. Lichenenspore von 0·016 Millimeter Länge und 0·005 Millimeter Breite.

Sporadisch treten eckige bis abgerundete, rothbraune, oft stark lichtbrechende Körperchen von circa 0·006 Millimeter Dicke auf, wie solche in den Lebertorfen auch gefunden werden und die als Harz oder mit Harz durchtränkte Ulmintheilehen anzufassen sind. Ehrenberg

(l. c.) citirt *Pinnularia viridis*, *Navicula fulva*, *Gallionella*. In meinen Präparaten zeigten sich keine Diatomeen.

Was die mineralischen Gemengtheile betrifft, so bestehen dieselben fast ausschliesslich aus Quarzsplittern, deren Durchmesser in der überwiegenden Zahl unter 0·02 Millimeter oder 0·01 Millimeter liegt; solche von 0·04 Millimeter sind sporadisch und von 0·068 Millimeter Ausnahmen. Es liegen somit die feinsten Schlammproducte vor, wie sie nur bei ruhigen Gewässern deponirt werden können. Vereinzelt zeigen sich Kieselscheibchen, ein Mal ein Turmalinkryställchen von 0·028 Millimeter Länge und 0·016 Millimeter Breite mit rhomboedrischem Abschluss der trigonalen Säule.

Der vorliegende Dysodil brennt mit stark russender Flamme und verbreitet einen Geruch nach Braunkohle oder Asphalt.

Mit Ausnahme dieses abweichenden Geruches und der selbstverständlichen Abwesenheit von Algenformen stimmt der Dysodil von Westerwalde so gut mit dem Lebertorf von Purpesselen, dass ich ohne Bedenken beide als identisch bezeichnen möchte. Jedenfalls ist die Bildungsweise des Dysodils eine ganz übereinstimmende mit derjenigen der Lebertorfe. So begreift man seine ausgezeichnet papierdünne Schichtung, die nicht durch Druck erzeugt worden ist, sondern ihre innere Ursache hat; ferner ist sofort einleuchtend, dass in der Zusammensetzung des Dysodils dieselbe Variation beobachtet werden kann, wie in den Lebertorfen: mehr oder weniger Pollenkörner, Erhaltung bis vollständige Zerstörung von Zellgewebsresten, grössere oder geringere Mischung mit Mineraltheilchen, Vorkommen oder Fehlen von Spongillanadeln und Diatomeen je nach der Localität oder Profiltiefe, so dass die Papierkohle sogar einem Kieselschiefer ähnlich werden kann. (Senft, Synopsis der Geognosie, 1876, pag. 669). Dysodile und Lebertorfe sind in seichten Seen entstanden, zum Theil autochthon, zum Theil allochthon, ein Ergebniss einer langsamen Maceration von Pflanzenstoffen in Wasser und dürfen nach ihrer Zusammensetzung nicht mit schiefrigen Torfen zusammengebracht werden, mit denen sie nur eine äussere Aehnlichkeit haben.

#### D. Leuchttorfe.

Wer diesen Namen zur Bezeichnung recenten Kohlenbildungen zuerst gebraucht, ist mir nicht bekannt. Jedenfalls ist er kaum beachtet worden. Ich finde ihn zum ersten Male im Jahrbuch für Miner. etc. 1841, wo Forchhammer, pag. 28, bemerkt, dass sich in Dänemark kaum ein grösseres Moor befinde, „in dem nicht Föhrenwurzeln, Föhrenstämme oder der aus Föhrennadeln gebildete Leuchttorf (dänisch Lyseklyn, erdiger Rctinasphalt) vorkäme“. Die folgenden Leuchttorfe stimmen mit den dänischen nur darin überein, dass sie, wie diese, mit helleuchtender anhaltender Flamme verbrennen, haben aber eine so abweichende und interessante Zusammensetzung, dass sie einer näheren Beschreibung würdig sind.

I. Zwei Proben oldenburgische Leuchttorfe, erhalten von Herrn Prof. Dr. Breitenlohner in Wien.

## a) „Dunkler Leuchttorf“.

Die 2—3 Centimeter dicke und 6 Centimeter lange Probe ist schwarzbraun; auf der Unterseite sind zahlreiche abgerollte und zum Theil 2—3 Millimeter messende Quarzstücke eingedrückt. In senkrechter Richtung ist er so schön von feinen etwa  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{7}$  Millimeter weiten Röhrechen durchzogen, dass er auf dem Quer- und Längsbruch einem *Polyporus* gleicht. Die Röhrechen reichen bis auf den Sand, sind inwendig meist glatt und pechartig glänzend und lassen mit der Loupe keine Einschlüsse erkennen, so dass man eher an die Gänge des im Schlamm lebenden Röhrenwurmes (*Tubifex rivulorum*), als an Durchquerung mit Radizellen erinnert wird.

Alle den verschiedensten Stellen der Probe entnommenen Präparate zeigen übereinstimmende Bilder:

Stark und oft homogen humificirte Reste von Cyperaceen und Gramineen; vorherrschend einfache und verzweigte Radizellen, Blatt- und Stengelstücke von solchen Pflanzen; sehr viele zum Theil isolirte grosse und kleine Spiral- und Netzgefässe. Viel und mannigfach ausgebildete Spongillanadeln; oft ziemlich viel Pollenkörner, von denen bald Coniferen, bald Betulaceen vorherrschen, dann *Corylus* und *Alnus*, *Tilia*, Ericineen; Sporen von *Spagnum*. Einige Blattreste, die auf *Spag. acutifolium* Ehrh. und *S. cuspidatum* Ehrh. hinweisen. Eingestreut *Melosirae* und Colonieen von kleinen zoogloea-artigen Algenformen.

