Universitätsbibliothek Frankfurt/M.

Sammlung deutscher botanischer Zeitschriften 1753-1914

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt

Königlich Bayerische Moorkulturanstalt <München>

Stuttgart, 1907-1913

1907

Visual Library

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Mitteilungen
der
K. Bayr. Moorkulturanstalt.

Heft 1.

INHALT:

I. **Über Bodentemperaturen im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen.** Von Dr. P. Vageler.

II. **Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores.** Von Dr. H. Paul, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

III. **Beitrag zur Frage der Kolonisation der bayerischen Moore.** Von Jos. Bauer, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

12614
1

STUTTGART 1907.
Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer.
Verlag für Landwirtschaft und Naturwissenschaft.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Mitteilungen
der
K. Bayr. Moorkulturanstalt.

Heft 1.

INHALT:

I. **Über Bodentemperaturen im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen.** Von Dr. P. Vageler.

II. **Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores.** Von Dr. H. Paul, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

III. **Beitrag zur Frage der Kolonisation der bayerischen Moore.** Von Jos. Bauer, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

STUTTGART 1907.
Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer.
Verlag für Landwirtschaft und Naturwissenschaft.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Kgl. Hofbuchdruckerei Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Vorwort.

Die Moorkulturanstalt hat in den verflossenen 11 Jahren, seit die ersten Einrichtungen zur Förderung der Moorkultur in Bayern geschaffen wurden, eine große Anzahl von Untersuchungen angestellt, die nunmehr veröffentlicht werden sollen. Diese Untersuchungen beziehen sich vor allem auf die Rentabilität der Moorkultur unter verschiedenen Verhältnissen; sie umfassen aber auch manche rein wissenschaftliche Versuche und Beobachtungen, die für die praktische Ausführung der Moorkultur von Bedeutung sind. Außerdem wurde die Beschaffenheit vieler bayerischer Moore näher untersucht und kartographisch dargestellt. In Form von Abhandlungen sollen die ausgeführten Arbeiten in den „Mitteilungen der K. Bayer. Moorkulturanstalt" beschrieben werden. Dabei werden einerseits die Arbeiten, die mehr wissenschaftlichen Charakter haben, anderseits die Arbeiten, die sich auf die Praxis der Moorkultur oder auf Beschreibung und Kartierung der Moore beziehen, in besonderen Heften zusammengefaßt. Die Hefte erscheinen in zwangloser Folge und sind einzeln käuflich, so daß jedermann nur das zu erwerben braucht, was ihm wünschenswert erscheint.

München, Ostern 1907.

Dr. A. Baumann,
Direktor der K. Moorkulturanstalt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

TUM Universitätsbibliothek
Zweigbibliothek Weihenstephan

Über Bodentemperaturen im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen.

Von Dr. P. Vageler.

Einleitung.

Wenn man die reiche bodenkundliche Literatur durchblättert, so macht man eine auf den ersten Blick verblüffende Beobachtung. Weitaus die Mehrzahl aller einschlägigen Untersuchungen, die eine enorme Summe von Arbeit und Wissen in sich bergen, sind in einem Boden angestellt, der bereits eine Veränderung durch Einfüllen in Gefäße etc., und mögen sie noch so groß sein, Zerkleinerung etc., erfahren hat, seiner Struktur beraubt ist, oder mit einem Wort, nicht im „gewachsenen", sondern im laboratoriummäßig präparierten Boden. Der Grund zu diesem Vorgehen der Versuchsansteller ist der denkbar plausibelste: Einschränkung von unkontrollierbaren Fehlerquellen und damit Vergrößerung der Exaktheit. Nur ist dabei vergessen, wie von zahlreichen Autoren auch schon oft betont ist, daß damit eine so große Fehlerquelle, wie sie sich in der Natur überhaupt nicht findet, in die Versuche hinein getragen ist: die Strukturveränderung des Bodens, die die Resultate so mancher Untersuchungen zwar nicht an sich, wohl aber in ihren Folgerungen für die Praxis der Land- und Forstwirtschaft, sowie für die Theorie der biologischen und oekologischen Naturerscheinungen wertlos zu machen geeignet ist, da sie natürlich erst recht nicht kontrollierbar ist.

Daß diese Fehlerquelle ihren Haupteinfluß auf die physikalischen Untersuchungen geltend macht, wenn auch die chemischen nicht frei davon bleiben, wie man wohl glauben könnte, versteht sich von selbst. Um ein nicht einmal krasses Beispiel anzuführen: Zur Bestimmung der Wasserkapazität[1]) schreibt Wolff vor, pulverisierten, an der Luft getrockneten Boden zu verwenden. Man denke sich einen in der Natur durch Jahre, Jahrzehnte hindurch ruhenden Waldboden, von Tieren durchwühlt, von Wurzeln durchzogen, mit einer seinen spezifischen Verhältnißen entsprechenden Flora bedeckt. Man

[1]) Vgl. die Zusammenstellung von Kopecky a. a. O. p. 12.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

pulverisiere ihn getrocknet und behaupte dann noch, seine Wasserkapazität sei dieselbe geblieben! Der erste Boden war in seiner Struktur, die doch die Kapazität bedingt, das Resultat von lange und langsam wirkenden physikalischen, chemischen, vor allem aber biologischen Einflüssen, der letzte dagegen das Resultat der mehr oder weniger guten Zerkleinerungsmaschine in vielleicht 5 Minuten! Daß die so erhaltenen Resultate zu Fehlschlüssen auf die gegenseitigen Beziehungen von Pflanze und Boden, auf die es im Grunde für Land- und Forstwirtschaft in allererster Linie ankommt, führen müssen, ist unnütz weiter auseinanderzusetzen. Die Fehler sind je nach dem Untersuchungsgegenstand schwankend, vorhanden sind sie zweifellos überall, wenn vielleicht auch, wie z. B. bei Temperaturbeobachtungen, gering, weil überall bei Laboratoriumsversuchen das überaus wichtige biologische Moment, dem heute noch leider wenig Beachtung geschenkt wird, ausgeschaltet ist und ausgeschaltet sein muß. Weiter unten wird darauf detailliert eingegangen werden.

Kommen diese Bedenken schon für Mineralboden zur Geltung, der immerhin noch stark dem rein physikalisch-chemischen Einflusse unterliegt, so werden sie von einschneidendster Bedeutung für Moorboden, für den physikalische und chemische Faktoren natürlich ebenfalls Gewicht haben, in allererster Reihe aber biologische, d. h. Lebensvorgänge im weitesten Sinne, wie er ja überhaupt das Resultat eines biologischen Prozesses ist.

Wenn also irgendwo, so muß bei Moorboden die physikalische und chemische Untersuchung den gewachsenen Boden zum Gegenstand haben. Von diesen Betrachtungen ausgehend sind die folgenden Untersuchungen angestellt. Es werden behandelt

1. die Temperaturverhältnisse,
2. die Bodenluftverhältnisse und zwar
   a) die Verteilung der Luft im Moorboden
   b) die Zusammensetzung

in Beziehung zu der Vegetation des Moores und zum Teil den Kulturgewächsen und Kulturmaßregeln.

Eine möglichst vollständige, obwohl leider nicht lückenlose Übersicht der wichtigsten einschlägigen Literatur, die natürlich nicht alle besprochen werden kann, habe ich am Schluß gegeben.

I. Die Bodentemperatur.

Die Temperatur des Bodens im allgemeinen hat als ein Pflanzenökologischer Faktor allerersten Ranges natürlich bereits gründliche

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bearbeitung gefunden. Wollny insbesondere hat in zahlreichen Untersuchungen die großen Gesetzmäßigkeiten festgestellt, denen die Erwärmung der Böden folgt: die Quellen der Bodenwärme, Abhängigkeit der Temperatur von dem physikalischen und chemischen Zustand des Bodens, des weiteren in grossen Zügen das Verhältnis von Vegetation und Boden hinsichtlich der Temperatur des letzteren, Einfluß der Exposition, Himmelsrichtung etc. Arbeiten von Wagner, Kerner, v. Liebenberg, Ebermayer und anderen Autoren (cf. Literaturverzeichnis) haben seine Arbeiten ergänzt und erweitert, von den rein physikalisch-wissenschaftlichen Erweiterungen noch ganz abgesehen. Die letztere Seite des Problems behandeln in ihren einzelnen Konsequenzen Schlösing, Stellwaag, Schubert und vor allem Mitscherlich. Moorboden im besonderen haben Fleischer und Wollny zum Versuchsobjekt gewählt. Leider sind es meistens in Kästen angestellte Laboratoriumsversuche. Es könnte scheinen, als ginge ich in dem Vorurteil gegen derartige Versuchsanstellung bei Temperaturbeobachtungen zu weit. Doch halte ich meine Anschauung aus folgenden Erwägungen für berechtigt: Wärmekapazität, — Leitung und — Strahlung des Bodens stehen in engem Zusammenhange mit dem Verhalten des Bodens zum Wasser und zur Luft, das seinerseits, was wohl nicht weiter zu begründen ist, abhängig ist von der Struktur. Ein Eingriff, der die Struktur verändert, ändert dementsprechend alle diese Faktoren in unberechenbarer Weise gegenüber dem gewachsenen Boden, wie er in der Natur sich findet und allein in Betracht kommt. Die Größe der Gefäße vermag diesen Fehler zu verringern oder zu vergrößern, nie ihn ganz zu beseitigen.

Selbst wenn trennende Wände in den Boden mit aller Sorgfalt unter Erhaltung der natürlichen Lagerung eingeschoben werden, muß diese Unterbrechung der Horizontal-Schichtung auf die Beobachtungsresultate von Einfluß sein, da die Wasserzirkulation auch hier zweifellos gestört ist, (cf. Welbel, Daten lysimetrischer Untersuchungen. Journ. f. experiment. Landw. 1905) und damit auch das Verhalten des betreffenden Bodens zur Wärme. Mag es sich um Zehntel eines Grades handeln, man kennt heute die Reaktionsfähigkeit der lebenden Wesen auf Wärme kaum in ihren ersten Anfängen und es ist ein Arbeiten mit ungenauen Zahlen daher hier umso mißlicher, als die Einflüsse verhältnismäßig geringfügiger Temperaturunterschiede ungeheure sind (cf. das Eiszeitenproblem). Für land- und forstw. Praxis mögen solche Differenzen freilich belanglos sein.

Entsprechend dem damaligen Hauptverfahren der Moorkultivierung, der Rimpauschen Dammkultur, haben Fleischer und Wollny ihre Untersuchungen mit besandetem und nicht besandetem

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Moorboden vergleichend angestellt; rohes Moor ist eingehend nicht beobachtet worden, und sind mir diesbezügliche Untersuchungen auch von anderen Autoren nicht bekannt. Eine dahin gerichtete Untersuchung erschien daher in erster Linie wünschenswert.

Die Anstellung der Temperaturbeobachtungen.

Als Grundlage für die in den Tabellen enthaltenen Daten der Lufttemperatur sind die Beobachtungen der meteorologischen Station Bernau a. Ch. verwendet.

Die zur Messung der Bodentemperaturen dienenden Instrumente bestanden aus empfindlichen Quecksilberthermometern mit zylindrischem Gefäß, Teilung verschieden (0,5—0,1°), die von einer weiteren, unten geschlossenen Glasröhre umgeben waren.

Figur 1 veranschaulicht die Einzelheiten der Konstruktion an einem schematischen Längsschnitt. Der Kupferdeckel a trägt oberseits die Handhabe a¹, unterseits die Messingröhre b, in welche der Thermometer eingekittet ist. Der Deckel passt mit seinem übergreifenden Rande genau auf die Kupferfassung c der starken Glasröhre f, die dadurch vor Regen hinlänglich geschützt ist. Am unteren Ende dient der Kupfermantel d durch seine Kegelform zum Eindrücken des Ganzen in den weichen Moorboden und vermittelt zugleich einen guten Wärmeaustausch zwischen dem Boden und der ihn im Innern fast berührenden Thermometerkugel. Um eine durch heftiges Aufsetzen des Deckels mögliche Beschädigung des Instrumentes zu verhüten, dient der Führungsring g aus Gummi. Der einzige Nachteil der sehr bequemen Apparate war ihre leichte Zerbrechlichkeit, namentlich bei der für größere Tiefen nötigen Länge.

Fig. 1.

Außer den eben beschriebenen Bodenthermometern wurden noch einfachere verwendet, die aus starken unten geschlossenen Glasröhren bestanden, in die die Thermometer an Drähten bis zur bestimmten Tiefe hinein gelassen wurden. Den oberen Verschluß bewirkte ein guter Korkstopfen. Welche Art bei den einzelnen Messungen verwendet ist, wird jedesmal hervorgehoben.

Die Ablesungen nahmen bei der relativ großen Entfernung der Stationen von einander eine halbe Stunde in Anspruch. Sie erfolgten

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

täglich von 8—½9 Uhr vormittags und ½4—4 Uhr nachmittags und zwar in der Weise, daß morgens mit Station I, nachmittags mit Station IV begonnen wurde.

Eine Wiedergabe der gesamten Einzelablesungen könnte selbst in tabellarischer Form nur durch die Zahlenmenge die Übersicht erschweren. Ich beschränke mich daher im folgenden darauf, 10tägige Mittelzahlen als Minimaleinheit in der Haupttabelle aufzuführen, die den graphischen Tafeln zugrunde liegt. Kleine Differenzen in den Monatstabellen ergeben sich durch die Kürzung der Dezimalstellen.

Die Temperaturverhältnisse jungfräulicher Hochmoortypen.

Von den zahlreichen Faktoren, die die Temperatur des Bodens in ihren Schwankungen und an sich bedingen, fällt für das jungfräuliche Hochmoor ein sonst sehr gewichtiger fast gänzlich weg, da er für alle Hochmoorformen so gut wie gleich ist, das Wasser als solches in Gestalt des Grundwassers, oder genauer: die Höhe des Grundwasserstandes. Alle Hochmoore in unberührtem Zustande sind wassergesättigte Medien, vielleicht die alleroberste Bodenschicht, resp. Vegetationsschicht ausgenommen, was natürlich für die Masse des Bodens nicht in Betracht kommt. Andererseits ist für das Hochmoor natürlich die spezifische Wassermenge einer Form keineswegs gleichgiltig, d. h. das Verhältnis von Wasser zu Trockensubstanz bedingt im einzelnen Falle Abweichungen der Wärmeleitung, Kapazität etc. Dieses Verhältnis ist für das rohe Moor aber im Grunde nur eine Funktion eines allgewaltigen Faktors: der (ehemaligen und heutigen) **Vegetation**. Die Vegetation, resp. ihre Reste bedingen den Zersetzungsgrad des Bodens, damit sein scheinbares und wirkliches spezifisches Gewicht, also das oben genannte Verhältnis Wasser: Trockensubstanz, als wärmebeeinflussendes Agens. Die Vegetation bedingt in hohem Grade aber auch die anderen Einflüsse, von denen die Temperatur des Bodens abhängig ist: seine Farbe, die Beschattung, Verdunstung etc. Alle diese Faktoren vereinigen sich für das Moor eben in dem einen: Vegetation, als deren Begleiterscheinung oder Resultante sie in Wirksamkeit treten.

Die Charakterpflanze des Hochmoores ist das Sphagnum in seinen zahlreichen Formen. Ist es allein bestandbildend vorhanden, ein ziemlich seltener Fall, so bildet es die Formation des Sphag-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

netums (im strengsten Sinne des Wortes). In der Regel trägt die Sphagnumgrundlage eine Vegetation höherer Pflanzen, die dann natürlich die gesamten Verhältnisse des betreffenden Bodens aufs schärfste mit beeinflussen. Von dieser, ich möchte sagen Obervegetation, lassen sich für den vorliegenden Gegenstand: den Wärmehaushalt des rohen Moores, 3 Typen unterscheiden nach der Stärke des Einflusses durch Beschattung[1]) etc.:

1. Eine Obervegetation von Gräsern (im weitesten Sinne des Wortes). Als typischer Vertreter wäre das Sphagneto-Rhynchosporetum zu nennen.

2. Eine Obervegetation von Halbsträuchern nimmt die zweite Stellung ein. Es gehören dazu Calluna, Erica, Vaccinium, Ledum. Ein Beispiel von weitester Giltigkeit ist das Sphagneto-Callunetum.

3. Zuletzt ist zu nennen die waldartige Formation des Latschen-Dickichts oder Sphagneto Pumilietums, die für das Hochmoor das Maximum der Obervegetation verkörpert. Entsprechend sind für vorliegende Untersuchung in möglichst reinen Typen gewählt:

I. Sphagnetum,
II. Rhynchosporetum,
III. Callunetum,
IV. Pumilietum.

Verwendet wurden Thermometer der einfachen Art in Tiefen von (0—)5, (25—)30, (50—)60, (80—)100 cm, gemessen vom Ende des Quecksilbergefäßes bis zur Oberfläche des Bodens. Die eingeklammerten Ziffern geben die oberen Schichtgrenzen an, bis zu denen die für den Einstellpunkt ermittelte Temperatur nach beiläufigen Beobachtungen sich als annähernd gleich erwies[2]).

1. Das Sphagnetum.

Vergegenwärtigen wir uns einen typischen Sphagnumreinbestand, so ist dessen Aussehen kurz skizziert das folgende: ein dichter Moosteppich von vorwiegend hellerer Färbung, zu den charakteri-

---

[1]) Krawkow (Untersuchungen einiger phys. Eigenschaften der Schwarzerde in der Ursteppe. Biederm. Centralbl. 1902 p. 649) hat in ähnlicher Weise den Feuchtigkeitsgehalt der Ursteppe in seiner Abhängigkeit von den entsprechenden Vegetationstypen untersucht.

[2]) Die Thermometerkugel reichte mit ihrem oberen Rande bis unmittelbar an die Oberfläche des Bodens, so dass die Bezeichnung (0-) 5 cm nicht ganz zutreffend ist.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

en.

August						September								
11.—20.			21.—31.			1.—10.			11.—20.			21.—30.		
M.	A.	D.	M.	A.	D.	M.	A.	D.	M.	A.	D.	M.	A.	D.
—	—	**16,45**	—	—	**15,64**	—	—	**15,32**	—	—	**13,68**			
6,10	18,45	**17,28**	16,05	16,75	**16,40**	14,85	15,55	**15,20**	15,44	15,75	**15,60**			
5,65	15,35	**15,50**	15,95	16,82	**16,39**	14,75	15,45	**15,10**	15,44	15,62	**15,53**			
4,25	14,80	**14,53**	15,05	14,95	**15,00**	13,98	14,80	**14,39**	14,44	14,62	**14,53**			
3,00	13,10	**13,05**	13,41	13,32	**13,37**	13,50	13,50	**13,50**	13,62	13,56	**13,59**			
3,50	18,30	**15,90**	14,50	17,27	**15,89**	13,50	14,81	**14,16**	14,06	14,63	**14,35**			
6,45	16,25	**16,35**	16,45	16,39	**16,42**	14,94	15,31	**15,13**	15,50	15,44	**15,47**			
5,90	15,90	**15,90**	16,09	16,18	**16,14**	14,86	15,19	**15,03**	15,00	15,13	**15,07**			
3,00	13,30	**13,15**	13,36	13,44	**13,40**	13,45	13,66	**13,56**	13,69	13,75	**13,72**			
7,40	21,60	**19,50**	16,82	18,59	**17,71**	18,50	18,88	**18,69**	16,88	19,14	**18,01**			
6,80	16,95	**16,88**	16,86	17,14	**17,00**	15,80	16,00	**15,90**	16,06	16,36	**16,21**			
6,40	16,45	**16,43**	16,64	16,41	**16,53**	15,20	15,66	**15,43**	15,88	15,79	**15,84**			
4,80	15,40	**15,10**	16,05	15,87	**15,96**	15,05	14,81	**14,93**	15,06	15,00	**15,03**			
5,55	15,70	**15,63**	15,73	15,73	**16,73**	15,80	15,83	**15,82**	15,05	15,25	**15,15**			
4,90	15,05	**14,98**	15,68	15,41	**15,55**	15,05	15,15	**15,10**	15,50	15,43	**15,47**			
3,40	13,45	**13,43**	14,50	14,05	**14,28**	14,55	14,80	**14,68**	14,80	14,72	**14,76**			
4,10	14,40	**14,25**	14,27	14,35	**14,31**	14,60	14,65	**14,63**	14,81	14,57	**14,69**			

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Tabelle I. 10tägige Morgen-Abend-Durchschnitts-Mitteltemperaturen.

Vegetationsperiode 1905.

(Mai—September.) Ruhe Moortypen.

Bezeichnung der Lokalität	Mai			Juni			Juli			August			September		
	1.–10.	11.–20.	21.–31.	1.–10.	11.–20.	21.–30.	1.–10.	11.–20.	21.–31.	1.–10.	11.–20.	21.–31.	1.–10.	11.–20.	21.–30.
	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.	M. A. D.
Luft	12.90	11.52	9.98	15.92	15.42	17.41	21.54	17.71	19.20	18.46	30.15	15.64	15.82	14.48	
Sphagnetum 0–5 cm	14,80 18,81 **16,92**	12,71 18,00 **15,46**	16,31 21,10 **19,77**	21,40 24,91 **23,32**	17,77 21,70 **19,24**	19,73 23,29 **21,48**	19,49 22,04 **20,76**	18,10 18,49 **18,29**	10,06 16,75 **16,40**	14,05 15,50 **15,50**	15,44 15,35 **15,60**	
„ 25–30 „	13,47 14,87 **14,12**	12,90 13,08 **12,98**	14,00 14,73 **14,37**	17,40 17,54 **17,47**	19,05 19,05 **19,05**	15,50 15,87 **15,71**	17,23 17,40 **17,32**	15,05 15,05 **15,06**	15,36 16,02 **16,70**	14,75 15,45 **15,10**	15,24 15,62 **15,53**	
„ 50–60 „	10,71 11,19 **10,95**	11,25 11,55 **11,40**	12,70 12,73 **12,72**	15,40 15,40 **15,40**	15,10 15,45 **15,28**	13,42 14,52 **14,07**	15,30 15,80 **15,55**	14,35 14,90 **14,63**	15,06 14,16 **15,06**	14,38 14,80 **14,59**	14,44 14,62 **14,53**	
„ 80–100 „	7,92 7,98 **7,95**	9,30 9,15 **9,18**	9,85 9,80 **9,83**	11,40 11,55 **11,48**	12,30 12,30 **12,30**	11,04 11,80 **11,75**	13,00 13,60 **13,32**	13,00 13,10 **13,05**	13,41 13,92 **13,67**	13,50 13,50 **13,50**	13,02 13,50 **13,50**	
Sphagnum cellos. 0–5 „	15,92 16,17 **15,05**	11,80 18,10 **15,04**	11,45 17,30 **16,18**	17,21 20,05 **18,38**	16,50 20,30 **17,90**	10,92 21,10 **18,90**	15,90 19,05 **17,98**	15,30 19,80 **15,90**	14,50 17,27 **15,90**	13,50 14,91 **14,16**	14,06 14,63 **14,35**	
„ „ 15–20 „	19,33 15,67 **18,50**	13,44 15,65 **18,54**	14,92 14,90 **14,91**	17,25 18,00 **17,63**	16,90 16,05 **16,90**	16,11 16,50 **16,30**	17,20 17,25 **17,23**	16,45 16,25 **16,35**	16,45 16,30 **16,42**	14,94 15,31 **15,13**	15,50 15,44 **15,47**	
„ „ 30–40 „	9,74 10,22 **10,00**	11,27 11,37 **11,32**	12,30 12,35 **12,33**	15,90 14,00 **15,00**	14,70 14,70 **14,70**	15,05 16,50 **15,78**	15,80 16,05 **15,90**	15,90 15,90 **15,90**	16,00 16,18 **16,14**	14,90 15,10 **15,00**	15,00 15,15 **15,07**	
„ „ 80–100 „	9,00 9,08 **9,04**	8,95 9,00 **8,98**	9,75 9,77 **9,76**	10,75 10,65 **10,90**	11,95 11,70 **11,68**	12,14 12,25 **12,19**	12,85 13,25 **13,05**	13,00 13,50 **13,15**	13,30 13,44 **13,40**	13,15 13,00 **13,20**	13,00 13,75 **13,75**	
Rhynchosporetum 0–5 „	16,78 18,90 **17,78**	14,34 16,02 **15,17**	17,00 18,00 **17,50**	23,75 22,70 **23,31**	19,45 23,30 **20,90**	23,50 25,14 **24,34**	19,90 20,70 **20,30**	17,80 19,00 **18,50**	18,42 18,50 **17,71**	18,50 18,80 **18,60**	16,88 19,14 **18,01**	
„ 25–30 „	14,38 13,97 **14,15**	13,95 14,40 **14,07**	15,85 15,45 **15,65**	17,70 17,50 **17,60**	17,40 17,45 **17,43**	17,55 17,92 **17,84**	17,70 17,70 **17,70**	16,90 16,90 **16,90**	16,90 17,14 **17,00**	15,80 16,00 **15,90**	16,00 16,20 **16,23**	
„ 50–60 „	10,92 10,75 **10,84**	11,00 11,50 **11,31**	13,10 13,20 **13,17**	14,75 14,75 **14,75**	15,30 15,47 **15,39**	15,04 16,05 **15,85**	16,00 16,30 **16,15**	15,40 16,45 **16,42**	16,61 16,41 **16,53**	15,20 15,80 **15,42**	15,95 15,70 **15,84**	
„ 80–100 „	9,43 9,87 **9,65**	10,56 10,45 **10,51**	11,60 12,00 **11,80**	12,05 13,00 **12,50**	14,00 14,10 **14,05**	14,90 14,90 **14,90**	15,30 15,10 **15,20**	15,00 15,40 **15,10**	16,00 15,87 **15,96**	15,05 14,91 **14,98**	15,00 15,00 **15,00**	
Pinetum 0–5 „	13,75 14,33 **14,06**	11,78 12,50 **12,19**	13,30 13,20 **13,25**	15,05 14,90 **14,98**	15,55 16,25 **15,90**	15,27 15,41 **15,34**	16,35 16,16 **16,25**	15,55 16,70 **16,13**	15,73 15,75 **16,75**	15,90 15,80 **15,85**	15,05 15,25 **15,15**	
„ 25–30 „	10,53 10,50 **10,52**	11,30 11,60 **11,51**	12,50 12,90 **12,68**	14,15 14,08 **14,12**	14,50 14,70 **14,60**	14,82 14,91 **14,87**	15,74 16,30 **15,96**	14,90 15,05 **14,98**	15,09 15,43 **15,55**	15,05 15,15 **15,10**	15,00 15,43 **15,42**	
„ 50–60 „	7,89 7,92 **7,90**	9,25 9,05 **9,15**	10,25 9,75 **10,00**	11,05 11,00 **11,03**	12,10 12,05 **12,08**	12,77 12,77 **12,77**	13,70 14,10 **13,90**	13,40 13,85 **13,63**	13,50 13,95 **14,25**	13,95 13,90 **14,03**	14,00 14,70 **14,70**	
„ 80–100 „	8,00 8,17 **8,09**	8,95 9,00 **8,98**	9,45 9,65 **9,55**	10,50 10,50 **10,60**	11,25 11,45 **11,35**	12,00 12,10 **12,05**	13,40 13,41 **13,40**	13,90 14,00 **13,95**	14,27 14,35 **14,31**	14,00 14,05 **14,03**	14,51 14,57 **14,60**	

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG
UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG
UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG

stischen Bulten aufgewachsen, mit Schlenken dazwischen. Von Beschattung ist keine Spur vorhanden. Von morgens bis abends trifft die Sonne die wasserdurchtränkten Moospolster, die unmerklich in den eigentlichen Moorboden, d. h. die unteren abgestorbenen Teile der oben lustig weiterwachsenden Sphagnumpflanzen übergehen. Auch diese Teile haben aber die Struktur bis in nicht unbeträchtliche Tiefe ziemlich gewahrt. Darunter befindet sich dann von ca. 30—40 cm an gut zersetzter Torf. Von einer eigentlichen Austrocknung war keine Rede; nur die oberste Schicht der Sphagnumrasen bis vielleicht 4—5 cm Tiefe war im Juli zeitweise trocken, von besonders exponierten Bulten abgesehen. Die Temperatur der Oberfläche wird also in erster Linie durch die direkte Strahlung der Sonne beeinflußt werden, während die Lufttemperatur nur an bewölkten Tagen und zur Nachtzeit ihren Einfluß geltend macht, namentlich hinsichtlich des Wärmeverlustes, da die Oberflächentemperatur des Sphagnetums die Durchschnittslufttemperatur übertreffen muss. Die theoretische Annahme findet durch die Beobachtungen ihre Bestätigung. Tab. I sowie Taf. I illustrieren das Verhältnis im einzelnen aufs beste, größere Durchschnitte gibt nachstehende Tabelle 1. (Die darin angeführten Monatsmittel sind aus den 10—11tägigen Daten der Tab. I errechnet, weichen also von den Einzeldaten etwas ab. Ich habe ihnen wegen der Möglichkeit eines Nachrechnens auf Grund von Tab. I den Vorzug gegeben.)

Die Linie der Oberflächentemperatur (cf. Tafel I Sphagnetum) folgt in ihren Schwankungen aufs genaueste der Lufttemperaturkurve und zwar in geringem Abstande darüber. Die Maxima sind zwischen 1. und 10. Juli erreicht, Minima der Beobachtungszeit 11.—20. Juni. In ihrem speziellen Verlaufe bietet die Oberflächenkurve noch einige interessante Einzelheiten. Im Minimum, 11.—20. Juni, fällt sie fast mit der Luftkurve zusammen. Der Abstand der Linien nimmt successive zu, um vom 21.—30. Juli das Maximum zu erreichen und von da wieder zu fallen, bis die Temperatur der Oberfläche in der Periode vom 1.—10. September sogar etwas unter die Lufttemperatur fällt. Eine Erklärung dieses Verhaltens ist leicht:

Die relativ helle Färbung des Sphagnetums hat bei hohem Wassergehalte der ganzen Masse zur Folge, daß einerseits ein großer Teil der Strahlen reflektiert wird, andererseits die hohe Wärmekapazität der wassergesättigten Polster ein weiteres großes Quantum der zugeführten Wärme verbraucht. Mit zunehmender Abtrocknung der oberen Schicht, die die Niederschläge keineswegs zu kompensieren vermögen, sinkt bei steigender Strahlungsenergie der Sonne die Wärmekapazität, d. h. die Erwärmung der Oberfläche wird gegenüber der

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Tab. 1. Durchschnittsdaten für das Sphagnetum.
Gesamtmittel 14,88° C.

	Juni				Differenz	Juli				Differenz
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,18	**+ 3,31**	—	—	—	19,49	**— 2,64**
0—5 cm Tiefe . . .	14,63	19,37	**+ 4,74**	17,00	**+ 4,52**	19,78	23,25	**+ 3,47**	21,52	**— 3,37**
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**+ 0,82**	—	—	—	—	**+ 2,03**	—
25—30 cm Tiefe . .	13,86	14,07	**+ 0,21**	13,96	**+ 2,65**	16,56	16,66	**+ 0,10**	16,61	**— 0,20**
Differenz zu 0—5 cm	— 0,77	— 5,30	—	**— 3,04**	—	— 3,22	— 6,59	—	**— 4,91**	—
Wärmecoefficient [1]) .	—	—	—	0,8213	—	—	—	—	0,7720	—
50—60 cm Tiefe . .	11,58	11,81	**+ 0,23**	11,70	**+ 3,15**	14,64	15,06	**+ 0,42**	14,85	**+ 0,18**
Differenz zu 25—30 cm	— 2,28	— 2,26	—	**— 2,26**	—	— 1,92	— 1,60	—	**— 1,76**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,6884	—	—	—	—	0,6902	—
80—100 cm Tiefe . .	8,99	8,96	**— 0,03**	8,98	**+ 2,83**	11,78	11,84	**+ 0,06**	11,81	**+ 1,45**
Differenz zu 50—60 cm	— 2,59	— 2,85	—	**— 2,72**	—	— 2,86	— 3,22	—	— 3,04	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,5283	—	—	—	—	0,5489	—

	August				Differenz	September (1—20)				Bemerkungen
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,85	**— 2,35**	—	—	—	14,50	
0—5 cm Tiefe . . .	17,21	19,05	**+ 1,84**	18,15	**— 2,75**	15,15	15,65	**+ 0,50**	15,40	
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**+ 1,30**	—	—	—	—	**+ 1,10**	
25—30 cm Tiefe . .	16,28	16,54	**+ 0,26**	16,41	**— 1,10**	15,10	15,53	**+ 0,43**	15,31	
Differenz zu 0—5 cm	— 0,93	— 2,51	—	**— 1,74**	—	— 0,05	— 0,12	—	**— 0,09**	
Wärmecoefficient [1]) .	—	—	—	0,9040	—	—	—	—	0,9942	
50—60 cm Tiefe . .	14,87	15,18	**+ 0,31**	15,03	**— 0,57**	14,21	14,71	**+ 0,50**	14,46	
Differenz zu 25—30 cm	— 1,41	— 1,36	—	**— 1,38**	—	— 0,89	— 0,82	—	**— 0,85**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8279	—	—	—	—	0,9391	
80—100 cm Tiefe . .	13,24	13,27	**+ 0,03**	13,26	**+ 0,29**	13,56	13,53	**— 0,03**	13,55	
Differenz zu 50—60 cm	— 1,63	— 1,91	—	**— 1,77**	—	— 0,65	— 1,18	—	**— 0,91**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,7305	—	—	—	—	0,8798	

[1]) 0—5 cm = 1,00.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Luft verstärkt. Jenseits des Maximums findet dann der umgekehrte Vorgang statt, bis sogar die Abkühlung während der Nacht durch die Erwärmung am Tage nicht mehr kompensiert werden kann (1.—10. September), allerdings nur für kurze Zeit, vielleicht eine Folge extremer Nachttemperaturen.

