Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1909

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1909|LOG_0108

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Vorträge und Abhandlungen.

Geomorphologische Studien aus Catalonien.

Von Dr. **Alfred Rühl** in Marburg.

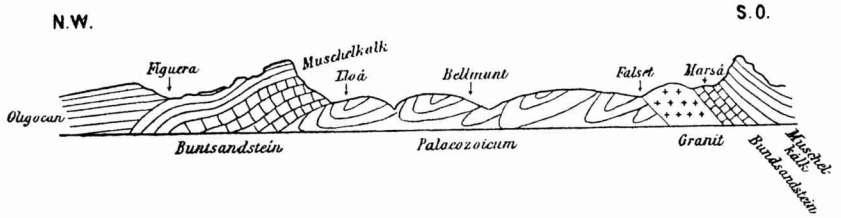
(Schlufs.)

Die Gebirge der Provinz Tarragona.

An das innere Gebirge schliefst sich vom Francoli-Durchbruch westwärts eine ausgedehnte Gebirgszone, die dann in ihrer ganzen Breite vom Ebro durchbrochen wird. Unsere heutigen Kenntnisse über dieses Gebiet sind noch so mangelhaft, dafs man keinen Überblick über den Aufbau zu geben vermag. Sie beruhen fast ausschliefslich auf der geologischen Beschreibung der Provinz Tarragona, die Mallada gegeben hat (83). Und noch mehr wie in den anderen Provinzen Cataloniens tragen diese Untersuchungen einen rein stratigraphischen Charakter: die Verbreitung der geologischen Formationen wird in groben Umrissen dargestellt, und an einzelnen wenigen Punkten Streichen und Fallen der Schichten bestimmt, aber nirgends erhebt sich die Darstellung zu einer Erörterung der tektonischen Verhältnisse. Meine eigenen Beobachtungen sind wegen der Kürze der Zeit, die ich zur Verfügung hatte, ebenfalls nicht hinreichend, um ein klares Bild der bodenplastischen Züge zu entwerfen, da die Tektonik sich als aufserordentlich verwickelt herausstellte; ich mufs mich daher auf wenige Bemerkungen beschränken.

Zwei Merkmale sind es vor allem, die diese Gebirge von den östlichen Gebirgsregionen Cataloniens unterscheiden: einmal das Auftreten einer allgemeinen, zum Teil sehr intensiven Faltung und andererseits die gröfsere Ausdehnung und geringere Lückenhaftigkeit der mesozoischen Schichtenserie, hauptsächlich wohl bedingt durch die Zusammenpressung, die das Gebirge hier erlitt.

Im Westen des Francoli erhebt sich ein breiter Gebirgswall, der vornehmlich aus paläozoischen und triassischen Gesteinen mit gelegentlichen granitischen Durchbrüchen aufgebaut ist und sich als westliche Fortsetzung der Sierra de Montagut erweist. Man kann in ihm zwei einander ziemlich parallel laufende Züge trennen. Der nördliche bildet die Grenze gegen die tertiären Ablagerungen des Innern und erstreckt sich bis über den Ebro hinaus. Er ist fast ausschliefslich aus paläozoischen und triassischen Schichten zusammengesetzt. Gegen den Ebro hin verschmälert er sich beträchtlich, während er im Osten ein breites Massiv darstellt. Durch ein paläozoisches Band und im Westen durch ein ausgedehntes Längstal geschieden, zieht im Süden eine Gebirgs-



Abbild. 31. Profilskizze durch das Becken von Falset.
Mafsstab 1 : 200 000.

kette von gröfserer Breite, an deren Aufbau sich aufser der triassischen Formation auch liassische und untercretaceische Bildungen beteiligen. Auf dem rechten Ebro-Ufer vereinigen sich beide Gebirgszüge wieder. Die triassischen Sandsteine und Kalke bilden bedeutende Höhen und gehen in der Musara bis 1050 m, in der nur wenige Kilometer von der Küste entfernten Llaveria bis 950 m hinauf. Aber sie sind doch bereits stark abgetragen worden und voneinander durch ein breites Becken geschieden, in dem die paläozoische Unterlage in gröfserer Ausdehnung zutage tritt. Auf einzelnen Gipfeln, wie auf der Llaveria und der Mola, sind sogar noch liassische Fetzen vorhanden. Im Norden lagert das Oligocän direkt dem Paläozoikum auf. Ein in der Nordwest—Südost-Richtung durch das Gebiet gelegtes Profil (Abbild. 31) — von La Figuera über Falset nach Torre de Fontaubella — zeigt die Lagerungsverhältnisse. La Figuera ist am Nordabhange eines triassischen Gebirgszuges gelegen. Die Trias fällt sowohl im Nordwesten bei Lloá wie im Südosten bei Marsá in steilem Abfall zu einem jetzt von tief eingeschnittenen Schluchten durchfurchten paläozoischen Becken ab, in dem einige granitische Durchbrüche vorkommen, und bildet eine nur schwer übersteigbare Landstufe, da die über dem in

flacher Böschung ansteigenden Buntsandstein liegenden Kalke fast senkrecht niedergehen (Abbild. 32). Das Gebiet hat also eine Zusammenpressung in der Nordwest—Südost-Richtung erfahren; am Rande der Landstufe beobachtet man jedoch, dafs auch in der entgegengesetzten Richtung eine Faltung stattgefunden hat, so dafs das Ganze zu einer Kuppel aufgewölbt zu sein scheint.

Nur wenig westlich von dieser Profillinie schaltet sich zwischen den nördlichen und den südlichen Gebirgszug eine tiefe Einsenkung ein, das vom Ebro durchflossene Becken von Mora. Es wird an seinem Rande von oligocänen Ablagerungen[1]), im Osten ganz von diluvialen Schottern und Sanden eingenommen. Die oligocänen Schichten liegen in der Mitte horizontal, am Gebirgsfufs zeigen sie eine beträchtliche Aufbiegung. Diese Aufbiegung ist aber nicht tektonischen Ursachen zuzuschreiben. Es handelt sich hier um eine echte Seeablagerung; denn ich konnte auf dem Wege von Gandesa nach Cherta am Rio Canaletas eine typische Deltastruktur beobachten.

Das Ebro-Tal, das sowohl in den nördlichen wie in den südlichen Gebirgszug tief eingesunken ist, gibt Aufschlufs über den inneren Bau. Die Gesteine sind aber, namentlich in dem Durchbruch oberhalb García, dermafsen zerrüttet, und die Lagerung ist überall so verworren, dafs nur die genaueste Detailuntersuchung ein klares Bild der Tektonik liefern könnte. Es zeigt sich auch hier, dafs alle Formationen mit Einschlufs der unteren Kreide eine intensive Faltung durchgemacht haben, die in zwei aufeinander senkrechten Richtungen erfolgte.

Th. Fischer glaubt, in dem südlichen Gebirge die westliche Fortsetzung des Küstengebirges von Begas sehen zu können, da im Campo de Tarragona an einzelnen Punkten Kreideschichten auftauchen, und auch aus dem Grunde, weil ein breites Längstal auch hier die zwei Gebirge scheidet (61, S. 620). Hiergegen spricht einmal, dafs die Gebirge der Provinz Tarragona einer Faltung unterworfen worden sind, von der ja das Küstengebirge frei blieb, und andererseits, dafs das Becken von Falset wohl nicht Brüchen seine Entstehung verdankt, sondern durch die Erosion ausgearbeitet worden ist, also kein Analogon zu dem grofsen innercatalonischen Längstal darstellt.

Die bisherigen Betrachtungen geben uns nun die Möglichkeit, die Frage nach der Stellung Cataloniens beantworten zu können, über die, wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, noch völlige Unklar-

[1]) Das Oligocän besitzt sowohl im SO wie im NO eine gröfsere Ausdehnung, als auf der geologischen Karte angegeben ist.

heit herrscht. Die Publikationen der spanischen Geologen bieten in dieser Hinsicht nichts. Sonst wird Catalonien meist entweder ganz ignoriert, wie von Dereims in seiner Strukturkarte der Iberischen Halbinsel[1]), oder es wird einfach den Pyrenäen zugerechnet. Ratzel spricht selbst von den Gebirgen, die der Ebro durchbricht, als von den Vorbergen der Pyrenäen[2]), und auch de Margerie und Schrader, denen wir so viel für die Kenntnis der Pyrenäen verdanken, fassen beide Gebirge als eine tektonische und morphologische Einheit auf (86, S. 437)[3]).

Die catalonischen Gebirge mit den Pyrenäen zu verbinden, ist aber ganz unmöglich. Abgesehen von der stark voneinander abweichenden Streichungsrichtung beider Gebirge, sind auch die tektonischen Vorgänge und die geologische Geschichte in den beiden beiden sehr verschieden. Vidal spricht zwar von einer grofsen, O. 30° N. gerichteten miocänen Faltung, die ganz Catalonien in Mitleidenschaft zog (121, S. 3)[4]); von einer solchen kann aber in keinem Falle die Rede sein: dem widerspricht die absolute Horizontalität der Tertiärschichten am nördlichen Rande des inneren Gebirgszuges. Lokal haben sich allerdings tektonische Bewegungen in der jüngeren Tertiärzeit und sogar noch weit später ereignet; der Montjuich bei Barcelona ist z. B. eine postmiocäne Aufwölbung, und eine bis in die jüngste Vergangenheit fortdauernde Hebung des ganzen Landes werden wir bei der Betrachtung des Gewässernetzes in ihrer morphologischen Bedeutung kennen lernen.

Die eigentlichen catalonischen Gebirge gehören, wie Fischer vermutet hat (63, S. 281), ursprünglich zur Meseta und bildeten einen Teil des hercynischen Gebirges. Sie haben zunächst dieselbe geologische Entwickelung durchgemacht wie diese, erst seit dem Ende des Mesozoikums ist der Entwicklungsgang zum Teil ein anderer geworden. Darin jedoch gleichen sie noch heute der Meseta, dafs Brüche und nicht Faltungen den Oberflächen-Charakter bestimmen, da die formgebenden Wirkungen der Faltungen in Catalonien längst verschwunden sind. Das catalonische Bergland mufs daher als ein selbständiges System von den übrigen Gebirgen der Iberischen Halbinsel abgetrennt werden.

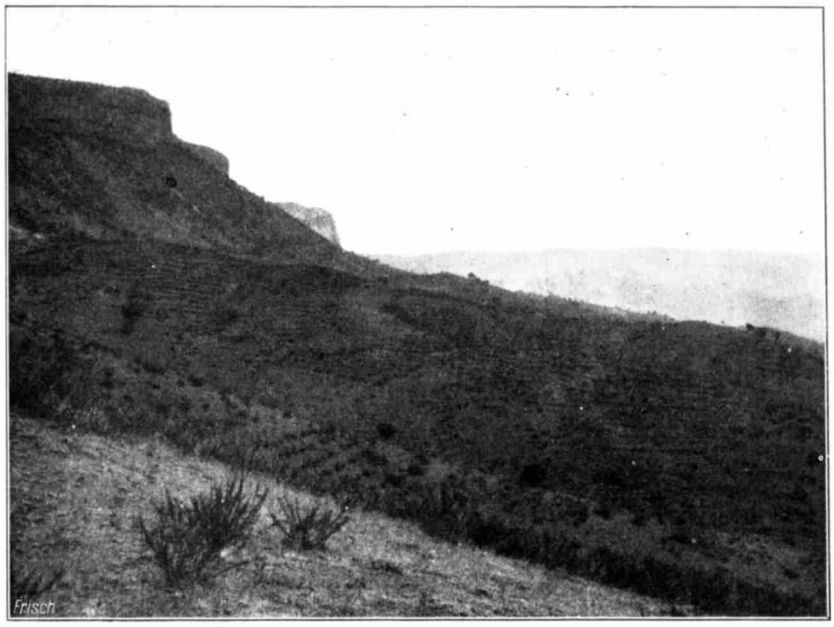
---

[1]) Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. Lille 1898. S. 6.

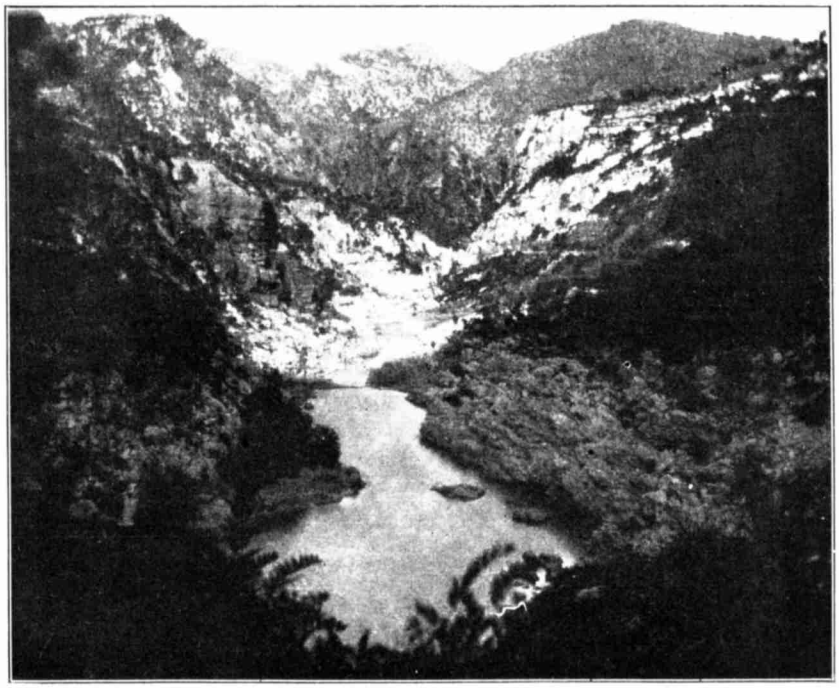
[2]) Die Erde und das Leben. 1901, Bd. 1, S. 598.