Das Ganze ist ein *Caricetum*, welches in einem flachen Gewässer mit wechselndem Wasserstande gebildet worden ist, so dass die Pflanzenreste zum Theil reichlich mit der Luft in Berührung kamen und humificirten.

## b) „Lichter Leuchttorf.“

Dunkelgraubraun bis holzbraun bis kaffeebraun, leicht, fühlt sich wie Kork an, zeigt einen muscheligen bis unebenen matten Bruch und glänzende Schnittfläche. Er umschliesst gelbbraune Partieen von vermodertem Laubholz und Kohlenstücke dieser Pflanzen; nähere Bestimmung derselben nicht möglich.

Der Torf brennt anhaltend und gleichförmig für sich wie eine Kerze. Die Asche ist frei von Kalk, durch Eisenoxyd schwach gelblich gefärbt und schmilzt vor dem Löthrohre zu einem grünen Glase zusammen.

Kleine Stücke Torf, auf Wasser gebracht, benetzen sich sehr langsam; heisser Alkohol zieht ziemlich viel bräunliches Wachs und Harz aus.

Auch diese Probe zeigt unter dem Mikroskop eine gleichartige Zusammensetzung. Die Grundmasse besteht vorherrschend aus Zellverbänden oder isolirten Zellen, die polyedrisch und gokerbt oder viel häufiger tafelförmig-polyedrisch mit gerader Begrenzung erscheinen. Diese Täfelchen zeigen sich oft säulenförmig aufeinandergelegt oder zu vielen parallelen Tafelsäulen vereinigt. Salpetersäure und Chlorzinkjod charakterisiren dieselben als Korkzellen. Sie stimmen gut mit dem Periderm von *Alnus* (Fig. 38), einige mit demjenigen von *Corylus* und *Betula* überein. Daneben zeigt sich nun eine so grosse Zahl

von Pollenkörnern, dass das reichste Vorkommen derselben in Torfen ungemein übertroffen wird und wie sie vielleicht nur von Ehrenberg ein Mal beobachtet worden ist in dem „Infusorienlager“ von Ebsdorf (Lüneburger Heide). Ich untersuchte deshalb eine Probe von Ebsdorf, die mir der eifrige Sammler, Herr Cantor Moritz in Lüneburg, als typisch verschaffte. Ich fand aber darin nicht mehr Blütenstaub als in den meisten Mooren, ein Beweis, dass so grosse Anhäufungen von Pollenkörnern gewöhnlich ganz locale Erscheinungen sind. Ehrenberg spricht von einer „ganz ungeheuren Menge, wogegen Schwefelregen ganz verschwindet“ (Jahrb. f. Min., 1837 und 1839). Ich wurde zum ersten Mal durch eine Unmasse überrascht, die jedenfalls mit dem Gumbelschen Angaben für Lebertorfe nicht zu vergleichen ist. Als durchschnittliche Zahl bekam ich circa 12.000 per Kubikmillimeter, worüber man sich vielleicht besser eine Vorstellung macht, wenn man beachtet, dass — die Zwischenräume abgerechnet — circa 20.000 Blütenstaubkörnchen von *Corylus* erst einen Kubikmillimeter erfüllen. Vorherrschend vertreten sind *Alnus*, dann *Corylus* (und Farnsporen), hierauf Sporen von *Sphagnum*, Pollenkörner von *Betula*, *Tilia*, *Fagus*, von Ericineen, Gramineen und Coniferen. Einmal fand ich eine *Lycopodium*spore; seltener sind kleine Humusplättchen und Chitincrste. Dagegen ist dieser Torf ziemlich rein an prachtvoll homogen ulmificirten Holzzellen und Treppengefässen von *Filices*, die sich sehr schön von den übrigen Gemengtheilen abheben.

Nach Prof. Breitenlohner stammen diese 2 Sorten „von der Oldenburger Spinnerei aus Trivelbak“, ohne genauere Angaben liefern zu können, als: „Moor muldenförmig, 5—10 Morgen gross, theilweise 40—60 (?) Fuss mächtig.“ Indessen kann hier nach Museumsdirector Wiepken in Oldenburg wohl nur „die in der Nähe der Stadt Oldenburg gelegene Colonie Tweelbake gemeint sein“, woselbst aber seines Wissens kein Leuchttorf vorkommt. Da Prof. Breitenlohner die Probe von Director Fimmen erhalten zu haben scheint, so stammen beide Proben von Augustendorf (siehe unten).

Breitenlohner untersuchte den „lichten“ Leuchttorf chemisch und fand:

Wassergehalt der lufttrockenen Substanz bei 100° C.	5·95 Proc.
Aetherextract der lufttrockenen Substanz	12·33 „
Asche	4·67 „
Kohlenstoff	63·48 „
Wasserstoff	7·63 „
Stickstoff	2·31 „

II. Leuchttorfe aus dem Saterland (Oldenburg) nahe dem Dorfe Augustendorf, Amt Friesoythe (an der Soeste, Flusssystem der Ems), erhalten von Herrn Museumsdirector Wiepken in Oldenburg. Die Proben repräsentiren ein vollständiges Profil in der Reihenfolge von a—e:

a) „Wiesentorf,“ oberste Schicht, 40—45 Centimeter mächtig, gleicht in Farbe und Dichtigkeit vollständig dem „dunklen Leuchttorf“ von Breitenlohner und lässt auch die feinen, einem Löcherschwamm

zu vergleichenden Röhren beobachten. Es zeigen sich unter dem Mikroskop zahlreiche Radizellen von Gramineen und Cyperaceen, sowie stark verkieselte, isolirte Epidermiszellen dieser Gewächse (*Lithostylidium Ehrb.*); bisquitförmige Kieseltheile mögen wohl als Zwergzellen in der Epidermis von *Festuca*, zum Theile von *Phragmites* zu deuten sein. Viele schwarzbraune, humificirte und unbestimmbare Pflanzentheile, sowie Holzzellen und Gefässe von Farnkräutern, gemischt mit ziemlich viel Pollenkörnern von Ericineen, *Alnus*, *Salix?* vereinzelt von *Tilia*, *Corylus*, Gramineen; Sporen von *Sphagnum*.