Wie Tabelle 1 lehrt, bleibt das Temperatur-Monatsmittel der Oberfläche während der ganzen Beobachtungsperiode höher als das der Luft. Juli hat mit + 2,03° die höchste Differenz aufzuweisen und zugleich das mittlere Maximum der Luft- wie Bodenoberfläche-Temperatur. Die Differenzen zwischen Morgen- und Abendtemperatur der Oberfläche nehmen von Juni bis Schluß der Periode ab. (+ 4,74° — + 0,50°).

Die Temperaturkurven der größeren Tiefen zeigen die gemeinsame Tendenz, mit steigender Tiefe sich der geraden Linie zu nähern, d. h. die Schwankungen werden immer geringer, wie auch selbstverständlich (cf. Literatur!). Verschwunden sind sie aber in 1 Meter Tiefe durchaus auch für die 10tägige Periode nicht.

Besonders klar tritt die mit der Tiefe fortschreitende Retardierung der Maxima und Minima hervor. Die auffallend starke Verzögerung des Minimums schon in 25 cm Tiefe (21.—31. Juli) glaube ich auf Konto der oberflächlichen Austrocknung setzen zu dürfen, die die Wärmeleitung der obersten Schicht stark herabgesetzt und damit die Abkühlung der tieferen verzögert hat. Interessant ist auch die „Intensitätsumkehr", wenn ich mich so ausdrücken darf, der Maxima, hervorgerufen durch Wärmeverbrauch der tieferen Schichten. Noch in 25 cm Tiefe liegt die Periode: 1.—10. August im Nebenmaximum, nach Überschreitung des absoluten Maximums am 1.—10. Juli. In 50 cm Tiefe ist zu dieser Zeit das absolute Maximum erreicht, in 1 Meter Tiefe wieder erst ein Nebenmaximum, aber vor dem Hauptmaximum, das erst im September erreicht ist. Die Bodentemperatur in 25 und 50 cm Tiefe ist im Anfang des September schon höher wie die mittlere Lufttemperatur, in Tiefe von 1 m ist dies Niveau zu diesem Zeitpunkt noch nicht erreicht.

Die Wärmecoefficienten der einzelnen Tiefen beweisen Obiges für die Monatsmittel. Noch in 25 cm Tiefe zeigt der Coefficient für Juli geringen Abfall gegenüber Juni, dann Ansteigen, während die Coefficienten der übrigen Tiefen stetig mit fortschreitender Jahreszeit wachsen, mit entsprechendem Kleinerwerden der Schichtendifferenzen. Der Unterschied zwischen der Morgen- und Nachmittagstemperatur wird natürlich mit der zunehmenden Tiefe geringer. In Tiefe von 1 Meter ist der Boden nur im Juli und August einen minimalen

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Tab. 2. Durchschnittsdaten für das Rhynchosporetum.
Gesamtmittel 16,04° C.

	Juni				Differenz	Juli				Differenz
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,18	**+3,31**	—	—	—	19,49	**—2,64**
0—5 cm Tiefe . . .	16,16	17,87	**+1,71**	17,02	**+5,44**	21,96	23,63	**+1,67**	22,46	**—3,28**
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**+0,84**	—		—	—	**+2,97**	—
25—30 cm Tiefe . .	14,68	14,57	**—0,11**	14,62	**+2,88**	17,55	17,44	**—0,11**	17,50	**—0,31**
Differenz zu 0—5 cm	—1,48	—3,30	—	**—2,40**	—	—4,41	—6,19	—	**—4,96**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8590	—	—	—	—	0,7791	—
50—60 cm Tiefe . .	11,90	11,97	**+0,07**	11,94	**+3,40**	15,24	15,42	**+0,18**	15,34	**+1,03**
Differenz zu 25—30 cm	—2,78	—2,60	—	**—2,69**	—	—2,31	—2,02	—	**—2,16**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,7017	—	—	—	—	0,6829	—
80—100 cm Tiefe . .	10,56	10,80	**+0,24**	10,68	**+3,30**	13,94	14,02	**+0,08**	13,98	**+1,44**
Differenz zu 50—60 cm	—1,34	—1,17	—	**—1,26**	—	—1,30	—1,40	—	**—1,35**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,6276	—	—	—	—	0,6226	—

	August				Differenz	September				Bemerkungen
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,85	**—2,35**	—	—	—	14,50	
0—5 cm Tiefe . . .	18,06	20,30	**+2,24**	19,18	**—0,88**	17,69	19,01	**+1,32**	18,30	
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**+2,33**	—	—	—	—	**+3,80**	
25—30 cm Tiefe . .	17,12	17,26	**+0,14**	17,19	**—1,13**	15,93	16,18	**+0,25**	16,06	
Differenz zu 0—5 cm	—0,94	—3,04	—	**—1,99**	—	—1,76	—2,83	—	**—2,24**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8962	—	—	—		0,8774	
50—60 cm Tiefe . .	16,35	16,39	**+0,04**	16,37	**—0,73**	15,54	15,72	**+0,18**	15,64	
Differenz zu 25—30 cm	—0,77	—0,87	—	**—0,82**	—	—0,39	—0,46	—	**—0,42**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8151	—	—	—	—	0,8545	
80—100 cm Tiefe . .	15,38	15,46	**+0,08**	15,42	**—0,45**	15,06	14,91	**—0,15**	14,97	
Differenz zu 50—60 cm	—0,97	—0,93	—	**—0,95**	—	—0,48	—0,81	—	**—0,65**	
Wärmecoefficient .	—	—	—	0,8041	—	—	—	—	0,8181	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bruchteil wärmer, im Juni und September sogar etwas kälter, eine Folge der Retardation der Nachttemperaturen.

2. Das Rhynchosporetum.

Nackt tritt im typischen (Sphagneto-) Rhynchosporetum, wie es einen bedeutenden Prozentsatz der Gesamtausdehnung des noch rohen Teiles des Bernauer Versuchsfeldes bildet, zwischen den isolierten Stöcken von Rhynchospora alba und Eriophorum vaginatum und kleineren vereinzelten Sphagnumbulten der schwarze resp. tiefdunkle Moorboden zu Tage, meistens noch unter Wasser stehend. Das Oberflächenwasser ist in der Regel vollständig farblos und durchsichtig, so daß die Sonnenstrahlen, durch die minimale Beschattung wenig geschwächt, mit voller Kraft die dünne Schicht durchdringen, bis zum eigentlichen Boden selbst. Dieser besteht aus relativ gut zersetzter Moorsubstanz, wie ja schon die Farbe anzeigt und ist bis zur maximalen Beobachtungstiefe von 1 Meter ein gleichmäßiges wassergesättigtes Medium, mit einem etwas höheren absoluten Gehalt an Trockensubstanz als die entsprechenden Sphagnetumschichten.

Behalten wir diese Eigentümlichkeiten des Rhynchosporetums im Auge, so stellt sich sein Verhalten hinsichtlich der Temperatur als einfaches Resultat derselben dar. (Tafel I, Tabelle 2). Die Temperatur der Oberfläche erhebt sich durchweg höher über die der Luft als beim Sphagnetum, d. h. die Sonnenstrahlung ist von noch höherem Einflusse als dort. Es ist dies die ganz natürliche Folge der dunklen Färbung des Bodens einerseits und der geringeren Oberfläche gegenüber dem Sphagnetum andererseits, die geringere Verdunstung und so einen geringeren Wärmeverbrauch bedingt.

Die Einwirkung der Nässe, spez. des Tagewassers auf die Erwärmung der Oberflächenschicht, illustriert deutlich die Verschiebung des Maximums von Anfang Juli auf Ende Juli, wo nach der langen Wärmeperiode die obere Schicht relativ trocken war, so dass dadurch geringere Wärmekapazität und dunkle Farbe ungeschwächt zur Wirkung kommen und die verringerte Lufttemperatur mehr als aufwiegen konnten. Die Richtigkeit dieser Annahme beweist auch der schroffe Absturz der Kurve bis zum 10. August und weiter, eine Reaktion auf den gewaltigen Wettersturz vom 7. August 1905 mit 79,6 mm Niederschlag in 24 Stunden. Dabei haben offenbar die Wassermassen in zweifacher Beziehung gewirkt: einerseits durch ihre geringere Temperatur direkt abkühlend, zweitens indirekt durch

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Erhöhung der Wärmekapazität infolge erneuter Durchtränkung der schon weniger feuchten Oberflächenschichten mit Wasser.

Die Differenzen zwischen Morgen- und Abendtemperatur sind geringer als beim Sphagnetum, da die Morgentemperaturen infolge der verringerten Wärmestrahlung bei geringerer Oberfläche höher sind, d. h. die Abkühlung während der Nacht geringer ist, während für die Erwärmung die Grösse der Oberfläche weniger gegenüber der Farbe in Frage kommt.

Geringere Abkühlung äußert sich auch in der starken Ausgeglichenheit der Temperaturkurven in größerer Bodentiefe, namentlich der Abschwächung der Minimaschwankungen. Ferner erreicht schon vor Mitte August die Temperatur in 25 cm Tiefe die der Luft, um dauernd höher zu bleiben, etwas später trifft dies auch für 50 cm Tiefe und am Ende des Monats sogar schon für 1 m Tiefe zu.

Die Durchschnittstemperatur liegt für das Rhynchosporetum etwas höher als für das Sphagnetum (14,88° C) bei 16,04° C.

3. Das Callunetum.

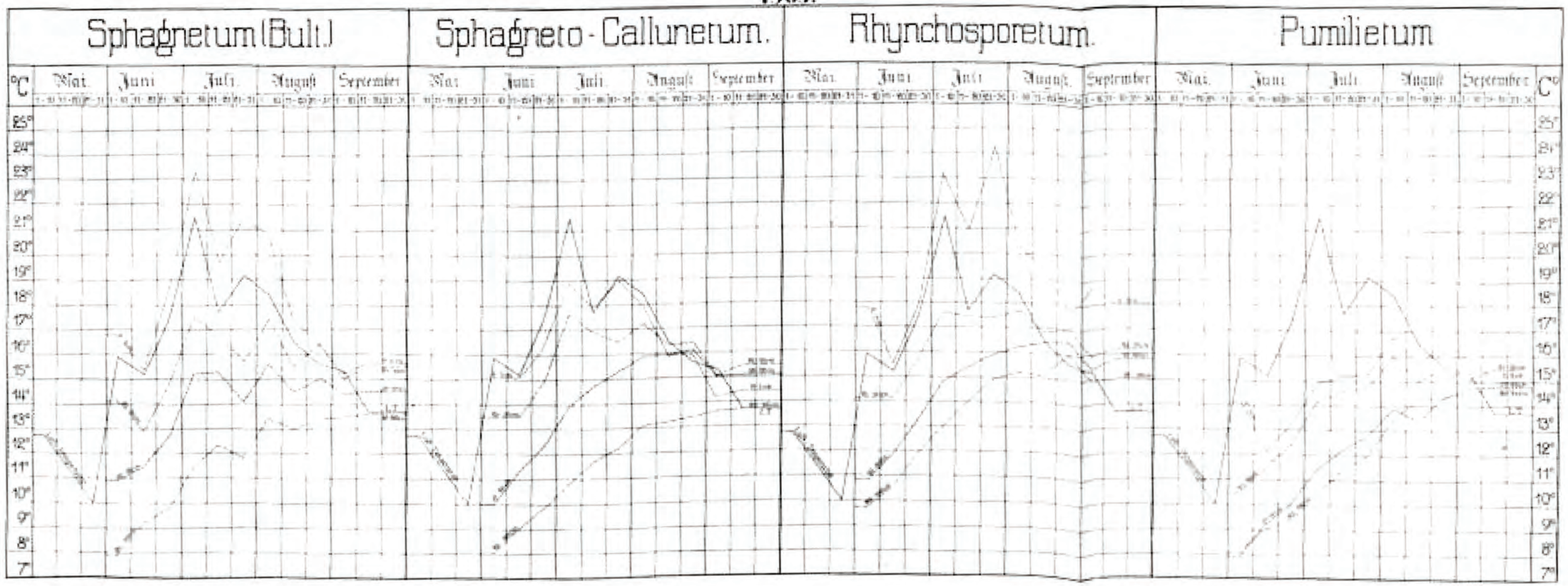
Die Formation des (Sphagneto-)Callunetums nimmt eine Übergangsstellung ein. Auf einer Grundlage dicht geschlossener Sphagnumpolster von vorwiegend braunvioletter Färbung erhebt sich die niedrige, doch buschige und dichte Vegetation von Calluna vulgaris, den nicht übermäßig nassen, wenn auch stark mit Wasser getränkten Boden ziemlich während des ganzen Tages beschattend und nur bei hohem Sonnenstande den Strahlen direkten Zutritt gewährend. Der Boden besteht aus oben weniger, tiefer etwas stärker zersetzten Resten von Sphagnum, durchzogen von dem holzigen, bis in große Tiefen lebenden, wo abgestorben, wenig veränderten Wurzelgeflecht der Callunastauden. Die wenn auch nicht sonderlich starke so doch immerhin vorhandene Beschattung läßt beim Callunetum, wie Tafel I deutlich zeigt, die Temperatur der Oberfläche schon unter die Lufttemperatur sinken, indem hier die Luft in erster Linie als erwärmender Faktor auftritt, im Gegensatze zu den bis jetzt behandelten Typen: Sphagnetum und Rhynchosporetum. Natürlich ist der Verlauf der Oberflächentemperaturkurve in der Tendenz derselbe wie bei den beiden vorigen Formationen, da ja zwischen Sonnenstrahlung und Lufttemperatur ein enger Zusammenhang besteht (s. o.). Nur vom 11.—20. Juli erhebt sich die Oberflächentemperatur etwas über die der Luft, eine Folge der Verringerung der Wassermenge des Bodens und damit der Wärmekapazität (s. o.) bei grosser Strahlungsenergie der Sonne. Das Ansteigen der Temperatur über

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bodentemperaturen im rohen Chiemsee-Hochmoor

in verschiedenen Vegetations-Formen.

1905.



UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG
UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG
UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG

die der Luft im September ist wohl weniger auf stärkere Erwärmung als, entsprechend den tieferen Schichten, auf geringere Abkühlung zurückzuführen. Für den Vorgang der Erwärmung der obersten Bodenschichten ist vielleicht anzunehmen, dass die zwischen dem niederen, doch dichten Callunagebüsch mehr oder weniger stagnierende Luft als eine Wärme haltende Zwischenschicht wirkt. Am Tage erwärmt sich dieser Luftmantel durch Ausstrahlung der Callunaäste, des Bodens, soweit ihn die Sonne trifft etc. höher als die freie Luft, wenn schon eine fortwährende langsame Mischung der Luftschichten und zwar besonders in vertikaler Richtung stattfinden muss, und übermittelt dadurch dem Boden trotz der Beschattung ein relativ hohes Wärmequantum, das seine Temperatur trotz des Wärmeverbrauchs für Wasserverdunstung etc. auf annähernder Höhe der Lufttemperatur zu halten vermag. Während der Nacht steigt die spezifisch leichtere warme Luft empor, ohne daß durch die jetzt selbst erkalteten Callunaäste die an ihre Stelle tretende kalte Luft erwärmt wird. Daraus resultiert ein durchschnittlich hoher Unterschied zwischen Nachmittag- und Morgentemperatur in der Oberflächenschicht (cf. Tabelle 3). Die schlechte Wärmeleitung in den relativ trockenen obersten Sphagnumrasen verhindert aber ein Eindringen der Abkühlung in die Tiefe, besonders da die Zeit der Abkühlung weit kürzer ist, als die der Erwärmung. Infolgedessen ist die Annahme berechtigt, daß die Minima schwächer in den tieferen Schichten sich fühlbar machen müssen als die Maxima, und die gefundenen Tatsachen scheinen die Richtigkeit der Annahme zu bestätigen. Schon in 50 cm Tiefe ist die Minimumschwankung unmerklich geworden, wie überhaupt keine schroffen Schwankungen vorhanden sind.

In 25 cm Tiefe ist in der Periode vom 1.—10. Juli in gleichmäßigem Anstieg das Maximum der Temperatur erreicht, das Nebenmaximum, entsprechend dem Verhalten des Sphagnetums am 10. August, zu welcher Zeit die Kurve auch die der Oberflächen- und Lufttemperatur schneidet. In 50 cm Tiefe ist die Höchsttemperatur am Ende des Monats August erreicht, von welchem Zeitpunkt an die Schicht bis zum Ende der Beobachtungszeit wärmer bleibt, natürlich dabei leicht abfallend, als Luft und Oberfläche. Die Linie für die Temperatur in 100 cm Tiefe steigt gleichmäßig von Anfang bis Ende der Beobachtungszeit an und fällt vom 10.—20. September mit der Lufttemperaturkurve zusammen.

Die ziemlich gleichmäßige Temperaturdifferenz der einzelnen Schichten und die Annäherung der Temperaturen im September entspricht dem Verhalten der schon besprochenen Formationen Sphagnetum und Rhynchosporetum. Das Steigen der Wärmecoefficienten etc.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Tab. 3. Durchschnittsdaten für das Callunetum.
Gesamtmittel 14,46° C.

	Juni				Differenz	Juli				Differenz
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,18	**+ 3,31**	—	—	—	19,49	**— 2,64**
0—5 cm Tiefe . . .	13,43	17,39	**+ 3,96**	15,42	**+ 3,19**	16,51	20,70	**+ 4,19**	18,61	**— 2,04**
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**— 0,76**	—	—	—	—	**— 0,88**	—
25—30 cm Tiefe . .	13,90	14,07	**+ 0,17**	13,99	**+ 3,03**	16,85	17,18	**+ 0,33**	17,02	**— 0,34**
Differenz zu 0—5 cm	+ 0,47	— 3,32	—	**— 1,43**	—	+ 0,34	— 3,52	—	**— 1,59**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,9074	—	—	—	—	0,9145	—
50—60 cm Tiefe . .	11,12	11,31	**+ 0,19**	11,21	**+ 3,42**	14,52	14,76	**+ 0,24**	14,63	**+ 1,36**
Differenz zu 25—30 cm	— 2,78	— 2,76	—	**— 2,78**	—	— 2,33	— 2,42	—	**— 2,39**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,7269	—	—	—	—	0,7863	—
80—100 cm Tiefe . .	8,90	8,95	**+ 0,05**	8,93	**+ 2,62**	11,51	11,59	**+ 0,08**	11,55	**+ 1,65**
Differenz zu 50—60 cm	— 2,22	— 2,36	—	**— 2,28**	—	— 3,01	— 3,17	—	**— 3,08**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,5792	—	—	—	—	0,6207	—

	August				Differenz	September				Bemerkungen
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,85	**— 2,35**	—	—	—	14,50	
0—5 cm Tiefe . . .	14,63	18,51	**+ 3,88**	16,57	**— 2,31**	13,78	14,72	**+ 0,94**	14,26	
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**— 0,28**	—	—	—	—	**— 0,24**	
25—30 cm Tiefe . .	16,73	16,63	**— 0,10**	16,68	**— 1,88**	15,72	13,88	**— 1,84**	14,80	
Differenz zu 0—5 cm	+ 2,10	— 1,88	—	**+ 0,11**	—	+ 1,94	— 0,84	—	**+ 0,54**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	1,006	—	—	—	—	1,038	
50—60 cm Tiefe . .	15,93	16,04	**+ 0,11**	15,99	**— 0,95**	14,93	15,16	**+ 0,23**	15,04	
Differenz zu 25—30 cm	— 0,80	— 0,59	—	**— 0,69**	—	— 0,79	+ 1,28	—	**+ 0,24**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,9651	—	—	—	—	1,054	
80—100 cm Tiefe . .	13,07	13,33	**+ 0,26**	13,20	**+ 0,44**	13,57	13,70	**+ 0,13**	13,64	
Differenz zu 50—60 cm	— 2,86	— 2,73	—	**— 2,79**	—	— 1,36	— 1,46	—	**— 1,40**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,7968	—	—	—	—	0,9566	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

ähnelt ganz besonders den beim Sphagnetum gefundenen Verhältnissen, was auch nur natürlich ist, da ja ein Unterschied zwischen Sphagnetum und Callunetum nur für die Oberflächenschicht besteht und sich somit auch nur hier und in davon abhängigen Beziehungen bemerkbar machen kann.

Die Gesamtmittel des Sphagnetums (14,88° C) und des (Sphagneto-)Callunetums (14,48° C) fallen fast zusammen, da die Abschwächung der Minima in grösserer Tiefe die vergleichsweise niedrige Temperatur der Oberfläche paralysiert.

4. Das Pumilietum.

Das Pumilietum, die letzte der untersuchten rohen Moortypen, stellt in seiner Ausbildung spez. am Beobachtungsorte gewissermaßen eine Kombination von 3 Unterformationen dar. Die Grundlage bildet das Sphagnetum wie es auch schon beim Callunetum der Fall war. *Vaccinium uliginosum* und *Calluna vulgaris* bilden die erste Stufe der Obervegetation, überragt und beschattet von den lichtstehenden Stämmen von *Pinus montana* (*pumilio*), wenn man den Ausdruck „Stamm" hier gebrauchen will und nicht besser Busch an seine Stelle setzt. Ein dicht geschlossenes Latschendickicht stand mir in erreichbarer Nähe leider nicht zu Gebote und mußte ich mich daher mit dem skizzierten Bestande begnügen, der den Typennamen Pumilietum eigentlich nicht verdient, da er eher einen Mischbestand vorstellt.

Trotzdem war zu erwarten, daß die *Pinus montana*-Obervegetation, wenn anders überhaupt die Vegetation als wärmeregulierender Faktor eine Bedeutung hat, ihren Einfluß geltend machen würde. Und diese Erwartung ist nicht enttäuscht worden. Ein Blick auf Tafel I läßt einen ganz eigenartigen Verlauf der Temperaturkurven erkennen, der einzig und allein in der Obervegetation seinen Grund haben kann, da die übrigen Faktoren ja so gut wie völlig mit den anderen Moortypen übereinstimmen.

Daß die Oberflächentemperatur niedriger ist als die Temperatur der Luft und noch erheblich tiefer darunter sinkt als beim Callunetum (s. o.), kann nicht befremden. Es ist dies ganz einfach eine Folge der starken Beschattung, und stimmt dies Verhalten völlig mit den Beobachtungen Ebermayers u. a. überein. Ein weiteres Eingehen erübrigt sich nach den obigen Ausführungen von selbst. In 25 cm Tiefe ist die Temperatur nur um ein Geringes niedriger als an der Oberfläche, Extreme fehlen, der Linienverlauf ist durchaus derselbe.

Während aber zwischen den einzelnen Tiefen bei den anderen Typen der Temperaturübergang ein ganz allmählicher und besonders

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Tab. 4. Durchschnittsdaten für das Pumilietum.
Gesamtmittel 13,45 ° C.

	Juni				Differenz	Juli				Differenz
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,18	**3,31**	—	—	—	19,49	**— 2,64**
0—5 cm Tiefe . . .	12,94	13,34	**+ 0,40**	13,14	**+ 2,02**	15,16	15,16	**+ 0,00**	15,16	**+ 0,88**
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**—3,04**	—	—	—	—	**—4,33**	—
25—30 cm Tiefe . .	11,48	11,48	**+ 0,00**	11,48	**+ 3,06**	14,51	14,56	**+ 0,05**	14,54	+ 0,95
Differenz zu 0—5 cm	— 1,46	— 1,86	—	**—1,66**	—	— 0,65	— 0,60	—	**—0,62**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8736	—	—	—	—	0,9592	—
50—60 cm Tiefe . .	9,11	8,91	**— 0,20**	9,01	**+ 3,20**	12,17	12,24	**+ 0,07**	12,21	+ 1,64
Differenz zu 25—30 cm	— 2,37	— 2,57	—	**—2,47**	—	— 2,34	— 2,32	—	**— 2,33**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,6857	—	—	—	—	0,8054	—
80—100 cm Tiefe . .	8,80	8,86	**+ 0,06**	8,83	**+ 2,44**	11,18	11,35	**+ 0,17**	11,27	+ 2,77
Differenz zu 50—60 cm	— 0,31	— 0,05	—	**—0,18**	—	— 0,99	— 0,89	—	**— 0,94**	—
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,6720	—	—	—	—	0,7432	—

	August				Differenz	September				Bemerkungen
	Morgen	Abend	Diff.	Mittel		Morgen	Abend	Diff.	Mittel	
Luft	—	—	—	16,85	**— 2,35**	—	—	—	14,50	
0—5 cm Tiefe . . .	15,94	16,13	**+ 0,19**	16,04	— 0,55	15,43	15,54	**+ 0,11**	15,49	
Differenz zu Luft . .	—	—	—	**—0,81**	—	—	—	—	**+ 0,99**	
25—30 cm Tiefe . .	15,44	15,54	**+ 0,10**	15,49	— 0,21	15,27	15,29	**+ 0,02**	15,28	
Differenz zu 0—5 cm	— 0,50	— 0,59	—	**—0,55**	—	— 0,16	— 0,25	—	**— 0,21**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,9656	—	—	—	—	0,9863	
50—60 cm Tiefe . .	13,87	13,83	**— 0,04**	13,85	+ 0,87	14,67	14,76	**+ 0,09**	14,72	
Differenz zu 25—30 cm	— 1,57	— 1,71	—	**—1,64**	—	— 0,60	— 0,53	—	**—0,56**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8636	—	—	—	—	0,9504	
80—100 cm Tiefe . .	13,92	14,05	**+ 0,13**	13,98	+ 0,68	14,71	14,61	**— 0,10**	14,66	
Differenz zu 50—60 cm	+ 0,05	+ 0,22	—	**+0,13**	—	+ 0,04	— 0,15	—	**— 0,06**	
Wärmecoefficient . .	—	—	—	0,8718	—	—	—	—	0,9466	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

die Abnahme eine völlig gleichmäßige ist, zeigt hier die Tiefe von 50 cm einen plötzlichen Abfall um volle 2° und mehr. Jenseits 50 bis 60 cm dagegen nimmt die Temperatur wieder sehr langsam ab und beträgt die Differenz zu 80—100 cm wieder entsprechend Oberfläche: 25—30 cm 0,5—0,75° C. Es liegt auf der Hand, daß dieses auffällige Verhalten, welches für fast die ganze Beobachtungsperiode, spez. für die Zeit der Erwärmung Juni bis Mitte des Monats August, das gleiche bleibt, nicht auf Zufall beruhen kann. Die nächstliegende Tatsache, die Beschattung, vermag wohl die niedrige Oberflächentemperatur, vielleicht auch die große Ausgeglichenheit der Temperatur der oberen Schichten, nicht aber den plötzlichen Temperaturfall in der einen Zwischenschicht bei wieder nur geringer Abnahme in den folgendem genügend zu motivieren. Ich bin geneigt, die Erklärung dieses Verhaltens in folgendem zu sehen, wobei ich jedoch betone, daß ein direkter Beweis der Richtigkeit der Hypothese erst noch zu erbringen ist: In der Schicht von 25—50 resp. 60 cm Tiefe befindet sich die Hauptmasse der Latschenwurzeln, wenngleich natürlich auch zahlreiche Wurzeln tiefer und flacher streifen. Die Holzmenge dieser Wurzeln — Holz leitet die Wärme weit schlechter noch als der nasse Moorboden[1]) — kann auf die Leitfähigkeit der Schicht entchieden nicht ohne Einfluß sein, macht vielmehr daraus eine Art Wärmeisolator für die tieferen Schichten, die infolgedessen entsprechend weniger Wärme erhalten.

Daraufhin wirkt aber noch ein zweiter Umstand. Die Latschenwurzeln sind nicht etwa tot, saugen vielmehr fortwährend Wasser aus dieser Schicht auf, um es den Stämmen zuzuführen. Leider liegen über den Wasserverbrauch der Latschen Untersuchungen nicht vor und ist es müßig, diesen auf diese Weise zu schätzen. Nur soviel darf wohl gesagt werden, daß die dem Boden entzogene Wassermenge nicht unterschätzt werden darf, und wenn natürlich von einer Austrocknung der Schicht nicht die Rede sein kann, da ein fortwährender Zufluß im wassergesättigten Moore stattfindet, so ist die Möglichkeit, daß ein etwas geringerer Wassergehalt der Schicht die Leitung der Wärme noch weiter beeinträchtigt, nicht ganz von der Hand zu weisen.

Die Tatsache der Wasserströmung, hervorgerufen durch Wasserverbrauch durch die Latschen, begründet dabei hinreichend die auffällige Temperaturgleichheit der angrenzenden Schichten:

[1]) Bezogen auf Silber = 100 ist die Wärmeleitung des Eises 0,21; des Kiefernholzes 0,008 (im Radius), „ 0,072 (längs) — Börnstein Tabellen p. 375 (1894)

Spezielle Werte für nassen Moorboden und Latschenholz stehen nicht zur Verfügung.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

einerseits findet ein Abströmen wärmeren Wassers von der Oberfläche nach größerer Tiefe als die Wurzelschicht kaum in bedeutendem Maße statt, oder nur nach äußerst starken Niederschlägen, andererseits aber sicher ein Zufluß von Wasser aus der Tiefe und von der Seite spez. zu den einzelnen Latschenbüschen.

Zur Verminderung der Wärmeleitung (s. o.) in der Wurzelschicht tritt also noch direkte Abkühlung durch zuströmendes Wasser. Dabei wirkt die Strömung wärmeausgleichend: oberhalb der Wurzelzone zwischen der Oberfläche und den benachbarten Schichten, unterhalb zwischen den angrenzenden Bodenschichten und dem Tiefenwasser.

Alle diese Faktoren wirken gleichsinnig auf Entstehung einer Zone ziemlich schroffen Temperaturabfalles, die für den einzelnen Baum, entsprechend der Peripherie des Wurzelgeflechtes, annähernd

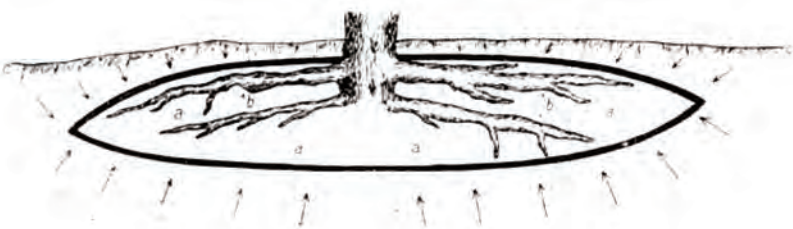


Fig. 2.

linsenförmige Gestalt annehmen muß. (Vergl. die schematische Zeichnung Fig. 2). Stehen die Bäume dicht geschlossen, so werden die Zonen der einzelnen Bäume ineinander übergehen.

Direkte Untersuchungen müssen diese Annahme bestätigen, die natürlich in erster Linie für Moore, spez. Hochmoore giltig ist. Inwieweit sie sich für Mineralboden verallgemeinern läßt, bleibe dahingestellt. Daß ein Einfluß in irgend einer Richtung sich überall für jede Pflanze spezifisch bemerkbar machen muß, ist kaum zu bezweifeln.

Nun ist natürlich dieser Einfluß durchschnittlich minimal und verwischt sich durch das nahe Aneinanderdrängen der Pflanzen noch mehr. Durch direkte Messung ermittelbar kann er erst bei Bäumen resp. größeren Sträuchern werden, spez. bei verstreutem Stande. Bisher fehlen leider darüber jegliche Untersuchungen.