[3]) In einer anderen Arbeit betrachten sie allerdings Catalonien als ein den Pyrenäen fremdes Element (85, S. 578).

[4]) Ihm hat sich Philippson angeschlossen: Europa, 2. Aufl., 1906, S. 353.



Abbild. 32. Triassische Landstufe bei Lloá.



Abbild. 33. Durchbruchstal des Llobregat bei La Puda.

Die grofsen Durchbruchsflüsse.

Als Wasserscheiden sind die Gebirgszüge Cataloniens von sehr untergeordneter Bedeutung. Die grofsen Flufssysteme — der Besós, Llobregat, Gayá, Francoli und Ebro — besitzen einen untereinander parallelen, im ganzen meridional gerichteten Lauf. Nur der Ter bildet eine Ausnahme, aber sie ist nur scheinbar. Nach einem nord-südlichen Laufe biegt er bei Manlleu plötzlich nach Osten, um das westliche Gebirgsland der Provinz Gerona zu durchbrechen. Es wird sich aber zeigen, dafs wir das Laufstück bis Manlleu nur als den Oberlauf des Besós zu betrachten haben. Bis zum Ende der Oligocänzeit, bis zu der Zeit, in der Catalonien durch gewaltige Verwerfungen zerstückt wurde, verfolgten die Entwässerungsadern so ziemlich die entgegengesetzte Richtung; heute müssen die Flüsse sämtlich die catalonischen Gebirge in Durchbruchstälern queren, da die Quellen der Flüsse teils in den Hochebenen des Innern, teils in den Pyrenäen oder, wie beim Ebro, sogar im Norden von Spanien gelegen sind. Wir haben also hier einen Fall vor uns, wo seit der Tertiärzeit eine völlige Umkehr der gesamten hydrographischen Verhältnisse eingetreten ist: die ehemalige konsequente Anordnung ist in eine Schar von Durchbruchsflüssen verwandelt worden[1]).

Der Llobregat.

Der Llobregat entspringt in den Pyrenäen, in der Sierra del Cadi, die in ihrem höchsten Punkte sich bis zu einer Meereshöhe von über 2500 m erhebt. In streng meridionalem Laufe durchzieht er die innere Hochebene, um kurz unterhalb von Manresa, zu den Füfsen des Montserrat, in die innere Gebirgskette einzubrechen. Das Durchbruchtal ist aufserordentlich eng und steilwandig, ganz jugendlichen Charakters (Abbild. 33). Ältere Talböden lassen sich nicht erkennen, mit Ausnahme einer diluvialen Terrasse in etwa 40 m Höhe über dem Flusse, von der in der Nähe des Schwefelbades La Puda und kurz vor dem Austritt des Flusses deutliche Reste erhalten sind. Sobald aber der Flufs das Gebirge verlassen hat und in das Längstal eingetreten ist, begleitet ihn diese Diluvialterrasse mit steilem Abbruch auf seinem ganzen Laufe bis Martorell. Unterhalb von dieser Ortschaft bricht der Llobregat

---

[1]) Auch im Schweizer Jura z. B. hat das Entwässerungssystem seit dem Miocän eine gänzliche Umkehrung erfahren. Machaček, Der Schweizer Jura. Pet. Mitt. Erg. H. No. 150, 1905, S. 85.

durch das Küstengebirge, ebenfalls in einem engen Cañon. Hier ist aber ein höheres, etwa 100 m über dem Flusse gelegenes, älteres Talniveau noch gut zu erkennen, die steile Böschung geht plötzlich in die sanften Formen der alten Rumpffläche über. In scharfem Knick wendet sich der Fluſs nun zunächst nach Osten und erreicht dann nach kurzem nordsüdlichem Laufe bei Barcelona das Meer.

Als im Beginne des Miocäns die Sierra del Cadi in einer zum allgemeinen Streichen der Pyrenäen schiefen Richtung emporgefaltet wurde [1]), muſste sich ein Abfluſs bilden, der einen meridionalen Lauf besaſs, der heutige Llobregat. Kein Hindernis stellte sich ihm entgegen, er durchfloſs das oligocäne Becken und die oligocäne Rumpffläche und ergoſs sich schlieſslich in den miocänen Meeresarm, der in das Panadés eingedrungen war. Mit dem Rückzug dieses Meeres erfolgte gleichzeitig die Hebung der inneren Gebirgskette; sie geschah jedoch so langsam, daſs es dem Llobregat gelang, sein ursprüngliches Bett auch gegen die Neigung beizubehalten: unbekümmert setzt er seinen Weg fort, wenn auch die Schollenrichtung seinem Laufe widerspricht. Anderen Flüssen ist dies nicht geglückt, wie z. B. seinem jetzigen groſsen rechtsseitigen Nebenflusse, dem Cardoner, oder dem von Osten kommenden Rio Gavarrese; sie wurden durch die Hebung zur Seite abgelenkt und dem Hauptfluſs auf diese Weise tributär [2]). Warum dann aber der Llobregat nicht dem sich zurückziehenden Meere gefolgt ist, sondern seine einmal eingeschlagene Laufrichtung innehielt, ist nicht recht klar; vielleicht wurde er durch die Schuttmassen, die von den sich hebenden Gebirgen herabkamen, vom Meere abgedrängt. Daſs er aber bereits im Miocän das ganze Tal von Martorell abwärts ausgebildet haben muſs, beweist uns die Form dieses Talstückes [3]). Wir finden zwar hier Ablagerungen des pliocänen Meeres, aber die fjordartige Gestalt des Tales kann nicht durch das Meer, sondern muſs durch den Fluſs geschaffen worden sein.

Das jugendliche Gepräge, daſs der Fluſs in seiner Gesamtheit heute zur Schau trägt, ist einer in der letzten geologischen Vergangenheit erfolgten Hebung ganz Cataloniens zuzuschreiben. Überall an der Küste Cataloniens kommen marine Bildungen des mittleren Pliocäns in horizontaler Lagerung vor, oftmals in bedeutender Höhe. Hier

---

[1]) In der Sierra del Cadi liegen die oligocänen Konglomerate nicht mehr horizontal, sondern sind mitgefaltet worden.

[2]) S. die in dieser Hinsicht sehr lehrreiche Darstellung von Talquerschnitten bei Brückner, Die feste Erdrinde und ihre Formen. 1897, S. 234

[3]) Almera sieht in diesem Talstück ein Spaltental (12, S. 304).

wie im Süden Frankreichs griff das pliocäne Meer in der Form von Golfen und Fjorden in das Land ein (Almera 12; 20)[1]). Im Unterlauf des Llobregat gehen diese pliocänen Schichten bis Castellbisbal hinauf, also bis zum Austritt des Flusses aus dem Küstengebirge; der höchste Punkt, an dem sie bisher gefunden wurden, liegt bei Papiol, wo sie eine Höhe von 110 m erreichen[2]). Seit dem Pliocän hat Catalonien eine Hebung um mindestens 100 m erfahren. Oberhalb von Castellbisbal hat damals die Mündung des Llobregat gelegen, die Formen des Tales, das ihn in miocäner Zeit beherbergte, sind jedoch noch heute erhalten. Wann diese jüngste Hebung eingesetzt hat, läfst sich schwer entscheiden. Sie wird aller Wahrscheinlichkeit bis an die Schwelle der Gegenwart fortgedauert haben, von einigen Ruhepausen, in denen die grofsen Schottermassen abgelagert wurden, unterbrochen. Die postdiluviale Hebung um etwa 40 m, deren wichtige Rolle bei den anderen grofsen Durchbruchsflüssen wir noch kennen lernen werden, hat auch den Oberlauf des Flusses in der Weise beeinflufst, dafs die Mäander-Bildungen vor dem Durchbruch durch das innere Gebirge als eingesenkte Mäander erscheinen[3]).

Ter und Besós.

Ein Beispiel einer sehr wechselvollen Flufsgeschichte treffen wir im Osten des Llobregat. Unter genau denselben Bedingungen und zu gleicher Zeit wie dieser entstand im Osten ein zweiter gröfserer Abdachungsflufs der Pyrenäen, der aber später durch tektonische Bewegungen in zwei Teile geteilt wurde: den Ter und den Besós.

Der Ter nimmt seinen Ursprung in den östlich von der Sierra de Cadi gelegenen, bis 2700 m Höhe hinaufgehenden südlichen Vorketten der Pyrenäen und folgt wie der Llobregat einer nord-südlichen Richtung bis Manlleu. Hier biegt er plötzlich scharf nach Osten um und fliefst in einer engen, windungsreichen Schlucht der Ebene des Ampurdan zu. Genau im Süden der Umschwenkungs-

---

[1]) Eine Kartenskizze, welche die Ausdehnung des marinen Pliocäns an den Mündungsgebieten des Llobregat und Besós zur Darstellung bringt, findet man bei Almera (17, S. 757).

[2]) Bei Valencia liegt marines Pliocän in ungestörter Lagerung in Höhen von über 500 m (Fischer, 61, S. 533).

[3]) Über die Frage, ob die Küste Cataloniens jetzt stabil ist oder nicht, liegen noch keine genaueren Beobachtungen vor; Almera glaubt, dafs die Küste im Osten Barcelonas sich senkt, während sie sich im Westen heben soll (12, S. 316).

stelle in einer Entfernung von nur 15 km liegt die Quelle des Besós. Dieser bricht nach kurzem Laufe durch die innere Gebirgskette und, nachdem er das Vallés gequert, auch durch das Küstengebirge hindurch und vereinigt östlich von Barcelona sein Mündungsgebiet mit dem des Llobregat.

Der heutige Lauf des Llobregat stellt die normale Ausbildung der Entwässerung zur Miocänzeit dar; ebenso wie dieser floſs der Ter nach Süden, indem er das Bett des Besós benutzte. Die Hebung des inneren Gebirges schuf aber hier ein völlig anderes Bild. Während der Llobregat sich gegen eine Hebung behaupten konnte, glückte dies dem ursprünglichen Ter nicht: die Hebung war eben im Osten, wie wir bereits oben gesehen haben, eine viel stärkere. Der Llobregat bricht sich zwar auch zwischen Gebirgen von über 1000 m Höhe — dem Montserrat und der Sierra de San Llorens — seine Bahn, aber diese Höhen kommen nur vereinzelten Gipfeln zu, und nichts zwingt zu der Annahme, daſs das ganze durchbrochene Gebirge einst diese Höhe erreichte[1]). Der Montseny dagegen wurde als Ganzes bis zu der für Catalonien sehr bedeutenden Höhe von 1700 m erhoben. Wann die Hebung vor sich ging, läſst sich nicht genau feststellen, da Ablagerungen, die jünger sind als das Aquitanien, in der Nähe des Montseny nicht vorkommen[2]). Es wurde jedoch aus anderen Gründen geschlossen, daſs die Hebung in bedeutendem Ausmaſse wohl nicht vor dem Ende des Miocäns eingetreten sein dürfte. Verfolgen wir die Geschichte des Ter, so ergibt sich ein ähnliches Resultat. Zunächst mag der Ter der Emporwölbung ebenso gut haben widerstehen können, wie der Llobregat; als die Hebung aber immer weiter fortdauerte, muſste sein Gefälle mehr und mehr abnehmen, der Fluſs pendelte in groſsen Mäandern hin und her, so daſs sich eine Ebene ausbildete, und wurde schlieſslich zu einem See aufgestaut. Diese mehr theoretische Folgerung wird durch die Beobachtung bestätigt; denn wir finden in der Ebene von Vich an einzelnen Stellen, wo sie der späteren Denudation entgangen sind, lakustre, pliocäne Ablagerungen.

In dieser Weise entstand die „Plana de Vich“, eine der eigenartigsten Landschaften in dem abwechslungsreichen Bilde des

[1]) S. S. 250—251.

[2]) Das Aquitanien zeigt bei Campins sehr beträchtliche Störungen (Almera 24). In einer früheren Arbeit, als man von diesen oligocänen Bildungen noch keine Kenntnis hatte, setzte Almera die Hebung des Montseny in das spätere Eocän (7; S. 460).

catalonischen Landes (Almera 23)[1]). Wenn man von Süden her das tief eingeschnittene Tal des Besós hinaufgewandert ist, sieht man unvermittelt kurz vor Balenyá eine fast tischgleiche Ebene vor sich liegen (Abbild. 34 u. 35). Aus dieser Ebene, die eine mittlere Höhe von etwa 550 m besitzt, erheben sich völlig isoliert, zunächst ganz vereinzelt, dann weiter nach Norden zu immer zahlreicher zeugenähnliche Gebilde von meist langgestreckter, Nord-Süd-orientierter Gestalt. Die Gröfse ist sehr verschieden: einzelne vulkankegelartig gestaltete erreichen nur einen Durchmesser von wenigen Metern, andere wieder sind $^1/_2$—1 km lang. Die Höhe ist jedoch bei allen so ziemlich die gleiche: sie beträgt etwa 35—40 m. Die Basis der Hügel wird gebildet durch eocäne Mergel, die oberste Schicht, welche die unteren vor Zerstörung bewahrt, aus härteren, flyschähnlichen, grauen Sandsteinen und Schiefern derselben Formation. An den Abhängen der die Plana de Vich im Osten und Westen umsäumenden Gebirgszüge sind diese eigentümlichen Gebilde noch im Zusammenhang mit dem Gebirge geblieben; im Westen bilden sie eine Art von Terrasse, im Osten lange, sich in die Ebene hinauserstreckende Sporne, die nur lose mit dem Hauptkörper des Gebirges verbunden sind. Da alle diese Zeugen aus demselben Material bestehen und untereinander dieselbe Höhe — etwa 580 m — aufweisen, so handelt es sich um eine ehemalige kontinuierliche Fläche, die Fläche des alten Seebodens. Als der Ter nach Osten auswich, wurde der See entleert, und konsequente Flüsse strebten dem Ter von Süden her zu. Es bildete sich eine Wasserscheide zwischen Ter und Besós, die allerdings nicht in der Mitte der Plana ihren Scheitelpunkt besafs, sondern im Süden, ein wenig unterhalb von Balenyá. Es ist eine typische Talwasserscheide entstanden, bei welcher der Übergang von der einen Abdachung zur andern fast unmerklich ist. Nach Norden fliefst der Rio Gurri, im Süden liegt die Quelle des Besós. Das Quertal dieses Flusses trägt deutliche Anzeichen an sich, dafs es in früherer Zeit einen weit gröfseren, wasserreicheren Flufs beherbergte: es ist, abgesehen von dem ganz jungen Cañon, aufserordentlich breit, breiter sogar als das Tal des Llobregat. Im Grunde des Tales sieht man jetzt nur eine schmale Wasserader, die sogar in der sommerlichen Trockenheit gänzlich

[1]) Die Arbeit bietet geomorphologisch sehr wenig, enthält aber eine Karte des östlichen Teiles im Mafsstabe von 1 : 30000. Eine Landschaftsskizze findet man bei Schrader und Margerie (85).

verschwindet. Von allen Flüssen der Provinz Barcelona führen eben nur Llobregat und Ter im Sommer Wasser, da ihr Ursprung in den Pyrenäen liegt.