Der Torf brennt gut mit anhaltend leuchtender, wenig russender Flamme. Asche schwach gelblich, frei von Kalk, vorherrschend aus verkieselten Zellen zusammengesetzt.

b) „Dunkler Leuchttorf“, äusserlich mit dem „lichten Leuchttorf“ von Breitenlohner übereinstimmend. Er besteht fast ausschliesslich aus Peridermzellen von *Alnus* (und *Corylus*) und Pollenkörner. Letztere, wieder in erstaunlicher Zahl vorhanden, gehören namentlich *Alnus*, *Corylus* und *Betula* an; in viel geringerer Zahl finden sich solche von Ericineen, *Tilia*, *Ulmus campestris*, Coniferen, *Salix?* ziemlich viel Sporen von *Sphagnum* und *Filices*. Radizellen von Gramineen; zahlreiche verkieselte Zellen, resp. Kieselskelette, die auf *Phragmites*, *Calamagrostis*, *Glyceria fluitans* weisen; Gefässtheile von Farnkräutern; schwarze humificirte Zellen; ein Mal ein Pollenkorn von *Nymphaea*; *Pinnularia viridis* und *Himantidium pectinale* Ktz.

Der Torf brennt wie ein Oellämpchen und hinterlässt eine gelblichweisse Asche, die aus Quarzkörnern und Quarzsplittern, aber hauptsächlich aus *Lithostylidien* besteht.

c) „Dunkler Leuchttorf“, etwas heller als b), etwa graubraun, von schwarzen Radizellen durchzogen, lässt sich in Uebereinstimmung mit b) anfühlen wie Kork. Wieder vorherrschend Peridermzellen und Pollenkörner. Diese gehören bald mehr *Betula*, bald mehr *Alnus* an, dann *Corylus*, *Pinus*; erheblich Sporen von Sphagneen und Farnkräutern; wenig Blütenstaub von Ericineen. Radizellen von Gramineen; reicher an verkieselten Zellen als b). Benzol zieht eine gelbbraune, wachsartige Substanz aus.

Der Torf brennt mit kaum russender Flamme anhaltend wie ein Lämpchen. Die erhebliche Asche ist schwach gelblich und aus Kieselleisten und Quarzkörnern zusammengesetzt.

d) „Heller Leuchttorf.“

Von a—c nicht nur durch die hellgraue Farbe verschieden, sondern auch dadurch, dass er sich erdig anfühlen lässt, abfärbt und angehaucht starken Thongruch verbreitet.

Der Unterschied tritt unter dem Mikroskop noch deutlicher hervor. Schon beim Zertheilen einer Probe auf dem Objectträger wird man auf einen reichlichen Gehalt an harten Gemengtheilen aufmerksam. Das Bild ist wirklich ganz verändert. Jener Reichthum an Pollenkörnern fehlt; diese sind sparsam vorhanden und vertreten die Gattungen *Pinus*, *Betula*, *Tilia*; dazu kommen Sporen von Farnkräutern und Torfmoosen, einige schwarzbraun humificirte, unbestimmbare Zellen, homogen ulmificirte Gefässe und Holzzellen von *Filices*, sowie Zellverbände,

welche den Spreuschuppen dieser Gewächse angehören können, vereinzelte Radizellen; ein Mal ein Haar von *Nymphaea*.

Dagegen ist dieser Torf reich an verkieselten Zellen von Gramineen, zum Theil auch an mannigfachen Formen von Spongillanaden, ganz besonders aber an Diatomeen, als:

*Melosira varians* Ag., *M. distans* Ktz., *M. laevis* Ehrb., *Oithosira arenaria* Sm.; prachtvollere Exemplare von *Pinnularia nobilis* Ehrb., *P. viridis* Sm., *Stauronopsis cardinalis* Ehrb., *Stauronopsis Phoenicenteron* Ehrb., *Stauronopsis gracilis* Sm., *Cymbella Ehrenbergii* Ktz., *C. lanceolatum* Ehrb., *Himantidium pectinale* Ktz., *Navicula limosa* Ktz., *Synedra ulna* Ehrb., *S. capitata* Ehrb., *S. biceps* Sm., *Gomphonema acuminatum* Ehrb., *Amphora*, *Suriella craticula* Ehrb. etc.

Dazu kommen ziemlich viel Skelette von *Trachelomonas pyrum* Ehrb. syn. *Pyrum laevis* Ehrb. (*Engleniden* nach Stein: vergl. Eyfert, einfachste Lebensformen etc.), welche Herr Prof. Brun in Genf zu bestimmen die Güte hatte und welche dieser Forscher ziemlich reichlich auch in den meisten schlammigen Sümpfen der Schweiz angetroffen hat.

Der Torf gibt keine Flamme, glüht einfach ohne bedeutend an Volumen einzubüssen und wird gelblichweiss.

e) „Heller Leuchttorf“, von d) wohl kaum verschieden. Die Zahl der Quarkörner hat vielleicht zu-, diejenige der verkieselten Zellen abgenommen.

Die Torfe b) und c) lassen sich erst nach langer Einwirkung von Wasser durchfeuchten, ohne indessen auch in kleineren Stücken erheblich weich zu werden; sie zerbröckeln auch bei totaler Durchfeuchtung (während 9 Monaten) und sind weder plastisch noch elastisch; d) und e) saugen das Wasser etwas rascher auf und zerfallen auf Druck ungefähr wie ausgetrockneter und wieder schwach befeuchteter Torf.