Sonstige Besonderheiten bietet das Pumilietum nicht und würde ein Eingehen auf die Einzeldaten dieser Formation nur zu Wiederholungen führen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Daß die Gesamtmitteltemperatur mit 13,45° C die niedrigste bei rohen Moortypen beobachtete ist, kann nach Obigem nicht wundernehmen.

II. Die Bodenluft.

A. Menge der Bodenluft.

„Die Durchlüftung des Bodens ist für die Pflanzenwelt einer der wichtigsten Vorgänge. Es ist außerordentlich schwer, die Wirkung der Durchlüftung rein zur Darstellung zu bringen, da Temperatur und Wassergehalt zugleich beeinflußt werden. Die grundlegende Bedeutung der Krümelung der Böden, die Tatsache, daß alle fruchtbaren Bodenarten gut durchlüftete Böden sind und nicht am wenigsten die Hilfsmittel der Pflanzen, welche sich bei allen Arten auf schlecht durchlüfteten Böden herausgebildet haben, zeigen die Wichtigkeit genügenden Luftzutrittes. Soweit zu ersehen, handelt es sich dabei wesentlich um zwei Vorgänge: Zufuhr von Sauerstoff zur Atmung der Pflanzen und Abfuhr übermäßiger Kohlensäuremengen."

Scharf hebt Ramann (Bodenkunde p. 297) mit Obigem die beiden wichtigsten Beziehungen der Durchlüftung des Bodens, oder einfacher der Bodenluft zum Pflanzenwachstum hervor: Menge der vorhandenen Luft und ihre Zusammensetzung. Untrennbar ist beides in der Natur in seinen Wirkungen miteinander verknüpft und gegenseitig von einander abhängig. Wenn hier eine getrennte Darstellung beider Verhältnisse versucht werden soll, selbst auf Gefahr von Wiederholungen hin, so geschieht es, weil gemeinsame Besprechung dieser komplizierten Verhältnisse jede Klarheit von vorneherein illusorisch machen würde.

Fassen wir zunächst die Menge der Bodenluft ins Auge. Schon ganz oberflächliche Beobachtung bei Entnahme von Luftproben lehrt, daß bestimmte Bodenarten unter bestimmter Vegetation wenig Luft enthalten und diese auch schwer abgeben, andere wieder sehr viel, die leicht zu entnehmen ist. Es ist dies ja auch nach Obigem völlig selbstverständlich. Die Frage ist vielmehr die: Ist es hier nochmals hervorzuheben vielleicht möglich, zahlenmäßig feststehende Differenzen des Luftgehaltes in Böden unter verschiedenen Pflanzenbeständen zu ermitteln?

Für Mineralboden löst sich diese Aufgabe relativ leicht. Das Porenvolumen des Bodens gibt unter Berücksichtigung des Wassergehaltes darüber befriedigenden Aufschluß. Ramann's eingehende Untersuchungen haben hier den Grund für weitere Arbeiten geschaffen. (c. Literatur).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Bestimmung des Porenvolums des Bodens ist schon bei Mineralboden nicht gerade einfach und schnell ausführbar, sondern setzt die Nähe eines Laboratoriums voraus. Bei Moorboden kommt aber anscheinend noch eine weitere Schwierigkeit hinzu, die geeignet ist, den Wert der ermittelten Zahlen zu beeinträchtigen.

Wohl enthält auch der Mineralboden quellbare Stoffe, doch treten diese nicht so sehr hervor, daß von einer wesentlichen Volumvermehrung der einzelnen Bodenpartikel durch Wasseraufnahme die Rede sein könnte. Der Moorboden dagegen besteht fast völlig aus stark quellbaren Stoffen. Schon ein geringer Wassergehalt, der rechnerisch nur einen kleinen Teil des aus scheinbarem und wirklichem spezifischen Gewicht ermittelten Porenvolums erfüllen soll, scheint bei einzelnen Moorböden zu genügen, um in vollständig unkontrollierbarer Weise die Poren zu schließen, teils mit Wasser natürlich selbst, vorwiegend aber mit gequollenen Humussubstanzen. Bei höherem Wassergehalt ändert sich das Bild wieder, verschieden noch nach der Art des Bodens, kurz, das Porenvolum ist in Bezug auf Moorboden ein trügerischer Maßstab für den Luftgehalt.

Diese Schwierigkeiten wurden umgangen, wenn es gelang, den Luftgehalt des Bodens direkt zu messen. Dabei mußte zweierlei berücksichtigt werden. Erstlich kann die Messung nur außerhalb des Bodens geschehen. Der Druck, unter dem die Luft in den einzelnen Böden steht, ist zweifellos sehr verschieden. Höher wie der Druck der atmosphärischen Luft ist er jedenfalls immer (cf. Puchner. Forsch. 1896, 1). Die ermittelten Volumprozente sind also entsprechend zu hoch, Schwankungen der Temperatur treten hinzu, so daß es sich unter allen Umständen um recht weite Analysenspielräume handelt.

Immerhin müssen andererseits die ermittelten Zahlen die Frage wenigstens für Vergleichszwecke beantworten können, wenn die zweite Bedingung erfüllt ist, nämlich: wenn die zu vergleichenden Böden bei normaler Witterung zu möglichst gleicher Zeit untersucht werden. Unter „normaler Witterung" verstehe ich trockenes Wetter, etwa 4—6 Tage nach einem größeren Regenfall, wenn einerseits überschüssiges atmosphärisches Wasser schon versickert ist und jede Bodenart den ihren Strukturverhältnissen entsprechenden Wassergehalt angenommen hat, der sich unter diesen Umständen dem Optimum für die Vegetation andererseits nähern dürfte. In möglichst gleicher Zeit, oder richtiger, möglichst unmittelbar hintereinander, müssen die Untersuchungen angestellt werden, damit Veränderungen obiger Verhältnisse nicht eintreten können.

Werden diese Verhältnisse im Auge behalten, so müssen die ermittelten Werte vergleichbar sein, wenn es natürlich auch keine abso-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

luten, sondern nur relative Zahlen sind. Aber auf absolute Zahlen kommt es ja im vorliegenden Falle auch nicht an, Ehe ich auf die Untersuchungsresultate eingehe, muß ich eine kurze Beschreibung des benutzten Apparates vorausschicken, da meines Wissens dieses Verfahren noch nicht zur Anwendung gekommen ist (s. Fig. 3).

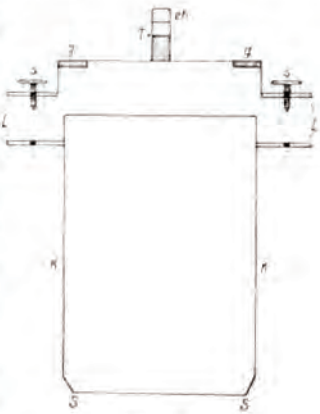


Fig. 3.

Der quadratische Stahlblechkasten K verjüngt sich nach unten plötzlich schwach zu der Schneide S. Die Grösse kann natürlich ganz beliebig gewählt werden. Ich habe eine Höhe von 10 cm verwandt. Zu ihm paßt genau ein Deckel, der durch die Gummischeiben g mittels der Schrauben s luftdicht zu schließen ist. In der Mitte trägt der Deckel den unten metallischen, oben gläsernen Tubus T mit einer Marke

Die Anwendung des Apparates ist folgende. Zunächst wird durch Füllen mit Wasser der Gesamtinhalt bis zur Marke bestimmt. Diese Zahl, vermindert um das Produkt aus Höhe des Kastens (lichte) und dem Quadrat der Schneide, ergibt die jedesmal in Abzug zu bringende Konstante.

Zur Entnahme der zu untersuchenden Probe wird der Deckel abgenommen und, nach Entfernung der obersten Bodenschicht bis 3 cm Tiefe, der Kasten unter Vermeidung starken Druckes völlig in den Boden getrieben. Dies geht, wenn die Schneiden scharf sind, sehr leicht, da wegen der Verjüngung der Schneide die Reibung des ausgestochenen Bodens an den Kastenwänden wegfällt. Mit einem Spaten wird vorsichtig ein Stich herausgehoben, unter Vermeidung jeder Verluste der ausgestochenen Bodensäule diese unten abgeschnitten, nachdem ihre Oberfläche der oberen Kante des Kastens gleich gemacht ist, und dann der Kasten fest geschlossen. Die Bodensäule ist dann also ein Stück der Hauptwurzelschicht von 3—13 cm Tiefe. Durch einen Schlauch mit Klemme wird der Tubus des Kastens mit einer mit Wasser gefüllten Maßbürette verbunden, der Kasten selbst wird in eine flache Schale mit 96% Alkohol gestellt, wobei darauf zu achten ist, daß einmal keine Bodenstücke abfallen, was man durch Unterlegen einer Glasplatte leicht verhindern kann, dann aber, daß unten keine Luftblasen austreten. Möglichst langsam wird dann die Luft, die der Alkohol praktisch fast völlig verdrängt, in die Bürette gesogen, bis der Alkohol die Marke erreicht

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

und sofort bei Atmosphärendruck die Menge der Luft abgelesen. Ich gebe zu, daß das Verfahren ziemlich roh ist und absolute Werte von genügender Genauigkeit in dieser Ausführung kaum liefern kann. Dagegen stehe ich nicht an, es für Ermittelung relativer Zahlen, wie sie der vorliegende Fall gestattet, zu empfehlen. Es ermöglicht ein schnelles Arbeiten und Vergleichsversuche stimmen gut überein.

Leider war die mir zur Ausführung dieser Untersuchungen zur Verfügung stehende Zeit so kurz bemessen, vor allem durch Ungunst des Wetters, daß ich nur wenige Angaben erhalten habe. Bei diesen wenigen Analysen sind aber, einerseits die ermittelten Differenzen der Formationen so groß, andererseits hatte ich mich von der zuverläßigen Funktion des Apparates durch zahlreiche Vorversuche überzeugt, so daß ich nicht Bedenken trage, auf Grund der Daten allgemeinere Schlüsse zu ziehen, umsoweniger, als meine Ergebnisse mit den Untersuchungen anderer Autoren, besonders Ramanns, völlig übereinstimmen und durch die Erfahrungen der Praxis bewiesen werden.

Betrachten wir zunächst natürliche Pflanzenvereine.

1. Moorwaldformationen.

Probe 1. Hochwald von Fichten, alter guter Bestand, als Bodenvegetation Oxalis und Rubus, keine Moose. Boden unter der frischen Streuschicht ziemlich locker.
Gewicht von 100 ccm = 51,5 g = 43,5 ccm Luft.

Probe 2. Bestand wie oben.
Gewicht von 100 ccm = 62,5 g = 46,0 ccm Luft.

Probe 3. Fichtenhochwald, vollständig vegetationslose Streudecke. Boden sehr dicht.
Gewicht von 100 ccm = 84,0 g = 13,25 ccm Luft.

Probe 4. Fichtenhochwald. Dicke Moosdecke aus *Polytrichum* und *Thuidium*, an nassen Stellen einzelne Sphagnumpolster, Boden unter der Moosdecke von einer verfilzten Streuschicht von 3 cm Mächtigkeit bedeckt, darunter speckiger Torf.
Gewicht von 100 ccm = 78,5 g = 20,0 ccm Luft.

Probe 5. cf. Pr. 4.
Gewicht von 100 ccm = 76,5 g = 20,0 ccm Luft.

Probe 6. Waldbestand nicht mehr so gut wie oben. Bodendecke dichte Rasen von *Thuidium tamariscinum*, *Polytrichum* und zahlreiche Sphagnumpolster. Übergangszone ins Hochmoor.
Gewicht von 100 ccm = 84,0 g = 14,5 ccm Luft.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Folgerungen aus diesen Untersuchungen harmonieren bestens mit Beobachtungen ähnlicher Art auf Mineralboden (cf. Ramann etc.)

In der Waldzone ist Güte des Bestandes und Luftgehalt des Bodens parallel. Der Luftgehalt des Bodens seinerseits wird offenbar bedingt durch die Bodendecke, vorwiegend die Moose, mit deren Auftreten, die Luft nach und nach verschwindet, während das Volumgewicht des nassen Bodens steigt, offenbar nicht so sehr durch eigentliche Verdichtung der Bodensubstanz, obwohl jedenfalls auch dies in Frage kommt, sondern durch gesteigerte Durchtränkung mit Wasser unter dem Einflusse der die Verdunstung und den Abfluß hemmenden Moosrasen. Ist die Luft völlig verdrängt, wie es in und unter den nassen Sphagnumpolstern tatsächlich der Fall war, dann hat auch die Todesstunde der Bäume geschlagen, wie jede Hochmoor-Wald-Kampfzone zeigt.

Was für eine Pflanze gilt, mußte zweifellos auch für alle andern Bedeutung haben. Wenn in der Moorwaldzone eine so strenge Parallelität zwischen Vegetation und Bodenluftgehalt sich zeigte, war für andere Übergangsbildungen das Gleiche anzunehmen. Diese Erwartung bestätigte die Untersuchung des Molinietums.

2. Das Molinietum.

Probe 1. *Molinia coerulea* in üppigstem Reinbestande.
Gewicht von 100 ccm = 51,5 g = 39,0 ccm Luft.

Probe 2. Molinia bildet den Hauptbestandteil der Vegetation; dazwischen vereinzelte Büsche von *Calluna vulgaris*, unter deren Schicht schon hier und da Sphagnen auftreten.
Gewicht von 100 ccm = 76,5 g = 20,0 ccm Luft.

Probe 3. Zwar noch immer Molinia als bestandbildende Pflanze, doch sind Calluna-Büsche mit Sphagnen-Untervegetation sehr zahlreich. **Calluneto-Molinietum**.
Gewicht von 100 ccm = 76,5 g = 13,2 ccm Luft.

Die einzelnen Probestellen waren bei dem für die Untersuchung äusserst günstig ausgebildeten Bestande nur wenige Meter von einander entfernt und zwar in grader Linie auf das eigentliche Hochmoor fortschreitend. Auf diesem selbst ließ sich eine Untersuchung leider nicht ausführen, da beim Herausheben der Probe Wasser so offensichtlich verloren ging, daß eine brauchbare Zahl nicht mehr zu erwarten war. Zudem erübrigt sich für jeden, der Hochmoorboden

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

unter der lebenden Vegetationsschicht auch nur einmal gesehen hat, der Beweis, daß nur Spuren von Luft darin enthalten sein können, von selbst. Einer eingehenden Erläuterung bedürfen die mitgeteilten Zahlen kaum. Die Luftabnahme mit Verdrängung anspruchsvoller Gewächse durch weniger anspruchsvolle, d. h. Angehörige der Hochmoorflora, ist so sehr in die Augen springend, namentlich da es sich um „Vergleich im kleinsten Raume" (Ramann l. c.) handelt, daß jedes Wort überflüssig ist.

Folgende Tabelle, in der für Wald und Molinietum der jedesmalige Bestbestand den Luftgehalt = 100 aufweist, dgl. das Volumgewicht des Bodens unter der optimalen Vegetation = 100 gesetzt ist, illustriert das Verhältnis noch deutlicher.

Waldformation.

	1. Bestbestand	2. Bestbestand	3. Bestand ohne Bodenveget.	4. Bestand mit dichter Moordecke	5. cf. 4.	6. Übergangszone ins Hochmoor
Luftgehalt . . .	100	105,8	30,46	45,97	45,97	33,34
Gewicht von 100 ccm . . .	100	121,3	163,1	152,4	148,6	163,1

Molinietum.

	1. Reinbestand	2. Molinia mit wenig Calluna	3. Molinia mit viel Calluna, Sphagnum
Luftgehalt	100	51,28	33,85
Gewicht von 100 ccm . .	100	148,6	148,6

Die Zahlen zeigen gleichzeitig eine gewisse Parallelität zwischen Zunahme des Volumgewichtes und Abnahme der Luftmenge im Boden für die strenge allgemeine Gesetze freilich kaum bestehen dürften. Vielmehr zeigt hier wohl jeder Boden sein ganz spezifisches Verhalten.

3. Künstliche Pflanzenvereine.

Die bei natürlichen Pflanzenvereinen, wie es der Wald und das Molinietum sind, gemachten Beobachtungen müssen sich bei einiger

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Vorsicht auch auf künstliche Pflanzenvereine z. B. die künstlich angelegte Dauerwiese, übertragen lassen.

Wenn dort Verschlechterung der Flora und verminderter Luftgehalt des Bodens Hand in Hand gehen, so läßt sich hier etwas ähnliches erwarten. Ein Unterschied besteht nur insofern, als in der „Natur" noch Nährstoffarmut des Bodens ev. in hohem Grade in Betracht kommt, während dieser Faktor für „Kultur"-Pflanzenvereine durch Düngung als ausgeschaltet zu betrachten ist.

Wäre also die Verminderung der Luftmenge des Bodens ein Umstand von geringer Wichtigkeit, dann stand zu erwarten, daß für Kunstwiesen — um andere Kulturpflanzenvereine kann es sich bei der Art des Anbaues überhaupt für den vorliegenden Fall garnicht handeln, da die intensive Ackerbearbeitung für Feldgewächse auf Moorboden die Frage der Durchlüftung gegenstandslos macht — eine weitgehende Unabhängigkeit der Bestandesgüte vom Luftgehalt der „Rhizosphäre" (Hiltner) des Bodens sich zeigte. Ein derartiges Resultat mußte aber auch die Bedeutung der oben gegebenen Zahlen stark erschüttern, und die Luftmenge des Bodens, die nach obigem als vegetationsbedingender Faktor erscheint, auf die Stufe einer mehr oder weniger wichtigen bloßen Begleiterscheinung herabdrücken.

Eine dahin gerichtete Untersuchung ergab folgende Zahlen:

	100 ccm wiegen	100 ccm enth. Luft	Bestand
Wiese im I. Kulturjahr	58,5 g	39,0 ccm	*Phleum pratense, Trifolium pratense. Trifolium hybridum.*
Wiese im II. Kulturjahr	62,5 g	34,0 ccm	*Phleum pratense, Trifolium pratense, Trif. hybridum.*
Wiese im III. Kulturjahr	82,5 g	15,5 ccm	*Holcus lanatus, Trifolium hybridum.*

Wieder tritt, wie bei den natürlichen Pflanzenvereinen des Moorbodens, der Umstand deutlich in Erscheinung, daß mit Auftreten anspruchsloserer Gewächse die Luftmenge des Bodens sinkt und es liegt der Gedanke nicht fern, gerade in der Verminderung der Bodenluftmenge den Grund für Verschlechterung der Flora zu suchen.

Wodurch die Verringerung der Luftmenge, resp. die Verdichtung des Bodens herbeigeführt wird, ist schwer zu entscheiden. Zu denken wäre vielleicht an Verfilzung des Bodens durch die Wurzeln, umsomehr, als infolge seiner eigenartigen faserigen Struktur der Hochmoorboden überhaupt zur Verfilzung neigt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bei Niederungsmoorboden ist seiner gänzlich andern mehr krümeligen Struktur entsprechend von Verfilzung resp. Verdichtung keine Rede, selbst auf alten Wiesenanlagen nicht, wie folgendes Beispiel zeigt:

1. Niederungsmoorwiesen im Donaumoos bei Neuburg a. D.:

1. Dauerwiese im 4. Kulturjahr mit vorzüglichem Bestande: Gewicht von 100 ccm = 69,0 g, Luftgehalt: 35,5 ccm
2. Dauerwiese im 7. Kulturjahr mit sehr gutem Bestande: Gewicht von 100 kcm = 60,0 g, Luftgehalt: 46,0 ccm.

Bei gleichbleibender Flora ist auch der Luftgehalt des Bodens wenig geändert.

Der unberührte Boden des Donaumooses, soweit er noch annähernd natürliche Vegetation trägt, schließt sich in seinem Verhalten hinsichtlich der Menge der Bodenluft völlig den bei Hochmoor gemachten Erfahrungen an, resp. entspricht genau den dort gestellten Postulaten:

1. Bestand: *Potentilla tormentilla* und *Carex* spez. Gewicht von 100 ccm = 55 g. Luftgehalt von 100 ccm = 48 ccm.	Entnommen am Nachmittag des 28. IX. 1905.
2. Bestand: Carices und andere Pflanzen: Gewicht von 100 ccm = 44 g. Luftgehalt von 100 ccm = 52,5 ccm.	
3. Bestand: Carices, Reinbestand. Gewicht von 100 ccm = 57 g. Luftgehalt von 100 ccm = 44 ccm.	
4. Bestand: Carices, Moose und Flechten. Gewicht von 100 ccm = 65 g. Luftgehalt von 100 ccm = 42,5 cm.	

Während Probe 1—2 mit gemischtem „Streuwiesen"-bestand hohen Luftgehalt bei entsprechend geringem Volumgewicht zeigen, nimmt, schon wo *Carex* allein auftritt, die Luftmenge deutlich ab und die ersten Moose und Flechten bezeichnen, wie auch das Volumgewicht zeigt, entsprechend den Beobachtungen am Hochmoor, den Beginn energischer Bodenverdichtung.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes erscheint eine nochmalige Präzisierung der bisherigen Ergebnisse nicht als überflüssig:

Moorflora und Luftmenge des Moorbodens bedingen sich gegenseitig, indem mit abnehmender Luftmenge der Pflanzenbestand in seiner Zusammensetzung der

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Hochmoorflora ähnlicher wird, d. h. anspruchsvollere Gewächse durch niedriger organisierte, die durch geeignete, meist flache Bewurzelung an geringere Bodeneigenschaften, wie geringere Luftmenge und erhöhte Nässe, angepaßt sind, verdrängt werden.

Die Pflanze selbst ist dabei teils passiv, da sie sich den Boden nicht **verbessern** kann, sondern mit dem Gebotenen vorlieb nehmen muß, teils bereitet sie aktiv durch ihr eigenes Wachstum, das die Bodeneigenschaften **verschlechtert**, spez. den Luftgehalt verringert, einer in der Richtung auf endliche Hochmoorbildung fortgeschrittenen Folgeformation den Weg, und zwar sind in dieser Beziehung die Pflanzen der Bodendecke, spez. die Moose maßgebend, Waldbäume und sonstige Obervegetation nur bedingt.

Diese Verringerung des Luftgehaltes geschieht anscheinend durch Verfilzung der Substanz des Bodens unter dem Einflusse der Wurzeln, vor allem aber durch Anstau von Wasser infolge Hemmung der Verdunstung und des Abflusses.

Ich stehe nicht an, in dem Auftreten der Moose auf solchem „verdichteten" Boden, wie es namentlich *Polytrichum*- und *Sphagnum*-Arten zeigen, eine uralte phylogenetische Reminiszenz dieser Gewächse zu erblicken. Waren doch ähnlich niedrig organisierte Pflanzen die ersten Pioniere in den Riesensümpfen der Vorzeit der Erde und sicher auch durch ein entsprechend flaches Wurzelsystem, wie die Rhizoiden der heutigen Moose es sind, die Sphagnum sogar noch fehlen dem gewiß äußerst geringen Luftgehalt dieser Standorte angepaßt.

Es erscheint keineswegs als ausgeschlossen, daß neben den physikalischen Änderungen des Bodens auch chemische einhergehen Vielleicht wäre an Bildung irgendwelcher sauren Humusverbindungen zu denken, die die Pflanzenwurzel gleichfalls ungünstig beeinflussen würden. Entgegen öfters geäußerten Anschauungen, daß diese chemische Veränderung des Bodens der Hauptgrund für das schlechte Gedeihen der Pflanzen ist, möchte ich aber diesen Vorgang, dessen Wirksamkeit überhaupt zu leugnen mir nicht einfallen kann, als einen Faktor zweiter Ordnung bewerten, wenigstens unter normalen Verhältnissen. Denn bis sich solche Mengen schädlicher Produkte im Boden angehäuft haben, daß sie die Pflanze vergiften, ist sie wahrscheinlich längst erstickt, ganz abgesehen davon, daß man überhaupt noch nicht weiß, was für Stoffe man dafür verantwortlich machen soll.

UB BGBM Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin DFG

Es könnte sich dabei um dreierlei handeln:

1. Ausscheidungen — Stoffwechselprodukte — der Pflanzenwurzel selbst, sind zweifellos vorhanden; warum diese aber im durchlüfteten Boden nicht ebensogut giftig wirken sollten, ist schwer einzusehen. Man müßte schon zu ganz gesuchten Hypothesen seine Zuflucht nehmen.

2. Zersetzungsprodukte schädlicher Natur, aus den Stoffen des Bodens. Daß sich derartige Körper bilden können, ist ohne weiteres klar. Nur fehlt bis heute der Beweis ihrer Existenz und vor allem ihrer Wirksamkeit. Vielleicht gehören die viel umstrittenen Humussäuren hierher („physiologisch trockene Standorte"), deren Rolle noch keineswegs geklärt ist.

Immerhin ist die Möglichkeit, daß derartige Stoffe, vielleicht noch unter dem Einfluß der verschiedenen Pflanzen resp. ihrer Mikroorganismenbegleiter von ganz spezifischer Natur, keineswegs von der Hand zu weisen.

3. In letzter Linie wäre an die Kohlensäure zu denken, die einerseits durch Atmung der Pflanzen selbst, andererseits durch Zersetzung der Humussubstanzen entsteht, also gewissermaßen beiden vorherigen Gruppen entspricht.

Wieviel CO_2 im Bodenwasser gelöst ist, entzieht sich jeder Schätzung, verhältnismäßig leicht ist es dagegen, den CO_2-Gehalt der Bodenluft zu bestimmen und diese Werte, spez. im Zusammenhang mit der gleichfalls zu ermittelnden relativen Sauerstoffmenge müssen Material zur Beantwortung der Frage: ob Kohlensäure im Moorboden als oekologischer Faktor auftreten kann, liefern.

B. Die Zusammensetzung der Bodenluft.

I. Die Bodenluft und die natürlichen Pflanzenvereine.

Wenn der Erläuterung der Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Bodenluft und den natürlichen Pflanzenvereinen des Moores hier der erste Platz eingeräumt wird, so ist das einerseits wohl berechtigt wegen der großen theoretischen Wichtigkeit dieser Beziehungen, andererseits aber nicht ganz konsequent gehandelt, indem die Zusammensetzung der Bodenluft durch zahllose, vorwiegend klimatische Faktoren beeinflußt wird, deren Betrachtung vorausgehen müßte. Doch das genaue Studium dieser Faktoren läßt sich an den natürlichen Standorten der einzelnen Formationen nicht durchführen, muß vielmehr auf in Kultur be-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

findliche Böden beschränkt werden. Hinzu kommt noch eins: diese Faktoren: Wärme, Niederschläge, Luftbewegung etc. sind bereits so gut von vielen Autoren untersucht (cf. Literatur), daß ich aus den Ergebnissen meiner Beobachtungen wesentlich Neues nicht hinzuzufügen vermag, vielmehr nur die von anderen Seiten bereits erhaltenen Resultate bestätigen kann. Es wird daher genügen, wenn diese bekannten, allgemeinen Tatsachen später kurz erörtert werden, und dafür der hier angeschnittenen speziellen Frage, ob für die natürlichen Formationen des Moores zwischen Pflanzenbestand und Zusammensetzung der Bodenluft eine Beziehung besteht, unter Berücksichtigung der oben genannten Umstände, die die Zusammensetzung der Bodenluft allgemein beeinflussen, ein breiter Platz eingeräumt wird.

Ehe ich auf die erhaltenen Resultate eingehe, sei kurz die Methode der Untersuchung erwähnt. Die Probenahme geschah mit einer Kautschukluftpumpe durch ein Bleirohr, wo nicht besonders vermerkt aus einer Tiefe von 15 cm. Die Luftproben blieben in den gut verschlossenen Proberöhren einige Zeit im Laboratorium stehen, um Fehler durch Verschiedenheit der Temperatur zu vermeiden, und wurden dann nach den Vorschriften von Hempel: „Gasanalyse" auf Sauerstoff und Kohlendioxyd untersucht. Die Berechnung geschah auf Volumprozente.

Berücksichtigt sind möglichst viele Moortypen mit möglichst prägnanter Ausbildung. Überall wurden mindestens 3 Kontrollbestimmungen gemacht, von den wichtigeren Typen bis zu 12, so dass ich mich berechtigt glaube, die gezogenen Folgerungen als hinreichend gestützt zu betrachten.

Haupttabelle II gibt ein Verzeichnis der Einzelanalysen, nach Beständen geordnet. Anschliessend folgt die Detailschilderung der Bestände auf Grund der Beobachtungsprotokolle, die an Ort und Stelle aufgenommen sind.

(cf. Haupttabelle II).

Zu 1—3: Arundinetum, am Ufer des Chiemsees, noch auf dem Trocknen, Grundwasser in 5—10 cm Tiefe, unmittelbar darüber die Luftprobe. Phragmitestorf, bedeckt mit wenig Hypnum, eine Mudde- und Schlamm-Schicht überlagernd. Das Arundinetum zieht sich weit in den See hinein; vorgelagert gegen das freie Wasser ist ein Bestand von Scirpus lacustris. d. 15. VIII. 1905.

Zu 4—6: Magnocaricetum am Ufer des Chiemsees. Moorschicht > 50 cm, bestehend in den unteren Lagen aus sehr stark zersetztem Phragmitestorf, auf dem sich mächtige Bulte von *Carex stricta* erheben. Die Zwischenräume der Bulte, in denen bereits auf

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Haupttabelle II. Zusammensetzung der im Sommer 1905 untersuchten Bodenluftproben für rohe Moorformen.

(Erläuterungen siehe Text.)

No.	Bezeichnung	O % Vol.	CO_2 % Vol.	No.	Bezeichnung	O % Vol.	CO_2 % Vol.
1	Arundinetum	20,0	?	55	Alnetum	19,1	1,5
2	„	20,6	?	56	„	17,3	2,8
3	„	20,1	0,4	57	Birkenzone	20,3	0,1
4	Magnocaricetum	20,4	0,6	58	„	19,8	0,4
5	„	20,7	?	59	„	20,4	?
6	„	20,4	0,4	60	„	20,0	0,4
7	„	20,9	?	61	„	20,4	?
8	„	20,0	1,0	62	„	19,7	1,0
9	„	20,5	0,2	63	„	19,7	0,9
10	„	20,3	0,2	64	„	19,9	0,7
11	„	20,6	0,2	65	„	20,9	?
12	Equisetetum	20,4	?	66	„	20,6	?
13	„	20,8	?	67	„	19,7	?
14	„	20,7	?	68	„	20,4	?
15	Parvocaricetum	19,2	0,6	69	(Calluneto-)Sphagnetum	20,7	0,1
16	„	20,4	0,4	70	„ „	20,4	?
17	„	20,4	0,4	71	„ „	20,5	0,2
18	„	20,2	0,6	72	„ „	20,3	0,7
19	„	20,5	0,3	73	„ „	20,9	0,1
20	„	19,5	1,1	74	„ „	19,8	1,2
21	„	20,3	0,3	75	„ „	20,3	0,1
22	„	20,1	0,4	76	„ „	20,4	?
23	„	20,2	0,6	77	„ „	20,4	?
24	„	20,3	0,4	78	„ „	20,4	?
25	Molinietum	12,8	4,4	79	„ „	20,5	0,2
26	„	16,0	3,0	80	„ „	20,5	?
27	„	19,3	1,5	81	Callunetum	18,8	0,8
28	„	18,6	1,8	82	„	16,7	1,8
29	Molinieto-Sphagnetum	17,1	2,9	83	„	19,8	1,0
30	„ „	20,2	0,2	84	„	19,4	1,2
31	„ „	13,1	3,9	85	„	20,6	?
32	Hochwald I	19,0	2,0	86	„	20,4	0,2
33	„	19,8	1,0	87	„	20,0	0,8
34	„	19,2	1,0	88	„	19,6	1,2
35	„	18,5	1,1	89	„	20,5	0,2
36	„	18,8	1,6	90	„	16,6	1,6
37	„	19,3	0,7	91	Pumilietum	20,5	0,3
38	„	20,1	0,4	92	„	20,2	?
39	„	19,2	1,4	93	„	20,4	0,1
40	„	19,6	1,0	94	Polytrichetum	20,2	0,1
41	Hochwald II	20,2	?	95	„	20,1	0,6
42	„	20,3	0,1	96	„	20,2	0,3
43	„	19,8	0,8	97	Cladonietum	20,5	0,1
44	„	20,0	0,3	98	„	20,4	0,1
45	„	20,3	?	99	Naturwiese	20,3	0,5
46	„	20,2	0,3	100	„	20,1	0,6
47	„	20,2	?	101	„	20,0	0,7
48	„	20,6	?	102	„	20,0	0,6
49	„	20,5	0,2	103	„	19,4	0,6
50	„	20,2	0,6	104	„	20,0	0,5
51	„	20,2	0,3	105	„	20,2	0,3
52	„	19,8	0,8	106	„	20,1	0,8
53	„	19,9	0,5	107	„	19,9	0,5
54	Alnetum	17,3	2,3				

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

5 cm Tiefe das Grundwasser steht, sind meist mit Phragmites erfüllt. Die Luftproben sind in den Bulten, unmittelbar über dem Grundwasser entnommen. d. 15. VIII. 1905.