In seinem östlich gerichteten Laufstück entwickelt der Ter allmählich grofse Mäander. Dafs wir jetzt diese Mäander etwa 40 m tief eingesenkt sehen, hat seinen Grund in der jugendlichen Hebung, die ganz Catalonien betraf. Es konnte aber das Mäandersystem vor der Hebung noch keinen sehr hohen Grad der Entwickelung erlangt haben, da die Nebenflüsse nur zum Teil in die ihnen zugewandten Schlingen einmünden[1]). Ob die Gehängeformen auf ein älteres Tal in der Höhe hinweisen, läfst sich nicht mit Bestimmtheit sagen, da die horizontalen eocänen Sandsteine in Terrassen verwittern; die Ausbildung eines flachen und eines steilen Abfalles an gegenüberliegenden Hängen mag jedoch für eine fluviatile Entstehung sprechen.

Die Folge davon, dafs der Ter sein Bett um 40 m vertiefte, war, dafs seine kleinen Nebenflüsse aus der Plana ebenfalls wieder zu erodieren begannen. Es entstanden auf der alten Oberfläche zunächst tiefe Schluchten, die wegen der fast horizontalen Lagerung der Gesteine von lotrecht abfallenden Wänden begleitet waren. In dem Mafse, in dem sich die Tälchen verbreiterten, schritten die Steilgehänge zurück, die Lagerungsform aber bewirkte, dafs eine sanfte Böschung nie zur Ausbildung kommen konnte. In dieser Art entstanden allmählich jene Restberge, die vom Gebirge gänzlich losgelöst sind[2]). Man wird neben der Flufserosion auch dem spülenden Wasser, besonders den im Frühjahr und Herbst mit grofser Heftigkeit auftretenden Regengüssen eine Rolle bei der Herauspräparierung der Hügel zuschreiben müssen. Dafs sie sich so lange in der Ebene erhalten konnten, liegt wohl an unbedeutenden Härte-Unterschieden der Gesteine.

Gayá und Francoli.

Wir wenden uns nun zu den Durchbruchstälern der Provinz Tarragona, und zwar zunächst zu denen des Gayá und Francoli.

---

[1]) Davis, The Development of River Meanders. Geol. Mag., 1903, 4. Dec., Bd. 10, S. 147. Incised Meandering Valleys. Bull. Geogr. Soc. of Philadelphia, 1906, Bd. 4, Nr. 4.

[2]) Siegert hat diesen Zeugen gänzlich analoge Gebilde aus dem Süden von Spanien beschrieben und abgebildet (Das Becken von Guadix und Baza, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1905, S. 611, Abbild. 43—45). Siehe auch die Diagramme bei Salisbury, Physiography. London 1905, S. 137.

Da die beiden Flüsse unter genau denselben Bedingungen stehen ich aber genauer nur das Tal des Francoli durch eigene Anschauung kennen gelernt habe, so soll die Betrachtung auf dieses beschränkt bleiben.

Die Quellen des Francoli liegen in der Sierra del Tallat, einer östlichen Fortsetzung der Sierra de la Llena. Der ganze Oberlauf gehört dem Tertiär an. Die fächerförmig angeordneten Quellflüsse durchfliefsen eine ziemlich ausgedehnte Ebene und vereinigen sich bei Montblanch zu einer meridional gerichteten Wasserader. Unterhalb von Montblanch stellen sich dem Francoli die harten, in ihren höchsten Punkten bis 600 m aufragenden Triaskalke entgegen: der Flufs durchbricht sie in wildem Lauf in einer engen Schlucht — so eng und steil, dafs Eisenbahn und Strafse fortgesetzt das Ufer wechseln müssen —, und geht dann durch den Campo de Tarragona, begleitet von einer breiten, diluvialen Terrasse, ins Meer.

Fischer hat die Meinung ausgesprochen, dafs das mittlere Talstück durch einen Querbruch bedingt sei (S. 542), wohl auf Grund der Angaben der geologischen Karte. Diese Karte ist aber hier wie so oft von grofser Ungenauigkeit; sie verzeichnet zwischen Valls und Montblanch einen mehrere Kilometer breiten diluvialen Zipfel, der in Wirklichkeit überhaupt nicht existiert. Das Tal weist im Gegenteil die Züge eines ausschliefslich erosiven Ursprungs auf. Eine einzige, mächtige triassische Falte ist von dem Flusse durchsägt worden, die von dem einen Ufer nach dem anderen ohne jede Störung hinübersetzt. Es wird dieses Durchbruchstal, ebenso wie das des Gayá, als ein epigenetisches aufzufassen sein. Die tertiären Schichten reichen hier bis zu beträchtlicher Höhe und haben das alte Gebirge zum Teil überdeckt, wie dies die neuerdings von Vidal aufgenommenen Profile erkennen lassen (123, Abbild. 2 u. 6). Von den durch sie gebildeten, hohen Steilhängen strebten die Entwässerungslinien nach Süden. In den weichen Tertiärschichten konnten die Flüsse und die Verwitterung ihre Arbeit sehr schnell verrichten, wobei sie noch durch die steile Schichtstellung unterstützt wurden. Während die Hauptflüsse, Gayá und Francoli, in den tertiären Ablagerungen rasch sich einschneiden und zurückschreiten konnten, mufsten sie ihren Lauf auch dann beibehalten, als sie auf den aus harten Kalken bestehenden Unterbau gelangten. In jenen Schichten ist es ihnen bereits möglich, ihre Täler zu verbreitern, wogegen sie in diesem ihre Arbeit erst soeben begonnen zu haben scheinen.

Der Ebro.

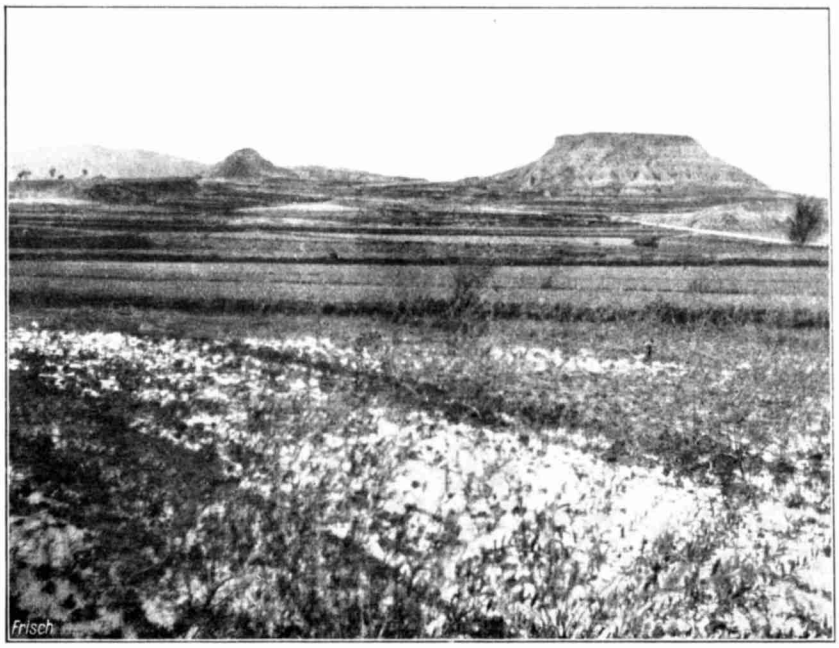
In dem catalonischen Teil des Ebro-Tales lernen wir einen von den übrigen Durchgangstälern wieder gänzlich verschiedenen Typus kennen. Das Quertal des Ebro zerfällt in zwei Stücke von ungleicher Länge, die durch das breite Becken von Mora geschieden sind. Im Süden von Ascó bricht der Fluſs durch die nur schmale, aus triassischen Gesteinen aufgebaute nördliche Gebirgskette der Provinz Tarragona und tritt bei García in das tief eingesenkte Becken ein[1]). In der Esclusa de Miravet dringt er zum zweiten Male in das Gebirge in einer engen Schlucht ein (Abbild. 36), die sich erst bei Cherta öffnet. Hier beginnt das diluviale Delta; die heutige Mündungsebene liegt noch weiter südlich bei Amposta.

Während in dem nördlichen, „el Ase“ genannten Durchbruch keine Spur eines alten Talbodens erhalten ist, ist der Ebro während seines ganzen Laufes durch das Becken von Mora von einer etwa 35 m über dem Fluſs gelegenen, sehr ausgedehnten diluvialen Terrasse begleitet (Abbild. 37). Sie setzt sich vornehmlich aus groben Schottern zusammen, dazwischen lagern häufig Kies- und Sandschichten. Die Lagerung ist vielfach sehr unregelmäſsig, auch Kreuzschichtung kann man häufig beobachten. In 5 m Höhe ist eine jüngere Terrasse ausgebildet, das heutige Hochflutbett. Dieselbe Terrasse findet man unterhalb von Cherta und Tivenys zu beiden Seiten des Stromes wieder (Abbild. 36); dann wird das Diluvialland bis 5 km breit, und die Terrassen liegen 2—3 km von einander entfernt. In dem Durchbruchstal selbst sind nur an ganz wenigen Stellen Reste dieser Terrasse vorhanden, wie z. B. bei Benifallet. Dagegen kann man hier, wenn man auf der Höhe steht, noch eine darüber liegende Terrasse feststellen. Während sonst die Gebirgsformen ungemein zerrissene sind, sieht man in einer Höhe von 130 m das Steilgehänge zurücktreten und einer Ebenheit Platz machen, die erst verhältnismäſsig wenig von kleinen Barrancos durchschnitten ist.

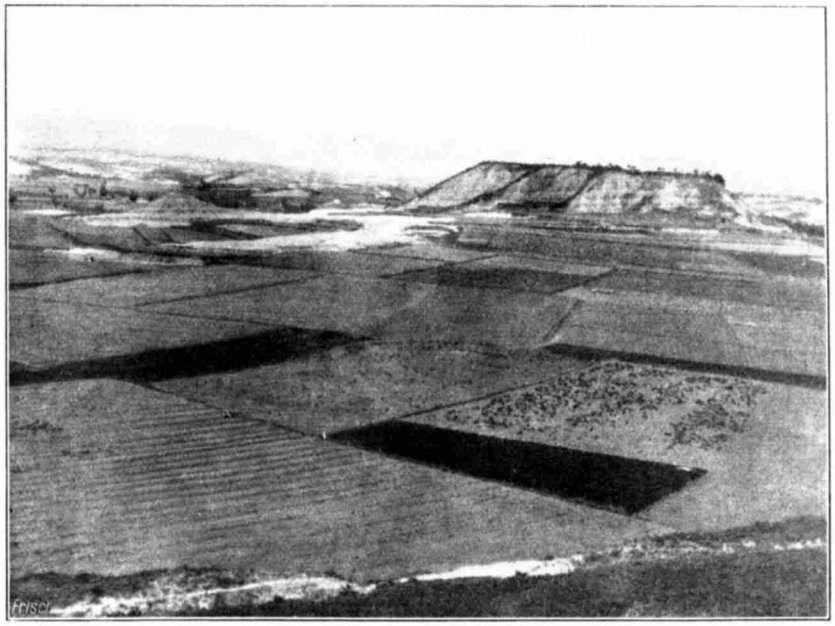
Der Ebro ist der Abfluſs des oligocänen Sees, der gegen Ende dieser Periode in der Tiefenlinie des groſsen, von fluviatilen Anschwemmungen erfüllten Troges zur Ausbildung kam und sich erhalten konnte, da er allseitig von Gebirgen umschlossen war.

---

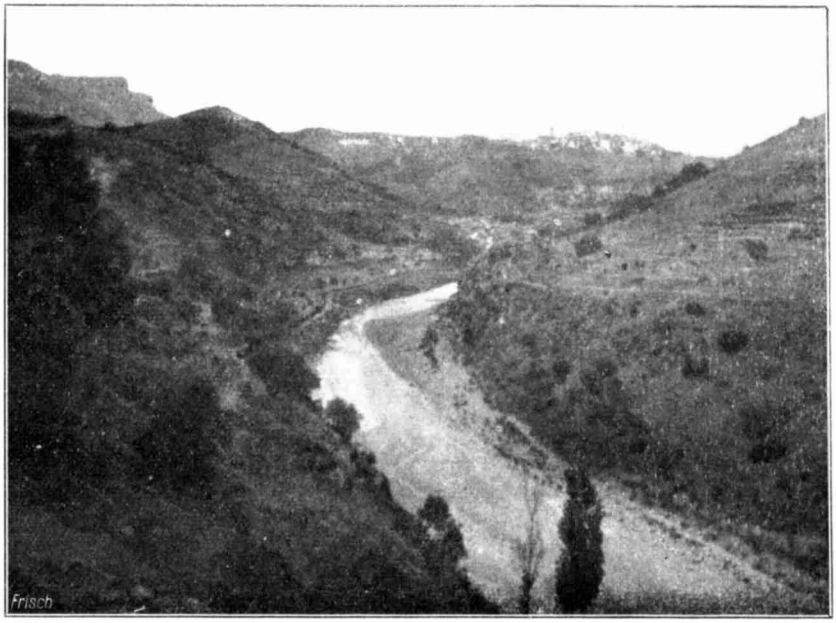
[1]) Das Becken tritt auf keiner topographischen Karte in richtiger Weise hervor; weder die Coellosche Karte noch die Carte de France geben ein Bild des groſsen landschaftlichen Kontrastes.