Nach der freundlichen Mittheilung des Herrn Director Wiepken ist dieser Leuchttorf „frisch gestochen weder elastisch noch breiig; er würde jedoch breiig werden, wenn er im nassen Zustande geknetet würde. Er behält die Form, die er beim Stich erhält, wird nicht gebaggert.“

Diese Torfe verdanken ihre Leuchtkraft offenbar dem Gehalt an Pollenkörnern von Amentaccen und Peridermzellen. Geheimrath Professor Mitscherlich soll in einer Mittheilung vom 27. Juni 1858 diesen Torf „bituminöse Holzerde“ genannt und aus demselben „viel Paraffin“ gewonnen haben, wodurch er an die gelbe Braunkohle von Weissenfels erinnert und wohl zu jener Bezeichnung geführt wurde.

Ueber die Lagerungsverhältnisse hatte Herr Wiepken die Freundlichkeit, mir nach vorausgegangener Besichtigung des Fundortes im September 1883 folgendes mitzuthellen:

„Das betreffende Torflager befindet sich in der Markhauser Mark, nahe dem Dorf Augustendorf, Amt Friesoythe und füllt eine Mulde im Diluvium, die nach dem Vermessungsregister der Markhauser Mark eine Ausdehnung von  $\pm 20$  Hectaren hat. Die Mächtigkeit der Proben b—e inclusive beträgt an den Stellen, die ich gemessen, 0.6—1.8 Meter und kann gesondert nicht bestimmt

werden, weil die Farbe des hellen und dunklen Torfes im nassen Zustande kaum zu unterscheiden ist. Der Untergrund ist Diluvialsand. Die Mulde scheint ursprünglich ein See gewesen zu sein, der nach und nach mit Schilf bewachsen und versumpft ist; denn von Schilfwurzeln ist der Torf von oben nach unten durchsetzt. Dieses Moor ist nun seit Jahrhunderten seines vortrefflichen Brennmaterials wegen planlos ausgebeutet worden und sind von dem ganzen Lager nur noch schmale Streifen (Bänke) übrig, die man des Wasserandranges wegen zum Schutze für die Torfstecher hat stehen lassen müssen. An diesen Streifen kann man nur noch die Mächtigkeit des Moores erkennen. Die ausgegrabenen Stellen haben sich zum Theil wieder mit Wiesenmoor ausgefüllt und jetzt fängt man an, die stehen gebliebenen Bänke in Angriff zu nehmen, so dass vielleicht nach einem Zeitraum von 20 bis 25 Jahren keine Spur von Leuchttorf existiren wird.“

Meine Untersuchungen zeigen eine vollständige Uebereinstimmung des dunklen und hellen Leuchttorfes von Breitenlohner mit Proben *a* und *b* von Augustendorf und da nach Wiepken im ganzen Grossherzogthum Oldenburg kein anderer Fundort bekannt geworden, ist wohl nicht zu zweifeln, dass jene zwei Proben ebenfalls von Augustendorf herrühren.

Dieses Torflager hat eine ganz eigenthümliche Entwicklungsgeschichte. Ursprünglich war ein sehr flacher See vorhanden; denkt man sich denselben kreisförmig, so stellt er nach seinem Flächeninhalt und einer Mächtigkeit des Torflagers von 2 Meter eine sehr flache Uhrschale dar, deren Diameter sich zur Tiefe etwa verhält, wie 220:1. In diesem seichten Gewässer vegetirten ein liches Röhricht von *Phragmites* und einige andere Wassergräser, deren Ueberreste in den zahlreichen Kieselleisten und Radizellen zu erblicken sind, die sich mit den Panzern einer reichen Diatomeenflora und Quarzkörnern gemischt haben. Letztere wurden durch den Wellenschlag vom Ufer losgespült oder bei Regen, vielleicht auch durch inconstante Zuflüsse in's Innere transportirt. Das letztere möchte ich aus dem Umstande schliessen, dass schon die Proben *d* und *e* Gefässreste von Farnkräutern und im Trocknen humificirte Zellgewebsreste enthalten.

Später wird die Diatomeenflora unterdrückt; zu *Phragmites* mischen sich reichlicher Farnkräuter, sei es, dass sie da und dort an seichten Stellen vegetirten oder — was wahrscheinlicher ist — häufig zugeschwemmt wurden. Das letztere Moment würde dann einiges Licht werfen auf das plötzliche und reichliche Auftreten der Pollenkörner und der sich leicht von den Zweigen und Stämmen der Erlen und Haselnusssträucher lösenden Peridermhäutchen. Ein reichlicher Schwefelregen von Seite der den See umrahmenden Gebüsch und Wälder würde allein kaum hinreichen, so viele Blütenstaubkörner anzusammeln. Auch müsste angenommen werden, dass aus irgend einem Grunde die Gebüsch früher weit vom See entfernt oder während der Bildungsperiode von *d* und *e* noch nicht blüthentragend gewesen. Die eingeschlossenen Laubholz- und Kohlenstücke sprechen auch eher für eine hydromechanische Zufuhr aus Erlenbrüchen. Sehr auffallend bleibt immerhin, dass ich nie mit Bestimmtheit Zellgewebe beobachten konnte, das Antheren oder Deckschuppen der Blütenkätzchen hätte erkennen lassen.

