sionnistes belges et par une série de Luxembourgeois, membres de l'Institut grand-ducal et de la S. N. L., que les loisirs des grandes vacances n'avaient pas encore emmenés au delà des frontières du pays.

Le déjeuner à été pris à l'Hôtel Central. Quant au discours d'adieu, il a été fait par M. le docteur Krombach, président de la Société d'hygiène publique et scolaire, avec la verve pleine d'humour qu'on lui connaît. Le discours n'était pas sans évoquer la mémoire de feu M. Krombach père et de feu M. Koltz, botanistes de renom qui, dans le passé, ont été les chevilles ouvrières de l'ancienne Société grand-ducale de Botanique. — L'heure du départ venue, l'animation avait atteint son point culminant. Toutes ces dames et tous ces messieurs partaient chargés de roses et de vœux de retour. Pas plus que nous, ils n'oublieront les agréables journées qu'ils ont passées en pays ami.

Ed. PIERRET.

Das Bofferdanger Moor.

Einfluß der thermochemischen Reaktion der Torfbildung auf die Pflanzenwelt der Moore.

Von **P. Schiltz**, Differdingen.

2ter Beitrag.

> Hat eine Frage des Moorproblems ihre Antwort gefunden, so tun sich wieder fünf andere Fragen auf.
>
> Dr. Edm. J. Klein.

Eine Hauptfrage auf dem Gebiete der Moorbildung ist folgende: «Weshalb ist die Moorflora so ganz verschieden von derjenigen des umgebenden Geländes?»

Auf diesen Unterschied verweisen die verschiedensten Autoren, z. B. Potonié in seinem Werk «Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt» und E. Ramann in «Die Bodenkunde».

Die Ansichten dieser Autoren lassen sich folgendermaßen resümieren:

> Die Hochmoore kennzeichnen sich durch Auftreten einer Pflanzengemeinschaft, die fast nur aus Typen arktischer Herkunft besteht und in Bezug auf Arten überall auffällig gleichmäßig zusammengesetzt ist. Den Grundbestand bilden die Torfmoose, so daß *Früh* nicht mit Unrecht die Hochmoore als «grandiose Sphagnumrasen» bezeichnet hat. Von andern Pflanzen können nur solche Arten gedeihen, die sich den eigenartigen Verhältnissen des Standortes anzupassen vermögen. Es sind dies Nässe, Armut an Nährstoffen, Frostgefahr und regelmäßige Erhöhung der Bodenoberfläche durch den Zuwachs der Vegetation.

Potonié, Ramann und andere Autoren heben wohl stets den Unterschied hervor, der in der Moorflora gegenüber der umgebenden Pflanzenwelt gelegen ist, geben jedoch keine Ursache für diese herrschende und auffällige Verschiedenheit an.

Potonié drückt sich wohl aus wie folgt:

> Im höheren Norden können die Pflanzen bei der Kälte des Bodens nicht den ausgiebigen Nutzen aus der Bodennahrung ziehen wie in wärmeren Regionen. Da aber auf den Hochmooren der mittleren und auch südlicheren gemäßigten Zone die Konkurrenz mit anspruchsvolleren Pflanzen fehlt, so begegnen wir hier den bedürfnisloseren Pflanzen des hohen Nordens. Besonders die selteneren unter ihnen muten uns 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 entschwundenen 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 unsere Hochmoorpflanzen gleichsam ein Stück Vorwelt dar unter den Pflanzen der Gegenwart, und es kommt die bemerkenswerte Tatsache zustande, daß eine Wanderung bei uns aus einem Flachmoorgebiet durch Zwischenmoor bis ins Hochmoor hinsichtlich der Reihenfolge des Auftretens der Pflanzenvereine gewissermaßen eine Reise aus der warmen Zone bis über die nördliche Baumgrenze hinaus gleichkommt, oder daß 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.

Also weil die Konkurrenz anspruchsvollerer Pflanzen fehlt, stellen sich die bedürfnisloseren Nordpflanzen ein, behauptet Potonié, während Ramann dem Nährsalzgehalt des Moorwassers die größte Rolle in Bezug auf das Gedeihen der Moorflora zuspricht.

Diese Erläuterungen können keine genügende Erklärung für das Vorkommen nordischer Pflanzen in der gemäßigten Zone sein.