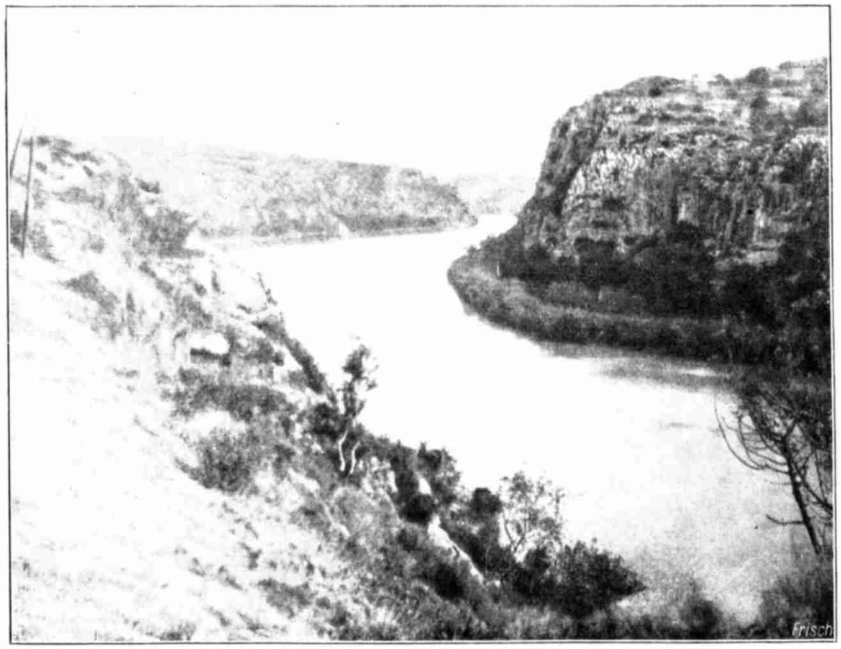
Abbild. 34. Kleine Zeugenberge aus der Plana de Vich bei Balenyá.



Abbild. 35. Plana de Vich.



Abbild. 36. Durchbruchstal des Ebro bei Benifallet.



Abbild. 37. Diluviale Terrasse des Ebro bei Tivenys.

Das Ebro-Tal ist demnach ein Überfluſsdurchbruch, seine Entstehung ging ungefähr in der Weise vor sich, wie Richthofen sie geschildert hat[1]). Die oligocänen Ablagerungen gehen am Rande des Beckens hoch hinauf, und es bedurfte nur einer verhältnismäſsig geringen Einsattelung, um den See zum Überflieſsen zu bringen. Im Laufe der Zeit wurde der See entleert, und der Ebro sammelte alle Fluſsläufe, die von den Pyrenäen und dem Ostrande der Meseta herabkamen.

Literatur-Übersicht[2]).

1. Abella y Casariego, Reseña fisico-geológica de la provincia de Tarragona. B. M. G. E., 1877, Bd. 4, S. 181—256.
2. Adan de Yarza, Les roches éruptives de la province de Barcelone. B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 831—839.
3. Adan de Yarza, Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona. M. A. B., 1898, 3. ép. Bd. 2, S. 359—369.
4. Almera, El plioceno en la villa de Gracia. Crónica científica, Barcelona 1879, Bd. 2, S. 557—561.
5. Almera, De Montjuich al Papiol al través de las épocas geológicas. Barcelona 1880.
6. Almera, Estudis geológichs sobre la constitució, orígen, antiguëtat y pervenir de la Montanya de Montserrat. Vich 1880.
7. Almera, Excursión al Montseny. M. A. B., 1882, 1. ép. Bd. 6, S. 435—460.
8. Almera, Breve reseña é historia geologica de los valles de Hebron, Clota de San Genis dels Agudells, Horta y Vallcarca. Crónica científica, Barcelona, 1884.
9. Almera, Descubrimiento de las capas de „Congérias" en Castellbisbal. Ebenda, 1891. No. 328.
10. Almera, Rocas hipogénicas ó eruptivas de los alrededores de Barcelona. Ebenda, 1891. No. 332.

---

[1]) China. Bd. 1, S. 122.

[2]) Die am häufigsten vorkommenden Abkürzungen bedeuten:

B. M. G. E. bzw. M. M. G. E.: Boletin bzw. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid.

M A. B. bzw. B. A. B.: Memorias bzw. Boletin de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Barcelona.

B. S. G. Fr.: Bulletin de la Société Géologique de France, Paris.

11. Almera, Continuación de las rocas eruptivas de los alrededores de Barcelona. Ebenda, 1892. No. 341—342.
12. Almera, Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona. M. A. B., 1894, 3 ép. Bd. 3.
13. Almera, Étude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone. B. S. G. Fr., 1895, 3. sér. Bd. 23, S. 564—571.
14. Almera, Reconocimiento de la presencia del primer piso mediterráneo en el Panadés. M. A. B., 1896, 3. ép. Bd. 1, S. 349—394.
15. Almera, Compte-Rendu de l'excursion . . . à Sans et à Montjuich. B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 680—689.
16. Almera, Compte-rendu de l'excursion . . . à Olesa, la Puda et à Montserrat. Ebenda, S. 690—712.
17. Almera, Compte-Rendu de l'excursion . . . à Gracia et le Coll (Horta), à Vallcarca, au Tibidabo et à Esplugas. Ebenda, S. 742—765.
18. Almera, Compte-Rendu de l'excursion . . . à Castellbisbal et à Papiol. Ebenda, S. 766—788.
19. Almera, Comte-Rendu de l'excursion . . . à Gava, Bruguès, Begas et Vallirana. Ebenda, S. 789—800.
20. Almera, Nota sobre la presencia del pliocénico superior en S. Juan de Vilasar. B. A. B., 1898, Bd. 1, S. 402—403.
21. Almera, Excursión dirigida á estudiar las relaciones del grupo de Mongat con el de Vallcarça. M. A. B., 1902, 3. ép. Bd. 4, S. 337—344.
22. Almera, Una playa de terreno cuaternario antiguo en el llano de San Juan de Vilasar. Ebenda, 1904, 3. ép. Bd. 4, S. 515—523.
23. Almera, Descripción geológica y génesis de la Plana de Vich. Ebenda, 1906, 3. ép. Bd. 5, S. 345—399.
24. Almera, Estudio de un lago oligocénico en Campins. Ebenda, 1907, 3. ép. Bd. 6, S. 11—20.
25. Almera et Bergeron, Note sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone (Espagne). B. S. G. Fr., 1904, 4. sér. Bd. 4, S. 705—721.
26. Almera y Bofill y Poch, Descubrimiento del Jurásico (Malm?) en las costas de Garraf. Crónica científica, Barcelona 1889.
27. Almera y Bofill y Poch, Ojeada sobre el pasado y el presente de las costas de Garraf (Barcelona). Ebenda, 1891. No. 324.

28. Almera y Bofill y Poch, Fauna salobre tortonense de Villanueva y Geltru (Barcelona). M. A. B., 1895, 3. ép. Bd. 3.
29. Almera y Brossa, Explicación del Mapa topográfico y geológico de la provincia de Barcelona. Barcelona 1902 ff.
30. Alsius y Torrent, Estudios geológicos sobre la región central de la provincia de Gerona. Rev. de Gerona, 1879, Bd. 4, S. 103—113, 143—152.
31. Alsius y Torrent, Efectos del volcanismo en la provincia de Gerona. Ebenda 1895, Bd. 9. Crónica científica, Barcelona, 1895, Bd. 8.
32. Barrois, Observations sur le Terrain Silurien des environs de Barcelone. Ann. Soc. Géol. du Nord, Lille 1891, Bd. 19, S. 63—69. B. M. G. E., 1892, Bd. 19, S. 245—261.
33. Barrois, Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne. Ann. Soc. géol. du Nord, Lille 1892, Bd. 20, S. 61—73.
34. Bauzá, Breve reseña geológica de la provincia de Gerona. B. M. G. E., 1874, Bd. 1, S. 169—175.
35. Bauzá, Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida. Ebenda, 1876, Bd. 3, S. 115—123.
36. Bergeron, Note sur les terrains paléozoiques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc). B. S. G. Fr., 1898, 3. sér., Bd. 26, S. 867—875.
37. Bergeron y Almera, Aplicación de la teoría de los mantos recubrientes al estudio del macizo del Tibidabo de Barcelona. M. A. B., 1905, 3. ép. Bd. 5, S. 261—310.
38. Bolós, Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot. Mem. de Agricultura y Artes de Barcelona, 1820.
39. Bolós, Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot y de sus immediaciones hasta Amer. 2. ed. Barcelona 1841.
40. Cadevalls y Diars, Flora del Vallés. M. A. B. 1892, 3. ép. Bd. 2, S. 1—138. [Enthält auch geologische Notizen.]
41. Calderón y Arana, Aperçu général du relief et des régions géologiques de l'Espagne. Annuaire du Dr. Dragincourt, Bd. 2, S. 156.
42. Calderón y Arana, Sobre el origen y desaparición de los lagos terciarios de España. Bol. de la Institución libre de Enseñanza, 1884, Bd. 8.
43. Calderón y Arana, Ensayo orogénico sobre la Meseta central de España. An. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1885, Bd. 14, S. 131—172.

44. Calderón y Arana, Origen de la sal común e de los sulfatos de los terrenos terciarios lacustres de la península. Ebenda 1896, 2. ser. Bd. 4, S. 337—362.
45. Calderón y Arana, Trabajos de la Comisión encargada del estudio de los volcanes de la provincia de Gerona. Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1904, Bd. 4, S. 330—336.
46. Calderón, Cazurro y Fernández-Navarro, Memoria sobre las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona. Mem. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1907, Bd. 4, S. 159—490.
47. Carez, Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris 1881.
48. Carez, Observations (Poudingues de Montserrat; Sel de Cardona). B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 728—730.
49. Carreras y Candi, Les comarques catalanes. Estudis Universitaris catalans, Barcelona 1907, S. 143—156.
50. Carreras y Candi, Geografia general de Catalunya. Barcelona 1907 ff.
51. Cazurro, Terremotos en la región volcánica de Cataluña. Mém. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1907, Bd. 4, S. 288—307.
52. Cirera, Rapport succinct sur l'Observatoire de l'Èbre. Beitr. z. Geophysik, Leipzig 1904, Bd. 6, S. 534—537.
53. Debilly, Notice sur les volcans éteints des environs d'Olot en Catalogne. Ann. des Mines, Paris 1828, 2. sér. Bd. 4, S. 181—210.
54. De Buen y del Cos, Nota acerca de la extensión y caracter de la región volcánica de Olot. Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid, 1901, Bd. 1, S. 291—294.
55. Depéret, Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf. B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 713—724.
56. Depéret, Observations sur les terrains néogènes de la région de Barcelone. Ebenda, S. 853—858.
57. Depéret, Sur les bassins tertiaires de la Meseta espagnole. Ebenda 1908, 4. sér. Bd. 8, S. 18—19.
58. Depéret et Vidal, Sur le bassin oligocène de l'Èbre et l'histoire tertiaire de l'Espagne. C.-R. Ac. des Sc., Paris 1906, Bd. 142, S. 752—755.
59. Dollfus, Relation entre la géologie et l'hydrographie en Catalogne. B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 876—883.
60. Ezquerra del Bayo, Sobre los alrededores de Tarragona. An. de minas, Madrid 1846, Bd. 14, S. 177.

61. Fischer, Die Iberische Halbinsel. Kirchhoffs Länderkunde von Europa. Wien, Prag, Leipzig 1893.
62. Fischer, Über den geologischen Bau der Iberischen Halbinsel. S.-Ber. der Ges. zur Beförderung der gesamten Nat. in Marburg, 1893, S. 1—4.
63. Fischer, Versuch einer wissenschaftlichen Orographie der Iberischen Halbinsel. Pet. Mitt., Gotha 1894, Bd. 40, S. 249—256, 277—285.
64. Font y Sagué, Los movimientos sismicos del Nordeste de Cataluña. B. S. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1903, Bd. 3, S. 205—209.
65. Font y Sagué, Origen geológico de los manantiales termo-minerales de Caldas de Malabella (provincia de Gerona). Ebenda, S. 411—417.
66. Font y Sagué, Lo Vallès. Barcelona 1904.
67. Font y Sagué, Curs de Geologia dinámica y estratigráfica aplicada á Catalunya. Barcelona 1905.
68. Font y Sagué, Nota sobre la presencia del terreno pliocénich en la Comarca de Tortosa. Buttleti de la Institució Catal., Barcelona 1905, 2. ser., Bd. 2, S. 59—61.
69. Gelabert, Los volcanes extinguidos de la Provincia de Gerona. San Feliu de Guixols 1904.
70. Gerland, Erdbebenbeobachtungen in Spanien. Beitr. z. Geophysik, Leipzig 1904, Bd. 6, S. 538—542.
71. Gresa y Camps, Estudios geológicos de Olot. Restaurador Farmaceútico, Barcelona 1891.
72. Hoernes, Untersuchungen der jüngeren Tertiärgebilde des westlichen Mittelmeergebietes. S.-Ber. Ak. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., 1905, Bd. 114, Abt. 1, S. 467—476, 637—660, 737—763.
73. Hoernes, Eine geologische Reise durch Spanien. Mitt. d. Nat. Ver. f. Steiermark, Graz 1905, Bd. 42, S. 318—365.
74. La Marmora, Coupe démonstrative de la montagne de Montjuich près de Barcelone, pris en Décembre de 1833.
75. Litre, Le bassin de l'Èbre et les correlations géographiques. Bull. Soc. Géogr. de Toulouse, 1891, Bd. 10, S. 245—258, 286—304.
76. Llobet y Vallllosera, Esplicación de varios fenómenos jeológicos que presenta el llano de Vich en Cataluña. Barcelona 1847.
77. Llobet y Vallllosera, De las diversas partes de las provincias Catalanas que son susceptibles de dar fuentes. Ebenda 1847.