Auf eine Anfrage über den Waldbestand in der Umgebung des Torfmoores hatte Herr Wiepken die Gefälligkeit, mir Folgendes mitzutheilen:

„An der einen Seite der Lagerstätte, wo das Diluvium höher ist als an der anderen, kann wohl früher Wald gewesen sein. Dieses höhere Land ist jetzt cultivirt und ist das Dorf Augustendorf darauf befindlich. Die übrigen Seiten sind niedriger Diluvialboden, der stellenweise mit einer dünnen Moorschicht bedeckt und mehr oder weniger mit Haide, *Calluna*, bestand; *Betula* und *Pinus* sind auch in einiger Entfernung vorhanden, ebenso *Alnus*, *Tilia*, *Corylus*; *Vaccinium* glaube ich kaum, dass auf dem mageren Boden vorgekommen.“

Nach Griesebach (Vegetation der Erde. 2. Aufl. 1884), war früher der Wald im nordwestlichen Deutschland stärker verbreitet. Der Leuchttorf dürfte vielleicht ein Anzeichen dafür sein, dass namentlich auch die Erlenbrüche weiter nach Nordwesten gereicht haben, während gegenwärtig nur noch ein grösserer Erlenbruch, der Drömming, im östlichen Hannover von Osten her die Elbe überschreitet, welche gegenwärtig als Grenze zwischen Hochmooren im Westen und Erlenbrüchen im Osten aufzufassen ist.

Der eigentliche Leuchttorf (b + c) zeigt schon durch seine nach oben zu tiefer braun werdende Farbe an, dass in der mehr und mehr seichter gewordenen Wasserschale neben *Phragmites* auch die Cyperaceen Platz gegriffen, bis sie endlich zusammen den obersten „Wiesentorf“ als *Cariceto-Arundinetum* darstellten. Auch diese Schicht muss sich wie die übrigen, während sehr langen Zeiträumen gebildet haben, da sie eine mehr oder weniger reiche, sehr stark humificirte und homogene Masse darstellt, welche ihre dunkle Farbe dem Umstande verdankt, dass die Pflanzenreste wenig und nur vorübergehend mit Wasser bedeckt wurden und deshalb grösstentheils humificirten. Die ausserordentlich reiche Zufuhr von Pollenkörnern fand nicht mehr statt; aus welchen Gründen, vermag ich als der Localität ganz fern stehend, nicht zu beurtheilen.

Ich glaube kaum, dass schon irgendwo eine ähnliche Erdbildung bekannt geworden ist, denn auch die von Ehrenberg untersuchte Probe von Ebsdorf scheint eine viel localere Erscheinung zu sein als diejenige von Augustendorf. Flache Schalen mit reichen Diatomeeinschlüssen, wie Proben *d* und *e* unseres Profils, sind zur Genüge bekannt. So ist das kleine, etwa 0·5 Meter mächtige Hahnenmoor bei Lönigen „etwa 1 Meile südlich von Augustendorf“, eher eine Diatomeeerde als Torf (conf. Torf u. Doppl., pag. 21).

Auf Wunsch des Herrn Professor Dr. Breitenlohner, nenne ich den Leuchttorf von Augustendorf *Fimmenit*, zu Ehren des verdienten Torfkenners und Erbauers des Hunte-Ems-Canals, Herrn Director F i m m e n.

Die reichen Materialien, welche ich in den letzten zwei Jahren untersucht habe, bestätigen vollständig die von mir in meiner Arbeit „Ueber Torf und Dopplert“ vertretene Ansicht über den

#### Vertorfungsprocess.

Er richtet sich nach der Pflanze als Art, der chemischen Zusammensetzung derselben und äusseren Einflüssen. Druck beschleunigt die

Vertorfung als solche kaum, dagegen geht diese bei den höheren Gefäßpflanzen namentlich in denjenigen Gewebetheilen sehr leicht vor sich, welche reich an Gerbstoff waren: Rindenzellen, Mark und Markstrahlen. Laubhölzer können daher — wie die Waldtorfe oder Einschlüsse in gewöhnlichen Wiesen- und Hochmooren, sowie die Schieferkohlen lehren — im Rinden- und Marktheil dopplertartig umgewandelt sein.

Auch für den Haidetorf ist es charakteristisch, dass die Rindenzellen überall am stärksten vertorft sind und dass der gerbstoffreiche Inhalt derselben meistens homogen ulmificirt ist, nicht als Harz erhalten ist, wie Grisebach u. A. der guten Erhaltung wegen annehmen zu müssen glauben. Ich habe jene Ulmification häufig constatiren können.

Wenn z. B. Stengelstücke von *Calluna vulgaris* aus dem *Callunetum* Nr. 18 von Papenburg während 4 Tagen mit Kalilauge bei 20 bis 30° C. behandelt wurden, so konnte in den Rindenzellen folgende schöne Erscheinung wahrgenommen werden: Füllte die homogene Ulminmasse die mit einer deutlichen Membran versehene Zelle prall an (Fig. 39 a), so dass im Innern nur wenige Lücken vorkamen, so schrumpfte dieselbe auf Zusatz von verdünnter Salzsäure so zusammen, dass zwischen derselben und der nun bloss erscheinenden Zellhaut ein grosser heller Hof gebildet und jene Lücken etwas verkleinert wurden (Fig. 39 b), d. h. man bekam denselben Eindruck, wie wenn der Primordialschlauch einer jungen Zelle auf Zusatz von Zucker sich von der Membran löst und den Zellinhalt wie einen Klumpen einhüllt. Dieser Vorgang liess sich beliebig wiederholen (d. h. Wiederausfüllen der Zelle und Wiederzusammenziehen des Inhaltes), wobei ich nach und nach eine gesteigerte Empfindlichkeit der Reaction bemerken konnte in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der natürlichen Ulminverbindungen und des Sacculus. Sehr schöne Bilder erhielt ich schliesslich nach vorhergegangenem Auswaschen des Präparates mit Wasser auf Zusatz von frischem Chlorzinkjod. Die Ulminmasse färbte sich fast messinggelb und wurde oft recht deutlich von einer violetten Haut eingeschlossen, d. h. die Membran bestand noch aus unveränderter Cellulose, der Inhalt dagegen war total ulmificirt.