Wenn Pflanzen mit echt nordischem Habitus (Sphagnum, Polytrichum strictum etc.) bei uns auftreten, müssen auch die Lebensbedingungen des hohen Nordens vorliegen

In dieser Ansicht wurde ich bestärkt durch einen Bericht von Prof. H. Höfer in Leoben (1894), betitelt: «Gutachten über die Hintanhaltung von Thermenkatastrophen in Teplitz-Schönau».

Gestützt auf eigene Beobachtungen in den Braunkohlengruben, gestützt auch dadurch, daß seine Beobachtungen durch theoretische Betrachtungen von Toldt und von Jüptner volle Bestätigung fanden, konnte Höfer folgenden, heute allgemein anerkannten Satz aussprechen:

«Die Kohlenflöze, infolge fortschreitender Inkohlung, entwickeln stets Wärme und sind so befähigt, aus ihren Lagern heraus Thermalquellen zu bilden.»

In seiner theoretischen Betrachtung befaßte sich von Jüptner mit der Berechnung der Wärmetönung, welche bei der Umwandlung einer Kohlenart in die andere auftritt. Seine Berechnungen führten nun zu dem überraschenden Schluß, daß das erste Umwandlungsstadium, d. h., der Übergang von Holzsubstanz (Cellulose) in Torf von keiner Wärmeentwicklung, sondern von einer Wärmeaufnahme begleitet ist.

Befolgter Rechnungsgang:

A.

Mittlere Zusammensetzung von	C	H	O	N	Kalorimetrisch gemessene Verbrennungswärme nach Fischer
Holzsubstanz . . .	50.0	6.0	43.0	1.0	4800
Torf	59.0	6.0	33.0	2.0	6000

B. Kalorischer Effekt der Elemente.

Für Holzsubstanz . $0.5 \times 8080 + 0.06 \times 34000 = 6080$ Kal.
Für Torf . . . . $0.59 \times 8080 + 0.06 \times 34000 = 6807$ Kal.

C. Bildungswärme pro Kg. [1])

Holzsubstanz . . $6080 - 4800 = 1280$ Kal.
Torf . . . . . $6807 - 6000 = 807$ Kal.

Um nun das Resultat der Bildungswärme für Torf zu beglaubigen, sei es in Parallele gestellt mit den Werten, welche Mahler in seinen «Etudes sur les combustibles» angibt.

Torfzusammensetzung nach Mahler C 57.214
H 5.692
O+N 36.824
Beobachtete Verbrennungswärme . . . 5903 Kal.
Kalorischer Effekt der Elemente . . . 6714 Kal.
Folglich Bildungswärme $6714 - 5903 = 811$ Kal.

[1]) Die Bildungswärme ist gleich der Verbrennungswärme der die Verbindung zusammensetzenden Elemente, vermindert um die Verbrennungswärme der Verbindung.

Es findet also obiges Resultat von 807 Kal. seine volle Bestätigung durch die Angaben Mahlers.

* * *

Zur Ergründung der quantitativen Umlagerung und zur Aufstellung der thermochemischen Gleichung mögen folgende Daten dienen:

Substanz	C	H	O	Beobachter
Holzfaser	52.65	5.25	42.10	Schödler und Petersen
Torf . . .	59.96	6.12	33.92	Kal. Mittel aus 37 Analysen

Aus diesen Mittelanalysen errechnet sich folgende atomare Zusammensetzung für

die Holzfaser . . . . . $C_{36} H_{44} O_{22}$
den Torf . . . . . $C_{33} H_{40} O_{14}$

welche Zusammensetzungen uns gestatten, den Vertorfungsprozeß in folgende chemische Gleichung einzukleiden:

$$C_{36} H_{44} O_{22} = C_{33} H_{40} O_{14} + 3\ CO_2 + 2\ H_2 O$$
$$828 \text{ kg Holz} = 660 \text{ kg Torf} + 132 \text{ kg } CO_2 + 36 \text{ kg } H_2 O$$

oder

1 kg Holzsubstanz gibt 0.7971 kg Torf
0.1594 kg CO_2
0.0435 kg $H_2 O$.