78. Lozano, Algunos datos de aguas artesianas en la comarca de Figueras. B. M. G. E., 1906, Bd. 28, S. 167—169.
79. Macpherson, Relación entre la forma de las costas de la Península Ibérica, sus principales lineas de fractura y el fondo de sus mares. Bol. Soc. Geogr. de Madrid, 1886, Bd. 21, S. 356—366.
80. Macpherson, Del carácter de las dislocaciones de la península ibérica. An. Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1888, Bd. 17, S. 331—366.
81. Macpherson, Ensayo de historia evolutiva de la Península Ibérica. Ebenda 1901, Bd. 30, S. 123—165.
82. Maestre, Descripción geognostica y minera del distrito de Cataluña y Aragon. An. de minas, Madrid 1845, Bd. 3.
83. Mallada, Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona. B. M. G. E., 1890, Bd. 16, S. 1—175.
84. Mallada, Explicación del Mapa geológico de España. M. M. G. E., 1893 ff.
85. Margerie, de, et Schrader, Aperçu de la structure géologique des Pyrénées. Ann. Club Alpin Franç., Paris 1892, Bd. 18, S. 557—619.
86. Margerie, de, et Schrader, Aperçu de la forme et du relief des Pyrénées. Ebenda 1893, Bd. 19, S. 432—453.
87. Martel, La montagne de sel de Cordona. La Nature, Paris 1902, Bd. 30, 1. sem., S. 371—374.
88. Martínez, La provincia de Gerona. 1866.
89. Masferrer, Introducción al estudio de la flora de Vich. An. S. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1887, Bd. 6, S. 214—248. [Enthält auch geologische Notizen.]
90. Maureta y Thós y Codina, Descripción fisica, geológica y minera de la provincia de Barcelona. M. M G. E., 1881.
91. Mc Clure [Les volcans d'Olot]. Journ. de Physique, Paris 1808.
92. Mereguer, Tortosa y su comarca. Tortosa 1901.
93. Montessus de Ballore, La península ibérica seismica y sus colonias. An. Soc Esp. de Hist. Nat. Madrid 1894, Bd. 23, S. 175 - 184.
94. Navás, Una excursión al Montsant (provincia de Tarragona). Actas Soc. Esp. de Hist. Nat., Madrid 1899, 45—48, 76—80, 169—177.
95. Palet y Barba, Estudio del terreno pliocénico de Tarrasa, Barcelona 1896.
96. Paluzie y Cantalozella, Olot. Barcelona 1860.

97. Penck, Studien über das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1894, Bd. 29, S. 109—141.
98. Pratt, On the Geology of Catalonia. Q. Journ. Geol. Soc., London 1852, Bd. 8, S. 268—273.
99. Puig y Valls, El Llobregat. M. A. B., 1904, Bd. 4, S. 525—536.
100. Ramann, Das Vorkommen klimatischer Bodenzonen in Spanien. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1902, S. 165—168.
101. Saint Malo, Les volcans d'Olot. Rev. de Gerona, 1895, Bd. 19, S. 162—169.
102. Sapper, Die catalonischen Vulkane. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges, Berlin 1904, Bd. 56, Aufsätze, S. 240—248.
103. Stuarth-Menteath, La région volcanique d'Olot. Bull. Soc. Ramond, Toulouse 1869.
104. Stuarth-Menteath, Observations sur la région volcanique d'Olot. B. S. G. Fr., 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 679.
105. Texidor y Cos, Consideraciones sobre un monte volcanizado. Madrid 1866.
106. Texidor y Cos, Indicación de algunos terrenos volcánicos. M. A. B., 1879, 1. ép. Bd. 5, S. 257—318.
107. Texidor y Cos, Noticias de fenómenos volcánicos en Cataluña desde los tiempos prehistóricos. Ebenda 1879, 1. ép. Bd. 6, S. 461—529.
108. Texidor y Cos, Notas geológicas tomadas en la provincia de Gerona. Rev. de Gerona 1880.
109. Thós y Codina, Breves indicaciones sobre la hidrología del campo de Tarragona. M. A. B., 1892, 3. ép. Bd. 1, S. 37—42.
110. Ursul, Estudi hidrológich de la Montanya de Montserrat. Barcelona 1886.
111. Verneuil et Colomb, Coups d'œil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne. B. S. G. Fr., 1853, 2. sér. Bd. 10, S. 61—147.
112. Vézian, Du terrain postpyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondantes du bassin de la Méditerranée. Montpellier 1856.
113. Vézian, De deux systèmes de soulèvement, tout les deux inédits et provisoirement désignés sous les noms de système du mont Seny et du mont Serrat. C.-R. Ac. des Sc., Paris 1856, Bd. 43, S. 752—755.

114. Vézian, Observations sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone. B. S. G. Fr., 1857, 2. sér. Bd. 14, S. 374—392.
115. Vidal, Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña. B. M. G. E., 1874, Bd. 1, S. 209–247.
116. Vidal, Edad de las capas de Bulimus Gerundensis. M. A. B, 1879, No. 5, S. 343—359.
117. Vidal, Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella. B. M. G. E., 1882, Bd. 9, S. 65—91.
118. Vidal, Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona, Ebenda 1886, Bd. 13, S. 209–380.
119. Vidal, Géologie à toute vapeur de Port-Bou à Barcelone Rev. des Pyrénées, Toulouse 1893, Bd. 5, S. 186–199.
120. Vidal, Compte-Rendu de l'excursion . . . au gisement de sel de Cardona. B. S. G. Fr, 1898, 3. sér. Bd. 26, S. 725–728.
121. Vidal, La tectónica y los rios principales de Cataluña. M. A. B., 1900.
122. Vidal, Investigaciones de hidrología subterranea en la comarca de Bañolas (Provincia de Gerona). Ebenda 1908, 3. ép. Bd. 7, S. 339—355.
123. Vidal y Depéret, Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña Ebenda 1906, 3. ép. Bd. 5, S. 311–345.
124. Washington, The Catalan Volcanoes and their Rocks. Amer. Journ. of Science, New Haven 1907, 4. ser. Bd. 24, S. 217—242.

Die Bildung der Moore*.

Von Prof. Dr. H. Potonié in Berlin.

Der Aufforderung unseres Herrn Vorsitzenden, einen Überblick über die Bildung der Moore zu geben, folge ich mit grofser Freude; es darf aber freilich nicht verhehlt werden, dafs in einem blofsen Vortrage nur die allergrundlegendsten Elemente des weitschichtigen Gegenstandes angedeutet werden können, der neben dem geographischen auch ein geologisches und botanisches Interesse besitzt.

Zunächst einige Begriffsbestimmungen.

Ein Moor ist ein Gelände mit einem mächtigeren Torfboden. Wenn Torf, jenes nach unvollständiger Zersetzung der Vegetation zurückbleibende Brennmaterial, sich noch weiter bildet und anhöht, so haben wir es mit einem lebenden Moor zu tun; wir nennen es tot, sobald durch natürliche oder künstliche Entwässerung des Moores die Torfbildung ganz oder fast unterbrochen wird. Denn nur, wenn der die Verwesung bedingende Sauerstoff der Luft abgehalten wird, vermag Torf zu entstehen, und das ist in der Natur gewöhnlich dort der Fall, wo die der Zersetzung anheimfallenden organischen Teile sich unter verhältnismäfsig ruhigem Wasser befinden. Die im Werden begriffenen Torflagerstätten sind daher mehr oder minder sumpfig, d. h. nafs und oft nur mit Anstrengung begehbar.

Zum vollen Verständnis der Moorbildungen ist es nicht zu umgehen, auch ein Wort über eine nahe verwandte Bildung zu sagen, nämlich über die durch Organismen erzeugten echten Sümpfe. Sie sind mit organischem Schlamm, d. h. mit einem fliefsenden organischen Brei erfüllt und infolgedessen vollständig unbegehbare Wannen oder Strecken. Die Urmaterialien solcher Sümpfe sind echte Wasserorganismen, nicht aber Sumpf- und Landpflanzen, welche die Urmaterialien des Torfes sind. Unter den echten Wasserorganismen, die einen organischen Schlamm erzeugen, spielen die mikroskopischen Lebe-

*) Nach einem Vortrag, gehalten in der Allgemeinen Sitzung vom 3. April 1906.

wesen, und zwar in erster Linie die Schwebe-Organismen, die hervorragendste Rolle. Sie werden bekanntlich als Plankton zusammengefaſst. Sofern Plankton-Lebewesen in ruhigen Wässern vorhanden sind, sinken ihre abgestorbenen Leiber zu Boden und erzeugen bei unvollständiger Zersetzung einen Schlamm, den Faulschlamm, das Sapropel. Faulschlamm kann sich nach und nach viele Meter mächtig anhäufen und zur Verlandung eines Wassers wesentlich beitragen.

An geeigneten Stellen — und diese sind häufig — können die Individuen, die das Plankton bilden, in erstaunlich groſser Zahl vertreten sein. Deshalb kommt es bei der Sedimentierung mehr in Betracht als die Reste der abgestorbenen Fische und anderer gröſserer, sapropelbildender Organismen. Das wird gemeinhin übersehen. Die Mengen organischen Stoffes, welche die pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen und die kleineren Organismen erzeugen und welche jahrein jahraus an geeigneten Stellen zu Sapropel werden, genügen vollkommen zur Schaffung der vorhandenen mächtigen Sapropel-Ablagerungen. Bedenkt man noch, daſs Mikroorganismen sich sehr viel leichter ansiedeln als Makroorganismen, wie Fische u. dergl., so erhellt leicht die Bedeutung des Planktons für die Faulschlammbildung.

Wie sich bei geologischen Studien so oft zeigt, sehen wir auch hier wieder, daſs das Kleine und Kleinste, das in seiner Wirkung innerhalb der kurzen Spanne eines Menschenlebens kaum Beachtung zu verdienen scheint, in den Zeiträumen, die die Geologie zu messen hat, einen groſsen Ausschlag zu geben vermag.

Dort, wo in ein Gewässer, in welchem Faulschlamm zur Ablagerung gelangt, auſserdem ein nichtorganisches Mineral, wie Ton oder Sand, hineingeführt wird, sei es von Zuflüssen, sei es aber auch durch den Wind, der z. B. in Dünengeländen Sand hineinbläst oder an anderen Stellen sonstigen Staub, wie Löſs, da entsteht ein gemischter Schlamm aus Sapropel und den erwähnten Zutaten. Das Sapropel kann auch aus anderen Gründen viele nicht brennbare Produkte enthalten, dann nämlich, wenn in einem Wasser, das reich an Kalk ist, infolgedessen Organismen mit Kalkskeletten in Massen leben oder unter anderen Bedingungen mit Kieselskeletten. Dann haben wir einen Sapropel-Kalk u. dergl. Das Sapropel und alle Gesteine mit wesentlichem Sapropelgehalt, mögen sie sich noch im Schlammzustande befinden oder im Verlaufe der Zeiten erhärtet sein, heiſsen Sapropelite.

Soviel über die wichtigsten Begriffe, die wir nötig haben: über die Geländeformen, Moor und Sumpf, und über die Gesteine, Torf und Faulschlamm.

Wenn Cornelius Tacitus vor bald 2000 Jahren von Deutschland sagte, es sei „im allgemeinen mit finsterem Urwald und wüsten Sümpfen bedeckt", und einige Jahrhunderte später Prokop vom Nieder-Rhein angab: dort befänden sich Sümpfe, in denen zu alten Zeiten die Germanen wohnten, so haben die beiden genannten Schriftsteller kurz und bündig für ihre Zeit gewifs das Richtige getroffen; denn Deutschland besafs damals aufser natürlichen Wäldern in allen Teilen des Landes grofse und kleine sumpfige Gelände, d. h. vor der Zeit der im Interesse der Kultur beginnenden, weitgehenden Entwässerungen. In Nord-Deutschland mögen Sümpfe und Moore rund $^1/_{12}$ der gesamten Landfläche eingenommen haben; sie gehörten demnach hier zu den charakteristischsten Geländeformen.

Oft genug haben die Römer die Moore durch Holzdämme überquert, wovon die jetzt durch die Erhöhung der Moore weit im Innern der Torflagerstätten gut erhaltenen noch vorhandenen Balken und Knüppel Zeugnis ablegen. Es ist charakteristisch, dafs die Römer diese Dämme nicht als Strafsen, sondern als „lange Brücken", *pontes longi*, bezeichneten.

Woran mag es liegen, dafs trotz der auch heute noch grofse Strecken bedeckenden Moorgelände in Deutschland auf dem Gebiete der Moorkunde keine hinreichende allgemeine Kentnis vorhanden ist? Der Grund ist wohl darin zu finden, dafs vor dem Beginn der neuzeitlichen, ordentlichen Moor-Forschungen in Zentral-Europa die meisten Sumpf- und Moorgelände als solche vernichtet worden sind. Der heutige Forscher hat demnach, zumal in den alten und älteren Kulturländern, das Gelände meist mühsam in seiner Phantasie, vor seinem geistigen Auge wieder erstehen zu lassen, um eine Anschauung zu gewinnen, wie es natürlicherweise war und ohne Kultur wäre. Er mufs jetzt die wenigen entlegenen Stellen, die dem Urzustande noch mehr oder minder nahekommen, aufsuchen, um die nötige Auskunft zu erhalten.