Zu 7—11: Magnocaricetum, Verlandungszone des Förchensees. Mächtige Bulte von *Carex stricta*, fast reiner Bestand. Auf den Bulten *Lysimachia vulgaris*, dazwischen *Typha latifolia*. Der Boden ist gebildet durch das dichte Wurzelgeflecht der Pflanzen, das in eine humos-schlammige Grundmasse eingebettet ist. Die Luftproben sind den Bulten entnommen, unmittelbar über dem Grundwasserspiegel. Der Boden erwies sich als sehr stark durchlüftet. Temperatur des Bodens: 14,6° C. d. 11. IX. 1905.

Zu 12—14: Equisetetum. Äußerste Verlandungszone des Chiemsees gegen den mineralischen Boden. Moorschicht nicht über 50 cm Tiefe; Stand des Grundwassers 15—20 cm. Der Torf besteht aus einer stark zersetzten, mit mineralischen Stoffen vermengten Schicht, die deutliche Pflanzenreste nicht erkennen läßt, überlagert von einer 2—5 cm starken lockeren Schicht aus Resten der heutigen Vegetation, bestehend aus: Hypnumarten in dichter Decke neben anderen Moosen und einem Oberbestand von *Equisetum spec.* Andere Pflanzen treten völlig zurück. d. 15. VIII. 1905.

Zu 15—16: Parvocaricetum, Verlandungszone des Förchensees. Bestandbildend *Equisetum*, *Carex* und *Molinia*, in geringerer Menge *Typha*, *Spiräa*, *Plantago*, *Galium*, *Hypericum*.

Moorboden, aus Resten obiger Gewächse gebildet, 25—30 cm tief. In der oberen Schicht von ca. 10 cm Tiefe dicht von Wurzelgeflecht durchzogen, aufgelagert auf blauem Ton. d. 14. VII. 1905.

Zu 17—19: Parvocaricetum, Verlandungszone des Chiemsees. Moorschicht ca. 50 cm, Grundwasser in 15 cm Tiefe. Der Boden besteht aus einer Torflage mit hochgradig zersetzten Resten von *Phragmites* und *Carex*, überlagert von einer lockeren, weniger zersetzten Schicht vorwiegend aus Resten von Hypnumarten bestehend, die auch heute eine dichte Bodendecke bilden (H. scorpioides). Bestand bilden kleinere *Carices*, untermischt mit wenig *Equisetum* und viel *Phragmites*, sowie *Sanguisorba officinalis*. d. 15. VIII. 1905.

Zu 20—24: Parvocaricetum (Molinieto-Equiseteto-P.). Verlandungszone des Förchensees am Rande des Waldes. Der Boden, mit *Hypnum* bedeckt, ist stark zersetzter Torf. Das Grundwasser steht in 15—20 cm Tiefe. Die Vegetation besteht aus Kleinseggen, dazwischen *Molinia* und *Equisetum palustre*, sowie *Potentilla silvestris*. Der skizzierte Bestand bildet eine schmale Zone zwischen dem Walde, an dessen Rande Sphagnen wachsen (*Sph. medium*, *cymbifolium*,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

acutifolium) und dem oben beschriebenen Magnocaricetum. Temperatur: 14,4° C. d. 11. IX. 1905.

Zu 25—28: Auf einer Grundlage von Sphagnumtorf ist ein *Molinietum* erwachsen, also jedenfalls eine sekundäre Bildung, das seinerseits wieder Neigung zeigt, in ein Calluneto-Sphagnetum überzugehen, denn schon sind zahlreiche Callunastauden aufgetreten, in deren Schutz auch Sphagnen sich bereits anzusiedeln beginnen. d. 11. VIII. 1905.

Zu 29—31: Molinieto-Sphagnetum. Inmitten eines dichten Latschenbestandes liegt in einer Sichtung auf Niederungsmoor eine ca. 10 cm tiefe Hochmoorschicht auf. Grundwasser ebenfalls in 10 cm Tiefe. Den Grundbestand bilden *Sphagnen*, *Viola palustris* und *Vaccinium oxycoccos*, überwuchert von einer dichten Obervegetation von *Molinia coerulea*. Temperatur in 10 cm Tiefe 15,8° C.

Zu 32—34: Hochwald I, ca 100jähriger, sehr guter Fichtenbestand. Anflug von Eiche, Eberesche. Bodendecke *Oxalis acetosella*, *Rubus spec.*, wenig *Vaccinium myrtillus*, Moose in vereinzelten dünnen Polstern (*Hypnum*, *Hylocomium*). Der Boden ist Niederungsmoor, überlagert von einer ca. 5 cm starken Mullschicht unter dünner Nadelstreudecke. d. 14. VIII. 1905.

Zu 35—36: Hochwald I. cf. 32—34. d. 17. VIII. 1905. Temperatur: 13,9° C.

Zu 37—40: Hochwald I. cf. 32—34, etwas mehr Moose und zwar vorwiegend *Mnium* und *Brymarten*. Temperatur: 13,0° C. d. 9. IX. 1905.

Zu 41—43: Hochwald II. Mittelmässiger Fichtenbestand mit Kiefernanflug. Viel *Vaccinium myrtillus* und *Aspidium*; dichte Bodendecke aus Moosen, spec. *Hylocomium* und *Polytrichum*, daneben in grosser Menge *Lycopodium*.

In der oberen, ca. 10 cm starken Schicht ist der Boden locker und wenig zersetzt, darunter sehr dicht, fast undurchlässig für Luft. d. 14. VIII. 1905. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,8° C.

Zu 44—45: Hochwald II, ca. 100jährige Fichten am Ufer des Neumühler Baches (Ostufer). 5—10 cm tief lagert lockerer Mull auf stark zersetztem Torf. Bodendecke: auf der Nadelstreu wenig Moose, viel *Vaccinium myrtillus*. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,9° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 46—47: Hochwald II. cf. 44—45 südlich vom Kultur-Hauptgraben. Temperatur in 15 cm Tiefe: 15,6° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 48—49: Hochwald II. Schlechter, lückiger Fichtenbestand, *Vaccinium myrtillus* und einige Exemplare von *Vacc. uliginosum*. Dichte

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bodendecke aus *Polytrichum* und *Spagnum acutifolium*, untermischt mit anderen Moosen.

Obere Schicht, 10—12 cm, unzersetzter Spagnumtorf, darunter älterer, fester Niederungsmoortorf, amorpher Struktur. d. 14. VIII. 1905. Temperatuur in 15 cm Tiefe: 14,2° C.

Zu 50—53: Hochwald II. Fichten, klein, mit Birken untermischt. Dichte Moosdecke, ohne zahlreiche *Sphagnen*, auf 5 cm starker, lockerer Torfschicht, die auf festerer Schicht schweren Torfes auflagert. Viel *Vaccinium myrtillus*. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,2° C. d. 16. VIII. 1905.

Zu 54—56: Alnetum. Auf Waldmoorboden stockt mit Fichten untermischt, ein prachtvoller Erlenbestand. Grundwasser tiefer als 20 cm. Bodenvegetation: Farne in Riesenexemplaren und *Balsamine parvifolia*. Temperatur in 15 cm Tiefe: 12,7° C. d. 18. VIII. 1905.

Zu 57—58: Birkenzone der Hochmoorgrenze gegen den Wald. Zwischen mittelmässigen Birkenstämmen stehen wenige, schlechte Kiefern. Neben andern Moosen herrscht *Sphagnum* vor, *Vaccinium myrtillus* und *uliginosum* sind zahlreich.

Die obersten 15 cm des Bodens sind unzersetzter Sphagnumtorf, darunter liegt amorpher, schwerer, schwarzer Torf. d. 14. VIII. 1905. Temperatur in 15 cm Tiefe: 11,3° C.

Zu 59—61: Birkenzone. Eine 5—10 cm starke, lockere Torfschicht liegt auf schwerem, gut zersetztem Torfe auf, Grundwasser in 10 cm Tiefe; unmittelbar darüber die Probe. Sphagnen in einzelnen Bulten und Rasen, *Hylocomium* und *Polytrichum* in dichter Decke, *Vaccinium myrtillus* zahlreich, wenig *V. uliginosum*. Von Bäumen sind Birken und Kiefern vorhanden. (Die Proben sind fortschreitend auf das Hochmoor entnommen.) Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,1° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 62—64: Birkenzone am Nordrand des Rottauer Filzes, am Südufer des Chiemsees. Lockere Moostorfschicht auf gut zersetztem Torfe in 5—10 cm Stärke aufliegend. Bodendecke: *Polytrichum*, *Hylocomium*, wenig *Sphagnum*. Temperatur in 15 cm Tiefe: 15,9° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 65—66: Birken(Kiefern-)zone, anschließend an Hochwald II Nr. 44—45. Dichte Moosdecke mit wenig Sphagnen überzieht eine lockere (Mull-?)schicht von 5—10 cm Mächtigkeit, die auf festem, gut zersetztem Torf aufliegt. Grundwasser bei 25 cm Tiefe. Temperatur in 15 cm Tiefe: 13,6° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 67—68: Birken(Kiefern-)zone, anschließend an Hochwald II, Nr. 46—47, s. o. 65—66. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,3° C. d. 17. VIII. 1905.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Zu 69: Calluneto-(Sphagnetum) trocken gelegt. d. 9. VIII. 1905.

Zu 70—71: Calluneto-(Sphagnetum); jungfräulich, mit Latschen und Rauschbeeren. d. 11. VIII. 1905.

Zu 72—74: Calluneto-Sphagnetum mit *Aulacomnium* und *Cladonia*, doch bilden Sphagnumbulte (*Sph. medium, rubellum*) den Grundbestand und umwuchern die Callunastauden. Eine 20 cm tiefe lockere, unzersetzte Torfschicht aus Sphagnum-Callunatorf liegt auf gut zersetzer Torfschicht auf. d. 14. VIII. 1905.

Zu 75—77: Calluneto-Sphagnetum in typischer Ausbildung. *Sphagnum* spec. *Calluna vulgaris, Vaccinium uliginosum, oxycoccos, Drosera rotundifolia.*

25—30 cm unzersetzter Sphagnumtorf liegt auf gut zersetzter Schicht auf. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,55° C. d. 16. VIII. 1905.

Zu 78—80: Calluneto-Sphagnetum, erwachsen auf 10—20 cm tiefem, unzersetztem Sphagnumtorf, der seinerseits auf gut zersetzter Torfmasse aufliegt.

Auf der Sphagnen-Grundvegetation wachsen: *Calluna* (nicht besonders zahlreich), *Vaccinium oxycoccos, Eriophorum vaginatum, Rhynchospora alba* und wenig *Vaccinium uliginosum*, sowie *Pinus montana.*

Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,2° C. d. 17. VIII. 1905.

Zu 81—82: Callunetum. d. 9. VIII. 1905.

Zu 83—84: Callunetum. d. 11. VIII. 1905.

Zu 85—88: Callunetum, vollkommen typischer Bestand. *Hypnum, Hylocomium*, vor allem *Cladonia silvatica* und *Fleurkeana* in großer Menge zwischen dicht geschlossenen, doch niedrigen Callunastauden, unter welchen auch schon Sphagnen sich finden. Der Boden zeigt eine von zahlreichen Wurzeln durchzogene 8—10 cm starke, lockere Schicht von Resten der heutigen Vegetation; darunter Torfsubstanz in festerer Lagerung, mit zahlreichen Holzresten und Stöcken von *Eriophorum vaginatum, Molinia coerulea* und *Carex* spez., gut zersetzt. d. 14. VIII. 1905.

Zu 89—90: Callunetum. Durch Entwässerung eines vorher typischen Calluneto-Sphagnetums sind die *Sphagnen* der Hauptsache nach getötet, so daß heute als Bestand nur noch vorhanden ist: *Calluna vulgaris, Pinus montana, Betula nana,* (?) und wenige verkümmerte Exemplare von *Rhamnus frangula*; Sphagnumtorf, sehr schlecht zersetzt, bis in 20 cm Tiefe, darunter festerer Torf. Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,1° C. d. 16. VIII. 1905.

Zu 91—93: Pumilieto-Sphagnetum. Auf einer festeren, (von Grundwasser durchtränkten) Schicht gut zersetzten Torfes liegt eine ca. 10 cm starke, wenig zersetzte Sphagnumtorfschicht, mit dichter Moosdecke aus: *Sphagnum, Polytrichum, Hylocomium* und

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Hypnum in bultigem Wuchs bestehend. Dazwischen stehen kräftige Exemplare von *Pinus montana*, vorwiegend var. *pumilio*, *Betula nana*, (?) *Vaccinium uliginosum* und *oxycoccus*. Temperatur in 15 cm Tiefe: 13,8° C. d. 18. VIII. 1906. (Probe aus 12 cm Tiefe, über dem Grundwasser.)

Zu 94—96: Polytricheto-(Eriophoretum). Auf einer lockeren Schicht von 10—15 cm Dicke, bestehend aus *Sphagnum-Eriophorum-*, *Calluna-* und Holzresten, die auf einer gleichartig gebildeten, doch festeren, grundwasserdurchtränkten Schicht aufliegt, steht ein Reinbestand von *Polytrichum strictum*. Stellenweise finden sich dicht gedrängt Stöcke von Eriophorum vaginatum. Die einstmals kräftig gewachsenen Stämme von Latschen, Lärchen, Föhren und Birken sind — offenbar seit Jahren — abgestorben. Ein Grund dafür ist nicht erkennbar. Temperatur in 15 cm Tiefe: 15,3° C. d. 18. VIII. 1905.

Zu 97—98: Cladonietum. Grundwasser in 5 cm Tiefe unter einer lockeren Schicht von 5—8 cm Stärke, bestehend aus Resten von *Calluna*, *Vaccinium*, *Sphagnum* und mit einem Reinbestand von *Cladonien* bedeckt.

Temperatur in 15 cm Tiefe: 14,8° C. (Probe über dem Grundwasser). d. 18. VIII. 1905.

Zu 99—101: Naturwiese. Schlechte, moosige Naturwiese auf Niederungsmoor von 25 cm Mächtigkeit. Grundwasser in 15 cm Tiefe. Temperatur in 15 cm Tiefe: 16,3° C. d. 18. VIII. 1905.

Zu 102—104: Naturwiese im Donaumoos, gedüngt. Vorzüglich zersetzter Niederungsmoorboden. Bestand: *Daucus carota*, *Pastinaca*, *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Leontodon autumnalis*, *Galium mollugo*, *Rumex spec.*, *Ranunculus acer*, *Plantago lanceolata*.

Holcus lanatus, *Avena elatior*, *Avena flavescens*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*. d. 28. VIII. 1905.

Zu 105—107: Naturwiese im Donaumoos, ungedüngt, s. o. *Daucus*, *Pastinaca*, *Leontodon*, *Plantago* in besonders grosser Zahl.

Da die Einzelwerte der untersuchten Proben ziemlich stark, wenn auch offenbar in gesetzmäßigen Grenzen, schwanken, empfiehlt es sich, Durchschnittszahlen den folgenden Betrachtungen zu Grunde zu legen. Es ist nur bei diesen Durchschnittszahlen zu bedenken, daß sie nicht völlig gleichwertig sind, da sie aus verschieden vielen Analysen errechnet sind. Da ich aber die Einzelzahlen oben gegeben habe und zudem hier der besseren Orientierung halber bei jeder Zahl die Menge der Einzelanalysen aufführe, so daß sich jeder Leser über

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

den Wert der Mittelzahl selbst ein Urteil bilden kann, glaube ich diese Werte hier unbedenklich benützen zu können.

Die untersuchten rohen Moorformationen gehören der Hauptsache nach zwei Formenkreisen der Moorbildung an, die, obwohl in ihrer Flora grundverschieden, auf dasselbe Ziel: das Hochmoor, hinstreben, wenn die Bedingungen dafür günstig sind, und die daher als gleichwertige, von einander unabhängige Bildungen zu betrachten sind.

Weitaus der häufigste Typ ist die Entstehung von Niederungsmoor — für vorliegenden Fall vielleicht geeigneter als „Wiesenmoor" zu bezeichnen, — aus einer freien Wasserfläche und Übergang des Wiesenmoores in Hochmoor. Seltener, dafür aber meist um so charakteristischer ausgeprägt, ist der Übergang von „Waldmoor", d. h. eines auf Niederungsmoorboden irgend welcher Provenienz erwachsenen Waldbestandes, in Hochmoor. (Vermoorung der Wälder an sich und Vernichtung durch Übergang in Hochmoor ist übrigens nur für das deutsche Flachland eine relativ seltene Erscheinung. In den Gegenden „regionaler Moorbildung" wie die Gebirge und die nördlichen Länder Europas es sind, dürfte die Bildung von Hochmoor aus Wald sogar weitaus über die Bildung aus Wiesenmoor überwiegen. Man denke nur an das Vordringen der Tundra, die ja auch nichts weiter als ein Hochmoor ist, nach Süden [Tanfiljew], wobei die geographische Waldgrenze natürlich durch Vernichtung des Waldes durch das Moor ebensoviel südlich verschoben wird.)

Die Bildung von Wiesenmoor aus einer freien Wasserfläche und der Übergang des so entstandenen Moores in Hochmoor verläuft in Oberbayern und speziell am Orte der Untersuchung etwa in folgenden Phasen:

Am Ufer des Sees siedeln sich Rohrbestände an: Arundinetum; Großseggenarten folgen im seichter werdenden Wasser: Magnocaricetum. Wo es diesen letzteren zu trocken wird, treten ihre kleinen Artgenossen in die Lücken, bis sie schließlich dominieren: Parvocaricetum. Nach und nach mischt sich Molinia coerulea ein, bis zur Bildung von Reinbeständen: Molinietum und ebnet den Hochmoorgewächsen den Weg, indem oft direkt Sphagnen sich ansiedeln, ein recht seltener Fall: Molinieto-Sphagnetum, oder aber im gewöhnlichen Gange der Entwicklung Calluna auftritt, die Formation des Callunetums bildend, die allerdings auch sekundär durch Trockenlegen der folgenden Formation: Calluneto-Sphagnetum entstehen kann. Den Hochmoorwald verkörpert das Pumilietum.

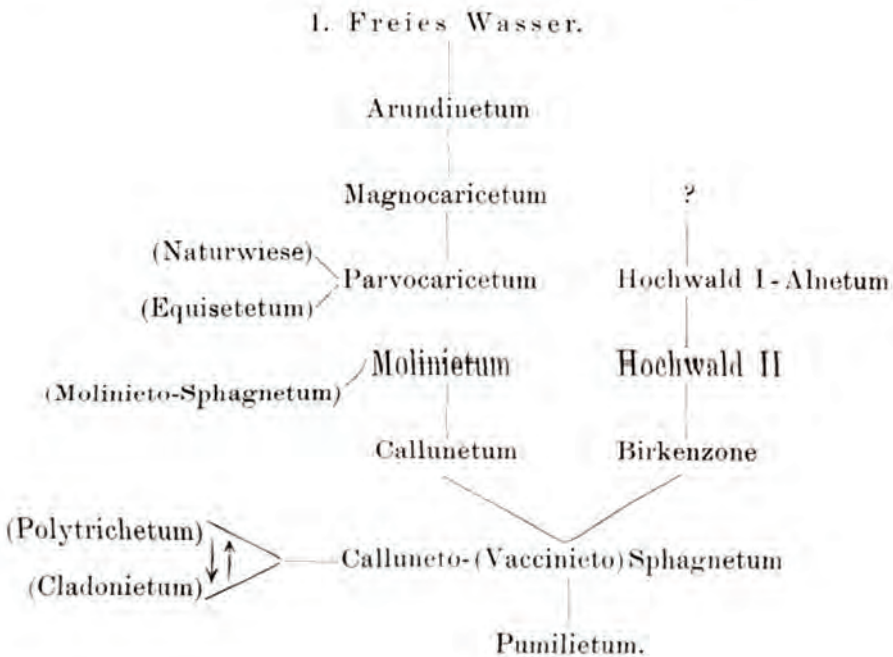
Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Im anderen Formenkreise dürfte der als Hochwald I bezeichnete, oben detailliert charakterisierte Bestand, dem Parvocaricetum entsprechen, (wobei das Wort „entsprechen" cum grano salis zu verstehen ist!); Hochwald II demgemäß dem Molinietum, die sogenannte Birkenzone in der Rangordnung im Entwicklungsgang zum Hochmoor (nicht etwa Ausbildung!) dem Callunetum. Die folgenden Formationen: Calluneto-Sphagnetum und eventuell Pumilietum sind die gleichen wie oben.

Die selteneren Formationen beanspruchen auch geringere Bedeutung und können ebensogut sekundär, d. h. aus Hochmoor, das den Höhepunkt seiner Entwicklung überschritten hat, wie primär, d. h. auf dem Wege vom Niederungsmoor zum Hochmoor entstehen.

Die „Naturwiese" rangiert in Höhe des Parvocaricetums, dergleichen das Equisetetum; das Alnetum dürfte dem Hochwald I entsprechen. Ihre Bildung ist wohl nur primär zu beobachten. Dagegen sind Polytrichetum und Cladonietum sicher teils primär, teils sekundär entstanden, desgleichen nicht selten, wie z. B. Nr. 89 bis 90, siehe oben, das Callunetum.

Zur besseren Übersicht sei der Entwicklungsgang nach den kurz skizzierten botanischen Gesichtspunkten schematisch dargestellt:



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Betrachten wir zunächst die Entwicklung des Wiesenmoores zum Hochmoor.

Wiesenmoorformationen.

	Arundinetum	Magnocaricetum	Parvocaricetum	Molinietum	Callunetum	Callunetosphagnetum	Pumilietum	Naturwiese	Equisetetum	(Molinietosphagnetum)	(Polytrichetum	Cladonietum
	3Anal.	8Anal.	10 Anal.	4Anal.	10 Anal.	12 Anal.	3Anal.	9Anal.	3Anal.	3Anal.	3Anal.	2Anal.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sauerstoff .	20,23	20,48	20,11	**16,68**	19,24	20,43	20,37	20,00	20,63	16,80	20,17	20,45
Kohlendioxyd	0,13	0,33	0,51	**2,68**	0,88	0,22	0,13	0,57	?	2,33	0,33	0,10
Summe	20,36	20,81	20,62	19,36	20,12	20,65	20,50	20,57	20,63	19,13	20,50	20,55

In der Tabelle fällt zuerst auf, daß die Summe von Kohlendioxyd und Sauerstoff starken, ganz unregelmäßigen Schwankungen unterliegt und stets niedriger bleibt, von der einen Ausnahme des Magnocaricetums abgesehen, als der normale Sauerstoffgehalt der Atmosphäre 20,8 %.

Es ist dies Verhalten leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß die Oxydation der Humusstoffe. resp. der Ausgangsstoffe für Bildung der Humus, zu welcher der Sauerstoff der Luft verbraucht wird, keineswegs immer zur Bildung äquivalenter Mengen Kohlensäure führt, vielmehr ein großer Prozentsatz des Sauerstoffs in den festen Oxydationsprodukten der Pflanzenreste, speziell den Humuskörpern, festgelegt wird.

Abweichungen von der Norm in der Zusammensetzung der Bodenluft, deren Zirkulation bei dem geringen für sie verfügbaren Porenvolumen, namentlich der dem Hochmoor nahestehenden Formationen, wie es sich oben (II, 1) aus der geringen überhaupt beobachteten Luftmenge ergibt, eine beschränkte und außerordentlich erschwerte sein muß, sind also nicht verwunderlich. Gleichzeitig geht aber auch aus obigem hervor, wie unzulässig es ist, nur einen Bestandteil, meistens die Kohlensäure, zu bestimmen und daraus Schlüsse, die auch den andern betreffen, zu ziehen, wie es in den älteren Untersuchungen (cf. Literatur) oft geschehen ist.

Behält man die Festlegung des Sauerstoffs der Bodenluft in Form von Humusstoffen, die sich selbstverständlich jeder Kontrolle entzieht, im Auge, so ist von vornherein klar, daß der Sauerstoffgehalt der Bodenluft eine strenge Gesetzmäßigkeit

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

garnicht zeigen kann. Denn der Möglichkeiten für sein Verschwinden gibt es zu viele andere gegenüber der einen Bildung von CO_2.

Derselbe Umstand macht auch den Wert der Summe von $(O + CO_2)$ recht gering, da die regellosen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes, die der Lage der Sache nach noch dazu relativ sehr große sind, etwaige Regelmäßigkeiten in den Kohlensäuregehalt der Bodenluft überdecken müssen.

Und daß diese Regelmäßigkeiten im Kohlensäuregehalt existieren, glaube ich nach den Daten der vorstehenden Tabelle mit gutem Grunde behaupten zu können.

Vergleicht man die angegebene genetische Reihe, vom Arundinetum zum Pumilietum resp. Calluneto-Sphagnetum, so bemerkt man darin zwei Minima des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft: Arundinetum und Pumilietum, bis zu welchem die Typen streng ihrer natürlichen Entwicklung auseinander entsprechenden An- resp. Abstieg zeigen. Für dieses offenbar nicht zufällige Verhalten — denn auch in der weiter unten zu besprechenden zweiten Entwicklungsreihe zeigt sich dieselbe Gesetzmäßigkeit und auch die weniger wichtigen Typen rangieren in die ihnen der botanischen Theorie nach zukommenden Plätze ein — scheint nur folgende, auch durchaus natürliche Erklärung möglich:

Die Kohlensäure der Bodenluft entstammt, wie oben schon erläutert, teils den Pflanzen selbst, indem sie von den Wurzeln ausgeatmet wird, teils ist sie — und zwar überwiegend wenigstens im Moorboden — Zersetzungsprodukt der kohlenstoffhaltigen Substanzen des Bodens. Nimmt man die im Bodenwasser gelöste Menge CO_2 als constant an, was jedenfalls wenigstens für die Verhältnisse des rohen Moorbodens annähernd richtig sein dürfte, dann ist der Art der Bildung nach die Menge der gasförmigen Kohlensäure abhängig: 1. von der Atmungsenergie der Pflanzenwurzel, d. h. von der Pflanzenspecies; 2. von der größeren oder geringeren Zersetzbarkeit der humosen Stoffe des Bodens, die sich natürlich auch nach der produzierenden Pflanze richtet; 3. von der größeren oder geringeren Schwierigkeit des Luftwechsels im Boden, wofür die procentische Menge der Luft im Boden ein gutes Maß gibt. Die nahe Beziehung dieser Größe zur Vegetation haben wir oben betrachtet: 4. von der Temperatur insofern, als die Temperatur die Größe der Zersetzungsvorgänge im Boden in erster Linie regelt, nach den grundlegenden Forschungen Wollnys und anderer Autoren, worauf unten noch zurückzukommen sein wird. Inwiefern aber auch in dieser Beziehung der Pflanzenbestand des Bodens eine Rolle spielt, ist im ersten

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Teile der Arbeit ausführlich erläutert; 6. von dem Wassergehalt des Bodens, welcher Faktor aber schon in 3. mitenthalten ist, da Wasser und Luft sich ja gegenseitig im Boden ausschließen.

So haben wir eine scheinbar verwirrend große Zahl von Variabeln, die aber alle in einer einzigen Variabel sich vereinigen lassen, der Vegetation.

Behandeln wir die Frage von diesem so gewonnenen Standpunkte aus, so erscheint die in der Tabelle sich zeigende Regelmäßigkeit oder prägnanter ausgedrückt, Gesetzmäßigkeit leicht verständlich.

Was die Atmungsenergie der Pflanzenwurzeln anlangt, so fehlen für die hier in Betracht kommenden Gewächse die genauen oder überhaupt Angaben. Nach dem Stande unseres Wissens von anderen Pflanzen ist aber wohl der Schluß berechtigt, daß die Wurzeln der anspruchsvolleren Niederungsmoorgewächse energischer atmen werden, als die der Hochmoorgewächse, ein Schluß, den die in Teil II[1] behandelte Abhängigkeit der Vegetation von der Luftmenge des Bodens nur bestätigt.

Wie groß die auf diese Weise entstehende CO_2-Menge ist, namentlich im Verhältnis zu der aus den humosen Stoffen des Bodens sich bildenden, entzieht sich jeder Schätzung. Nur soviel läßt sich wohl sagen, daß sie gegenüber der vom Boden selbst gebildeten Kohlensäure der Menge nach kaum in Betracht kommt, und daher ihre Differenzen bei den verschiedenen Pflanzen des Moores hier vernachläßigt werden können.

Das Arundinetum ist teils direkt eine Formation des Wassers, teils kommt es, wie in den hier untersuchten Fällen, bis fast aufs trockene Land. Immerhin ist zwischen den einzelnen Horsten von Phragmites communis noch Wasser genug, um die Hauptmenge der herabfallenden Blätter etc. ganz zu bedecken und damit natürlich für unseren Zweck auszuschalten.

Der über Wasser befindliche Teil des Arundinetum-Bodens, — wenn man überhaupt von Boden hier reden darf — besteht aus einem relativ trockenen Gewirr von Wurzeln, erfüllt mit Moder, noch unveränderten Blattresten und Stengeln, das demgemäß, wie sich auch bei der Probenahme deutlich zeigte, — sehr viel Luft enthält, die leicht aus- und einströmen kann. Die nicht unbeträchtliche Beschattung dieses Bodens läßt es zu hoher Erwärmung nicht kommen. (Direkte Messungen der Temperatur in den einzelnen Beständen habe ich versucht und die ermittelten Daten der Vollständigkeit halber auch oben angegeben. Da es sich aber um Einzeldaten im schlimmsten Sinne des Wortes handelt, verzichte ich darauf, sie hier zu verwerten,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

halte mich vielmehr soweit erforderlich, an die in Teil I[1] entwickelten Prinzipien.)

So wirkt im Arundinetum alles auf geringen CO_2-Gehalt der Bodenluft hin — richtiger ausgedrückt: der Luft der „Rhizosphäre." Relativ wenig sich zersetzende Stoffe, unter der Zersetzung nicht besonders günstigen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen und leichte Möglichkeit des Entweichens der gebildeten Kohlensäure sind Gründe genug, um den Minimalgehalt von durchschnittlich 0,13 % CO_2 zu erklären. Daß es hin und wieder lokal zu Anhäufungen größerer Kohlensäuremengen, hier wie auch in den anderen Formationen kommen kann, sei als selbstverständlich hier gleich ein für allemale erwähnt, geht zudem aus den mitgeteilten Einzeldaten hervor.

Das Magnocaricetum lehnt sich im Bau eng an das Arundinetum an. Hier wie dort steht Wasser zwischen den Bulten, doch sind diese schon von festerer Struktur, mehr sich zersetzende Stoffe enthaltend, etwas weniger, obschon immer noch sehr stark, durchlüftet. Auch die Beschattung und damit der Schutz vor den Wärme- und Lichtstrahlen der Sonne ist weit geringer als im Arundinetum. Alle diese Umstände finden ihren Ausdruck in dem fast dreifachen Gehalt der Bodenluft des Magnocaricetums an Kohlensäure: 0,33 % CO_2 im Durchschnitt.

Obwohl aus dem Magnocaricetum hervorgehend und durch so viele und so allmähliche Übergänge damit verbunden, daß es in sehr vielen Fällen rein subjektive Ansichtssache ist, ob man einen Bestand noch als Magnocaricetum oder schon als Parvocaricetum bezeichnen will, zeigt das Parvocaricetum in typischer Ausbildung wesentlich andere Bodenverhältnisse. Das freie Wasser ist verschwunden und durchtränkt als Grundwasser und capillar sowie intermicellär gehaltenes Wasser den nicht mehr bultig zerklüfteten sondern ziemlich gleichmäßig geschlossenen, relativ dichten Boden, die Luftzirkulation jedenfalls in hohem Grade erschwerend. Geringe Beschattung läßt der Wärme freien Zutritt zum Boden. So sind die Bedingungen einer regen Zersetzung gegeben, die aber durch die Menge des Wassers resp. den schwierigen Luftaustausch in Schranken gehalten und in der Linie maximalster Humus- resp. Torfbildung geleitet wird, da der vorhandene Sauerstoff zur völligen Oxydation der organischen Stoffe, die zudem erst im Beginn der Zersetzung stehen, nicht ausreicht, wie ja auch die Kleinseggen als Torfbildner ersten Ranges bekannt sind.