Die Bildungswärme für 1 kg Torf beträgt 807 Kal. (berechnet).
„ 1 kg CO_2 „ 2209 Kal. } nach
„ 1 kg $H_2 O$ „ 3833 Kal. } Richards.[2])

Es zeigt die Vertorfung der Holzsubstanz also folgende thermochemischen Daten:

Torf . . . 0.7971 × 807 = 643 Kal.
CO_2 . . . 0.1594 × 2209 = 352 „
$H_2 O$ . . . 0.0435 × 3833 = 167 „
In Summa: 1162 Kal.

In eine thermo-chemische Gleichung gekleidet, finden wir als Wärmetönung der Torfbildung: [3])

[2]) I. W. Richards: Metallurgische Berechnungen.

[3]) Die Wärmetönung einer Reaktion ist gleich der Summe der Bildungswärmen der neuen, vermindert um die Summe der Bildungswärmen der ursprünglichen Stoffe.

$C_{36} H_{44} O_{22}$	$= C_{36} H_{40} O_{14} + 3 CO_2 + 2 H_2O$	
	643 + 352 + 167	
— 1280	+ 1162	

— 118 Kal.

Läge also nur eine rein theoretische Vertorfung vor, so würde dieser Vorgang eine gewaltige Temperaturerniedrigung hervorrufen, welche sich bei folgenden Annahmen

spez. Wärme für Torf 0.2
„ „ H_2O 1.0
„ „ CO_2 (konst. Druck) 0.202

auf

$$\frac{-118}{0.2 \times 0.7971 + 0.202 \times 0.1594 + 1.0 \times 0.0435} = -502^{\circ}\,C$$

stellen würde.

Die Vertorfung ist also ein rein endothermer Vorgang, dem große Energiemengen von außen zugeführt werden müssen. Müßte diese Umwandlung aus sich selbst heraus die nötige Energie zu ihrem Verlauf entnehmen, so würde infolge der resultierenden äußerst tiefen Temperatur alles Leben im Moore und in der Umgegend zu Grunde gerichtet werden.

Es fließt nun aber dem Moore ständig Energie zu, durch die Sonne und durch die mächtig entwickelte Bakterienwelt des Moorbodens. Daß die Bakterienwelt eine stets fließende Quelle von Wärme ist, konnte Rubner[4]) durch direkte Kalorimetrie aller jener Bakterienkulturen feststellen, welche ihm bis jetzt der Untersuchung zugängig waren.

Die erwähnten Energiezufuhren werden also nur zum Ausgleich des Wärmeverbrauchs bei der Torfbildung verwandt und gehen mithin vollständig dem Aufbau einer üppigeren und anspruchsvolleren Pflanzenwelt verloren.

Auf einem Moore befinden wir uns also, physiologisch gesprochen, in der «Arktis».

So wie der gefrorene Boden der Arktis und der Hochalpen die Nahrungsaufnahme durch die Pflanzen behindert, so tut dies auch in gleichem Maßstab der Torf im Moore, denn neben dem wichtigen Faktor der endothermen Reaktion der Torfbildung tritt als direkte Folge dieser Bildung noch ein zweites, ebenso wichtiges Moment hinzu, und das ist folgendes:

[4]) Dr. Max Rubner. Kraft und Stoff im Haushalte der Natur. Leipzig 1909.

Die kolloïden Humusstoffe, welche infolge der ersten Torfbildung auftreten, erzeugen eine Trennungsschicht zwischen dem nährsalzreicheren Tiefenwasser und dem nährsalzärmeren Oberschichtenwasser, das sich durch oberflächlichen Zufluß oder durch Regen ansammelt und auf dem «Muttertorf» auflagert. Mit Muttertorf sei diejenige Torfschicht bezeichnet, welche die Moorphase einleitet, also Veranlassung zur Einleitung des erwähnten «arktischen» Klimas unserer Torfmoore gibt.

Unsere Moorpflanzen finden demzufolge, physiologisch gesprochen, beide Bedingungen ihrer nordischen Heimat wieder:

Tiefe Temperatur und geringen Nährsalzgehalt; sie leben folglich in demselben Medium wie in ihrem borealalpinen Heimatlande.

Anschließend sei noch ein kurzer Überblick gegeben über einige arktische Moostypen, welche regelmäßig die Moore (auch das «Bofferdanger Moor») bewohnen, sowie über deren pflanzengeographische Besonderheiten: [5])

Polytrichum juniperinum.