Auf meinen mehrjährigen Bereisungen von Moorgebieten Zentral-Europas habe ich selbst nirgends mehr gröfsere Moorgelände angetroffen, die vollkommen von der Kultur unberührt geblieben wären, und das ist ja auch bei den langen Kultureinflüssen begreiflich. Aber sogar auf einer Bereisung Süd-Canadas vom Atlantischen bis zum Stillen Ozean war es bereits schwierig, vollkommen intakte Moore zu finden, denn wir leben in einem Zeitalter künstlicher Entwässerungen. Auch die offenen, kleineren Gewässer fallen vielfach der Kultur immer mehr zum Opfer: Haben doch nach der Berechnung Walsers die kleinen Seen allein im Kanton Zürich innerhalb der letzten 250 Jahre um die Hälfte abgenommen; von 149 sind sie dort auf 76 herabgegangen. So

ist es denn schon aus diesem Grunde verständlich, wenn heute, im allgemeinen wenigstens, die Einsicht in die naturhistorische Bedeutung der Sumpf- und Moorgelände für ein bestimmtes Land fehlt, umsomehr, als die Hauptverkehrswege und die Ansiedlungen Sumpf- und Moorland jetzt naturgemäfs nach Möglichkeit meiden, während in der vorhistorischen Zeit verschlammende und vertorfende Gewässer aufgesucht wurden, wie die am Boden der ehemaligen Seen unter dem Torf und zwar oft in dem darunter liegenden Sapropelit aufgefundenen Reste der Bewohner von Pfahlbauten lehren. Waren doch gerade diese Wohnstätten bei ihrer etwas erschwerten Zugänglichkeit vorteilhaft durch die natürlichen Verhältnisse geschützt. Dafs sich heute noch Teile alter und älterer Volksstämme in ziemlicher Reinheit bei uns vorfinden, wie die Litauer im Memel-Delta, ferner die Sorben (Wenden) im Spreewald und die Friesen an der Nordsee, ist auf den Schutz zurückzuführen, den grofse Moore noch bis vor kurzem geboten haben, denn sie waren tiefgreifende Scheiden zwischen hüben und drüben.

Die Moore werden eingeteilt in Flach-, Zwischen- und Hochmoore, und zwar dies nach der Verschiedenartigkeit ihres Vegetationsbestandes, soweit dieser abhängig ist von der im Boden vorhandenen, für die Pflanzen ausnutzbaren Nahrung. Man kann daher auch umgekehrt sagen: die Moore werden in ihren Haupttypen nach der für die Pflanzen ausnutzbaren Bodennahrung eingeteilt, was sich durch die Eigenartigkeit des Vegetationsbestandes zu erkennen gibt.

Wo demnach auf irgendeinem Boden die Bedingungen zur Entstehung von Moortorf gegeben sind, da tritt denn auch entweder ein Flachmoor oder ein Zwischenmoor oder ein Hochmoor auf; aber auch an ein und derselben Stelle können die genannten Moortypen auf- und nacheinander in die Erscheinung treten, weil sie in ihren Endstadien hinsichtlich der Nahrungsverhältnisse ihres Bodens einer Bedingung entsprechen, die der nächstfolgende Moortypus verlangt.

Gehen wir von einem See aus, der die Bedingungen zur Faulschlammbildung bietet.

Es sind, wie schon gesagt, die ruhigen Gewässer, die für die Entstehung von Faulschlamm-Gesteinen in erster Linie in Frage kommen, da die Hintanhaltung oder wesentliche Erschwerung vollständiger Verwesung Bedingung ist; diese ist eben dort, wo mehr oder minder stehendes oder nur wenig bewegtes Wasser vorhanden ist, erfüllt, während stärker bewegte Gewässer durch ihren Sauerstoffgehalt eine Zersetzung ohne Zurücklassung von festen brennbaren Resten bewirken. Wir finden demnach Faulschlamm-Ablagerungen in Seen ohne oder mit nur sehr schwachen Zuflüssen in allererster Linie.

Welchen Unterschied bieten nicht die echten Faulschlammseen gegenüber denen, die kaum oder auch nicht einmal eine Spur unzersetzter organischer Reste aufzubewahren imstande sind!

Das organische Leben drängt sich mit Macht in den Bereich der Faulschlammseen, um ihn schliefslich durch die Fülle des erzeugten organischen Stoffes ganz zu bewältigen. Es sieht aus wie ein Kampf, den die Lebewesen gegen das offene Wasser führen, das ihnen doch gerade die nützlichsten Lebensbedingungnn bietet. Im Wasser selbst häuft sich von Jahr zu Jahr der organogene Schlamm immer mehr an und erhöht ständig den Seeboden. Vom Lande her treten die Sumpfpflanzen heran, die schliefslich bei hinreichender Annäherung des Faulschlammes an den Wasserspiegel diesen Schlamm als Boden benutzen und vorpostenartig nach und nach sich vorschiebend von der Wasserfläche Besitz ergreifen. Bei ausnahmsweise niedrigem Wasserstande oder nach künstlichen Seespiegel-Senkungen kann der nackte Sapropelit, d. h. noch unbestanden von Sumpfpflanzen, an der Oberfläche erscheinen (Abbild. 38), und wer diesen tückischen, breiigen Boden nicht kennt, der meint wohl, ihn betreten zu können: der Sumpf, der nunmehr an Stelle des Sees oder eines Teiles desselben vorhanden ist, gehört zu den gefährlichsten Geländen. Schon das Herankommen vom Lande her verbietet sich allermeist von selbst. So ist es denn unter natürlichen Verhältnissen und ohne besondere Vorkehrungen überhaupt oft unmöglich, das Ufer des verbleibenden Wasserspiegels eines Sapropelitsees zu erreichen. Alles an solchen Seen, mit alleiniger Ausnahme des Wassers selbst, ist organischer Herkunft!

Einen vollen Gegensatz bieten z. B. die bewegten Seen in geologisch jungen Gebirgen mit vielen Steilhängen und dadurch Steinschlag, der die Ufer und den Grund einnimmt. So ist das Wasser des Lüner Sees in Tirol aufserordentlich klar, sofern nicht ausnahmsweise die stark anschwellenden Zuflüsse eine Trübe mitbringen. Nur Forellen und einige andere Fische und wenige Organismen vermag der See zu erhalten. Das unbewaffnete Auge sieht überhaupt nichts von organischem Leben und erblickt durch das krystallklare Wasser den Grund, wo bei Sonnenschein die Kalksteinbrocken einen sichtbaren Schatten werfen. Das stark bewegte einfliefsende Wasser, der Abflufs des Sees, der periodische Wechsel des Wasserstandes bedingen eine reichliche Sauerstoffzufuhr, die jegliche, auch noch so geringfügige Ansammlung von Faulschlamm verhindert. Auch die Durchschnittskälte stört das Planktonleben im Lüner See.

Doch kehren wir zu unserem Sapropelsee zurück.

Durch die am Rande des Wassers lebenden Sumpfpflanzen geht

der See nunmehr schneller seiner vollständigen Verlandung, seinem Erlöschen, entgegen, indem die Sumpfpflanzen, welche Torf bilden, immer weiter nach dem Zentrum vorrücken, bis schliefslich von dem immer kleiner werdenden Wasserspiegel nichts mehr übrig bleibt. Wir haben dann an der Stelle des Sees ein Gelände mit Torfboden vor uns, unter welchem sich ein Sapropelit befindet: aus dem Sumpf ist ein Moor geworden.

Aber ruhigere Seen können auch durch Torfbildung vom Rande des windgeschützten Ufers aus verlanden, bevor sie derartig mit Sapropelit erfüllt sind, dafs dieser den Sumpfpflanzen als Boden dienen kann; denn schwimmende Vegetationsdecken vermögen vom Ufer aus ins Wasser hinauszustreben, hinauszuwachsen, Vegetationsdecken, die, indem sie Torf bilden, schliefslich dick genug sind, um Menschen zu tragen, freilich auf einem schwingenden Untergrunde, wie er bei der schlammigen Beschaffenheit von Seen, die mit Sapropel erfüllt sind, nach ihrer Vertorfung naturgemäfs zunächst ebenfalls vorhanden ist. Schliefslich wird aber die Torfdecke, indem sie immer tiefer einsinkt, so mächtig, dafs der Boden zum Stehen kommt. Hiernach kann man unterscheiden Schwingmoore und Standmoore. Die Oberfläche beider ist im ganzen zwar meist nafs, aber offenes Wasser tritt nur untergeordnet auf. Noch eine dritte Moorform ist zu unterscheiden: die Sumpfmoore.

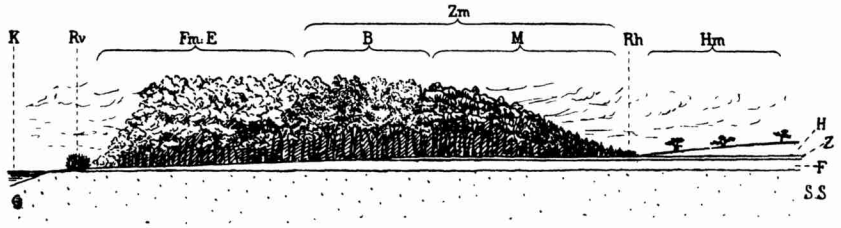
Wo nämlich Wasserflächen vorhanden sind, seien es dauernde oder solche, die durch regelmäfsige Überschwemmung zustande kommen, deren Tiefe so gering ist, dafs Sumpfpflanzen auf der ganzen Fläche von vornherein im Untergrunde zu wurzeln vermögen, und wenn dabei die Bedingung für eine Torfbildung, d. h. die nötige Ruhe vorhanden ist, dann haben wir es mit Sumpfmooren zu tun. Ihr Merkmal ist demnach das Vorhandensein von offenem Wasser zwischen den Sumpf- und Moorpflanzen. Die Schwing-, Stand- und Sumpfmoore können bewaldet sein.

Unsere einheimischen Sumpfflachmoor-Wälder sind gewöhnlich Erlensumpfmoore. Im atlantischen Nord-Amerika haben wir es u. a. mit Sumpfcypressen-Wäldern in Begleitung einer mannigfaltigen Flora zu tun. In den Tropen aber, aus denen freilich unsere Kenntnisse noch sehr spärlich sind, handelt es sich um Sumpfmoore aus Mischwäldern der verschiedensten Pflanzenarten. Es liegt nahe, dafs diese studiert werden müssen, um ein Verständnis für unsere wichtigsten fossilen Moore und ihre Flora zu gewinnen; ich meine die Steinkohlenlager und die Vegetation der Steinkohlenzeit. Denn das, was wir von den Pflanzen und Kohlenlagern dieser Zeit wissen, spricht für ihre

Tropen- und Flachmoornatur. Da nun aber unter tropischem Klima bis vor kurzem noch keine Moore bekannt waren, so bestand ein Widerspruch, der nunmehr seiner vollständigen Lösung entgegengeht[1]). Dafs die fossilen Kohlen, je nach ihren Eigenschaften, dem Torf und dem Faulschlamm entsprechen, ist schon durch die blofse mikroskopische Untersuchung leicht erweisbar[2]).

Sehen wir uns nun insbesondere unsere heutigen einheimischen Moore etwas näher an.

Ein schönes Moorgebiet, das freilich, soweit es Sumpfflachmoorwald ist, unter Forstkultur steht, befindet sich in Ost-Preufsen im Memel- und Nemonien-Stromdelta. Es ist auf einem Boden entstanden, der durch Sedimentierung, besonders von Feinsand gemischt mit Faulschlamm vom Kurischen Haff, hervorgegangen ist und der an der



Abbild. 39. Schematische Darstellung eines Moorgeländes im Memel-Delta,

darunter Bodenprofil. K Kurisches Haff, Rv Röhricht-Verlandungszone, Fm Flachmoor und zwar Erlenmoor (E), Zm Zwischenmoor und zwar Birkenmoorzone (B) und Mischwald-Nadelwald-Zone (M), Rh Röhrichthochmoor-Vorzone, Hm Hochmoor. Im Bodenprofil bedeuten SS Sapropelsand, F Flachmoortorf, Z Zwischenmoortorf, H Hochmoortorf.

dortigen Küste auch heute noch weiter in derselben Weise zunimmt. Dieses Neuland in Verbindung mit dem dortigen Klima ist ein günstiger Boden für Torfbildung. Der Torf höht sich allmählich an und wird demgemäfs nach Mafsgabe der Entfernung von der Küste immer mächtiger.

Treten wir von der Küste aus nach Osten eine Wanderung an, so durchschreiten wir nach und nach von der Sapropelsandbildung an die Hauptmoortypen, die ich genannt habe. Denn mit der Anhöhung des Bodens durch Torfbildung in dem Sumpfflachmoor-Wald tritt die

[1]) Ich werde das demnächst im Jahrbuch der Kgl. Preufs. Geolog. Landesanstalt näher auseinandersetzen

[2]) Es kann dies und vieles andere hier nur angedeutet werden. Ausführlicheres über den Gesamtgegenstand findet sich in meinen Schriften „Die Entstehung der Steinkohle" (5. Aufl. in Vorbereitung) und „Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten".

Oberfläche immer mehr aus dem Bereich des Grundwasserspiegels heraus, so dafs wir vom Sumpfflachmoor nach Durchschreitung einer Zwischenmoorzone in ein grofses Hochmoor gelangen (Abbild. 39).