Dass Holzzellen der höheren Pflanzen homogen ulmificiren können, habe ich wieder reichlich constatiren können. Keine Gefäßpflanzen scheinen aber in ihren Fibrovasalmassen so leicht und so prachtvoll homogen zu vertorfen wie die Farnkräuter. Oft sind die einzelnen Holz- zellen und Gefässe noch in ihrem gegenseitigen natürlichen Verbands vorhanden, obschon sie tadellos homogen ulmificirt sind wie ganz reifer Dopplert und eine ausserordentliche Empfindlichkeit gegen abwechselnde Behandlung mit Kalilauge und Salzsäure aufweisen. Ganz reizende Bilder zeigen sich dann, wenn etwa durch Druck auf das Deckglas die Zellen in eine total homogen gelbbraune und durchscheinende Masse gequetscht wurden, in welcher die Tüpfel- und Verdickungsleisten regellos eingebettet sind, so dass sie eher für irgend ein fremdes Ding als für Gefässreste gehalten werden könnten. In den Torfen der sandreichen Gebiete Norddeutschlands habe ich stets die Reste von Farnkräutern (offenbar vorherrschend *Pteris aquilina*) noch dann diagnosticiren können, wenn die übrigen Gemengtheile kaum mehr zu erkennen waren.

Diese beiden auf reiche mikroskopische Studien gestützten Erfahrungssätze, dass Rindentheile von höheren Gefäßpflanzen und namentlich die Farnkräuter sehr gut und homogen ulmificiren, dürften gewiss ihre gebührende Beachtung finden bei der Interpretation der Entstehungsweise von Mineralkohlen. Da diese nach der Mehrzahl der Forscher Reste von Farnkräutern, Lepidodendren und Sigillarien aufweisen und ferner constatirt ist, dass von den beiden letzteren Formen insbesondere die dicke Rinde Kohle geliefert hat, so würden die Beobachtungen der Vertorfung der Pflanzentheile eine schöne Bestätigung jener Anschauung liefern können.

Was die Ursachen der Vertorfung betrifft, so können meine Untersuchungen nichts Neues bieten. Bekanntlich gelang es Hoppe-Scyler, Cellulose durch ein im Cloakenschlamm enthaltenes Ferment zu zersetzen, wobei Kohlendioxyd und Methan als Spaltungsproducte auftreten (Naturforscher v. Sklarek, 1883, Nr. 13), d. h. die bei der Vertorfung gewöhnlich auftretenden Gase. Ferner hat Tappeiner (Zeitschrift für Biologie, Bd. XX, 1884) gezeigt, dass die Cellulose sowohl künstlich als innerhalb des Pansens der Wiederkäuer durch Bacterien einer Gährung unterworfen wird, „wobei der grösste Theil der gelösten Cellulose in flüchtige Fettsäuren (hauptsächlich Essigsäure) verwandelt wird, der kleinere Theil gasförmig entweicht (Kohlendioxyd und Methan)“.

Dass bei der Vertorfung Bacterien wahrscheinlich keine bedeutende Rolle spielen, möchte aus der guten Erhaltung der zarten Algenformen hervorgehen. Dann ist nicht zu übersehen, dass wenigstens nach meinen zahlreichen Beobachtungen die Zellmembran von aussen nach innen ulmificirt, indem häufig nach Entfernung des Ulmins mit Kalilauge eine helle Membran zum Vorschein kommt, welche sehr oft noch die Cellulose-reaction zeigt.

Nun scheinen aber die Ulminverbindungen sehr dauerhafte zu sein, zum mindesten gegen Pilze. Hierfür sprechen folgende zwei That-sachen:

1. *Sacculus* (aus der ersten Versuchsreihe e) in „Torf und Dopplerit“, pag. 53) vom 12. März 1883, bestehend aus Kügelchen, Conglomeraten und homogenen Plättchen, wurde absichtlich noch feucht in einer offenen Schale unter einer stets feucht gehaltenen Glasglocke bis zum 1. November 1883 im Zimmer aufbewahrt und dann mikroskopisch untersucht. Ich konnte keine Bacterien erkennen, dagegen zahlreiche Mycelien eines Schimmelpilzes; die Flüssigkeit reagirte neutral. Die Ulminkügelchen waren total intact und, wie die Plättchen, ausserordentlich empfindlich gegen Behandlung mit den bekannten Reagentien.

Bei den am 18. März 1884, 24. März 1885 und 1. November 1885 vorgenommenen Untersuchungen der seit dem 1. November 1883 in einem verstöpselten Fläschchen im Zimmer aufbewahrten Originalprobe fand ich eine Zunahme des Myceliums, das sich makroskopisch als Flocken darbot. Die Ulminkügelchen, Conglomerate und Plättchen hoben sich aber in der neutralen Flüssigkeit noch ganz frisch von den Pilzfäden und kugeligen Pilzsporen ab. Diese letzteren sind doppelt contourirt, gekörnt und von 0.012 Millimeter Durchmesser. Die *Sacculus*kügelchen sehen aber nach mehr als zweijährigem Verweilen im Wasser, bei

für die Entwicklung von Pilzen durchaus günstigen Verhältnissen so frisch aus wie im Anfang: sehr schön gelbbraun, homogen, scharf, aber nicht doppelt berandet, nicht corrodirt, von 0·004—0·007 Millimeter Durchmesser, in unveränderten Conglomeraten erhalten und sehr empfindlich gegen Kalilauge und Salzsäure, indem sie eine circa achtfache Volumenveränderung zeigen.