Tritt am Rande des Bofferdanger Moores auf. Sonst auf Heideboden, steinigen Abhängen, Waldwegen. Von der Ebene bis in die Hochalpen in 2800 m Höhe. Wurde in Asien von Lundstroem noch unter 71° 55' n. Br. gefunden.

Polytrichum strictum.

Gegen die Mitte des Bofferdanger Moores hin, sonst auf Torfboden, stets in Gesellschaft von Sphagneen, von der Ebene bis in die Alpen. Erreicht im nördlichen Asien noch den 73° n. Br. in der arktischen Region.

Polytrichum commune.

Auf feuchtem Waldboden, Heiden, Triften und Torfmooren von der Ebene bis zu 2300 m in den Hochalpen, **meidet jedoch Kalk.** Ist seltener in der arktischen Region, wurde jedoch von «Arnell» bei Dudinka in Sibirien gefunden.

Sphagnum acutifolium.

Auf fast allen Mooren von der Ebene bis in die Hochalpen in 2470 m. Von «Alten» in Norwegen unter 70° n. Br. und von «Nordenskiöld und Berggren» auf Spitzbergen gefunden.

Sphagnum acutifolium var. tenellum.

Auf Hochmooren besonders gern in Gesellschaft von **«fuscum»**. Von **«Glowacki»** noch in 1600 m in den Kärntner Alpen gefunden.

Sphagnum cuspidatum.

In Wald- und Torfsümpfen, in mehr stagnierendem Wasser, von der Ebene bis zu Höhen von 2100 m.

---

[5]) Prof. Edm. J. Klein, Koltz, Georg Roth.

Sphagnum cuspidatum var. plumosum.

Gleicher Standort und gleiche geographische Verbreitung.

* * *

In einem dritten Beitrag werden wir Gelegenheit haben, die Pflanzenwelt des Bofferdanger Moores eingehender zu behandeln.

Über ein eigenartiges Nistverhalten.

Ende April 1923 bemerkte ich in der Nähe von Erpeldingen (Sauer) in einer Fichtenspitze ein Nest, aus welchem beim Beklopfen des Baumstammes eine Rabenkrähe aufflog. Eine Woche später fiel mir der über den Rand desselben Nestes vorstehende Schwanz eines andern Vogels auf, den ich beim Verscheuchen als Turmfalken erkannte. In der Umgebung des Baumes war nichts von Eierschalen zu finden. Beim Untersuchen des Nestes fand sich nun, daß seltsamerweise das Gelege aus 2 Krähen- und 2 Falkeneiern bestand. Die Art des Besitzwechsels, der wahrscheinlich nicht sehr friedlich vor sich gegangen war, war natürlich nicht mehr festzustellen. Es wäre nun zwar sehr interessant gewesen, den weiteren Verlauf der Brutzeit sowie das Schicksal der eventuellen Jungen zu verfolgen, doch wurde die weitere Beobachtung unmöglich, da das Nest bald heruntergerissen wurde.

Wie ungewohnt auch die Tatsache eines gemischten Geleges bei den angegebenen Vögeln ist, so läßt sie sich doch in die Kontinuität der Naturerscheinungen einreihen.

Ziemlich allgemein ist die Vorstellung, daß die meisten Vögel alljährlich paarweise ein mehr oder weniger kunstvolles Nest bauen nach bestimmten Regeln und an bestimmten Orten, welche für die Art spezifisch sind, und daß sie in diesem Nest in strenger Abgeschlossenheit friedlich eine Familie gründen. Aber diese Vorstellung ist zu eng. Denn je nach Spezies und Anpassungsnotwendigkeit gibt es nach den verschiedensten Richtungen die mannigfaltigsten Variationen. Und so drängt sich uns eine bei oberflächlicher Beobachtung ungeahnte Biegsamkeit des Vogelinstinktes auf, eine Biegsamkeit, die auch in derselben Spezies wahrscheinlich stärkere individuelle Unterschiede aufweist, als man anzunehmen geneigt ist.

Das eigenartigste fixierte Fortpflanzungsverhalten zeigt bei uns wohl der Kuckuck. Bekanntlich bringt er seine Eier einzeln in fremden Nestern unter und kümmert sich nicht weiter um seine Nachkommenschaft.

Hierococcyx sparveroides ist im Himalaya Nestparasit, während er in Südindien selbst baut und brütet.