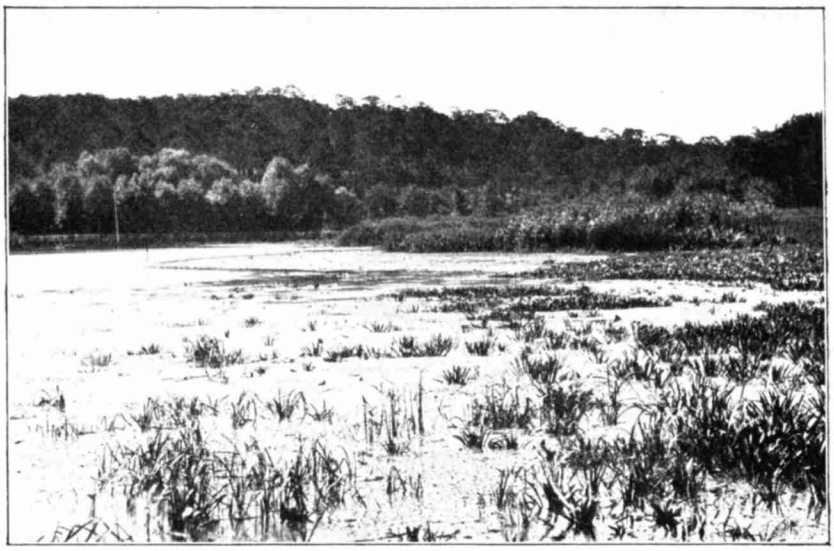
Zunächst wird der Sapropelsand an der Küste mit einer Gemeinschaft von Pflanzen besetzt, die wir als Verlander bezeichnen; denn es treten hier im ganzen dieselben Arten auf, welche ruhigere Binnenlandgewässer als erste Vorposten zur Verlandung bringen. Nicht nur werden Wasserstellen unmittelbar hinter der Küste mit höheren Wasserpflanzen besetzt, sondern auch der Röhricht-Pflanzen-Verein mit dem Schilfrohr (*Arundo phragmites*) bildet an ruhigen Stellen eine die Küste begleitende Vegetationszone, und hinter dieser Zone landeinwärts entwickelt sich ein Wiesenflachmoorstreifen aus Seggen (in erster Linie *Carex gracilis*) an denjenigen Stellen, wo bewegtere Überschwemmungswässer und Eisbewegung das Aufkommen von Gehölzen verhindern. Wo das aber nicht der Fall ist, da findet schnell Bewaldung statt und zwar in unserem Delta mit der an ähnlichen Örtlichkeiten bei uns überall vorhandenen Schwarzerle (*Alnus glutinosa*).

Dieses Erlensumpfmoor kann mehrere Kilometer breit sein (Abbild. 40). Der Boden wird von Sumpfpflanzen eingenommen: dem Schilfgras (*Glyceria fluitans*), der Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus*), von *Sium latifolium*, von der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) u. s. w., alles Pflanzen, die die regelmäfsigen Überschwemmungen dieser Zone gut vertragen. Aber mit dem dauernd aus den absterbenden Pflanzenteilen erzeugten Torf tritt das Gelände mehr und mehr aus dem höchsten Grundwasserstand heraus; die Sumpfpflanzen, die mit ihrem Fufs im Wasser zu leben wünschen, werden daher allmählich verdrängt und machen einer anderen Untergrundflora Platz, die einen etwas trockneren Boden bevorzugt.

So gelangen wir denn, weiter nach Osten vordringend, in eine freilich hier oft nur angedeutete Erlenstandmoor-Zone (Abbild. 41). Zu ihrer charakteristischen Bodenflora gehört u. a. die grofse Brennnessel (*Urtica dioeca*), und Kletterpflanzen sind besonders gern vorhanden, wie der Hopfen (*Humulus lupulus*).

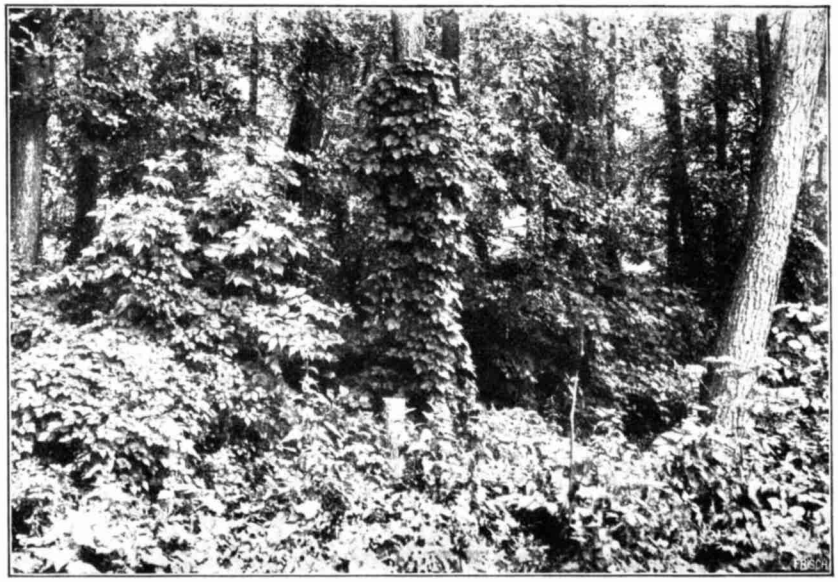
Schnell beginnen sich Moorbirken (*Betula pubescens*) einzumischen, und die Erlen treten immer mehr zurück und verschwinden schliefslich. Wir stehen dann in einer Birkenzone, die nun schon zum Zwischenmoor (Übergangsmoor) zu rechnen ist. Allmählich nehmen aber auch die Moorbirken ab, und wir gelangen in eine Mischwald-, besonders Nadelwaldzone, vorwiegend aus Kiefer und Fichte. (Abbild. 42.)

In diesem ganzen Zwischenmoor hat sich der Torf soweit angehöht, dafs der Boden nunmehr trocken ist, wie in unseren sonstigen



Abbild. 38. Havelbucht bei Schildhorn (im Grunewald bei Berlin) bei niedrigem Wasserstande. Es tritt der Sapropelit zutage, bestanden mit *Stratiotes aloïdes* u. s w.

Abbild. 40. Erlensumpfmoor bei Cranz bei Königsberg in Preufsen.



Abbild. 41. Erlenstandmoor in Grofs-Lichterfelde, jetzt durch den Bau des Teltow-Kanals vernichtet.

Abbild. 42. Nadelwald-Zwischenmoorzone bei Nemonien. Links vorn *Ledum palustre*, rechts und im Mittelgrunde *Andromeda calyculata*.

Mischwäldern, und dementsprechend ist denn auch hier die Waldflora vertreten, aus der Orchideen entgegenleuchten, wie in unserm Fall besonders die schöne *Orchis helodes* (*O. maculatus helodes*). Ericaceen werden immer zahlreicher, unter anderem in erster Linie der Sumpfporst (*Ledum palustre*) in herrlichen grofsen Sträuchern, dann im ganzen Zwischenmoor bei Nemonien die hier ihre Südgrenze findende *Andromeda calyculata*; aber die Bäume werden immer kleiner und weisen dadurch augenfällig auf die durch die fortschreitende Torfanhöhung immer kärglicher zur Verfügung stehende Nahrung im Boden hin, dessen Durchlüftungsfähigkeit überdies bei der Dichte des Torfes abnimmt. Auch ausnahmsweise hohe Grundwasserstände vermögen dann keinen Einfluſs mehr auf das Wachstum der Pflanzen auszuüben und ihnen in diesem Wasser gelöste Nahrung zuzuführen. Schliefslich sind nur noch Regenwasser und Tau zugänglich, und nur noch der hineingetragene Staub bringt von aufsen neue, spärliche Nahrung hinein. Immer mehr und mehr nehmen deshalb Pflanzen den Platz ein, die sehr bedürfnislos sind, und unter diesen ist es besonders eine Gattung, das Torfmoos (*Sphagnum*), das nun berufen ist, die Führung in der Weiterentwickelung des Moores zu übernehmen. Die Arten dieser merkwürdigen Moosgattung sind zum gröfsten Teil (sofern sie nämlich nicht unter Wasser selbst leben), man kann sagen, an der Luft lebende Wasserpflanzen. Denn durch ihren Bau vermögen die Landtorfmoose das Regen- und Tauwasser in ihrem Körper in grofser Menge zu speichern, etwa so, wie ein Badeschwamm. Sie sind dadurch befähigt, einen trockenen Boden zu vernässen, und so gelangen wir denn auch, immer weiter nach Osten vordringend, wieder in ein nasses Gelände, obwohl dessen Oberfläche den höchsten Haffwasserstand um ein Beträchtliches überschritten hat. Der Torf, der nunmehr wesentlich von *Sphagnum,* dem Torfmoos, erzeugt wird, entfernt die Mooroberfläche immer weiter aus der Horizontalen dieses Wasserspiegels; wir haben ein Moorgelände vor uns, das sich mehrere Meter über diesen Spiegel erhebt und das uhrglasförmig aufliegt: daher der Name Hochmoor.

In Gemeinschaft mit dem Torfmoos leben besonders Pflanzenarten, die wir vom hohen Norden oder aus dem Hochgebirge her kennen, und im Hochmoor sind die insektenverdauenden Pflanzen so recht zuhause; denn da die Hochmoorpflanzen aufser der aus der Luft ihnen zugewendeten Nahrung, d. h. dem Kohlendioxyd, dem Staub, Regen und Tauwasser, nur mit der geringen, im letzten Ende ebenfalls aus der Atmosphäre herstammenden Bodennahrung auskommen müssen, so reicht das nicht aus, um üppig und schnell aufwachsende Pflanzengestaltungen hervorzubringen, wie wir sie im Flachmoor strotzend sich

entwickeln sehen. Die Pflanzen sind unter solchen Umständen besonders bemüht, alles in ihren Bereich Kommende auszunutzen und Anpassungen zu entwickeln, die es ihnen sogar ermöglichen, die auf den Hochmooren lebenden oder hinaufgehenden Insekten zu fangen und als Nahrung zu verwenden. Unter solchen Pflanzen spielen in der nördlichen gemäfsigten Zone der ganzen Erde die Sonnentau-Pflanzen, die *Drosera*-Arten, eine besondere Rolle. — Sehr auffällig und sehr verbreitet auf Hochmoorgeländen der gemäfsigten Zone des östlichen Nord-Amerika ist die Kannenpflanze (*Sarracenia purpurea*) mit krugförmigen Blättern, die in ihrer Höhlung eine sehr schwachsaure Flüssigkeit, in jedem Krug etwa soviel, wie in einem kleinen Weinglase, enthalten. In dieser Flüssigkeit findet man oft zahlreiche Insekten ertrunken, denn die Krüge sind treffliche Fallen. Abgesehen von der Fähigkeit, die gelösten Weichteile der Tiere durch die Wände der Kannen aufnehmen zu können, mufs unzweifelhaft für die Pflanze ein gewisser Vorteil auch darin gefunden werden, dafs sie durch den Zerfall der alten Krüge, in welchen sich die Insektenreste befinden, vermöge der Wurzeln, die von den Tierresten gebotene Stickstoffnahrung zu benutzen imstande sind, wobei dann das Fangen der Tiere zur Erzeugung von Dung in Beziehung steht.

Die beiden genannten Pflanzen besitzen, wie alle typischen Moorpflanzen, den Etagenbau, d. h. sie sind imstande, nach Mafsgabe der Bodenanhöhung mitzuwachsen.

Auch sonst besitzt die Hochmoorflora ein eigenartiges Gepräge, das bei uns und sonst ganz wesentlich von demjenigen der Pflanzenvereine aufserhalb der Hochmoore abweicht. Denn trotzdem wir uns in dem mittelwarmen Teil der gemäfsigten Zone befinden, sind doch auf unseren Hochmooren vorwiegend subarktische Pflanzenarten vorhanden, die in ihrer Tracht höchst auffällig von den Pflanzen nahrungsreicherer Gelände abweichen. Es hängt dies damit zusammen, dafs im höheren Norden die Pflanzen bei der Kälte des Bodens nicht den ausgiebigen Nutzen von der Bodennahrung ziehen können wie in wärmeren Regionen. Da aber auf den Hochmooren der mittleren und auch südlicheren gemäfsigten Zone die Konkurrenz mit anspruchsvolleren Pflanzen fehlt, begegnen wir hier den bedürfnisloseren Pflanzen des hohen Nordens. Besonders die selteneren unter ihnen muten uns wohl wie Fremdlinge bei uns an, während doch gerade die Hochmoorpflanzen von den jetzt bei uns lebenden diejenigen sind, die am längsten in Nord-Deutschland wohnen; denn sie sind lebende Zeugen einer längst verschwundenen Zeit und zwar der Zeit, die unmittelbar auf die letzte Eisbedeckung folgte, als Nord-Deutschland noch Subglazialgebiet war, das mit dem

Rückzuge des Eises natürlich mit nach Norden gerückt ist. So stellen denn unsere Hochmoorpflanzen gleichsam ein Stück Vorwelt dar unter den Pflanzen der Gegenwart, und es kommt die bemerkenswerte Tatsache zustande, dafs eine Wanderung bei uns aus einem Flachmoorgebiet durch Zwischenmoor bis ins Hochmoor hinsichtlich der Reihenfolge des Auftretens der Pflanzenvereine gewissermafsen einer Reise aus der warmen Zone bis über die nördliche Baumgrenze hinaus gleichkommt, oder dafs wir uns in ein Hochgebirge versetzt glauben mit seinen Höhenzonen, denen verschiedene Pflanzengemeinschaften eigen sind, die in ihrer Aufeinanderfolge von unten nach aufwärts in gewissem Sinne den Pflanzengemeinschaften entsprechen, wie wir sie hintereinander, in horizontaler Ausbreitung in dem von uns begangenen Moorgelände antreffen.