2. Der um die Kenntniss des Torfes hochverdiente und betagte Prof. Lesquereux in Columbus (Ohio, U. St.) theilte mir am 28. Januar 1884 freundlichst folgende beachtenswerthe Thatsache mit:

„Die antiseptische Eigenschaft des Torfwassers ist in den Vereinigten Staaten wohl bekannt. Der Mississippi entspringt aus vielen kleinen Seen und Torfmooren von Minesota; deshalb ist sein Wasser tiefbraun, es behält seine Farbe bis St. Louis, wo es sich mit demjenigen des Missouri mischt. Dieses Wasser wird auf gemachte Erfahrungen hin für auf lange Reisen bestimmte Schiffe vorgezogen; elle s'est conservée quatre ans dans les tonneaux sans se corrompre et cela dans les tropiques et l'équateur.“

Dopplerit habe ich in der letzten Zeit selbst nicht gefunden. Steenstrup dagegen hat einige interessante Vorkommnisse desselben in dänischen Mooren entdeckt. Prof. Siten sky glaubt ihn in Südböhmen gefunden zu haben. Sehr wahrscheinlich kommt er auch auf dem Grund der irischen Moore vor. Nach einer gütigen Mittheilung des Herrn Dr. Wright, Professor der Botanik am Trinity College in Dublin, befindet sich auf der dortigen Nationalbibliothek ein Werk über die „Bogs of Ireland“, durch eine besondere Commission auf Veranlassung des irischen Parlamentes im Jahre 1810 herausgegeben, in welchem auch von solehem Torfe die Rede ist, welcher ganz am Grunde der Moore gefunden werde, „und eine schwarze Masse bildet, die, ausgegraben, eine starke Aehnlichkeit mit Pech oder Pechkohle hat; sie besitzt nach allen Richtungen einen muscheligen Bruch, ist glänzend, schwarz und ist fähig, eine bedeutende Politur anzunehmen“.

## I n h a l t.

	Seite
<b>A. Brackwassertorf?</b> . . . . .	677 [1]
Frischer „Brackwassertorf“ von Nykerk, S. der Zuidersee . . . . .	679 [3]
a) Holländische Torfe . . . . .	680 [4]
1. Torf von Noordwyk, Leyden W. . . . .	680 [4]
2. Unter der Düne bei Oberveen . . . . .	680 [4]
3. Nieuwe-Diep. . . . .	681 [5]
4. Darg aus den Wadden zwischen der Insel Ameland und Friesland . . . . .	681 [5]
5. Bohrung auf dem Neumarkt in Amsterdam . . . . .	682 [6]
6. Vlakte auf Zuid Beveland . . . . .	682 [6]
7. Kampen . . . . .	682 [6]
8. Bohrproben aus Leeuwarden . . . . .	682 [6]
b) Ostpreussische Proben . . . . .	684 [8]
1. Martörw-artiges Gebilde von Schäferieier Hacken bei Schwarzort . . . . .	684 [8]
2. Martörw-Blätterturf, S. von Nidden, kurische Nehrung . . . . .	684 [8]
<b>B. Hochmoore auf Rasenmooren</b> . . . . .	686 [10]
I. Das Kehdinger Moor . . . . .	686 [10]
II. Profil der Emsmoore bei Papenburg, Hannover . . . . .	689 [13]
<b>C. Lebertorf, Dysodil etc.</b> . . . . .	695 [19]
I. Lebertorf von Doliewen bei Oletzko in Ostpreussen . . . . .	696 [20]
II. Lebertorf von Purpesselen bei Gumbinnen . . . . .	705 [29]
III. Torfschiefer von Gästrow in Mecklenburg . . . . .	708 [32]
IV. Torfschiefer, Lebertorf Casp. von Testorf . . . . .	709 [33]
V. Bentwisch bei Rostock . . . . .	709 [33]
Diluvialtorf von Honerdingen, Hannover . . . . .	712 [36]
Dysodil vom Westerwalde . . . . .	713 [37]
<b>D. Leuchttorf (Fimmenit)</b> . . . . .	715 [39]
Vertorfungsprocess . . . . .	721 [45]

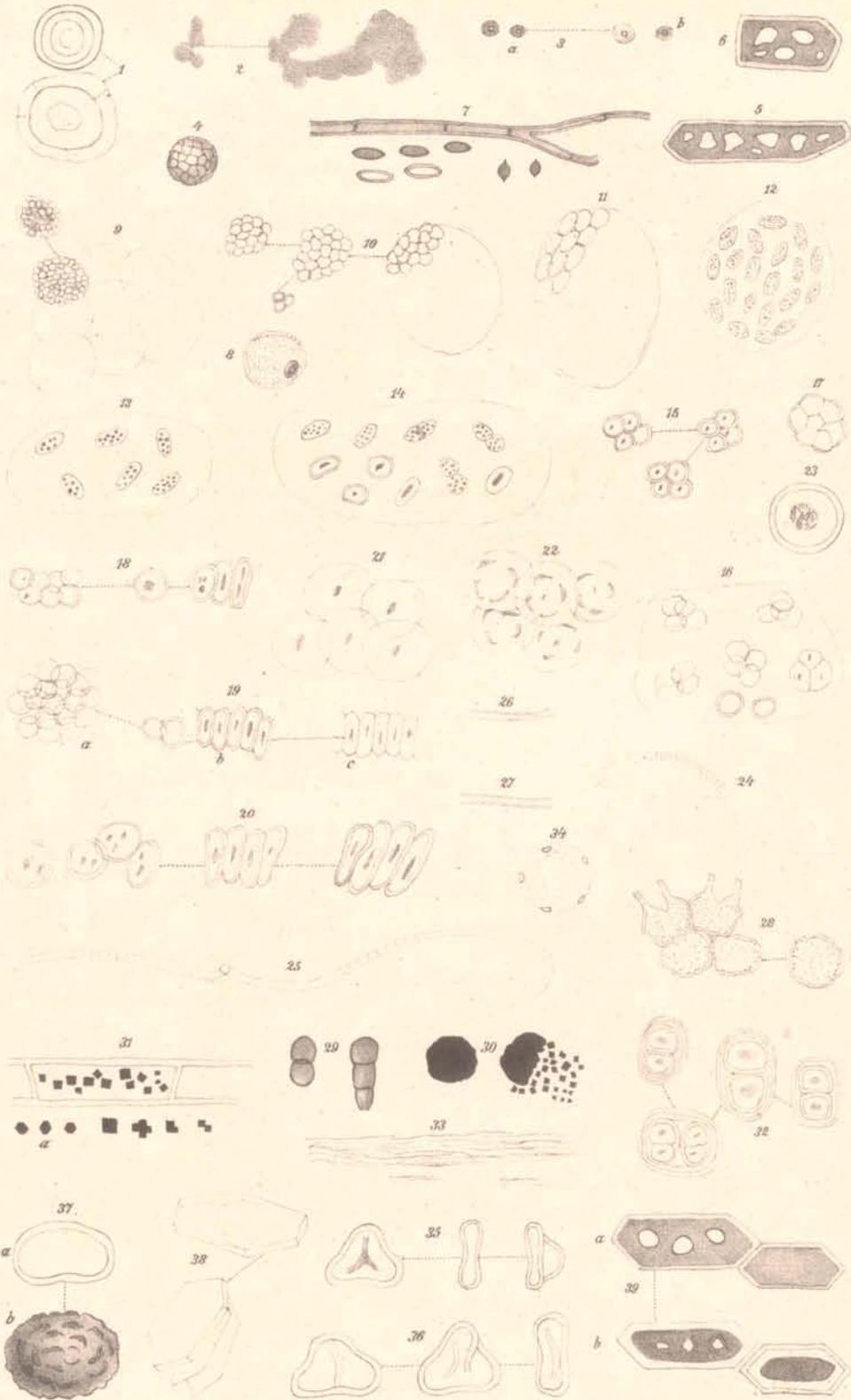
### Berichtigung.