Da also der Luftsauerstoff hauptsächlich in festen Verbindungen

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

nieder gelegt wird, ist ein zwar relativ hoher, doch nicht maximaler CO_2-Gehalt der Rhizosphäre zu erwarten: 0,51 % weist in der Tat das Mittel von zehn Untersuchungen auf.

Das Molinietum, die anschließende Formation zeigt dann einen gewaltigen Anstieg der Kohlensäureproduktion bis zum Durchschnittsgehalt von 2,68 %, dem ein Minimalgehalt an Sauerstoff von 16,68 % entspricht. Bemerkenswert ist auch das große Defizit der Summe $O + CO_2$ % : 19,36 % gegenüber dem Normalgehalt der Luft an Sauerstoff 20,8 %.

Der hohe Luftgehalt (s. o.) und die daraus sich von selbst ergebende gute Durchlüftung des Molinietums, wohl zum Teil hervorgerufen durch ein reges Tierleben der Rhizosphäre, fördern im Verein mit einer mittleren Feuchtigkeit bei relativ geringer Beschattung, also hoher Bodenwärme energisch die Zersetzung der organischen Stoffe und zwar nach zwei Richtungen: einmal wird offenbar Sauerstoff in großer Menge in Humuskörpern festgelegt, wie aus dem Sauerstoffdefizit von 1,44 % genügend hervorgeht. Dann aber — das beweist der abnorm hohe Kohlensäuregehalt der Bodenluft — führt die durch oben skizzierte Bedingungen ermöglichte energische Luftzirkulation im Boden zur völligen Verbrennung eines großen Teiles der Humuskörper.

Wie groß die im Laufe des Jahres auf diese Weise dem Boden entnommene Kohlenstoffmengen sind, entzieht sich natürlich jeder Schätzung. Gering darf man sie auf keinen Fall veranschlagen, wenn man die Anhäufung von CO_2 trotz der guten Durchlüftung des Bodens bedenkt, die nur durch entsprechend gesteigerte Intensität der Zersetzungsvorgänge erklärlich ist.

Ob die recht geringen Reste der alljährlichen Moliniavegetation diesen Ausfall an Kohlenstoff der Bodensubstanz zu decken vermögen, erscheint mehr als zweifelhaft. Vielmehr ist wohl Molinia nicht als „Torfmehrer", sondern als „Torfzehrer" auszusprechen.

Molinia coerulea, die normal auf völlig entwickelten Parvocariceten in Bayern auftritt, baut bis zu einem gewissen Grade das durch ihre Vorgänger gebildete Niederungsmoor durch Begünstigung der Zersetzung und geringe Stoffproduktion, die der Zersetzung nicht die Wage halten kann, ab. Die dadurch verfügbar werdenden Mineralbestandteile bringen der Vegetation nur geringen oder gar keinen Nutzen, denn infolge der Lockerheit der Rhizosphäre und der obersten Bodenschichten sind die Wirkungen der Auswaschung durch Regen entsprechend erhöhte und paralysieren die Wir-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

kungen der Zersetzung nicht nur, sondern müssen sie in den obersten Schichten sogar weit überwiegen, so dass diese Schichten stark verarmen.

Der Nährstoffgehalt gerade der allerobersten Bodenschichten aber ist maßgebend für das Auftreten der Sphagnen, die ja minimalen Nährstoffgehalt des Standortes verlangen. Daß die Sphagnen keine in tiefere Schichten dringenden Wurzeln haben, sondern allein auf die Oberflächenschicht hingewiesen sind, braucht kaum betont zu werden. Die Gefahr des Aufstieges von nährstoffreicherem Wasser aus tieferen Schichten aber liegt bei 1200 mm jährlicher Niederschlagsmenge schwerlich vor.

So stellt sich auch vom Standpunkte des Biochemikers betrachtet Molinia coerulea als das hin, als was sie die Botanik, wenn auch nicht in vorbeschriebenem Sinne, schon längst bezeichnet: als eine typische „Übergangsmoorpflanze", das Molinietum als die eigentliche vermittelnde Formation zwischen Niederungsmoor und Hochmoor, (wenigstens für Bayern).

Daß das Molinietum auch sekundär auf entwässerten Hochmooren auftreten kann, ändert an der Sache nicht das geringste. Denn überläßt man solche Strecken nur genügend lange sich selbst, so werden sie allmählich wieder zum echten rechten Hochmoor, sobald sich die oberen Bodenschichten hinreichend gesenkt haben, was wohl nicht zum wenigsten auf Zersetzung zurückzuführen ist. (25—28) liefert dafür ein geradezu typisches Beispiel, während es sich bei der in der Tabelle gesondert — und etwas vorgreifend — als Molinieto-Sphagnetum bezeichneten Formation, deren Werte denen des reinen Molinietums völlig entsprechen (cf. Tabelle) um eine sicher primäre Bildung handelt, die eben erst im Entstehen ist.

Ich habe mich einer scheinbaren Unrichtigkeit schuldig gemacht, indem ich von Ansiedlung von Sphagnen auf alten Molinieten spreche, während der Tabelle nach das Callunetum als nächste Entwicklungsstufe folgt.

Allerdings bietet oberflächliche Betrachtung eines solchen Folgebestandes das Bild reiner Heidevegetation, und für eine kurze Zeitspanne ist es vielleicht auch richtig. Aber in weitaus der Mehrzahl der Fälle siedeln sich unter dem Schutze der Heidepflanzen auch sofort unter vielen anderen Moosen die Sphagnen an, so daß obige Deduktionen völlig zu Recht bestehen, wenngleich man der Formation als solcher den Namen Callunetum geben muß, da die Sphagnumuntervegetation noch völlig für den Beschauer zurücktritt.

Keineswegs tut sie dies aber in ihrer Wirkung, die noch durch die sonstigen Moose verstärkt wird. Durchtränkung des Bodens mit

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Wasser ist die unausbleibliche Folge einer Sphagnumvegetation und damit Verdrängung der Luft (cf. II; 1). In den doch noch Luft enthaltenden obersten Schichten des Bodens, die noch dazu durch die Callunastauden nicht unbeträchtlich beschattet werden (cf. I; 1), ist die Menge der leicht oxydabeln Stoffe nicht hoch — die Rückstände des stark oxydierenden Molinietumbodens, holzige Callunareste und die unteren, noch lebenden Teile der Sphagnen — und kann der starke Absturz des Kohlensäuregehaltes dieser Formation bis auf 0,88% demnach nicht überraschen, trotz der sehr erschwerten Luftzirkulation.

In sekundär gebildeten Calluneten, die durch Entwässerung von Hochmoorstrecken, speziell Calluneto-Sphagneten leicht entstehen (cf. 89—90), liegen die Verhältnisse insofern etwas anders, als tiefgehende Entwässerung die obersten Schichten, die für diese Untersuchungen in Betracht kommen, wirklich wasserarm und damit luftreich machen kann.

Dennoch ist die Bildung von Kohlensäure beschränkt, da die frischen Sphagnumreste der obersten Schichten ein außerordentlich wenig zur Zersetzung geneigtes Material — namentlich noch in der Trockenheit — bilden.

Daß die echten Hochmoorformationen, das Calluneto-Sphagnetum und Pumilietum noch geringere Kohlensäuremengen produzieren als das Callunetum, ist nach obigem leicht verständlich, da sie die eben geschilderten Bodenverhältnisse: Luftarmut und geringe Mengen oxydabler Stoffe in noch höherem Grade aufweisen.

Die in der Tabelle noch enthaltenen, weniger oft auftretenden und daher weniger wichtigen Formationen stellen sich in ihrem Verhalten hinsichtlich der Zusammensetzung der Bodenluft an den ihnen schon von botanischen Gesichtspunkten aus zugewiesenen Ort. Ein Eingehen auf die kleinen Abweichungen oder gar auf Einzeldaten würde zu weit führen.

Waldmoorformationen.

	Hochwald I	Hochwald II	Birkenzone	Callunato-Sphagnetum	Pumilietum	(Ahetum)	Bemerkungen
	9 Anal.	13 Anal.	12 Anal.	12 Anal.	3 Anal.	3 Anal.	
	%	%	%	%	%	%	
Kohlendioxid .	1,13	0,30	0,29	0,22	0,13	2,20	
Sauerstoff . .	19,28	20,16	20,13	20,53	20,37	17,90	
Summe	20,41	20,46	20,42	20,65	20,50	20,10	

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Bezeichnung „Waldmoorformationen" trifft für die behandelte Frage nicht ganz den Gegenstand. Nicht der Wald, d. h. die Waldbäume sind es, die die Bodenluftverhältnisse bedingen, wenigstens in den hier in Betracht kommenden Beziehungen, sondern in erster Linie die Bodenvegetation.

Es ist schwer bei der Kompliziertheit der gegenseitigen Beziehungen das Verhältnis der Waldbäume zu Bodenvegetation und Boden mit wenigen Worten klar zum Ausdruck zu bringen. Schematisch stellt es sich etwa so dar, daß die Art des Bodens zunächst die Ansiedlung nur ganz bestimmter Waldbäume gestattet. Diese wieder bieten einer ganz spezifischen Bodenvegetation die Existenzbedingungen durch Beschattung etc. und diese Bodenvegetation in ihrer natürlichen Pflanzenfolge verändert schließlich den Boden derart, für den Fall des Moorwaldes vorwiegend in seinen physikalischen Eigenschaften, daß diese Änderung auch eine Artverschiebung der Waldbäume hervorruft, indem die anfangs bestandbildenden Bäume keine Existenzbedingungen mehr finden und daher den besser den momentanen Verhältnissen angepaßten Rivalen das Feld räumen.

Die den Boden direkt beeinflussenden Gewächse sind demnach die Pflanzen der Bodenvegetation, also in erster Linie die Moose. Folgerichtig ist die Grenze zwischen den als Hochwald I und II bezeichneten Beständen weniger nach dem Aussehen der Waldbäume gezogen resp. ihrer Artänderung, die in den untersuchten, noch nicht sehr alten Formationen keine hohen Werte zeigte, als vielmehr nach der Mächtigkeit der Moosvegetation, speziell aber dem Auftreten der mörderischen Sphagnen (vgl. auch II [1]).

Die als „Birkenzone" bezeichnete Region des Moorwaldes hat unter dem Einfluß der Sphagnumbodenvegetation einen solchen prägnanten Wechsel im Baumbestande erfahren, daß der Name Birkenzone genau den Punkt trifft.

Im Hochwald I ist der Boden gut durchlüftet (cf. II [1]), der Grundwasserstand ziemlich tief, die Oberfläche nur von einer Streudecke überdeckt, mit licht stehenden Pflanzen besetzt, die Bodentemperatur ist als eine mittlere anzunehmen, da bei dem ziemlich geschlossenen Stand der Fichten von direkter Besonnung des Bodens natürlich wenig die Rede ist. Das Resultat dieser Verhältnisse ist der relativ hohe Kohlensäuregehalt der Bodenluft (cf. Tabelle), der in den Folgeformationen, Hochwald II und Birkenzone, mit Abnahme der genannten Bodeneigenschaften unter dem Einfluß der dichten Moosdecke und ganz speziell der Sphagnen sich immer mehr verringert und den Übergang zu den auch botanisch sich anschließen-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

den Formationen: Calluneto-Sphagnetum und Pumilietum bildet, die schon oben besprochen sind.

Das Alnetum dürfte im vorliegenden Fall etwa Hochwald I entsprechen.

II. Kunstwiesen.

Es erübrigt nur noch, einen kurzen Blick auf künstliche Pflanzenvereine zu werfen, die gewissermaßen zwischen Kultur und Natur stehen, die Kunstwiesen. Was die natürlichen Pflanzenformationen deutlich zeigten: Abnahme der Kohlensäureproduktion des Bodens mit Annäherung aus Hochmoor, das tritt auch hier bei den Kunstwiesen auf Hochmoor deutlich hervor.

Der infolge der Bearbeitung und Düngung (s. unten) sehr hohen Kohlensäurebildung des ersten und zweiten Jahres folgt Sinken der Bodenluftmenge und der damit Hand in Hand gehenden Verschlechterung der Flora (s. oben II [1]) eine Abnahme auch der Kohlensäure

Jahre	Datum	Temperat.	% O	% CO_2	
I. Jahr	d.21.VIII.	16,2°	12,0 11,4 19,3	5,7 5,5 1,0	Bestand vorzügl. Phleum Lolium ital. Trif. repens. hybridum. pratense. Boden locker.
rchschnitt			14,23	4,07	
II. Jahr	d.21.VIII.	17,66°	12,1 18,0 16,3	6,1 2,9 4,1	Bestand schlechter als I, etwa von gleicher Zusammensetzung wie III, Boden etwas lockerer als III, Grundwasser in 15—20 cm Tiefe. Trif. pratense herrschend.
rchschnitt			15,47	4,37	
II. Jahr	d.21.VIII.	18,1°	17,1 19,9 17,1	2,4 1,0 3,1	Schlechter lückiger Bestand, vorwiegend **Holcus lanatus Trif. hybridum**. In 10—15 cm Tiefe Grundwasser; Boden sehr dicht.
rchschnitt			18,03	2,17	
I. Jahr	d.28.VIII.		19,9 19,7 20,0	0,5 0,8 0,6	**Phleum, Avena flavescens**, Dactylis glomerata Poa, Lotus corniculatus. Gute geschlossene Narbe.
rchschnitt			19,87	0,63	
V. Jahr	d.28.VIII.		20,1 20,3 20,0	0,5 0,7 0,8	Avena elatior, Lolium ital. Phleum, Dactylis glomerata, Trifolium incarnatum Daucus, Melandryum, Artemisa. Chenopodium.
rchschnitt			20,13	0,67	

(Donaumoos)

in der Bodenluft. Daß solche Wiesen, sich selbst überlassen, allmählich wieder völlig Hochmoor werden, kann keinem Zweifel unterliegen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Ist doch das Hochmoor erst der natürliche Abschluß der Moorbildung für das Klima Oberbayerns.

In scheinbarem Widerspruch zu diesen Ausführungen stehen die für künstliche Wiesen des Donaumooses ermittelten Daten, die trotz des sehr guten Bestandes recht niedrige Werte für CO_2 aufweisen. Aber ich glaube, die Erklärung dieser Abweichung ist einfach.

Das Donaumoos ist bereits lange entwässert, die Entwässerung ist namentlich an den Orten der Probenahme eine sehr gründliche, so daß die Luft ausgiebig Gelegenheit gehabt hat, das, was in der Krume leicht oxydierbar war, zu oxydieren, namentlich wenn man den hohen Durchlüftungsgrad des Bodens des Donaumooses bedenkt, der gleichzeitig der gebildeten Kohlensäure leicht den Austritt gestattet, so daß es zu Anhäufungen nicht leicht kommen kann. Obwohl eine relativ hohe Intensität der Zersetzung in der Krume natürlich herrschen muß, beschränkt nur durch die Konstitution der die Krume bildenden mineralreichen Humusstoffe.

So erscheint nach allem die Kohlensäure im Moorboden in der Tat als oekologischer Faktor, aber nur insofern, als ihre Menge einen Maßstab abgibt für die Intensität der Zersetzungsvorgänge im Boden, modifiziert durch höheren oder geringeren Luftgehalt der Rhizosphäre und die Art der den Boden bildenden Stoffe.

Hoher Kohlensäuregehalt der Bodenluft ist identisch mit hochgradiger „Tätigkeit" des Bodens und diese mit der Fähigkeit, eine anspruchsvolle Flora zu tragen.

Giftwirkungen eines nach wenigen Prozenten zählenden Gehaltes der Bodenluft an Kohlensäure lassen sich auf keinen Fall auf Moor konstatieren. Sie werden auch auf anderem Boden wohl erst dann wirklich sich bemerkbar machen, wenn die Menge des Kohlendioxyds auf eine ähnliche Höhe steigt, wie sie Mangin in Paris im Boden fand (24 %).

Zum Schlusse sei das Ergebnis dieser Untersuchungen der rohen Moore, der wenigen wirklich ursprünglichen Naturgebilde unserer Zeit, die aber gerade wegen ihrer Ursprünglichkeit am allerersten solche Fragen beantworten können, in wenigen Worten zusammengefaßt.

Wärme- und Luftverhältnisse, sowie Zersetzungsvorgänge im Moorboden, die untereinander in unentwirrbaren Wechselwirkungen stehen, werden modifi-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

ziert durch die Vegetation des Moorbodens, der selbst aus den Resten ehemaliger Vegetationen besteht. Die Vegetation ihrerseits wird in ihrer Zusammensetzung bedingt durch die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Moorbodens, so daß aus diesen gegenseitigen Wirkungen eine Pflanzenfolge resultiert, deren Endziel die Formation des Hochmoores ist, wenn das örtliche Klima dies gestattet.

Literatur-Verzeichnis.

I. Zusammenfassende Werke.[1])

I. Baumann, Die Moore und Moorkultur in Bayern.
II. Contejean, L'influence du Terrain sur la végétation. Paris 1875.
III. Ebermayer, Die gesamte Lehre der Waldstreu.
IV. „ Die physikal. Einflüsse des Waldes auf Luft und Boden.
V. Francé, Das Leben der Pflanze I.
VI. Früh u. Schroeter, Moore der Schweiz.
VII. Gräbner, Die Heide Norddeutschlands.
VIII. „ Handbuch der Heidekultur.
IX. Hann, Meteorologie.
X. Kerner, Pflanzenleben.
XI. — Das Pflanzenleben der Donauländer.
XII. Mayer, Agrikulturchemie II, 1.
XIII. Poppe, Über Moor und seine landwirtschaftliche Verwertung.
XIV. Pfeffer, Pflanzenphysiologie.
XV. Ramann, Bodenkunde.
XVI. „ Die Waldstreu.
XVII. „ Forstliche Bodenkunde.
XVIII. Senft, Der Erdboden nach Entstehung, Eigenschaften und Verhalten zur Pflanzenwelt.
XIX. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten.
XX. Schimper, Pflanzengeographie.
XXI. Strassburger, Lehrbuch der Botanik.
XXII. Warming-Gräbner, Ökologische Pflanzengeographie.
XXIII. Weber, Augstumalmoor.
XXIV. Wollny, Zersetzung der organischen Stoffe.
XXV. Mitscherlich, Bodenkunde. Berlin 1905.
XXVI. Schubert, Der Wärmeaustausch im festen Erdboden etc. Berlin 1904.

II. Einzelabhandlungen.

1. Vorwiegend Temperatur betreffend.

1. Becquerel, Über die Temperatur an der Oberfläche des Bodens, in der der Erde bis zu 36 m Tiefe, sowie über die Temperatur zweier Böden, von denen der eine nackt, der andere mit Rasen bedeckt ist im Jahre 1881. Compt. rend. 1882, p. 1174.

[1]) Überall, soweit nicht anders angegeben, neueste Auflage.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

2. Bühler, Untersuchungen über die Temperatur des Bodens und die Verdunstung von Wasser aus dem Boden. Mitt. der schweiz. Zentralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen. IV, p. 257.

3. Breitenlohner, Bodentemperatur und Regenfall. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1884, p. 408.

4. Ebermayer, Über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme und über den Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur in Rücksicht auf das Pflanzenleben. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1891, p. 195.

5. Fleischer, Die Wasser- und Temperaturverhältnisse des besandeten und nicht besandeten Hochmoorbodens. Landw. Jahrb. 1891, p. 374.

6. Hoppe, Untersuchungen über den Einfluß der Bestandesdichte auf die Bodentemperatur. Centralbl. f. d. g. Forstw. 1897.

7. Hornberger, Studien über Luft- und Bodentemperaturen. Forstwirtsch. Centralbl. 1902, p. 479.

8. Kassner, Der Wärmehaushalt im Boden. Blätt. f. Zuckerrübenbau 1902, p. 151.

9. Kerner, Die Änderung der Bodentemperatur mit der Exposition. l. c. 1892, p. 26.

10. Krawkow, Untersuchungen einiger physik. Eigenschaften der Schwarzerde in der Ursteppe. B. Centralbl. f. A. 1902, p. 649.

11. v. Liebenberg, Untersuchungen über Bodenwärme. Bericht aus dem physik. Lab. und der Versuchsanstalt des landw. Institus der Universität Halle, 2. H., p. 1.

12. Mitscherlich, Untersuchungen über physikalische Bodeneigenschaften. Landw. Jahrb. 1901, p. 361.

13. Nördlinger, Einfluß des Waldes auf die Luft und Bodenwärme. Naturforscher 1886, p. 119.

14. Penhallow, Bodentemperaturen. Agric. Science 1887, p. 75.

15. Schloesing, Einfluß der Temperatur auf die Hygroskopizität der Ackererde. Compt. rend. 1884, p. 215.

16. Schubert, Der jährliche Gang der Luft und Bodentemperatur. Berlin 1900.

17. „ Zur Theorie der Wärmeleitung im Erdboden. Physik. Zeitschrift I, p. 442.

18. Stellwaag, Untersuchungen über die Temperaturerhöhung verschiedener Bodenkonstituenten und Bodenarten bei Kondensation von flüssigem und dampfförmigem Wasser, sowie von Gasen. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1882, p. 210.

19. Ulrich, Untersuchungen über die Wasserkapazität der Böden. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1896, p. 37.

20. Wagner, Über den Einfluß der Düngung mit organischen Substanzen auf die Bodentemperatur. l. i. 1882, p. 373.

21. Wild u. Dograndt, Untersuchungen über Bodentemperaturen. Rep. f. Meteorologie. VI, Nr. 4.

22. Wollny, Untersuchungen über den Einfluß der Streudecke auf die Erwärmung und Durchfeuchtung des Bodens. l. c. 1890, p. 143.

23. „ Über den Einfluss der oberflächlichen Abtrocknung des Bodens auf dessen Feuchtigkeits- und Temp.-Verhältnisse. l. c. 1880, p. 325.

24. „ Untersuchungen über die Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften des Moorbodens durch Mischung und Bedeckung mit Sand. l. c. 1894, p. 229.

25. „ Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse der Bodenarten. l. c. 1896, p. 305.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

26. Wollny, Untersuchungen über den Einfluß der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physik. Eigenschaften des Bodens. l. c. 1889, p. 1.
27. „ Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstl. Zwecken errichteten meteorol. Stationen. l. c. 1891, p. 462.

2. Vorwiegend Bodenluft behandelnd.

28. Ammon, Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1880, p. 219.
29. Atterberg, Kann der Kalk in seinen Wirkungen auf Moorböden durch Magnesia ersetzt werden? Svenska Mossk. för. Tidsk. 1891, p. 121.
30. Déherain u. Demoussy, Untersuchungen über die Durchlässigkeit des Bodens. Annal. agron. 1896, p. 49.
31. Djemil, Untersuchungen über den Einfluß der Regenwürmer auf die Entwickelung der Pflanzen. Diss. Halle a. S. 1896.
32. Fabricius und v. Feilitzen, Bakteriengehalt jungfräulichen und kultivierten Hochmoorbodens. Sv. Mossk. för. Tidsk. 1905, H. 2.
33. Götz, Das Schwinden des Wassers in den höheren Bodenlagen. Vierteljahrsschrift des b. Landw. Rates. 1905, p. 391.
34. Gundlach, Über die Beschaffenheit des Kendlmühlfilzes. Journ. f. L. 40, p. 226.
35. Hess, Die Einwirkung gewisser als Meliorations- und Düngemittel verwendeter Stoffe auf die Zersetzungsvorgänge im Hochmoorboden. Landw. Jahrb. 1891, p. 890.
36. Hannén, Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Diffusion der Kohlensäure. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. XV, p. 6.
37. Kornella, Die Entwässerung der Moore für Kulturzwecke. Zeitschr. f. Moorkultur und Torfv. 1905, p. 133.
38. Kosaroff, Die Wirkung der Kohlensäure auf den Wassertransport in den Pflanzen. Bot. Centralbl. 1900, p. 138.
39. Lemmermann, Untersuchungen über den Einfluß eines verschieden großen Bodenvolums auf die Entwickelung der Pflanzen. Journ. f. L. 1905, p. 173.
40. Loew, Über Kalkdüngung. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1905, p. 585.
41. Mangin, Vegetation und Durchlüftung des Bodens. Annal. de la science agr. 1896.
42. Minssen, Über die Diffusion in sauren und neutralen Medien, insbesondere in Humusböden. Landw. Vers. 1905, p. 445.
43. Müller, Über die Tätigkeit der Regenwürmer und ihr Verhalten zu den Rhizompflanzen, besonders der Buchenwaldungen. Oversigt over det kgl. Danske Videns kabernes Selskab Forh. 1894, p. 49.
44. „ Über Bildung der Torfmoore. Mitt. d. V. zur Förd. der Moork. 1888, p. 145.
45. Poppe, Über Entstehung und Klassifikation des Moores. l. c. 1886, p. 305.
46. Puchner, Über Spannungszustände von Wasser und Luft im Boden. Forsch. auf d. G. d. Agrik. Ph. 1896, p. 1.
(cf. Mayer l. c. II. Bd., p. 251; Hilgard l. c. II. Bd., p. 441; Whitney U. St. Department, Bull. 1892.)
47. Ramann, Anzahl und Bedeutung der niederen Organismen in Wald- und Moorböden. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1899.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

48. Ramann, Untersuchungen über Waldböden. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1888, p. 299.
49. Seelhorst, Untersuchungen über das Eindringen von Regenwasser auf einem Sandboden und auf einem Lehmboden. Jour. f. L. 1905, p. 260.
50. „ Beiträge zur Lösung der Frage nach dem Wasserhaushalt im Boden. Journ. f. L. 1905, p. 239.
51. Stoklasa u. Ernest, Über den Ursprung, die Menge und Bedeutung des Kohlendioxydes im Boden. Zentralbl. f. Bakt. 1905, p. 723.
52. v. Tubeuf, Zur Kenntnis des Pfeifengrases. Naturw. Zeitschr. f. L. u. F. I, 239
53. Weber, Veränderungen in der Vegetation der Hochmoore. Mitt. d. V. z. Förd. d. Moork. 1894, p. 309.
54. „ Über Torf, Humus und Moor. Abh. d. naturw. Vereins zu Bremen. 1903, p. 465.
55. Wollny, Untersuchungen über den Einfluß der physikal. Eigenschaften des Bodens auf dessen Gehalt an freier Kohlensäure. Forsch. a. d. G. d. Agrik. Ph. 1881, p. 1.
56. „ Beiträge zur Frage des Einflusses des Keimes und der Witterung auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. l. c. 1882, p. 299.
57. „ Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. l. c. 1893, p. 193.
58. „ Untersuchungen über die Verdunstung. l. c. 1895, p. 486.
59. „ Untersuchungen über das Verhalten der atmosphärischen Niederschläge zur Pflanze und zum Boden. l. c. 1895, p. 180.
60. „ Der Einfluß der atmosphärischen Niederschläge auf die chemischen Eigenschaften des Bodens. l. c. 1896, p. 267.
61. „ Untersuchungen über den Einfluß der Pflanzendecken auf den Kohlensäuregehalt der Bodenluft. l. c. 1896, p. 151.
62. „ Untersuchung über die Beeinflussung der physikal. Eigenschaften des Moorbodens durch Mischung und Bedeckung mit Sand. l. c. 1897, p. 187.

Inhaltsübersicht

Seite

Einleitung 1
I. Die Bodentemperatur 3
Die Temperaturverhältnisse jungfräulicher Hochmoortypen 5
1. Das Sphagnetum 6
2. Das Rhynchosporetum 11
3. Das Callunetum 12
4. Das Pumilietum 15
II. Die Bodenluft 19
A. Menge der Bodenluft 19
1. Moorwaldformationen 22
2. Das Molinietum 23
3. Künstliche Pflanzenvereine 24
B. Die Zusammensetzung der Bodenluft 28
I. Die Bodenluft und die natürlichen Pflanzenvereine 28
II. Kunstwiesen 46

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Sonderabdruck aus der naturwissenschaftlichen Zeitschrift
für Land- und Forstwirtschaft.
Herausgegeb. von Prof. Dr. Freih. v. Tubeuf.

Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores.

Von Dr. H. Paul.

In der Sitzung der bayerischen Moorkulturkommission am 17. März 1902 wurde u. a. auch der Anbau von Schwarzerlen auf Hochmoor zur Sprache gebracht. Es wurde ausgeführt, daß bei der großen Nachfrage nach Erlenholz und bei dem Mangel an Produktion im Inlande erhebliche Quantitäten eingeführt werden müßten und daß es deshalb erwünscht sei, wenn sich neue Quellen dafür erschlößen. Aus diesem Grunde sei es angezeigt, Versuche mit Erlenkultur auf Hochmoor zu machen.

Dieser Vorschlag fand lebhaften Widerspruch. Es wurde behauptet, das Hochmoor sei für die Schwarzerle kein geeigneter Standort, um sie waldbaumäßig ziehen zu können. Und wenn sie schließlich auch dort wachse, sei es noch fraglich, ob man brauchbare Stämme erziele. Unter solchen Umständen sei von Kulturversuchen abzuraten.

Wegen dieser entgegengesetzten Meinungen erschien es wünschenswert, einmal die natürlichen Vegetationsbedingungen der Schwarzerle auf den Mooren des südbayerischen Alpenvorlandes zu untersuchen, um irrtümliche Anschauungen, die über den Gegenstand herrschen, richtig zu stellen.

So schreibt Sendtner in seinem bekannten Buche „Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns" bei Gelegenheit der Besprechung der Moore folgendes: „Eine eigentümliche Modifikation der Moore sind die Erlenbrüche. Sie gehören den Hochmooren an, in eigentlichen Wiesenmooren habe ich sie nie angetroffen. In einer Abänderung derselben, die sich dem Hochmoorcharakter nähert, in den Vilsmooren um Altersbach, desgleichen an den sandigen Rändern des Donaumoores bei Brunnen kann man sie wieder antreffen."

„Die Erlenbrüche bilden sehr häufig die Ränder der Hochmoore und zeichnen sich auch da, wo sie augenscheinlich von höherem Alter sind, durch den Mangel an Torfbildung aus. Sie sind den Hochmooren so allgemein beigesellt, daß es vielleicht keine gibt, die derselben entbehren. Sie bilden

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

einen Übergang von Moor zu Wald und bergen eine accessorische Vegetation von eigentümlicher Beschaffenheit. Einer der bedeutendsten Erlenbrüche ist am „Schuß" bei Beuerberg ober Wolfrathshausen auf dem weiten Plateau einer Anhöhe. So ausgedehnte Erlenbrüche, wie ich z. B. in Schlesien um Liegnitz und Jauer gesehen zu haben mich erinnere, dürften bei uns schwerlich vorkommen."

„Die Ursachen, warum sich Moore als Erlenbrüche umbilden, andere als reine Hochmoore, scheinen mir dieselben zu sein, welche den Unterschied von Wald und Flur hervorrufen."

In dieser kurzen Charakteristik der südbayerischen Erlenbrüche sind trotz augenfälliger Irrtümer, in denen Sendtner befangen war, manche ihrer Eigentümlichkeiten ausgesprochen. So ist auch der Unterschied in der Ausdehnung norddeutschen Erlenbrüchen gegenüber mit Recht betont worden.

Trotz ihrer geringen Rolle, die sie in der Entwicklung der südbayerischen Moore spielen, ist es jedoch nicht ohne Interesse, die Vegetation eines solchen festzustellen und sie mit der anderer bekannter Erlenbrüche zu vergleichen. Auch die Untersuchung ihrer Entstehungsbedingungen und ihrer Beziehungen zu anderen Moorformen dürfte verglichen mit denen Norddeutschlands manches bemerkenswerte Resultat zu Tage fördern. Aus diesen Gründen habe ich mich entschlossen, die Erlenbestände des südlichen Chiemseemoores zum Gegenstand einer besonderen Abhandlung zu machen, so unbedeutend im Verhältnis zu anderen ausgedehnteren sie auch sein mögen, weil gerade hier die Verhältnisse ziemlich klar liegen.