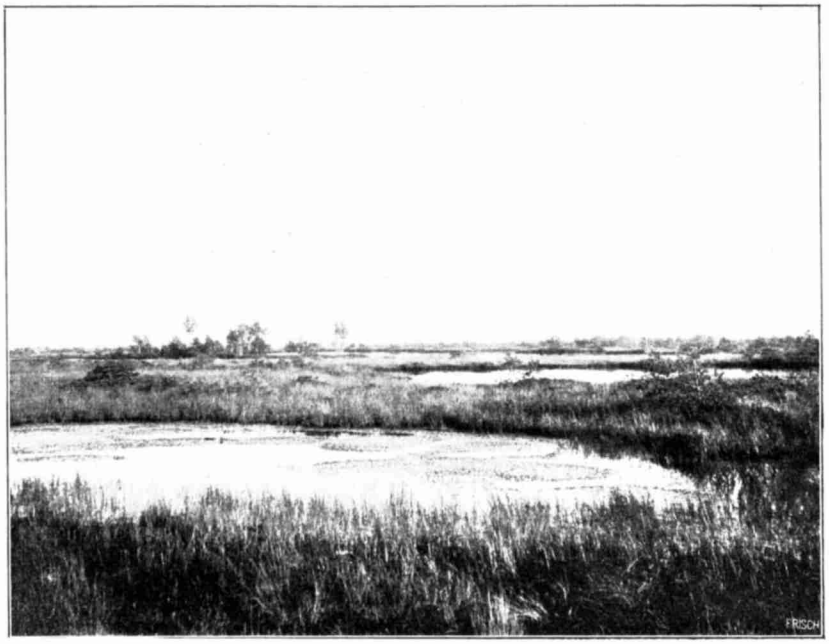
Und wie unsere Hochmoorflora eine hochnordische ist, so lenken unsere Flachmoorpflanzen unseren Blick nach der entgegengesetzten Richtung: nach den Tropen. Denn hier sind Eigentümlichkeiten unserer Flachmoorpflanzen in typischster Ausbildung zu finden. Man gewinnt daher den Eindruck: der Sumpfflachmoor-Wald sei in erster Linie in den Tropen zuhause. Während demnach zu einem vollen Verständnis unserer Hochmoorflora nur durch das Studium der nördlichsten und nördlichen Pflanzen zu gelangen ist, wird man eine Einsicht in die Eigenart unserer Flachmoorpflanzen am besten durch die Kenntnis der tropischen Flachmoor-Vegetation erreichen. Bei uns haben wir z. B. eigentlich nur einen einzigen und nicht einmal voll dem Moorleben angepafsten Baum: die Schwarzerle; je weiter wir uns aber den Tropen nähern durch die *Taxodium*- und *Nyssa*-Sumpfmoore des mittleren Nord-Amerika bis zu den rein tropischen Flachmoorsümpfen, z. B. am Äquator auf Sumatra, so werden aus den blofsen Andeutungen volle Anpassungen; denn die tropische Moorflora mit ihren vielen Baumarten scheint den besonderen Anforderungen, die das Leben im Moor stellt, vollkommen gerecht zu werden.

Doch wir befanden uns noch nicht auf der vollen Höhe unseres Hochmoores im Memel-Delta. Bei jedem Schritt sinkt der Fufs in die Sphagnumdecke tief ein. Bald sind wir auf der unübersehbaren Hochfläche. Das Bewufstsein, hier auf einem noch unberührten Boden unserer Heimat zu stehen, steigert den Reiz und regt die Sinne des Naturforschers ganz besonders an. Wir gelangen schliefslich an einige offene Wasserstellen; denn auf den zentralen Teilen von Hochmooren kann sich in regenreichen Gebieten das atmosphärische Wasser in Teichen oder Seen ansammeln, die das ähnlich dem Meer eintönige Landschaftsbild unterbrechen (Abbild. 43).

Wie von einem gewaltigen Dach fliefsen überdies von einem grofsen Hochmoor die überschüssigen Regenwässer herab und vernässen seine Umgebung. Bei reichlich vorhandenem Wasser sammelt es sich in Bächen, die ständig und regelmäfsig herabfliefsen können (Abbild. 44). Namentlich an diesen Bächen, Rüllen genannt, haben die Pflanzen naturgemäfs, weil das Wasser schneller wechselt, eine etwas gröfsere Gelegenheit Nahrung aufzunehmen; sie genügt, um einigen anspruchsvolleren Pflanzen das Leben zu gewähren, die bei einer Begehung des Hochmoores den Verlauf einer Rülle schon von weitem anzeigen. Sogar gröfsere Bäume können die Rülle begleiten. Hierbei ist freilich auch die infolge des bewegteren Wassers bessere Durchlüftung des Bodens in Rücksicht zu ziehen, die es z. B. sogar dem Schilfrohr (*Arundo phragmites*) gestattet, hier wieder aufzutreten, und Röhrichtbestände — wenn auch weniger üppig als in Flachmoorgebieten — ziehen sich daher unter Umständen die Rülle entlang bis an den Rand des Hochmoores, wo wir dann den Röhrichtbestand im Einflufsbereich der Rülle sich rechts und links ausbreiten sehen (Abbild. 45). Besonders unterschiedlich ist durch ihre Üppigkeit natürlich die Flora derjenigen Rüllen, die Quellwasser des anorganisch-mineralischen Untergrundes führen. Hier treten dann mitten im Hochmoor, auf beiden Seiten eingeschlossen von einer borealalpinen Pflanzengemeinschaft, üppige Hochmoorpflanzen auf, als weiteres schlagendes Beispiel dafür, welche trefflichen Reagentien die Pflanzenarten auf die Bodenbeschaffenheit, wie feinfühlig sie für ihre Umgebungsbedingungen sind.

Bei der Abhängigkeit der Hochmoore vom atmosphärischen Wasser nimmt es kein Wunder, dafs sie sich unterscheiden, je nachdem mehr oder minder davon zur Verfügung steht. Ein gewisses Mafs von atmosphärischem Wasser ist für die Entstehung und Weiterentwicklung eines Hochmoores unerläfslich; aber sogar das Landklima der gemäfsigten Zonen reicht aus, um eine Hochmoorbildung zu ermöglichen, wenn freilich auch ein Seeklima hierfür günstiger ist. Das ist bei dem Vergleich der Landklima- und Seeklima-Hochmoore sofort zu sehen. Ein Blick auf ein lebendes Seeklima-Hochmoor zeigt uns einen Moosteppich von *Sphagnum* mehr oder minder dicht mit dem Gehälm von Cyperaceen und zerstreut bestanden besonders mit Krüppelkiefern.

Bei einem typischen Landklima-Hochmoor hingegen tritt der Sphagnumteppich für das Auge wesentlich zurück; er befindet sich im Schutze von Sträuchern, die die Oberfläche oft dicht bekleiden, und zwar nehmen hier Sträucher aus der Familie der Ericaceen, der Heidepflanzen, einen hervorragenden Platz ein, sowie Arten, die diesen in ihrer Tracht ähnlich sehen. Neben *Sphagnum* spielt hier noch ein



Abbild. 43. Hochmoor mit Teichen und Seen
im nördlichen Grofsen Moosbruch östlich Nemonien.

Abbild. 44. Rülle im Grofsen Moosbruch.
Am Rande spärlich verteilte Halme vom Schilfrohr.

Abbild. 45. Röhricht-Hochmoorvorzone mit Schilfrohrbestand.
Am Rande des Hochmoores südöstlich Nemonien.

Abbild. 46. Landklima-Hochmoor „Mer bleue"
östlich Ottawa in Canada.

anderes Moos eine zuweilen selbst herrschende Rolle: das Widertonmoos (*Polytrichum*). Der Baumbestand ist meist dichter, wenngleich auch hier die Bäume nicht ihre volle Gröfse erreichen und unter ihnen wie im Seeklima-Hochmoor verkrüppelte Exemplare häufig sind. Wenn wir die schöne Hellmannsche Regenkarte von Deutschland betrachten, so fällt die Verbreitung der Küstenklima-Hochmoore etwa mit den Gebieten zusammen, für welche 60 und mehr cm mittlere jährliche Niederschlagshöhe angegeben wird: das sind die auf der Karte blau angelegten Gebiete, während die Landklima-Hochmoorgebiete nur 40 bis 60 cm Niederschlagshöhe aufweisen — auf der genannten Karte braun angelegt. Im südlichen Canada von Ost nach West, von dem einen bis zum anderen Ozean, habe ich fast nur Landklima-Hochmoore gesehen, die daher gegenwärtig eine gröfsere Verbreitung besitzen, als die Seeklima-Hochmoore (Abbild. 46). Unser Hochmoor östlich von Nemonien, das wir näher kennen lernten, ist ein Seeklima-Hochmoor.

Wir haben übersichtlich im Memel-Delta in unserem Gebiet die folgenden Sumpf- und Moorgelände-Typen kennen gelernt:

Hochmoor	Seeklima-Hochmoor. Hochmoor-Vorzone, teils mit *Arundo phragmites*.
Zwischenmoor	Nadelmischwaldzone mit Ericaceen. Birkenzone.
Flachmoor	(Erlenstandmoor). Erlensumpfmoor, gelegentlich Sumpfmoorwiesen. Röhricht-Verlandungszone.

Sumpf aus Sapropelsand.

Ich habe dieser Übersicht die Form eines Profils gegeben, wie die den genannten Sumpf- und Moortypen entsprechenden Sapropelit- bzw. Torfarten übereinander in unserem Revier auftreten können, wobei freilich infolge des oft schnellen Überganges des letzten Flachmoorstadiums in Hochmoor, die Zwischenmoortorfe dann kaum oder nur schwer im Profil zu erkennen sind.

Auch das wundervolle Naturdenkmal im Memel-Delta wird bei der schnell fortschreitenden Kultur des Hochmoores in wenigen Jahren als zusammenhängendes Ganzes vernichtet sein. Es ist eine für den Naturforscher bange Frage: Mufs und soll denn alles verschwinden, was an die Urnatur erinnert? Ich vermag es mir nicht zu versagen, auch an dieser hervorragenden Stelle auf die hohe wissenschaftliche Wichtigkeit und auf die Schönheit der wenigen heute noch lebenden Moorgeländestrecken nachdrücklich hinzuweisen. Die Pflicht zu sagen, dafs

es noch nicht ganz zu spät ist, eine unserer interessantesten Geländeformen als Naturdenkmal zu erhalten, empfinde ich tief. Gewifs: der Kulturfortschritt gehört zur Menschennatur, er ist eine naturgemäfse Bewegung, die nichts aufzuhalten vermag, ebensowenig wie das Niederfallen eines nicht unterstützten Steines. Aber das Merkmal einer hohen Kultur ist gegeben, nicht durch die einseitige Pflege des materiellen Wohles allein, sondern erst dort, wo sie den Bedürfnissen des Menschen in ihrer ganzen Ausdehnung gerecht wird: wo auch Kunst und Wissenschaft weiten Einfluſs üben. So kann es denn kommen, daſs sich — je nach dem Standpunkt, von welchem ausgegangen wird — innerhalb des Lagers der Mitarbeiter an den Fortschritten der Kultur ein Kampf erhebt, zumal wenn auf der einen Seite der Blick für den Umfang der Kulturaufgabe zu schnell eine Grenze findet. Aber es beginnt sich jetzt auch bei uns in maſsgebenden Kreisen immer mehr das Bestreben zu regen, die Natur auch abseits vom engeren Nützlichkeitsstandpunkt aus zu betrachten. Und in der Tat: wenn der Mensch ein Recht an der Kultur hat, hat er nicht auch ein Recht an der Natur? Gehört es nicht zum ganzen Menschen, beide Seiten in sich aufzunehmen? Versteht er die Kultur, wenn er den Gegensatz, die Natur, aus dem Gesichtskreise verliert? Ist es wirklich weitsichtig, ist es umfassend genug, wenn alles nur gewertet und gemünzt wird im Hinblick auf nur eine Seite, wo es doch in Wahrheit deren zwei gibt? Wer macht sich von unserer Urheimat eine richtige Vorstellung, aber welcher Gebildete möchte sie nicht haben? Wer ist der, dem ein Einblick in das eigentliche Wesen seiner Heimat gleichgültig ist? Die Kunst und die Wissenschaft und hier zumal die historische Erkenntnis, die wie kaum etwas anderes geeignet ist, die Zustände, unter denen wir leben, lichtvoll aufzuklären: sie haben alle Ursache, auch die dauernde Erhaltung von Mooren zu wünschen.

Groſsartig ist die Natur des Moores! Ein Gedanke, der unfehlbar aufsteigt, wenn wir ein Moorgelände betrachten, ist der über das Werden des Moores, über die Zeit, die bei einem auch nur wenige Meter mächtigen Torflager seit dem Beginn seiner Entstehung verflossen ist im Vergleich zu der Zeit, wo wir eine menschliche sogenannte Weltgeschichte haben, oder gar zu der kurzen Spanne, die dem Einzelnen gewährt ist. Und wenn wir die Millionen kleiner Pflänzchen betrachten, die den Boden bedecken und, einzeln genommen, ein Nichts als Beitrag vermögen, aber gemeinsam und in aufeinanderfolgenden, zahllosen Geschlechtern unaufhaltsam die Umgestaltung und Erhöhung des Geländes bewirken: dann drängt sich auch aus einer beschaulichen Betrachtung der Moore ein Gefühl der Erhabenheit auf, das auch hier

überall Quellen findet, wo wir uns liebevoll der eigenartigen Natur hingeben. Wenn man auf einem grofsen Hochmoore steht, wo der Blick gar nicht oder nur in weiter Ferne durch anderes Irdische begrenzt wird, so lenkt die Einsamkeit, die ungestörte Ruhe, die Gedanken ohne weiteres in die Vergangenheit, und Naturstimmungen wirken auf uns ein, die durchzukosten einen unvergleichlichen Genufs bereitet.

Möchten unseren Nachkommen noch stille Flecke übrig bleiben, wo sie sich in die natürlichen Urzustände der Heimat versenken können![1])

---

[1]) Zusatz bei der Korrektur. — Ich kann die äufserst erfreuliche Mitteilung machen, dafs inzwischen der Herr Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten auf einen von mir veranlafsten Antrag der Kgl. Preufsischen Geologischen Landesanstalt die Erhaltung eines noch intakten Moorgeländes in Ost-Preufsen als Naturdenkmal genehmigt hat.