Auf pag. 712, Z. 4 und 14 von unten ist statt „*trifolium*“ und „*trifium*“ zu lesen: „*trifarum*“.  
Auf pag. 695, Z. 1 von oben statt: Vergleiche „Bauerde“ zu lesen: „Bunkerde“.

## Erklärung der Tafel XII.

(Vergr.  $\frac{450}{1}$ .)

- Fig. 1. Concentrisch und radial gebaute Kieselscheibchen.  
 „ 2. Conglomerat und plattenförmige Verschmelzung von homogenen Ulminkügelchen aus dem Martörw von Nidden.  
 „ 3 a. Ulminkügelchen von Nidden mit Harzeinschluss; 3b. nach Einwirkung von Kalilauge.  
 „ 4. Tilletia-ähnliche Sporen von Papenburg.  
 „ 5 u. 6. Rindenzellen von *Calluna vulgaris* mit homogen ulmificirtem Inhalt und hellen Lücken.  
 „ 7. Brauner Mycelfaden und begleitende braune Sporen aus dem Callunetum.  
 „ 8. Pollenkorn von Gramineen.  
 „ 9. Algencolonie, *Microcystis*-artig, einzeln und in grösseren Ballen.  
 „ 10. Blasse bis scharf gelblichbräunliche grössere Colonie; die einzelnen Individuen deutlich berandet.  
 „ 11. Blasse Individuen in einer Gallerthülle  
 „ 12. Ovale Zellen mit gekörntem Inhalt, in eine Gallerthülle gebettet.  
 „ 13. Ovale Zellen mit grobkörnigem Inhalt, innerhalb einer Gallerthülle  
 „ 14. dito; Theilungsstadien? Einzelne deutlich doppelt contourirte rundliche Zellen mit grünlichgelbbraunem Fleck.  
 „ 15 u. 16. Tetraspora-artige Gebilde.  
 „ 17. Ebenso grosse zu einer Rosette verklebte Zellen.  
 „ 18. dito, sich abplattend.  
 „ 19. Ebenso, *Scenedesmus*-ähnliche Reihen darstellend.  
 „ 20. Grössere Zellen, sich abplattend.  
 „ 21 u. 22. Noch grössere, glatte, kugelige Zellen, deren Membran im Wasser fast zerfliesst, mit grünlichgelbbraunen Flecken.  
 „ 23. Ruhespore einer Alge.  
 „ 24 u. 25. Deutlich quer gegliederte, *Oscillaria*-ähnliche blasse Fäden.  
 „ 26. Ein sehr zart und Fig 27 ein deutlich doppelt berandetes Fadenstück.  
 „ 28. Theil von *Pediastrum Boryanum* Men  
 „ 29. Pilz- resp. Flechtensporen.  
 „ 30. Schwefelkieskugel, z. Th. durch Druck in einzelne Würfelchen zerfallend.  
 „ 31. Zellen mit Schwefelkiesformen; *a* im optischen Durchschnitt sechseckig.  
 „ 32. *Gloeocapsa*-Formen aus dem „Torfschiefer“ von Güstrow (Mecklenburg)  
 „ 33. Faseriger Detritus in der „Grundmasse“ des *Dysodils* von Westerwalde  
 „ 34. Pollenkorn von *Ulmus campestris* aus dem *Dysodil*.  
 „ 35 u. 36. Farnspore (*Endosporium*) mit verschiedenen Falten aus dem *Dysodil*.  
 „ 37. *Endosporium* (*a*) und *Exosporium* (*b*) einer Farnspore aus dem *Dysodil*.  
 „ 38. Peridermzellen von *Alnus* aus dem Leuchttorf von Augustendorf.  
 „ 39. *a*) Zwei Rindenzellen von *Calluna vulg.* aus dem Callunetum Nr. 18 in Papenburg, homogen ulmificirt, einzelne Lücken, nach Behandlung mit Kalilauge.  
 „ *b*) Dieselben Zellen auf Zusatz von Salzsäure.



DF J. Fröh. del. nat.

Lith. Anst. v. Th. Ennenwart. Wien.