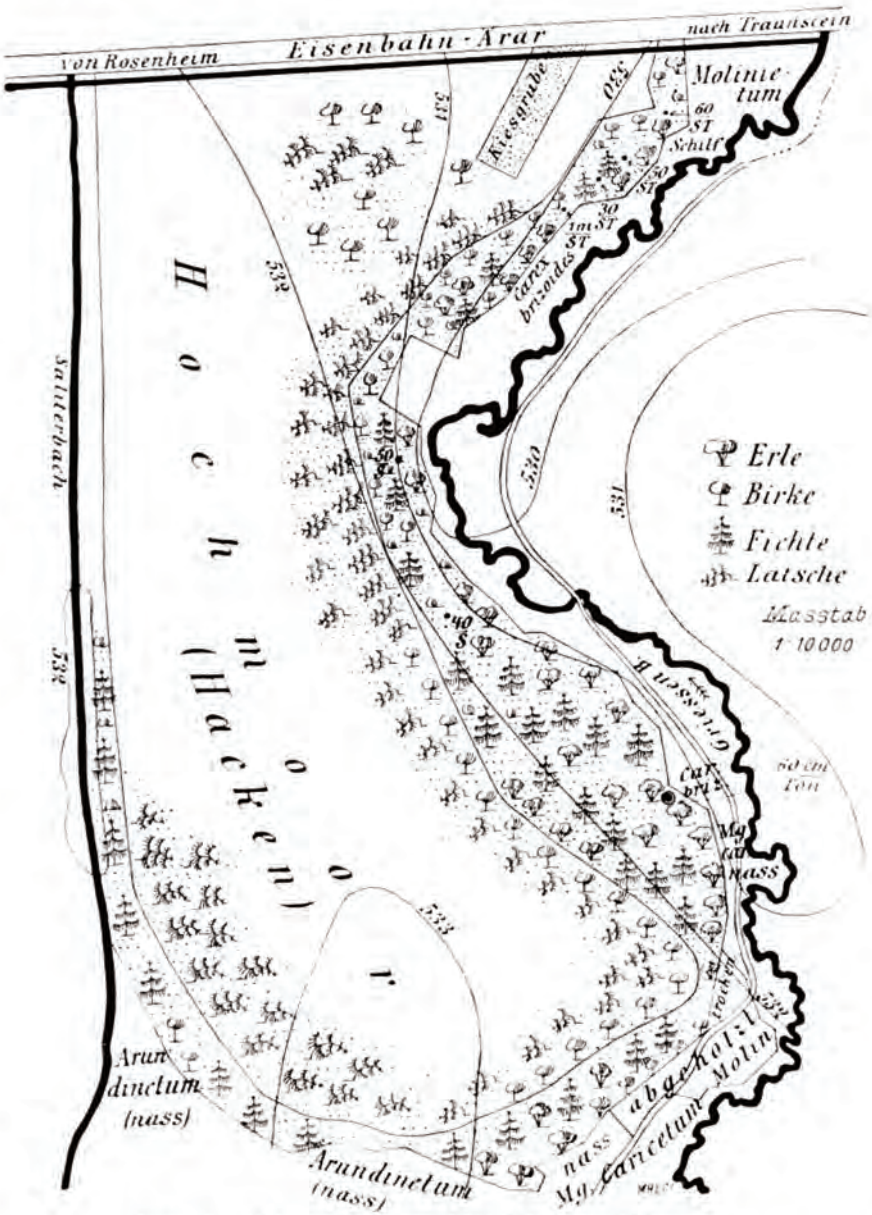
Die Erlenbrüche wurden mehrmals im Juni 1905 in Gesellschaft des Herrn Dr. W. Graf zu Leiningen besucht, der die Moorbestände zu waldbaulichen Studien aufnahm, während ich mit der Aufzeichnung der Pflanzen beschäftigt war. Nach seinen mir gütigst überlassenen Skizzen, für die ich ihm bestens danke, wurden die beigegebenen Karten ausgeführt, in welche aus der Baumannschen Bodenkarte der südlichen Chiemseemoore noch mancherlei Details eingetragen wurden.

Die Flora der Erlenbestände.

Als ein schmales Band begleiten die Erlenbestände ein Bächlein, die Roth, in seinem Laufe von Süden nach Norden bis an die Eisenbahnlinie, wo sich der Bach nördlich derselben nach Osten wendet (siehe Karte 1, auf welcher die Roth mit dem alten Namen Grießenbach und der Neumüllerbach als Saliterbach verzeichnet sind). Hier sind sie lückenhaft und werden nur auf Mineralboden oder sehr dünner Moorlage angetroffen, auch stellenweise durch Eichen ersetzt, bis sich südlich vom Damberg, einem Molassehügel, der Bestand wieder zum sogenannten „Erlstrich" verbreitert (siehe Karte 2).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

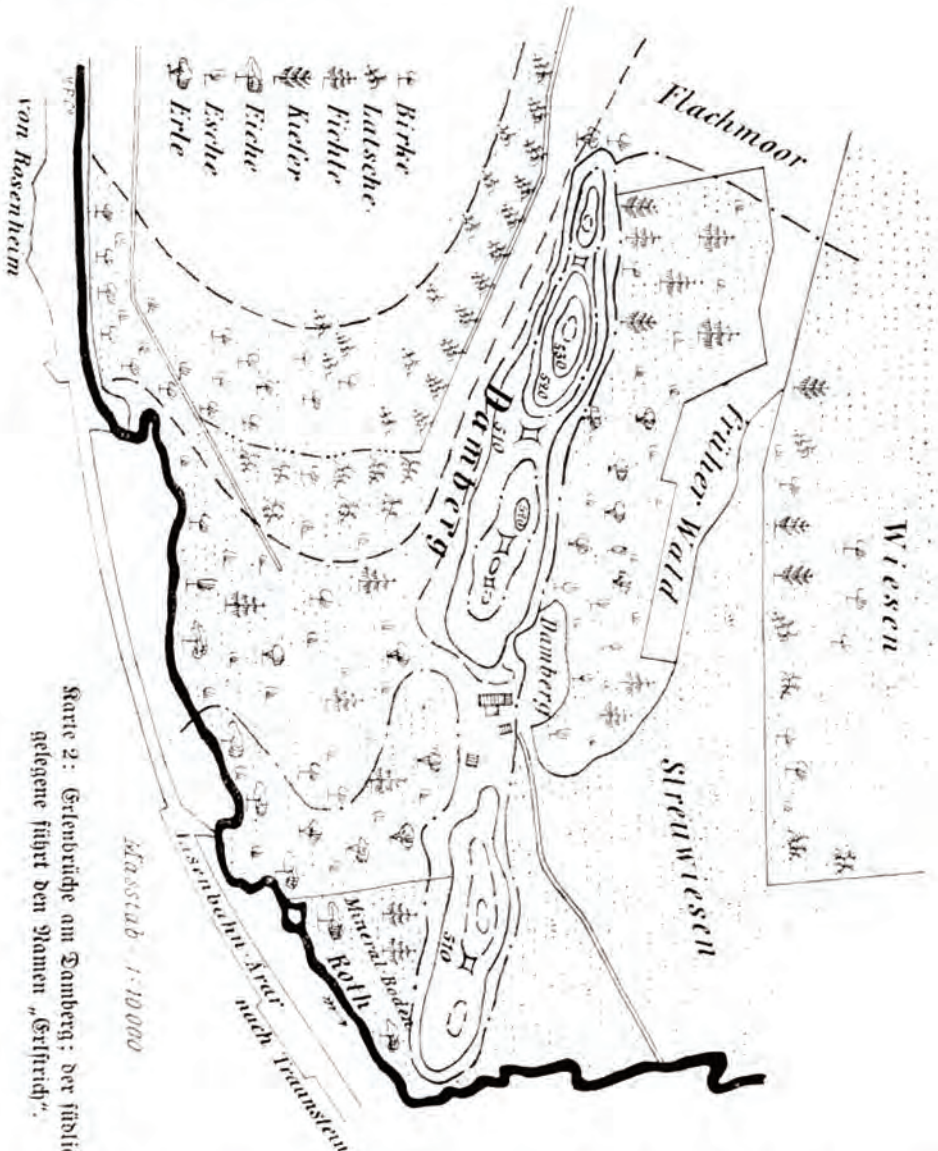
Nördlich vom Damberg setzt er sich fort und zieht noch ein Stück an diesem hin, hier noch ausgedehnte üppige Bestände bildend. Damit schließt aber das Vorkommen von Erlen ab, denn nördlich vom Damberg-Erlbruch,



Karte 1: Erlenbruch an der Roth südlich der Eisenbahn.
(Unter den Latschen befinden sich vereinzelt auch Krüppelföhren, welche der Übersichtlichkeit wegen nicht besonders bezeichnet sind.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

wie wir diesen letzten Teil der Kürze halber bezeichnen wollen, dehnt sich wieder ausgesprochenes Hochmoor aus, und den Lauf der Roth begleitet weiterhin nur noch Kulturland auf Moorboden.



Karte 2: Erlenbrüche am Tamberg; der südlich gelegene führt den Namen „Erlfirich".

Im Süden wendet sich unser Erlenbruch noch ein Stück nach Westen gegen den Neumüllerbach und hört ziemlich genau nördlich vom Dorfe Rottau auf. Zweifellos hat aber früher ein Zusammenhang der Erlenbrüche an der Roth mit dem lückenhaften Erlenstreifen am Neumüllerbach bestanden, doch

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

sind diese Bestände abgeholzt worden und teilweise durch andere Holzarten ersetzt. Nur Baumstümpfe, die nach ihren pflanzlichen Bewohnern zu schließen, den Erlen zugehören, verraten noch das frühere Vorkommen, selbst wenn schon längere Zeit verstrichen ist.

Was nun die Erlen selbst anbetrifft, so haben wir auch nur einigermaßen starke Exemplare, die mehr als 30 cm stark waren, nicht angetroffen. Meist sind es dünne, schlanke, aber hohe Stämme, die als ehemaliger Stockausschlag sich in Büscheln auf Hügeln erheben. Diese Hügel stellen die Reste ehemaliger stärkerer, abgeholzter Stämme dar, zwischen denen sich die Wurzeln der erstarkten und selbständig gewordenen jungen Bäume in den Boden senken.

Durch die Wurzeln werden die Reste der alten Stöcke zusammengehalten, sie bedecken sich mit Moosen und geben dann das charakteristische Bild, das sich im Verein mit dem schlüpfrig-nassen Boden zwischen den Stümpfen mit der Vorstellung von Erlenbrüchen im allgemeinen verknüpft.

Bisweilen sind auch die Reste des alten Stumpfes zwischen den Wurzeln der verjüngenden Bäume herausgefault; dann gewährt das auf Stelzen ruhende Büschel der langen schwankenden Erlenstämme ein eigenartiges Bild, das namentlich bei einer Überschwemmung an die Mangroven erinnert.

Für das Zustandekommen der Hügel ist Bedingung, daß ein Abhauen der Stämme nicht zu dicht über dem Boden erfolgt. Es geschieht dies auch für gewöhnlich, weil sich der Stockausschlag dann besser entwickelt. Hier und da sieht man aber Stümpfe, die bis über 2 m hoch sind, deren Entstehung wohl einem Abbrechen der Stämme durch den Wind zuzuschreiben ist. So steht im Erlstrich nahe der Bahn ein über 2 m hoher Stumpf mit Ausschlag, der eine ganze Flora trägt. Ich fand darauf die Farne Aspidium spinulosum und A. filix mas, eine kleine Fichte, einige Vogelbeersträucher, einen Himbeerbusch, Heidelbeerbüsche, dann natürlich Moose: Dicranum montanum, Polytrichum formosum, Plagiothecium denticulatum, Hypnum cupressiforme und eine Flechte Cladonia digitata.

Die Erlenstämme selber sind schlank und dabei in dichtem Bestande schnell bis über 10 m aufgeschossen, sodaß sie sich nur innerhalb eines solchen und in gegenseitigem Schutze aufrecht halten können. Am Rande von Kahlschlägen sind sie den Winden schutzlos preisgegeben, biegen sich in weitem Bogen nach unten und erreichen teilweise mit den Gipfeln den Boden. Niemals sahen wir jedoch entwurzelte Exemplare, was darauf schließen läßt, daß die Wurzeln sehr tief in den Boden eindringen im Gegensatz zu den flachwurzelnden Fichten und Birken, die man oft auf Moorboden vom Sturme umgeworfen sieht.

Von vornherein war zu erwarten, daß ein so eigenartiges Substrat, wie es diese Erlenstöcke darstellen, zahlreichen an diese Verhältnisse angepaßten und deshalb dafür charakteristischen Pflanzen willkommene Wohnstätten bieten mußte. In der Tat hatten die daraufhin angestellten Nachforschungen gute

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Erfolge aufzuweisen, denn diese Pflanzen — es sind fast nur Moose — geben ein geeignetes Vergleichsmaterial mit den anderwärts an gleichen Lokalitäten gefundenen Pflanzengenossenschaften.

Es wurden an und in den alten Erlenstöcken konstatiert: Dicranum montanum (selten), D. scoparium, Leucobryum glaucum (nicht häufig), Georgia pellucida, Mnium affine (mehr an den Wurzeln), ebenso Brachythecium rutabulum und Eurhynchium piliferum, Polytrichum formosum, dann Brachythecium salebrosum, Eurhynchium striatum (sehr zahlreich) und Mnium hornum in üppigster Ausbildung. Sehr zahlreich und schön entwickelt sind ferner Plagiothecium latebricola, P. silvaticum, P. denticulatum, Hypnum cupressiforme und Hylocomium brevirostre. Von Lebermoosen fand ich nur Lophocolea heterophylla, Cephalozia bicuspidata und je einmal Mastigobryum trilobatum und Nowellia curvifolia. Auch eine Flechte Cladonia digitata wurde hier und da gesehen.

Von Gefäßpflanzen sind außer den schon erwähnten nur noch Oxalis acetosella und Circaea alpina gefunden worden; sie spielen lange nicht die Rolle bei der Besiedelung der Erlenstöcke wie die Moose.

Unter den genannten Bryophyten verdient in erster Linie Plagiothecium latebricola große Beachtung. Das Vorkommen in unserem Moor stellt wohl den südlichsten bisher beobachteten Punkt der Verbreitung und noch dazu einen weit vorgeschobenen Posten dar. Nach Limpricht[1]) ist es außer in Nord- und Mitteldeutschland in Scandinavien, Finnland, England, Belgien, Frankreich (wohl nur im Norden) und Nordamerika gefunden worden. In Deutschland stellt etwa der Main die Südgrenze allgemeinerer Verbreitung dar und der südlichste Punkt lag bisher noch innerhalb aber hart an der bayerischen Grenze in der Röhn, wo das Moos von Geheeb gesammelt wurde.

Loeske[2]) bezeichnet Plagiothecium latebricola als Leitpflanze der Erlenbrüche und sagt, daß es fast nur in morschen Höhlungen alter Erlenstubben vorkommt. Die plagiotropen, verflacht beblätterten, zierlichen Stämmchen bilden kleine, glänzend gelb- bis smaragdgrüne Rasen, die oft tief im Innern der Stümpfe sitzen. In unserem Erlenbruch fand ich das Moos nur im südlichen Teile von Rottau bis zur Bahn, dort aber mehrfach und stellenweise reichlich.

Im Gegensatze dazu geht Mnium hornum, das unser Interesse ebenfalls in Anspruch nimmt, bis zum Erlstrich hinunter. Das stattliche Moos besitzt eine weit größere Verbreitung als das vorige und reicht südlich bis in die Pyrenäen und nach Algier, ist aber im Alpengebiete selten. In

[1]) Die Laubmoose in Rabenhorst, Kryptogamenflora, IV. Band, III. Abteilung, S. 250.

[2]) Die Moosvereine im Gebiete der Flora von Berlin. Verhandl. des botan. Vereins der Provinz Brandenburg XXII, 1900, S. 116.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Bayern zählt es im Norden, soweit das Urgestein geht, zu den häufigen Moosen, südlich der Donau kommt es jedoch nur selten vor. Holler[1]) gibt es aus der Umgebung von Memmingen auf Lehm und Sand, Molendo[2]) als von Sendtner bei Heilbrunn in der Nähe von Tölz auf Sandboden gesammelt an.

Die Pflanze ist nicht auf Erlenbrüche beschränkt, sondern kommt allgemein im Laubwalde vor, ist also deswegen nicht als für die Erlenbrüche charakteristisch im eigentlichen Sinne zu betrachten. Doch ist sie hier so häufig und bildet auf den Erlenstümpfen so dichte Polster, wie sonst nirgends; deshalb wird sie auch von Loeske ebenfalls als Leitmoos der Erlenbrüche angeführt.

In unserem Moor ist Mnium hornum stellenweise in ungeheurer Zahl vorhanden und so streng an die Erlen gebunden, daß ich trotz eifrigen Suchens nur einmal ein verkümmertes Räschen an einer Fichte im Moorwald am Förchensee, ca. 2,5 km vom Erlenbruch entfernt, fand, wohin das Moos wohl durch Sporenverwehung gelangt ist.

Wie zähe es aber an seinem Substrat festhält, ist daraus zu ersehen, daß man oft noch lange, nachdem die Erlen nicht mehr als lebende Bäume vorhanden sind und ihr Platz von anderen Baumarten eingenommen ist, die mit Mnium hornum bedeckten Stümpfe vorfindet. Man kann daraus auf die ehemalige größere Ausdehnung der Erlenbrüche schließen, wie in unserem Falle, wo längs des ganzen Moorteiles, des sogenannten „Hacken" (siehe Karte 1), unter stattlichen Fichten gegen das Hochmoor zu hier und da noch die mit Mnium hornum bewachsenen alten Erlenstümpfe als Zeugen früherer Verbreitung auftauchen. Danach erstreckten sich ehemals Erlenbestände im Süden bis zum Neumüllerbach (Saliterbach) hin. Die Fichtenstümpfe habe ich nie mit Mnium hornum bedeckt gesehen, hier vertritt besonders Hypnum cupressiforme seine Stelle.

Von den übrigen auf Erlenstöcken gefundenen Moosen werden als Leitpflanzen von Loeske noch Lepidozia reptans, Leucobryum glaucum, Georgia pellucida, Eurhynchium piliferum und Plagiothecium silvaticum bezeichnet.

Auffällig ist das seltene Vorkommen von Leucobryum in unserem Erlenbruch, während das Moos in Norddeutschland gerade in Erlenbrüchen am häufigsten vorkommt und am schönsten ausgebildet ist. Es teilt sich dort mit Mnium hornum in den Platz auf Erlenstümpfen. Daß ihm dieses Substrat am besten zusagt, beweist Loeskes Angabe: „Im Erlenbruch am Grunde alter Stöcke in meterhohen, kragenartig geschlossenen, sphagnumkuppen-

[1]) Die Moosflora von Memmingen und dem benachbarten Oberschwaben. 33. Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. Augsburg. 1898, S. 173.

[2]) Bayerns Laubmoose. Vorläufige Übersicht mit besonderer Rücksicht auf Niederbayern. Leipzig, 1875 (IX. Jahresbericht der naturwissenschaftlichen Vereinigung in Passau) S. 187.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

förmig hochstrebenden Bildungen um den Fuß von Erlen. Fruchtet unter Erlen häufiger als in anderen Beständen."

Um nun zu den auf dem Boden wachsenden Pflanzen überzugehen, wollen wir von Süden nach Norden vorschreitend die Bestände durchstreifen.

Dort, wo das Erlenmoor nördlich von Roitau an das Magnocaricetum (siehe Karte 1) angrenzt, ist es sehr naß; die Räume zwischen den Erlenhügeln sind mit Wasserlachen bedeckt, die einigen Moosen und Gefäßpflanzen üppiges Gedeihen ermöglichen. Hier wachsen: Brachythecium rutabulum, Plagiothecium Ruthei, Hypnum cordifolium, Athyrium filix femina, Aspidium filix mas, Equisetum palustre, Carex elongata, Caltha palustris, Viola palustris und Lysimachia vulgaris. Gegen das Hochmoor zu wird der Boden trockener, und die Erlen sind mit Fichten untermischt. Wir finden hier Sphagnum fimbriatum, S. cymbifolium, in einem vom Hochmoor herkommenden Graben auch S. cuspidatum und an lichten Stellen am Ufer Catharinaea undulata, ferner spärliches Majanthemum bifolium.

Etwas weiter gegen Norden, wo der Wald an einen abgeholzten Bestand stößt, ist der Boden gleichfalls trocken. Infolgedessen wird die Randzone von Birken gebildet, die Erle tritt seltener auf und gegen das Hochmoor hin sind wieder Fichten vorherrschend. Der Baumbestand ist locker und läßt dem Lichte vielen Zutritt. Am Rande wächst viel Rubus idaeus. In einem Frangula alnus-Gesträuch sind hohe Poa trivialis-Halme mit Carex elongata, vereinzelte Exemplare von Carex stricta und nicht weit davon einige kleine Eichen zu bemerken.

Unmittelbar nördlich von dieser Partie durchbricht das Hochmoor den Bruchwald und stößt an das abgeholzte Stück (siehe Karte 1). In den letzten Ausläufern des Erlenbestandes wachsen sehr viele Frangula-Büsche und am Rande Juncus effusus, Phalaris arundinacea mit eingesprengter Lysimachia thyrsiflora, die namentlich am begleitenden Graben, der gegen die Streuwiesen an der Roth die Grenze bildet, häufig sind und sich hier Carex rostrata, Ranunculus repens, Equisetum palustre, Peucedanum palustre und Holcus lanatus zugesellen.

Nach Überschreiten der Hochmoorzunge gelangen wir in den größten und breitesten Teil des südlich der Bahn gelegenen Bruches und finden zunächst wieder trockenere Partien vor, wo die Erlen eigentlich nur die Randzone eines Fichtenwaldes bilden. In diesem wurde ein Wacholderbusch bemerkt, auch Solidago virga aurea kommt bisweilen vor. Der schmale Erlenstreifen birgt an Gesträuch einige Haselbüsche, Seidelbast und wenig Rhamnus cathartica und ist mit einigen Tannen, Bergahorn und Esche untermischt. Den Boden bedecken viel Anemone nemorosa und vereinzelt Viola silvatica. Der begleitende Bestand ist wieder Magnocaricetum, das etwas tiefer liegt und durch einen Graben vom Wald abgegrenzt ist.

Gleich darauf verbreitert sich der Erlenstreifen wieder, der Boden wird

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

feuchter und eine bunte Gesellschaft von Wald- und Sumpfpflanzen tritt auf. Ich notierte: Anemone nemorosa, Ranunculus repens, riesige Exemplare von Caltha palustris, Rubus idaeus, Prunus padus, Pirus aucuparia, Chaerophyllum hirsutum, Valeriana dioeca, V. officinalis, Lysimachia vulgaris, Ajuga reptans, Juncus effusus, Scirpus silvaticus, Carex elongata, C. canescens, C. remota, Orchis maculatus, Equisetum palustre, Aspidium phegopteris, Athyrium filix femina, in lichtem Bestande auch Crepis paludosa und Angelica silvestris, dazwischen Cirsium oleraceum, Veronica chamaedrys und Geum rivale.

An anderer Stelle sind Viburnum opulus, Potentilla silvestris, Lysimachia nemorum, Majanthemum bifolium und spärlich Paris quadrifolius vergesellschaftet. Wo der Boden frei von Gefäßpflanzen bleibt, ist oft das Bäumchenmoos, Climacium dendroides, zu sehen, an anderen Plätzen Sphagnum squarrosum.

Ein mit Cardamine amara erfüllter flacher Graben birgt an seinen Rändern Peucedanum palustre und Solanum dulcamara und fließt gegen den Rand zu durch ein mit Carex acuta untermischtes Arundinetum, das außerdem Filipendula ulmaria, Phalaris arundinacea, Crepis paludosa, Carex stricta-Polster, Lychnis flos cuculi und Equisetum palustre enthält. Am entgegengesetzten Rande tritt gegen die Fichtenbestände hin öfter Lycopodium annotinum auf.

Jetzt wird der Boden wieder trockener, was große Bestände von Carex brizoides anzeigen, zwischen welcher besonders am Rande kräftige Exemplare von Polygonatum multiflorum bemerkt wurden. Am Boden sowohl als auch auf den Erlenstöcken wächst in Unmenge Hylocomium brevirostre, ein schönes, stattliches Moos, das auch auf das benachbarte Molinietum hinübergreift, welches Vorkommen, wie wir später sehen werden, bemerkenswert ist.

Zu den für unseren Erlenbruch besonders charakteristischen Pflanzen gehört außer der schon erwähnten Carex elongata, die an Gräben und Lachen oft mit Aira caespitosa vergesellschaftet wächst, auch Prunus Padus, die ganze Bestände bildet und in ihrem Schatten wieder eine Anzahl Pflanzen birgt, so u. a. Lycopus europaeus, Veronica chamaedrys, Chrysosplenium alternifolium und oft in Menge Impatiens noli tangere.

Die bisher aufgezählten Pflanzen treffen wir bei weiterem Vordringen immer wieder an. Dazu kommen noch einige andere: Mnium undulatum, Thuidium delicatulum, Aspidium spinulosum, Viola palustris, Galium palustre, Briza media und Luzula campestris (am Rande), Eupatorium cannabinum und an einem Graben Stellaria uliginosa.

Im nördlichen Teile an der Bahn tritt am Rande wieder Carex brizoides ungemein häufig auf, auf trockenen Kahlschlägen auch Lactuca muralis und Epilobium angustifolium, gegen die Fichtenbestände hin wieder Impatiens sehr zahlreich und an ausgelichteten, trockenen Stellen massenhaft

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Brombeer- und Himbeergestrüpp. Hier verläuft der Moorboden allmählich in den Mineralboden, auf 30 cm Torf wurden noch einige Tannen bemerkt, an anderer Stelle ein in Molinietum übergehender Schilfbestand am Rande.

Nördlich der Bahnlinie wird der Erlenbestand lückenhaft, die Erle ist häufig durch die Stieleiche ersetzt und die Flora bietet nichts Bemerkenswertes. Der Vollständigkeit wegen sei ein auf Mineralboden übergehender Pflanzenbestand angeführt. Carex brizoides beherrscht auch hier weite Strecken, ebenso Impatiens, dann aber sind Stellaria nemorum, Stachys silvatica und Urtica dioica fast hier allein zu finden. Von anderen schon bemerkten Gewächsen wurden Geum rivale, Farnkräuter und Chaerophyllum hirsutum notiert. Oft verhindert Himbeer- und Brombeergestrüpp ein tieferes Eindringen in solche Bestände.

Der Erlstrich bietet ebenfalls keine Besonderheiten dar; es kommen im allgemeinen dieselben Pflanzen vor, die schon früher angeführt wurden. An einem Graben wachsen Viola palustris, Peucedanum palustre, Glyceria fluitans, Farne, ein Hieracium cf. vulgatum, Oxalis acetosella, Lysimachia vulgaris, Luzula pilosa, dann wieder Pirus aucuparia und Frangula alnus.

Da der Moorboden hier sehr flach ist, haben sich vereinzelte Tannen und Buchen angesiedelt; auch Fichten und Buchen sind eingestreut vorhanden. In näherer Umgebung bemerkten wir auch Juncus effusus, Molinia coerulea, Carex canescens und C. stellulata. An Moosen sind zu sehen: auf dem Waldboden Polytrichum commune, P. formosum, Thuidium tamariscinum, Hylocomium brevirostre, Sphagnum squarrosum und S. cymbifolium, im Graben Sphagnum recurvum, an dessen Rande Scapania nemorosa, Dicranella heteromalla, Pellia epiphylla, Catharinaea undulata und an einer Erlenwurzel Lepidozia reptans. Mnium hornum hat hier die Grenze seines Vorkommens in unserem Erlenbruch erreicht.

Interessanter ist der Erlenbruch nördlich vom Damberg. Während die an den bewaldeten Molassehügel angrenzende Zone noch trocken ist und außer einer Menge Impatiens und Prunus padus auch Asarum europaeum und Primula elatior birgt, ist der eigentliche Teil sehr naß, was aus seinen Bewohnern hervorgeht, die mit großen Lücken den Boden teilweise frei lassen. Hier wachsen Carex elongata, C. remota, C. stricta in großen Polstern, C. riparia, Calla palustris, Juncus effusus, Orchis maculatus, Ranunculus repens, Caltha palustris, Cardamine amara, Peucedanum palustre, Chaerophyllum hirsutum, Angelica silvestris, Lysimachia vulgaris, L. nummularia, Solanum dulcamara, Myosotis palustris, Lycopus europaeus, Veronica beccabunga, Galium palustre, Eupatorium cannabinum, Cirsium oleraceum, Equisetum limosum, Aspidium thelypteris, große Stöcke von Athyrium filix femina, und von Moosen: Brachythecium rivulare, Eurhynchium praelongum und Hypnum cuspidatum.

An den Erlenstöcken wurden bemerkt: Oxalis acetosella, Mnium affine und cuspidatum, nicht aber M. hornum, dann Brachythecium rutabulum

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

und salebrosum, Eurhynchium striatum, Hylocomium brevirostre, Lepidozia reptans und weiter oben an den Stämmen Platygyrium repens.

Der unbedeckte, nasse Boden ist schlammig und schlüpfrig und der Fuß des ihn Betretenden sinkt tief ein, seine Oberfläche ist mit zahlreichen vermodernden Blättern bedeckt. Das Aussehen dieser Lokalitäten entspricht ganz dem der Erlenbrüche Norddeutschlands, wie aus der Schilderung Loeskes hervorgeht, der folgendes[1]) sagt: „Im Erlenbruch stehen die Erlen mit ihrem Wurzelwerk gewöhnlich wie auf Stelzen über dem zwischen den einzelnen Stämmen scheinbar grubig vertieften Boden, der mit dicken Schichten vertorfender, schwärzlicher Blättermassen belegt ist. Unter diesem Massengrabe von Blätterleichen rieselt das Wasser der von den höher gelegenen Stellen benachbarter Plateaus in den Bruch einfallenden kleinen, seichten Zuflüsse, die den Boden so morastig erhalten, daß man Ursache hat, beim Betreten der trügerischen Blättertorfschichten Vorsicht walten zu lassen. An vielen Stellen erstickt der Blättertorf jede Moosvegetation."

Gegen den Nordrand nehmen die Erlen beständig an Größe ab, und die Flora zeugt von allmählichem Übergang ins Hochmoor. Unter den niedrigen Erlenbüschen wachsen Carex lasiocarpa, C. chordorrhiza, Eriophorum latifolium, Anthoxanthum odoratum, Molinia coerulea, Potentilla silvestris Comarum palustre, Ranunculus flammula, Lysimachia vulgaris und thyrsiflora, Menyanthes trifoliata, Sphagnum recurvum und S. contortum. Außer den letztgenannten Torfmoosen verraten noch Vaccinium oxycoccos, Andromeda polifolia und Scheuchzeria palustris das nahe Hochmoor, das sich auch nur durch eine Streuwiesenzone getrennt unmittelbar vor dem Bestande des Erlenbruches weitausdehnt.

Im westlichen Grenzgebiet ist die Schwarzerle der Birke zugesellt, und in diesem Mischbestande sind Equisetum silvaticum, Circaea lutetiana, Carex brizoides und Leucobryum glaucum fast die einzigen Bewohner des mäßig feuchten Bodens.

Am Ostrande werden die Erlenbestände auf dünner Moorschicht durch Eichen ersetzt, die wie die Erlen im Wasser stehen und teilweise dieselbe Pflanzengenossenschaft unter ihrem Schatten bergen. Dort sah ich u. a. ein Sparganium, Scirpus silvaticus und Carex remota. Wo der Boden trockener wird, treten im Erlen-Eichen-Mischbestande Rhamnus cathartica, Sambucus nigra, Hopfen und Hasel mit Paris quadrifolius, Impatiens, Urtica dioeca, Circaea alpina, Carex silvatica, Geum urbanum, Aegopodium podagraria, Ranunculus lanuginosus, Lamium galeobdolon, Veronica montana, Geranium Robertianum und Lysimachia nemorum auf, also vorzugsweise Waldpflanzen, die das Verlaufen des Moores in Mineralboden und die Ausbildung eines trockenen Waldes anzeigen.

[1]) l. c. S. 110.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Stellen wir nun einen Vergleich an zwischen den Pflanzengenossenschaften unseres Erlenbruches und denen norddeutscher, so ergibt sich, wie wir sehen werden, eine ziemliche Übereinstimmung.

In seiner bereits erwähnten verdienstvollen Arbeit, die wohl für ganz Norddeutschland im großen und ganzen Gültigkeit haben dürfte, führt Loeske[1]) folgende von unseren Erlenbruchmoosen als Leitpflanzen für Erlenbrüche des weiteren Berliner Florengebietes an: Lepidozia reptans, Sphagnum fimbriatum, Leucobryum glaucum, Georgia pellucida, Mnium hornum, Thuidium tamariscinum, Brachythecium rivulare, Eurhynchium piliferum, Plagiothecium latebricola, P. silvaticum, P. Ruthei und Hypnum cordifolium an. Von Leucobryum, Mnium hornum und Plagiothecium latebricola war schon früher die Rede, es erübrigt nur noch einiges über Sphagnum fimbriatum zu sagen.

Dieses an seinen ringsum gefransten Stammblättern leicht kenntliche Torfmoos ist in Norddeutschland eines der bekanntesten Moose der Erlenbrüche, in Süddeutschland dagegen äußerst selten. Limpricht[2]) führt es als durch Nord- und Mitteldeutschland verbreitet und aus dem Alpengebiete nur aus Niederösterreich an. Die Verbreitung des Mooses in Bayern ist ungenau bekannt, da frühere Angaben meist auf S. Girgensohnii zu übertragen sind, mit dem es verwechselt wurde. Sicher ist, daß es südlich der Donau bisher nur von Kochel angegeben war.[3]) Das Auffinden von Sphagnum fimbriatum im Chiemseemoor ist also eine sehr bemerkenswerte Tatsache.

Von den übrigen gefundenen Moosen wären noch Thuidium delicatulum, Eurhynchium striatum und Hylocomium brevirostre hervorzuheben, welche zwar von Loeske unter Erlen beobachtet, aber nicht als Leitmoose bezeichnet wurden, während sie es in unserem Gebiet tatsächlich sind. Ich will noch bemerken, daß einige typische Erlenleitmoose, nämlich Sphagnum fimbriatum, Plagiothecium latebricola, Hypnum cordifolium und mit einer Ausnahme auch Mnium hornum, von mir in der ganzen Umgebung des Chiemsees an anderen Lokalitäten bisher nicht gefunden wurden, sondern auf die Erlenbrüche beschränkt sind.

Die Gefäßpflanzenvereine unter Erlen hat Höck zum Gegenstande eingehender Studien gemacht und die Ergebnisse in einer Reihe von Abhandlungen niedergelegt.[4]) In seiner Hauptarbeit in Englers „Botanischen Jahrbüchern" hat er auf Grund eigener und fremder Beobachtungen eine Liste

[1]) l. c. S. 112—118.

[2]) l. c. Bd. I, S. 108.

[3]) H. Paul, Über den gegenwärtigen Stand der Torfmoosforschung in Oberbayern. (Ber. d. Bayer. botan. Ges. Bd. X, 1905, S. 10.)

[4]) F. Höck, Studien über die geographische Verbreitung der Waldpflanzen Brandenburgs. Verh. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg.) — Ders., Laubwaldflora Norddeutschlands. Stuttgart. J. Engelhorn. 1896. — Ders., Pflanzen der Erlenbestände Norddeutschlands. (Engl. Bot. Jahrb. XXII, 1897, S. 551 ff.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

von Pflanzen zusammengestellt, die in Norddeutschland häufig oder ausschließlich unter Erlen wachsen und die im Verbreitungsareal der Schwarzerle dieser auf weite Strecken zugesellt sind. Das Verzeichnis bietet ein vortreffliches Vergleichsmaterial für die Beobachtungen in unserem Gebiet.

Es werden darin folgende Pflanzen der Chiemsee-Erlenbrüche auch für Norddeutschland als Erlenbegleiter aufgeführt (die bei uns zahlreich beobachteten gesperrt gedruckt): Anemone nemorosa, Ranunculus flammula, Caltha palustris, Cardamine amara, Viola palustris, V. silvatica, Stellaria nemorum, Geranium Robertianum, Oxalis acetosella, Impatiens noli tangere, Rhamnus cathartica, Frangula alnus, Prunus padus, Rubus idaeus, Geum rivale, G. urbanum, Circaea alpina, C. lutetiana, Chrysosplenium alternifolium, Angelica silvestris, Peucedanum palustre, Sambucus nigra, Galium palustre, Valeriana officinalis, Eupatorium cannabinum, Cirsium oleraceum, Lactuca muralis, Fraxinus excelsior, Menyanthes trifoliata, Myosotis palustris, Solanum dulcamara, Lamium galeobdolon, Stachys silvatica, Ajuga reptans, Lysimachia vulgaris, Urtica dioeca, Humulus lupulus, Quercus robur, Corylus avellana, Betula pubescens, Salix aurita, Orchis maculatus, Paris quadrifolius, Polygonatum multiflorum, Luzula campestris, L. pilosa, Scirpus silvaticus, Carex remota, C. elongata, C. stellulata, C. canescens, C. silvatica, Phalaris arundinacea, Aira caespitosa, Poa trivialis, Glyceria fluitans, Equisetum silvaticum, Aspidium phegopteris, A. thelypteris, A. spinulosum, Athyrium filix femina.

Für unser Gebiet wären auch Carex brizoides, Chaerophyllum hirsutum und Lysimachia nemorum als Erlenbegleiter zu nennen, die wegen ihrer nicht allgemeinen Verbreitung in Norddeutschland als solche nicht in Betracht kommen.

Es ergibt sich also, daß unser Erlenbruch eine nicht unbeträchtliche Zahl von Begleitpflanzen mit den norddeutschen gemein hat.

Die Entstehungs- und Existenzbedingungen der Erlenbrüche und ihre Beziehungen zu anderen Formationen.

Die beiden in der südbayerischen Hochebene vorkommenden Erlenarten Alnus glutinosa und A. incana haben Sendtner[1]) zu ausführlichen Untersuchungen und Erörterungen über ihre beiderseitige Abhängigkeit vom Substrat Veranlassung gegeben. Er kam dabei zu dem Schluß, daß „die Schwarzerle eine Pflanze des kieselreichen Bodens und daher sowohl in leichtem Sande als in schwerem Ton ist. Zugleich verlangt sie Feuchtigkeit in hohem Grade. Ihre Standorte sind daher Brüche, ‚Erlenbrüche', Moore, Bachufer." Von

[1]) l. c. S. 514 ff.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

der Grauerle sagt er dagegen: „Im allgemeinen ist diese Erle dem Kalk zugetan; die ihr am besten zusagende Form des Bodens ist Kies, Gesteinschutt, Sand (Schweißsand, Kalksand). Sie ist eine Pflanze der Flußufer."

Mit diesen Behauptungen dürfte Sendtner wohl im allgemeinen Recht haben, doch gibt er selber zu, Anomalien gefunden zu haben. Er sah nämlich Alnus incana auf schwerem, tonigem Mergelboden z. B. bei Berchtesgaden am Hirschbichl, während A. glutinosa an der Niedernach auf Dolomit-Kalkgeschiebe beobachtet wurde. Ja oftmals kommen beide Arten in Beständen gemischt vor, welche Tatsache ihm besondere Schwierigkeiten für die Erklärung bereitete.

Es geht daraus hervor, daß beide Arten nicht ausschließlich an kiesel- bezw. kalkreiche Substrate gebunden sind. Soviel ist aber sicher, und das beweisen Sendtners zahlreiche Angaben, daß in Gegenden, die beide Arten besitzen, die Grauerle stets dort die herrschende ist, wo der Kalkgehalt des Bodens am größten ist, während das Umgekehrte auf die Schwarzerle zutrifft. Wenn der Kalkgehalt unter einen gewissen Prozentsatz fällt, wird Alnus incana wohl noch gedeihen können, doch A. glutinosa das Übergewicht erlangen. Die Mergellager, auf denen A. incana gelegentlich in Beständen gefunden wurde, weisen noch ganz erhebliche Mengen an Kalk auf. Ja sogar am Inn, dessen Ufersand reich an Silikaten ist und der nur noch 4,5—5% CaO als Calciumkarbonat enthält, kommt die Grauerle noch vor, doch ist hier die Schwarzerle vorherrschend.

An den Flußufern, mögen sie nun reicher an Kalk oder an Silikaten sein, treten also beide Arten in Konkurrenz miteinander. Die Moore sind dagegen das unbestrittene Reich der Schwarzerle, auf ihnen kann die andere nicht mehr gedeihen. Sie wird zwar an Rändern auf anmoorigem Boden, besonders wenn er von kalkhaltigem Quellwasser durchströmt wird, hier und da gefunden, doch sind dies sehr vereinzelte Vorkommnisse. Weiter hinein geht sie höchst selten oder vielleicht niemals; mir ist wenigstens kein derartiger Fall bekannt. Ob nun der Grauerle der Kalkgehalt der Moore zu gering ist — er ist ja noch geringer als der des oben erwähnten Innsandes — oder ob ihr die Humussäuren der Moore nicht zusagen, vermag ich nicht zu entscheiden, für wahrscheinlicher möchte ich das letztere halten.

So weit ausgeholt diese Erörterungen auch erscheinen mögen, ich glaubte sie dennoch voranschicken zu müssen, weil aus ihnen am besten hervorgeht, daß die Schwarzerle in bezug auf den Boden ziemlich anspruchsvoll ist. Sie erträgt zwar unter den Laubhölzern „das höchste Maß von Bodennässe" (Drude)[1]), verlangt aber einen an mineralischen Nährstoffen reichen Boden. Aus dieser Tatsache läßt sich nun ganz von selbst die Entstehung der Pflanzenformationen herleiten, in denen die Schwarzerle ganze Bestände bildet und deren Schicksal ganz von ihr abhängig ist, der Bruchwälder.

[1]) Drude, Deutschlands Pflanzengeographie, S. 308.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Entstehung der Erlbrüche kann auf zweierlei Arten erfolgen, einmal auf versumpftem Mineralboden und dann auf Moorboden. Früh[1]) sagt: „Der Erlenbruch stellt entweder die älteste Ansiedlung dar oder er folgt auf ein Cariceto-Arundinetum," und später: „Die Erle, vor allem Alnus glutinosa, war einer der ersten baumartigen Ansiedler auf feuchtem Boden."

Die erste Entstehungsweise ist von Gräbner[2]) beschrieben worden. Wo nährstoffreiches Wasser von benachbarten Höhen in Tälern zu tage tritt und den Boden versumpft, da ist Bedingung zur Entstehung von Erlenbrüchen gegeben. Auf dem Boden bildet sich dann der für diese so charakteristische Blättertorf aus, der für Wasser schwer durchlässig ist und aufs neue Versumpfung herbeiführt.

Sendtners Angabe, die Erlenbrüche zeichneten sich durch den Mangel an Torfbildung aus, ist durchaus unrichtig. Früh[3]) beschreibt den Alnetumtorf als leicht zerschneidbare, beim Trocknen krümelig zerfallende Holzmasse, selten reine Schichten bildend, dann schwarz, krümelig, an der Luft hornartige bis krümelige Stoffe bildend.

Das weitere Schicksal der auf solche Art entstandenen Erlbrüche ist von dem der aus Flachmoor hervorgegangenen nicht verschieden und wird bei diesen besprochen werden.

Da die Erle viel und nährstoffreiches Wasser beansprucht, kann sie sich nur in den Formationen des Flachmoores einfinden, welche die meisten mineralischen Nährstoffe aufweisen und gleichzeitig naß sind, da sind das Arundinetum und Magnocaricetum oder deren Mischformation, das Arundineto-Magnocaricetum. Und in der Tat finden wir sie nur hier. Nach Weber[4]) stellt der Bruchwald eine aus diesen Formationen entstandene Moorform dar, die für Norddeutschland bei normalem Verlauf die letzte Stufe der durch Verlandung hervorgegangenen Flachmoore bedeutet. Für das bayerische Voralpenland trifft dies aber nicht zu. Die Verlandung verläuft hier zunächst in gleicher Weise wie in Norddeutschland. Auf ein Arundinetum folgt ein Magnocaricetum, dann aber tritt zum Unterschied statt des Bruchwaldes Kleinseggenbestand (Parvocaricetum) auf, der meist schnell in Molinietum übergeht. In gleicher Weise vollzieht sich nach Schröter[5]) die Verlandung auf Schweizer Mooren.

---

[1]) Früh & Schröter, Die Moore der Schweiz. Bern, 1904, S. 373.

[2]) Gräbner, Über die Bildung natürlicher Vegetationsformen im norddeutschen Flachlande, Archiv der Brandenburgia, Berlin, 1898, S. 153.

[3]) Früh & Schröter, l. c., S. 220.

[4]) Weber, Aufbau, Entstehung und Pflanzendecke der Moore. Die Darstellungen der Moorversuchsstation auf der Ausstellung für Moorkultur und Torfindustrie in Berlin vom 15.—21. Februar 1904. Mitteilungen d. Ver. zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche. XXII, 1904, S. 121.

[5]) Früh & Schröter, l. c., S. 16 ff., 31 ff., 120.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Zwischen der Verlandung voralpiner und norddeutscher Gewässer ist also ein erheblicher Unterschied vorhanden. Welches der Grund für diese Verschiedenheit ist, dürfte sich nicht ohne weiteres erschöpfend sagen lassen. Eine große Rolle spielen sicher die Niederschläge, die nach Weber[1]) und Gräbner[2]) in Norddeutschland im höchsten Falle 800 mm, meist aber erheblich weniger, im bayerischen Voralpengebiet jedoch 1000—1500 mm im Jahre betragen. Diese gewaltigen Wassermengen bewirken ein schnelleres Auswaschen der Nährstoffe und demgemäß eilt die Moorbildung schneller dem Hochmoor zu als auf norddeutschen Mooren.

Der erste, der auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht hat, ist Baumann[3]), der namentlich den Einfluß der verschiedenen Niederschlagsmengen auf die wirtschaftlichen Verhältnisse der norddeutschen und südbayerischen Moore zur Sprache gebracht hat.

Auch Schröter[4]) hat sich mit dieser Frage befaßt und sagt darüber: „Das gerade entgegengesetzte Verhalten der Molinia in Norddeutschland und bei uns: dort auf nährstoffarmem, hier auf nährstoffreichem Boden dominierend, gibt zu denken. Sollten da etwa zwei physiologische Schwesterrassen vorliegen? Oder wäre es möglich, daß der Flachmoorboden im niederschlagärmeren norddeutschen Heidegebiete zu nährstoffreich wird, während sie auf unseren stärker ausgelaugten Flachmoorböden ähnliche Bedingungen findet wie in der norddeutschen Heide?"

Endlich beleuchtet Vageler[5]) den Einfluß der Niederschläge auf die Nährstoffe des Moorbodens in eingehender Weise mit folgenden Worten: „Die Niederschläge sind es, die die Erschöpfung des Bodens und zwar der für das Pflanzenwachstum in Betracht kommenden Schichten, an löslichen Bestandteilen in weit höherem Maße herbeiführen, als die Pflanzenvegetation es selbst vermag, die im Gegenteil bemüht ist, die Nährsalze in ihren Leibern selbst im Tode noch zu fixieren, auf denen dann im nächsten Jahre die neue Pflanzendecke aufwächst. Das atmosphärische Wasser dagegen, das durch seinen Gehalt an Stickoxyden, Kohlensäure ꝛc. sogar als ein relativ energisches Lösungsmittel zu betrachten ist, wäscht Kali, Magnesia und Kalk, d. h. die leicht löslichen basischen Stoffe des Bodens, die in bestimmter, nicht zu unterschreitender Menge für die höheren Pflanzen Bedürfnis sind, stärker in den

---

[1]) Weber. Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta, Berlin, 1902, S. 7 ff.

[2]) Gräbner. Die Heide Norddeutschlands, S. 128.

[3]) Baumann, Unterschiede zwischen den Hochmooren Nordwestdeutschlands und Süddeutschlands. Moornummer (Nr. 13) der Illustr. Landwirtschaftl. Zeitung, 1904.

[4]) Früh & Schröter. l. c., S. 66.

[5]) P. Vageler, Untersuchungen über den Kaligehalt des Moorbodens. Bericht über die Arbeiten der Königl. bayer. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. München, 1905. S. 130.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Untergrund als Phosphorsäure und Stickstoff, obwohl auch diese natürlich, wenn auch in geringerem Maße, der Auswaschung unterliegen."

Danach ist es nicht unwahrscheinlich, daß auch der Bruchwald in Gegenden mit sehr hohen Niederschlagsmengen als Verlandungsglied infolge zu schneller und zu ausgiebiger Auswaschung der Nährstoffe für gewöhnlich nicht aufkommen kann. Aus Südbayern ist mir kein derartiger Fall bekannt, und auch Früh gibt nur zwei Beispiele von Erlenbrüchen an, die auf einem Schilfseggenbestand aufgewachsen waren: doch wird es sich bei diesen beiden wohl um außergewöhnliche Verhältnisse handeln. Nur unter günstigen Umständen nämlich, d. h. bei stets erneuter Zufuhr von Nährstoffen, können sich Erlen im Flachmoor des regenreichen Voralpengebietes ansiedeln, und das wird in erster Linie überall da stattfinden, wo fließende Gewässer die Moore durchziehen.

Als Beispiel dafür diene das Starnberg-Leutstettener Moor nördlich am Starnberger See, in welchem die Schwarzerle nur im Bereich des Überschwemmungsgebietes der das Moor durchströmenden Würm zu finden ist. Zwei Bodenproben aus diesem Moor von Stellen, an denen die Erle als erster Anflug zwischen anderen Moorgewächsen auftritt, weisen nach den Untersuchungen des Herrn Dr. Gully, Assessor der Königl. Bayer. Moorkulturanstalt, folgende Zusammensetzung auf:

1. Arundineto-Caricetum, näher der Würm
   Kali 0,215 %, Kalk 1,8 %, Phosphorsäure 0,207 %, Stickstoff 1,5 %;
2. Caricetum, weiter von der Würm entfernt
   Kali 0,138 %, Kalk 2,25 %, Phosphorsäure 0,192 %, Stickstoff 2,36 %.

Auf Mineralboden sind dagegen Erlenbrüche als Unterlage für ein später sich entwickelndes Moor sowohl in der Schweiz als in Südbayern nicht selten, ohne daß sie jedoch größeren Umfang annehmen.

Kehren wir nun zu unserem Erlenbruch zurück und untersuchen wir dessen Entstehungsbedingungen, so erscheint uns sehr wahrscheinlich, daß auch er ursprünglich auf dem versumpften Mineralboden aufgewachsen ist, ehe noch eine Moorschichte vorhanden war. Dafür spricht die verhältnismäßig geringe Tiefe des Moores, die selten über 1 m Mächtigkeit aufweist. Es ist aber auch nicht unmöglich, daß wenigstens teilweise der Ausbildung des Bruches ein Arundinetum oder Magnocaricetum voranging, da wir sie noch heute als begleitende Formationen gegen die Roth zu finden. Auf dem von der Roth zeitweise überschwemmten Mineralboden, der aus Lehm und Quarzsand besteht und aus oben erörterten Gründen für die Schwarzerle besonders günstig ist, kann sie sich also entweder gleich als erster Ansiedler eingefunden haben oder gleichzeitig mit Schilf und Großseggen oder auch, nachdem schon durch letztere eine schwache Moorschicht zur Ausbildung gelangt war, da die Roth für stete Nährstoffzufuhr sorgte. Sie konnte sich hier halten, selbst als das

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Moor an Mächtigkeit wuchs und eine Verarmung des Bodens eintrat, denn die Roth führte den Wurzeln bei dem häufigen Austritt über ihre Ufer immer wieder neue Nährstoffe herbei.

Noch heute dringen beim Steigen des Baches im Frühjahr im Süden ansehnliche Wassermengen bis weit in den Bruch hinein, denn der Bach, der durch seine von den benachbarten Bergen heruntereilenden Nebenbäche mehr Wasser erhält, als sein Bett fassen kann, erfährt auf seinem geschlängelten Laufe durch die Ebene zahlreiche Stauungen und tritt dann über seine Ufer. Früher mag auch der Neumüllerbach (Saliterbach) teil an diesen Versumpfungen gehabt haben. Aus seinem schnurgeraden Weg, den er durch das Moor nimmt, und seinen bewaldeten Ufern geht nämlich hervor, daß er schon sehr früh reguliert worden sein muß. Bevor dies geschah, wand er sich vielleicht in gleichen Krümmungen dem Chiemsee zu wie die Roth, vielleicht aber ging sein Lauf überhaupt nicht in der heutigen Richtung, sondern floß der Roth zu, die dann bei der Regulierung entlastet wurde. Wie dem auch sein mag, jedenfalls war früher die Überschwemmung der südlichen Moorpartien eine weit ausgiebigere als heute, als deren Folge die Entstehung der Erlenbestände am Südrande des Moores und an der Roth zu betrachten ist.

Da die Erlenbrüche die Roth bis zum Erlstrich hin begleiten, ist anzunehmen, daß sie ihre Entstehung und Fortdauer in der Hauptsache diesem Bache verdanken. Nicht so einfach gestaltet sich die Frage nach der Entstehung des Damberg-Erlenbruches. Hier spielte wohl die Roth keine Rolle, da sie zu weit entfernt ist (siehe Karte 2), sondern die am Fuße des Damberges hervortretenden Quellen versorgen den Bruch mit Wasser und zum größten Teil auch mit Nährstoffen. Ein anderer Teil der Nährstoffe stammt von der oberflächlich leicht verwitternden Gesteinschicht des Damberges, der aus dem älteren Oligocaen (ältere Brackwassermolasse) angehörenden Sandstein besteht. Dieser ist in der Gegend sehr verbreitet und weist nach Müller[1]) folgende Zusammensetzung auf: SiO_2 50,65 %, $Fe_2O_3 + Al_2C_3 + P_2O_5$ 15,23 %, Mn_3O_4 0,49 %, CaO 12,47 %, MgO 7,01 %, H_2O 15,10 % und Spuren von Alkalien. Durch die zahlreichen Niederschläge, welche für unser Gebiet etwa 1400 mm im Jahre ausmachen, werden die Mineralien ins Moor herabgeschwemmt, und auf diese Weise nehmen auch die oberflächlichen Verwitterungsprodukte des Damberges Anteil an der Ernährung des Erlbruches.

Es sei hier kurz darauf hingewiesen, daß, wie die Untersuchungen von Nobbe und Hiltner[2]) bewiesen haben, als Stickstoffquelle für die Schwarz-

---

[1]) Müller, Beitrag zur Bodenkunde im Chiemgau, Dissertation München, 1896.

[2]) Nobbe und Hiltner, Landw. Versuchsstationen, XLI. Band, 1892, S. 138 und XLVI. Band, 1895, S. 153, ferner: dies., Über das Stickstoffsammlungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen in Naturwissenschaftl. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, II. Jahrgang, 1904, S. 366.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

erlen der atmosphärische Stickstoff dient, den sich die Bäume mit Hilfe ihrer bekannten traubenförmigen Wurzelknöllchen nutzbar machen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch das Resultat der durch Herrn Dr. Gully ausgeführten chemischen Untersuchung einer Bodenprobe mitteilen, die Herr Dr. Graf zu Leiningen an einer möglichst charakteristischen Stelle (in Karte 1 mit einem Ring bezeichnet) des Erlenbruches genommen hat. Sie wies folgende Zusammensetzung auf:

Verbrennliche Stoffe 86,57 % | inklusive CO_2, Stickstoff 3,73 %.
Unverbrennliche „ 13,43 % |
Von den unverbrennlichen Stoffen
in Salzsäure unlöslich 3,56 %,
in Salzsäure löslich 9,87 % (K_2O 0,032 %, CaO 1,7 %, P_2O_5 0,329 %). Ein cbm des Bodens wiegt 938 kg und enthält in seiner natürlichen Lage 751 kg Wasser, 187 kg wasserfreien Boden, 18,457 kg Reinasche, 3,179 kg Kalk, 0,615 kg Phosphorsäure, 6,975 kg Stickstoff und 0,060 kg Kali.

Skizze zur Veranschaulichung des Überganges von Flachmoor (Arundineto-Caricetum) (A.—C.) durch Erlenbruch (E.) und Fichtenwald (F.) in Hochmoor (H.), welches mit Birken, Latschen und vereinzelten Krüppelföhren bestanden ist.

Das spätere Schicksal des größten Teiles unseres Bruchwaldes dürfte im allgemeinen mit dem der norddeutschen Brüche übereinstimmen. Der sanft abfallende Hang des vorrückenden Hochmoores, der bei uns näher dem letzteren vorzugsweise von Birken teilweise mit Kiefern untermischt, und weiter gegen die Erlen hin von Fichten gebildet wird, schiebt sich in die Richtung auf den Erlenstreifen zu mehr und mehr vor. Damit tritt eine Austrocknung der Zone ein, wo Erlenbruch und Fichtenwald zusammenstoßen. Und in dem sich nun abspielenden Kampfe zieht die Erle den kürzeren, sie stirbt eingeengt von den aufschießenden Fichten, die sie bald überragen, ab und überläßt ihnen das Feld. So gewinnt denn die Fichte immer mehr an Boden, während der Erlenstreifen in demselben Maße schmaler wird. Alte Stümpfe mit ihrer eigentümlichen Moosvegetation verraten, wie wir gesehen haben, noch lange nach der Erdrückung der Erlen durch die Fichten die einstige Ausdehnung der Brüche (vrgl. Skizze).

Der eben geschilderte Vorgang scheint demnach in Süddeutschland ebenso der normale Verlauf der Umwandlung von Erlenbruch in Hochmoor zu sein

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

wie in Norddeutschland. Für die Schweiz führt zwar Früh[1]) einige Fälle an, bei denen Flachmoor über Erlenbrüchen gefunden wurde, und glaubt, dies sei die gewöhnliche Schichtenfolge, doch bin ich der Ansicht, daß hierbei später Umgestaltungen der äußeren Verhältnisse der betreffenden Moore, die heute nur noch schwer festzustellen sind, stattgefunden haben. Auch Sendtners[2]) Angabe, daß die Erlenbrüche den Hochmooren an ihren Rändern allgemein beigesellt sind, spricht dafür. Wenn sich dieser Forscher aber dadurch verleiten ließ, die Erlenbrüche den Hochmooren zuzurechnen, so ist diese Ansicht nach den vorausgegangenen Erörterungen unhaltbar.

Aus gleichen Gründen kann ich mich auch Ahlfvengren[3]) nicht anschließen, der bei Gelegenheit der Besprechung westpreußischer Moore den Erlenbestand im Raudnitzer Forst am Teerosener See, Kreis Rosenberg, aus einem „Erlenhochmoor" entstanden sein läßt, das noch näher an dem See existiert. Nach meiner Ansicht dürfte es sich jedoch um folgende Erscheinung handeln.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß an sonst normal durch Flachmoor verlandenden Seeufern oft an einigen Stellen Sphagnen auftreten, was dadurch zu stande kommen kann, daß entweder das Wasser des Sees durch dicht geschlossene Carexpolster keinen Zutritt zu den mehr dahinterliegenden Partien erhält — ein Beispiel hierfür ist der Förchensee im südlichen Chiemseemoor[4]), der unmittelbar am Ufer hinter einer Carex stricta-Wand Hochmoorinseln im Magnocaricetum aufweist —, oder daß die Uferdecke durch Schwingrasenbildung vor Überflutung geschützt ist wie beim Bärensee bei Niederaschau im Chiemseegebiet.[4]) Beim Steigen des Wasserspiegels werden die Schwingrasen in die Höhe gehoben, da sie darauf schwimmen. Auch habe ich die Erfahrung gemacht, daß solche Sphagnumansiedelungen stets an dem Ufer auftreten, das von den Einflußstellen der Zuflüsse mit nährstoffreichem Wasser am weitesten entfernt ist, sodaß es wahrscheinlich ist, daß die in den See gelangenden gelösten Mineralsubstanzen — es kommt besonders der Kalk in Betracht —, ehe sie zu weiter entfernten Uferstellen gelangen,

[1]) Früh & Schröter, l. c., S. 656.

[2]) Sendtner, l. c., S. 373.

[3]) F. Ahlfvengren, Die Vegetationsverhältnisse der westpreußischen Moore östlich der Weichsel, mit besonderer Berücksichtigung der Veränderung der Flora durch Melioration. Bericht über die Sitzung der Westpreuß. Bot.-Zoolog. Ver. im Winterhalbjahr 1902/03. Schriften der naturforsch. Gesellschaft in Danzig. N. F., XI. Band, 1. und 2. Heft 1903/04.

[4]) H. Paul, Botanische Untersuchung einzelner Moore. Bericht über die Arbeiten der Königl. Bayer. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. München 1905, S. 102. — An dieser Stelle habe ich die Verlandung am Westufer des Bärensees als vom Grunde aus erfolgend angegeben, da es mir 1904 nicht gelungen war, bis an das Ufer vorzudringen. Die äußerste Randzone ist jedoch, wie ich mich im Sommer folgenden Jahres überzeugen konnte, Schwingrasen, die vermuten lassen, daß auch die weiter zurückgelegenen Uferpartien aus solchen entstanden sind. Daher bin ich genötigt, meine Angabe im obigen Sinne umzuändern.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

von Humussäuren gefällt und zum größten Teile in unlösliche, für die Pflanzen nicht aufnehmbare Humate umgewandelt werden. Die Sphagnumrasen treten stets an Ufern solcher Seen auf, die schon einen erheblichen Verlandungsgrad erreicht haben, und deren Wasser deshalb einen bedeutenden Gehalt an Humussäuren aufweist. Besonders ist dies bei Schwingrasenbildung der Fall, denn der unter diesen lagernde flüssige Torfschlamm enthält Unmengen von Humussubstanzen, sodaß, selbst wenn Wasser beim Steigen des Seespiegels durch die schwingende Decke hindurchdringt, dieses gewissermaßen erst einem Filtrationsprozeß unterworfen wird, wodurch die Mineralstoffe zurückbehalten werden. Deswegen können sich an solchen Uferpartien auch Sphagnen ansiedeln.

Ein derartiges Sphagnetum wird natürlich das Bestreben haben, sich auszudehnen und, wenn ein Alnetum bei weiter fortschreitender Verlandung gegen das Seeufer vorrückt, auf den Erlenbestand stoßen und in ihn eindringen. So kommen dann Bildungen zustande, die den Anschein erwecken können, als sei der ausgebildete, von Torfmoosen freie Erlenbruch aus einem mit Sphagnum erfüllten entstanden, zumal letzterer die jüngeren Bäume enthält. Daß dem aber nicht so ist, geht aus der Erwägung hervor, daß Sphagnen einem Umsichgreifen des Erlenbruches eher ein Ziel setzen, als sein Fortkommen begünstigen, da die durch massenhaftes Vorkommen von Torfmoosen geschaffenen Bodenverhältnisse einer Entwicklung von Bäumen sehr wenig günstig sind. Es kommen zwar unter Erlen gern zwei Sphagnumarten, S. fimbriatum und S. squarrosum vor, die auch im Chiemsee-Erlenbruch konstatiert worden sind, doch bilden diese niemals so gewaltige, zusammenhängende Rasen wie die Hochmoortorfmoose. So glaube ich auch die von Ahlfvengren gemachte Angabe deuten zu müssen.

Einen mit Sphagnum durchsetzten Erlenbruch nennt Loeske[1]) „Erlenmoor", ein Ausdruck, den ich nicht für glücklich gewählt halte, da auch ein Erlenbruch ohne Sphagnum ein Moor sein kann, wenn nämlich sein Boden aus einer Torfschicht besteht. Eher wäre man berechtigt, einen auf Mineralboden wachsenden Erlenbestand einen Erlenbruch zu nennen im Gegensatz zu einem solchen auf Moor, der dann eben Erlenmoor heißen müßte. Da aber jeder Mineralbodenerlenbruch sich meist bald mit einer Moorschicht bedeckt, so ist es besser, diese Unterschiede nicht durch die Namen anzudeuten und den Ausdruck „Erlenmoor" fallen zu lassen.

Eine mit Torfmoosen durchsetzte Erlenzone finden wir auch in unserem Bruch am Damberg, wo die Erlen ohne Übergangswald unmittelbar an eine Hochmoorvegetation stoßen, die durch beständige Streunutzung seit langer Zeit modifiziert ist und, statt einen sanft abfallenden Hang zu bilden, eine vollständig ebene Fläche darstellt. Es ist aber wahrscheinlich, daß auch hier

[1]) Loeske, l. c. S. 109.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

früher ein Übergangsfichtenwald bestanden hat, da die Fichte im Osten und Westen des Damberg-Erlenbruches noch vorhanden ist (siehe Karte 2). Auch die Birken und einige Kiefern mit Latschen jenseits der Streufläche verraten die ehemalige Randpartie des Übergangswaldmoores gegen das Hochmoor.

Während einst der Fichtenwald das Eindringen der Sphagna in den Erlenbestand des Damberges verhinderte, ist nach Fällung der Stämme eine Invasion durch die Torfmoose erfolgt. Die Erlen sinken am Rande infolge der durch die Sphagnen bedingten Versumpfung zu Büschen herab. Am Damberg wird sich der Erlenbestand wohl am längsten halten können, da einerseits dem ungestörten Fortschreiten des Hochmoores durch Menschenhand Einhalt geboten ist und anderseits die Nährstoffzufuhr durch die Dambergquellen ihm die Wage halten wird.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die Streuwiesen zwischen dem südlichen Teile unseres Erlenbruches und der Roth früher wenigstens stellenweise mit Erlen bestanden waren. Nach dem Abholzen der Stämme und Roden der Stöcke hat sich an entwässerten Stellen ein Molinietum eingefunden, das, je weiter es zum Hochmoor hin gelegen ist, desto eher Neigung hat, in dieses überzugehen. An nassen und nährstoffreicheren Partien treten dagegen wieder die Formationen auf, denen der Erlenbruch wohl wenigstens zum Teil seine Entstehung verdankt (siehe Karte 1).

Für die größere Ausdehnung der Erlenbestände gegen die Roth hin spricht besonders das reichliche Vorkommen von Hylocomium brevirostre auf den begleitenden Molinieten, das sich hier bis heute erhalten hat. Das Moos ist sonst eine ausgesprochene Waldpflanze, die sich niemals freiwillig an offenen Stellen ansiedelt, sondern hier stets als Relikt früherer Waldbestände aufzufassen ist.

Wenn auch mancherlei Befunde darauf hinweisen, daß früher die Erlenbrüche des südlichen Chiemseemoores eine größere Ausdehnung hatten als heute, so darf doch diese nicht überschätzt werden, denn die Ansiedlung von Erlen in so regenreichem Moorgebiete ist, wie wir sahen, günstigen Umständen zuzuschreiben und nur möglich gewesen, soweit die Wirkung dieser reichte. Und in dem Widerstreit der äußeren Faktoren werden die ungünstigen sich stets als die überlegenen erwiesen und schon von vornherein der Ausdehnung der Erlbrüche in unserem Moor ein bestimmtes Ziel gesetzt haben, über welches sie nicht hinaus konnten.

Wie stellt sich nun die Frage der Aufforstung der Moore mit Schwarzerlen zu den vorhergehenden Ausführungen? Ohne weiteres ergibt sich, daß das rohe Hochmoor für die Schwarzerle so ungeeignet ist wie kaum ein anderer Boden. Denn obwohl sie Nässe vertragen kann, wird sie dennoch gegen den nassen, sauren Hochmoorboden mit seiner Sphagnum-Decke, die einen Luftzutritt in tiefere Schichten verhindert, sehr empfindlich sein, weil dieser den Wurzeln kein tiefes Eindringen gestattet, was für die Erlen un-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

bedingte Notwendigkeit ist. Es müßte daher eine Entwässerung vor der Anpflanzung stattfinden, und wahrscheinlich wird eine, wenn auch flache, Bodenbearbeitung nötig sein, um die die Luft abschließende Sphagnum-Decke zu zerstören. Doch am allernötigsten sind, wie wir gesehen haben, für eine gedeihliche Entwicklung der Alnus glutinosa mineralische Nährstoffe, die in nicht zu geringer Gabe in den ersten Jahren wohl Bedingung sein werden. Ob bei solchen Maßnahmen eine Rentabilität möglich ist, dürfte sich nur durch Anbauversuche nachweisen lassen.

Weit günstiger liegen die Verhältnisse für die Flachmoore. Hier braucht keine Bodenbearbeitung vorausgehen, auch eine Entwässerung wird in den meisten Fällen kaum nötig sein oder kann auf das Mindestmaß beschränkt werden. Doch bin ich der Ansicht, daß im ersten Jahre eine schwache Düngung nicht zu umgehen sein wird, damit die Wurzeln, ehe sie in die nährstoffreicheren, tieferen Lagen gelangen, Nahrung erhalten, da die oberen Schichten infolge der reichlichen Niederschläge zu leicht einer Auswaschung unterliegen. Die Kosten dieser Düngung dürften kaum beträchtlich sein, da nur Kali- und Phosphorsäuredüngemittel verwendet zu werden brauchen. Wie oben bemerkt worden ist, assimilieren die Erlen den freien atmosphärischen Stickstoff, daher fällt diese Düngung fort; vielleicht übt aber eine Impfung des Bodens günstigen Einfluß aus.

Leicht wird die Erlenkultur im Überschwemmungsgebiet der Moore an Flußufern gelingen. Wir sahen, daß gerade hier die Erle am häufigsten spontan zu finden ist. Doch könnte man das Überschwemmungsgebiet künstlich erweitern und durch Stauung eine Überflutung auch der sonst nicht davon betroffenen Moorpartien herbeiführen. Das hätte nur einmal im Jahre stattzufinden, entsprechend der meist nur einmal erfolgenden natürlichen Frühjahrsüberschwemmung. Auf diese Weise würden zwar die Kosten der künstlichen Düngemittel erspart, doch würden freilich andere durch Anlegung von Gräben und Stauwehren verursacht werden.

Dies sind nur Vorschläge, die sich aus Untersuchungen der natürlichen Wachstumsbedingungen der Schwarzerlen auf Moorboden ergeben haben. Um eine definitive Entscheidung dieser Frage zu bringen, sind ausgedehnte Kulturversuche nötig, die ohne Zweifel mehr Aufschlüsse geben werden, als sich aus der bloßen Betrachtung der Eigentümlichkeiten des spontanen Vorkommens herleiten lassen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Beitrag zur Frage der Kolonisation bayerischer Hochmoore

von Jos. Bauer, Assistent der kgl. Moorkulturanstalt.

A. Frühere Ansiedlungsbestrebungen auf bayerischen Mooren.

Von der 75 800 qkm großen Bodenfläche des Königreichs Bayern entfallen ungefähr 1500 qkm (= 2%) auf Moorböden. Hievon liegen in der Voralpenlandschaft ca. 49 000 ha (darunter die Chiemseemoore, das Kolbermoor, die Loisach- und Mangfallmoore, das Haspelmoor etc.), auf der Münchener Schotterfläche ca. 44 000 ha (darunter das Erdingermoos mit 25 000 ha, das Dachauermoos mit 18000 ha), in der Donauzone ca. 35000 ha (Donaumoos mit 17 000 ha, Feilenmoos etc.), im Urgebirge und an dessen Fuß ca. 9000 ha (im bayer. Wald, Oberpfälzerwald, Fichtelgebirge), im Ries-, Jura- und Keupergebiet etc. ca. 7000 ha und in der Rheinpfalz 3 300 ha. Die Moore der niederschlagsreichen Voralpenlandschaft und des bayer. Waldgebirges sind vorwiegend Hochmoore, die Moore der Münchener-Schotterfläche und des Donaugebietes in der Hauptsache Wiesen- oder Niederungsmoore.

Eine genauere Statistik über die bayerischen Moore fehlt zur Zeit noch; bezüglich der Besitzverhältnisse ist im allgemeinen zu bemerken, daß von den ursprünglich in den Händen des Staates befindlichen Moorflächen im Laufe der Zeit ein großer Teil schenk- und verkaufsweise in Privateigentum übergegangen ist. Die noch staatlichen Moore sind vorwiegend Hochmoore im Besitze des Forstärars, wenn sie auch keine nennenswerte waldliche Nutzung ergeben, zum Teil in den Händen des Salinen-Ärars, das große Mengen Brenntorf zum Betriebe der Salinenwerke benötigt.[1])

Bei der großen Ausdehnung der Moore in Bayern ist es erklärlich, daß bereits vor langer Zeit sich Bestrebungen zeigten, Moorgrund der Landeskultur zuzuführen. Im Donaumoos scheinen Entwässerungsanlagen schon im 15. Jahrhundert vorhanden gewesen zu sein, im Erdingermoose gründeten die Fürstbischöfe von Freising mitte des 18. Jahrhunderts drei Ökonomiegüter, Moorkulturen wurden

[1]) Genauere Erhebungen über die Lage, Größe und Benützung der ärarialischen Moorflächen wurden von der Forstverwaltung i. J. 1903 durchgeführt; das Material ist z. Zt. im Druck.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

bei Hohenschwangau in der zweiten Hälfte des 16., am Kochel- und Abtsdorfer See Ende des 18. Jahrhunderts durchgeführt.[1])

Mit der eigentlichen Besiedelung einzelner grösserer Moore begann Bayern am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts. Unter Kurfürst Karl Theoder von Bayern wurde das Donaumoos kolonisiert, wo jetzt, wenn auch nach harten Kämpfen, eine Bevölkerung von über 5000 Seelen ihren ausreichenden Unterhalt findet. Im Jahre 1802 wurden von König Max I. bei Rosenheim die Ortschaften Ober-, Unter- und Klein-Karolinenfeld gegründet; die beiden ersteren sind jetzt zur Gemeinde Gross-Karolinenfeld[2]) mit ca. 800 Einwohnern und 107 Wohngebäuden vereinigt, letztere besteht als Dorf mit etwas über 100 Einwohnern und 14 Wohngebäuden fort. Zur gleichen Zeit entstanden im Dachauermoose bei Schleißheim die Kolonien Ober- und Unter-Augustenfeld, Karlsfeld und Ludwigsfeld mit jetzt ca. 450 Einwohnern und 71 Wohnhäusern. Im Jahre 1804 folgte dann im staatlichen Bachhauser- oder Höhenrainer-Filz die Kolonie Bachhauser-Filz, zur Gemeinde Höhenrain, K. Bezirksamts Starnberg gehörig, mit z. Z. 364 Einwohnern und 88 Wohngebäuden. Den Schluss bildete die von dem General Freiherrn von Hallberg als Besitzer des Gutes Birkeneck im Erdingermoos in den Jahren 1828 ff. gegründete, vom König Ludwig I. und dem Staate unterstützte Kolonie Hallbergmoos; dieselbe ist nun ein Kirchdorf mit 530 Einwohnern und 105 Wohngebäuden.

Seit dieser Zeit hat die bayerische Landeskultur keine Neugründungen von Moorwirtschaften in größerem Umfange mehr zu verzeichnen, da beinahe alle die voraufgeführten Kolonisationsversuche anfangs kläglich scheiterten; erst nachträglich mußten mit großen Kosten die Fehler gut gemacht werden, die man bei der Begründung begangen hat. Baumann schreibt hierüber in der unten erwähnten Abhandlung:[1])

„Die folgenschwersten Fehler, die damals begangen wurden, beruhen auf einem verzeihlichen Irrtum jener Zeit. Man glaubte, der Torfboden sei nach der Entwässerung ebenso fruchtbar oder

---

[1]) Näheres siehe: Baumann, Die Moore und die Moorkultur in Bayern S. 104—115 (Rieger-München) und Brettreich, Referat in der Sitzung der bayer. Moorkulturkommission vom 17. März 1902 (Vierteljahrszeitschrift des bayer. Landw.-Rates 1902).

[2]) Die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse dieser Kolonie wurden erst in jüngster Zeit auf Anregung der K. Moorkulturanstalt übersichtlich dargestellt (Dr. J. Wismüller. Die bayerische Moor-Kolonie Groß-Karolinenfeld. Stuttgart und Berlin 1906 J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

vielmehr wegen des reichen „Humus-Gehaltes“ noch weit fruchtbarer als ein entwässerter Mineralboden. Und diese unrichtige Ansicht wurde auch von der damaligen Wissenschaft vertreten. Die Gelehrten betrachteten den Humus, die organische Materie, als die eigentliche Pflanzennahrung und hatten noch keine Ahnung davon, daß gewisse Bestandteile der Pflanzenasche notwendige Nährstoffe der Kulturpflanzen sind. In dieser hohen Meinung von der Torferde gab man dem einzelnen Kolonisten so wenig Land, daß er auf dem tatsächlich armen und düngerbedürftigen Boden seine Familie nicht fortbringen konnte. Man duldete sogar, daß das kleine Kolonat von 9—10 Tagwerk noch weiter zerstückelt werden durfte. Man ließ arme Leute ohne Betriebskapital als Kolonisten zu, in der Hoffnung, daß sie der gute Boden bald wohlhabend machen müsse. Ja, man lockte sie durch ungemein günstige Ansiedelungsbedingungen geradezu an.“

Man sorgte ferner nicht dafür, daß die Leute erfahrene Berater bei der Kultur des Bodens hatten und daß die Kulturanlagen, namentlich die Entwässerungsanlagen, in ordentlichem Stand erhalten blieben. Zu alledem kamen oft schwere Elementar-Ereignisse, namentlich Frost und Hagel, denen die Kolonisten mangels jeder Versicherung nicht gewachsen waren.

Trotz der ungünstigen früheren Erfahrungen scheint es jetzt bei dem vollständig veränderten Stand der Moorkulturmethoden und bei den großen Erfolgen, die neuerdings bei der Kultur und Kolonisierung von Mooren erzielt wurden, von neuem angezeigt, zu prüfen, ob nicht auch in Bayern bestimmte, zuvor genau untersuchte Moore der Kolonisierung zugänglich sind.

Der Standpunkt des K. bayerischen Staatsministeriums des Innern wird durch die Ausführungen des um die Landwirtschaft hochverdienten Staatsministers, Seiner Exzellenz Dr. Graf von Feilitzsch in der Sitzung der bayer. Moorkulturkommission vom 17. März 1902 gekennzeichnet. „Darnach hat die Regierung die Aufgabe, unkultivierte Flächen in Kultur zu bringen, soweit das überhaupt möglich ist. Bei Flächen, die sich im Privatbesitz befinden, hat dies durch Belehrung und Aufklärung der Besitzer zu geschehen. Wo die Rentabilität der privaten Wirtschaft nicht gesichert ist, weil das Kolonat zu klein sei, hat eine Vergrößerung einzutreten durch Ankauf von freiwerdenden Grundstücken und Verteilung unter diese Kolonisten. In Staatseigentum befindliche öde Flächen aber muß der Staat entweder selbst in Kultur nehmen oder an andere zur Kultur hingeben. Dabei müssen die bei früheren Versuchen gemachten

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Fehler vermieden werden. Die Befürchtung des Arbeitermangels[1]) hält der K. Staatsminister nicht für begründet; denn die Kolonate sollten gerade so groß gemacht werden, daß die Kolonisten mit ihren Familien sie ohne fremde Arbeitskräfte bebauen könnten. Man muß langsam und vorsichtig vorgehen und erst dann, wenn die Technik Zeit und Ort für geeignet erklärt. Wo aber die Technik sich für die Kolonisierung ausspricht, da ist sie nicht nur wünschenswert, sondern notwendig."

Natürlich darf der Staat als Kolonisator nicht seine Aufgabe darin erblicken, Geldgeschäfte zu machen und aus dem Kulturkapital hohe Zinsen herauszuwirtschaften, sondern er muß seine Befriedigung hauptsächlich darin finden, daß er 1. bisher ertraglose Flächen des vaterländischen Bodens in den Stand setzt, wirtschaftliche Werte zu erzeugen, damit also die Produktionsfläche des Landes zu Gunsten der Allgemeinheit vergrößert und 2. weniger mit Glücksgütern gesegneten, aber arbeitswilligen Leuten durch Zuweisung kultivierter Flächen Gelegenheit gibt, durch deren Bewirtschaftung die Mittel zu einer auskömmlichen Existenz sich zu verschaffen. Nicht ein hoher Gewinn des Unternehmers kommt also in Frage, sondern die zweckmäßige Ausnützung unkultivierten Bodens durch Ansiedlung von Kolonisten, die ihr gutes Auskommen finden müssen. Eine angemessene Verzinsung des Anlagekapitals muß bei der modernen Moorkultur verlangt werden. Wie Hugenberg auf Seite 411 seines trefflichen Werkes[2]) über innere Kolonisation ausführt, ist der Staat auf den fiskalischen Mooren schon deshalb der gegebene Kolonisator, weil er seinen Kolonisten nicht den vollen Marktwert dieses überkommenen, bisher meist keine Einnahme abwerfenden Bodenbesitzes in Rechnung zu stellen braucht. Sodann ist es eine Lehre, die aus allen früheren Kolonisierungen gezogen werden kann, daß die ganze Vorbereitung, Anlage und Ausgestaltung einer Moorkolonie nach einem wohlüberlegten, einheitlichen Plan erfolgen, und daß der Unternehmer für lange Zeit einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Verhältnisse der Kolonie, ja auf die Wirtschaftsweise des einzelnen Kolonisten haben muß; diesen weitgehenden Einfluss kann sich nur der Staat vertragsmäßig oder durch Gesetzgebung, wie z. B. Preußen durch sein Rentengütergesetz, sichern.

---

[1]) Ausgesprochen von Herrn K. Oberforstdirektor v. Huber in der nämlichen Sitzung.

[2]) Hugenberg, Dr. A., Innere Kolonisation im Nordwesten Deutschlands. Straßburg, K. D. Trübner 1891.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

B. Wie erfolgt die Urbarmachung der Hochmoorflächen?

Wie alle Moorböden bestehen auch die Hochmoore, in Süddeutschland „Filzen" genannt, vorzüglich aus Pflanzenresten. Von den sog. Wiesen-, Niederungs- oder Flach-Mooren unterscheiden sie sich zu ihrem Nachteile dadurch, daß sie aus den anspruchlosesten Pflanzen, im wesentlichen aus Torfmoosen und heidekrautartigen Gewächsen entstanden und deshalb auch weit ärmer an Pflanzennährstoffen sind, also ein höheres Düngerbedürfnis besitzen als die kalk- und stickstoffreichen Wiesenmoore. Aber sie haben andererseits meistens eine viel größere Ausdehnung und Mächtigkeit und enthalten meist ein besseres, weil aschenärmeres Brennmaterial.

Es ist daher ganz natürlich, dass in holzarmen, moorreichen Gegenden die landwirtschaftliche Benützung der Hochmoore sehr zurücktrat gegen die torftechnische Ausbeutung und jene in der Hauptsache erst begann, wenn das Moor ausgetorft war, daß dagegen an anderen Orten, wo eine rationelle torftechnische Verwertung aus irgend welchen Ursachen nicht möglich war, die Moorbesitzer schon frühzeitig versuchten, das unabgetorfte Hochmoor landwirtschaftlich zu benützen.

Man unterscheidet deshalb zwei Kulturmethoden des Hochmoores:

1. Die schon seit 3 Jahrhunderten in Holland mit den günstigsten Erfolgen angewandte „Fehnkultur" besteht im wesenlichen darin, daß die durch große Kanäle erschlossenen Moorflächen bis auf den Untergrund zuerst abgetorft werden und die obere, als Brenntorf unbrauchbare Bodenschichte (sog. Bunkerde) auf die abgetorften Stellen geworfen, mit dem mineralischen Untergrund (meist nährstoffarmer Sand) gemischt und mit städtischem Kompost, Stalldünger, oder in neuerer Zeit auch mit künstlichen Stoffen gedüngt wird. Wie segensreich diese Kulturmethode auf den gesamten Nationalwohlstand einwirken kann, beweisen die Niederlande, wo jetzt ca. 3 Quadratmeilen eines Bodens, auf dem früher nur das Heideschaf kümmerlich sein Leben fristete, mit blühenden, dichtbevölkerten Ortschaften besetzt sind, hinter denen reichbestandene Äcker, Wiesen und Weiden sich ausdehnen und Früchte hervorbringen, die weder quantitativ noch qualitativ den Erzeugnissen unserer besten Mineralböden nachstehen. Dieser glänzende Erfolg ist vorwiegend der rationellen Vereinigung von Industrie, Handel und Landwirtschaft zu danken, die in der Eigenart der Bevölkerung und in der günstigen geographischen Lage begründet ist.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Fehnkultur besitzt aber ohne Zweifel den großen Nachteil, daß die Aufschließung der Moore für die Landwirtschaft nur sehr langsam erfolgt. Holland, das doch seinen Brennstoffbedarf beinahe ausschließlich mit Torf deckt, brauchte, wie erwähnt, zur Abtorfung von 3 Quadratmeilen (= 16800 ha) Hochmoorflächen dreihundert Jahre (= 56 ha pro Jahr im Mittel).

2. Es trat deshalb schon ganz frühzeitig auch in den Fehnkolonien Hollands die Notwendigkeit an den Tag, die noch nicht abgetorften, ödeliegenden Flächen landwirtschaftlich zu nutzen, um die von Jahr zu Jahr sich mehrende Moorbevölkerung mit Lebensmitteln versorgen zu können. Dies geschah mittels der sog. Brandkultur, bei welcher nach entsprechender Entwässerung und Bearbeitung des Bodens die oberste Torfschichte jährlich abgebrannt wurde; hiedurch wurden der Anbaupflanze so viele Nährstoffe zugänglich, daß eine kleine Jahresernte von Kartoffeln, Buchweizen oder Roggen erzielt werden konnte. Nach 6—7 Jahren war aber das Moor „tot" gebrannt und erst nach Verlauf von 15—20 Jahren konnte es abermals in Brandkultur genützt werden; die Brandkultur ist bei ihren geringen Erträgen und bei der langen Brachzeit als zweckmäßige Benützungsart des Hochmoores daher nicht anzusehen. Auch die Kultur mit Hilfe von tierischen Düngstoffen befriedigte nicht, wenn auch die Ernte von Feldfrüchten hiedurch bedeutend vermehrt wurde. Denn der Anbau von Klee und die Anlage ertragreicher Futterwiesen, die eine grössere Viehhaltung und damit eine erhöhte Düngerproduktion ermöglicht hätten, wollten nicht gelingen. Erst als die Chemie die Grundlagen der Pflanzenernährung aufdeckte, als Kalk, Phosphorsäure, Kali als notwenige Pflanzennährstoffe erkannt waren und bald darauf als sog. künstliche Düngemittel in den Handel kamen, nahm die Moorkultur einen neuen Aufschwung; jetzt konnten auch im Hochmoor die verschiedensten Futterpflanzen gebaut werden. Die Methoden der Hochmoorkultur sind dann durch zahlreiche Versuche der zum Zwecke der Moorkultur gegründeten Institute so weit ausgebildet worden, daß eine gewinnbringende, landwirtschaftliche Benützung der Hochmoore überall möglich ist, wo die technische Verwertung des Torfes keinen Gewinn verspricht. Dabei bleibt der Torf trotzdem für die Zukunft erhalten und kann nach Bedarf jederzeit gewonnen werden. Auch schließt sich die Anwendung beider Methoden (Fehnkultur und sog. Hochmoor-Kultur) nebeneinander keineswegs aus; die Möglichkeit der Torfverwertung bestimmt von selbst, ob auf die technische oder landwirtschaftliche Ausnützung des Moores der Schwerpunkt zu verlegen ist.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Leider sind die günstigen holländischen Verhältnisse in Deutschland oft nicht gegeben; wir werden deshalb die Nutzbarmachung unserer Hochmoore zunächst stets durch die landwirtschaftliche Kultur der nicht abgetorften Bodenoberfläche einleiten müssen. Bei großen Moorflächen wird die Kolonisation die zweckmäßigste Maßregel sein, nicht allein für die rasche landwirtschaftliche Verwertung des Bodens, sondern auch um den Brennstoffvorrat schneller der Allgemeinheit zuzuführen.

Die Verschiedenheit des Bodens, des Klimas und der wirtschaftlichen Verhältnisse gestatten nicht die direkte Übertragung der speziell in Norddeutschland in den letzten Jahren mit dem Hochmoorkultur-Verfahren gemachten Erfahrungen auf unsere süddeutschen Moore. Es mußten für die süddeutschen Moore die passendsten Kulturmaßregeln und die geeignetste Bewirtschaftung erst ermittelt werden. Dies ist durch die nunmehr 15 Jahre umfassenden Versuche auf dem Chiemseehochmoor in Verbindung mit einer genauen Buchführung erreicht.

Das aus diesen Versuchen resultierende Kulturverfahren schlägt im allgemeinen folgenden Gang ein:

An die auf Hochmoor leicht herzustellenden Vorflutgräben werden zunächst 70—80 cm tiefe und 60 cm breite Gräben mit steilen Böschungen in einer gegenseitigen Entfernung von 20 Metern angeschlossen; der Aushub der Seitengräben bleibt an den Rändern liegen.

Dieser ersten Entwässerung folgt sogleich die erste Bodenbearbeitung: die größtenteils aus Heidekraut und Torfmoosen bestehende Vegetationsdecke wird durch 25—30 cm tiefes Umhacken zerstört, das an den Tag geförderte Wurzelholz, sowie die an einzelnen Stellen in großer Menge vorkommenden Latschen werden entfernt und etwa vorhandene Vertiefungen planiert. Die planierte Fläche wird darauf 2—3 mal mit der sog. Flügelegge (Fabrikant Klenke in Hemelingen bei Bremen) überfahren, wodurch eine weitere Zerkleinerung der umgehackten Schichte herbeigeführt wird. Je feiner der Boden verarbeitet wird, desto größer sind die Erträge der ersten Jahre, da die künstlichen Düngemittel dadurch gleichmäßiger verteilt und so viel besser ausgenützt werden. Auch das Wurzelsystem der Kulturpflanzen kann sich besser verbreiten. Es empfiehlt sich daher, die Felder vor der ersten Düngung und dem ersten Anbau im Frühjahr nochmals mit einer Bodenzerkleinerungsmaschine (Flügelegge oder amerikanische Dandy-Scheibenegge) zu überfahren.

Im nächsten Frühjahre werden die inzwischen auf ca. 50 cm infolge Sackens des Moores zurückgegangenen Gräben auf 100—120 cm

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

vertieft, unmittelbar hierauf Drain-Röhren sorgfältig eingelegt[1]) und die Gräben wieder zugefüllt. Der dem Grabenaushub als Lager dienende Streifen wird hernach umgehackt und in gleicher Weise wie die übrige Fläche weiter behandelt. Offene Gräben kommen zwar in der ersten Zeit billiger als verdeckte Wasserabzüge, werden aber später durch ihre Unterhaltung teurer als die Drainage. Ein Hinausschieben der Drainage-Anlage auf mehrere Jahre bietet zwar insofern technische Vorteile, als die Strangtiefe durch allmähliche Vertiefung des Grabens hergestellt werden kann, wodurch ein gleichmäßiges Sacken der Entwässerungsfläche erzielt wird, die wirtschaftlichen Nachteile dieser späteren Drainierung sprechen jedoch sehr für die sofortige Ausführung; wird nämlich erst später drainiert, so verursacht 1. das Einfüllen der Gräben ganz erhebliche Mehrkosten, da der in der Zwischenzeit sehr stark zersetzte Aushub zum Füllen nicht mehr genügt und von anderwärts Füllmaterial herbeigeschafft werden muß, und kann 2. die Kulturfläche erst nach Verlauf mehrerer Jahre in ihrer ganzen Ausdehnung und unter voller Ausnützung der verschiedenen Maschinen und Geräte in landwirtschaftlichen Betrieb genommen werden. Nach den Versuchen der Moorkulturanstalt ist die Entfernung der Drainstränge im Voralpenland auf 20 m zu bemessen; eine stärkere Entwässerung (8—15 m Strangentfernung) übte keine Ertragssteigerung aus, ist also wegen der größeren Kosten unwirtschaftlich; eine schwächere (gegenseitige Grabenentfernung von 25 m und darüber) schadet in der Regel.

Als erste Anbaufrucht kommt auf unseren süddeutschen Hochmooren nur die Kartoffel in Betracht. Der Anbau derselben erfordert zwar ein ziemlich hohes Betriebskapital (ca. 600 Mark pro ha infolge der notwendigen starken Düngung[2]) und des bedeutenden Arbeitsaufwandes von ca. 1000 Arbeitsstunden), ist aber aus wirtschaftlichen Gründen sehr lohnend, denn 1. wird durch die Pflegearbeiten die Bodenzersetzung sehr günstig beeinflußt, 2. hat sich

---

[1]) Bei weicher Beschaffenheit der Sohle sichert Unterlage von Abfallbrettern oder zu Rinnen zusammengenagelter Latten die Lage der Tonröhren (siehe Jahresbericht der K. Moorkulturanstalt 1904); Entwässerung durch Faschinen kommt unter den meisten Verhältnissen teurer als durch Tonröhren und erreicht die intensive Wirkung der Röhrendrainage nicht.

[2]) Meist 300 kg P_2O_5 + 300 kg K_2O + 75 kg N pro ha im 1. Anbaujahre, 150—200 kg P_2O_5 + 200 kg K_2O + 60—75 kg N im 2. Jahre; eine Kalkzufuhr vermindert die Ernteerträge der beiden ersten Anbaujahre und erfolgt deshalb (1000—2000 kg CaO pro ha) erst vor Wiesenanlage oder Haferanbau.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

die Kartoffel auf Hochmoorboden nicht nur als ganz sichere, sondern auch als sehr ertragreiche Frucht (im Mittel 500 Zentner pro ha) erwiesen und 3. ist in Anbetracht der mineralischen Bodenverhältnisse der Umgegend (meist schwerer Lehmboden, also für Kartoffelbau weniger geeignet) und dank des Wohlgeschmackes und der großen Haltbarkeit der Hochmoorkartoffeln der Absatz derselben gut.

Die Moorkulturanstalt hat so zahlreiche Versuche betr. Düngung, Sortenauswahl und Anbaumethoden ausgeführt, daß für den praktischen Betrieb hinreichendes Erfahrungsmaterial vorliegt; soweit dieselben nicht schon bei den nachfolgenden Rentabilitätsdarlegungen verwertet sind, sei im übrigen auf die Jahresberichte und Spezial-Abhandlungen der Anstalt verwiesen.

Der Anbau von Kartoffeln auf den neubearbeiteten Flächen wird zweckmäßig 2 Jahre lang durchgeführt, da gerade im 2. Kulturjahr die größten Ernten (von vielen Sorten über 600 Zentner pro ha) erzielt werden.[1]) Durch diesen zweijährigen Kartoffelbau ist der Hochmoorboden nun soweit in Kultur übergeführt, daß der Anbau anderer landwirtschaftlicher Nutzpflanzen mit Erfolg betrieben werden kann. Für die Voralpenlandschaft am empfehlenswertesten erscheint die darauffolgende Anlage als Dauerwiese; soll die Neukultur als Acker weiter bewirtschaftet werden, ist Roggen eine ebenso sichere wie ertragreiche Frucht für das 3. Jahr, während Hafer erst im 4. Jahre nach vorhergegangener schwacher Kalkung gebaut werden darf. Der Anbau anderer Getreidearten (Gerste und Weizen) sowie der Rüben hat sich bis jetzt auf Hochmoor nicht bewährt, während Mais, Buchweizen und Schmetterlingsblütler der verschiedensten Art mit gutem Erfolge gebaut werden können; eine Fruchtwechselwirtschaft ist mithin möglich.

Die Kosten der Urbarmachung

setzen sich nach Vorstehendem also zusammen aus den Ausgaben für Entwässerung und erste Bodenbearbeitung sowie aus den Kosten für den zweimaligen Anbau der Kartoffeln. Nach den bisherigen Erfahrungen in Bernau, wo zur Durchführung der Meliorationsarbeiten zum größten Teile Gefängnis-Sträflinge verwendet werden, fallen für eine Fläche von 1 ha folgende Kosten an:

[1]) Im 3. Jahr geht der Ertrag wieder merklich zurück; die Gründe harren noch der Aufklärung.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Vortrag der Ausgaben	Arbeitsstunden für: Gefangene à 15 ₰	Arbeitsstunden für: freie Arbeiter à 26 ₰	Arbeitskosten ℳ	Jahreskosten ℳ
I. Jahr:				
1. Ausheben von 700 lfd. m 60 × 80 cm = Gräben (100 lfd. m = 34 Arbeitsstunden)	238		35,70	
2. Umhacken und Planieren von 0,9 ha (Restfläche bleibt im 1. Jahr als Grabenaushub-Lagerplatz unbearbeitet liegen) 1 ha = 700 Std.	630		94,50	
3. Maschinelle Bodenbearbeitung von 0,9 ha (1 ha = 15 Gespannstunden à 1,00 ℳ) . . .			13,50	
4. Beaufsichtigung der Gefangenenarbeiten für 4 Tage à 3 ℳ			12,00	
5. Beihilfe bei den Höhenaufnahmen und Absteckungen		5	1,30	
6. 4 %ige Verzinsung des aufgewendeten Kapitals von 157 ℳ (ab Oktober)			1,60	158,60
II. Jahr:				
1. Vertiefen von 700 lfd. m[1]) von 50 cm auf auf 120 cm (100 lfd. m = 34 Std.)	238		35,70	
2. Herstellung der Sohle[1]) auf 600 m, Röhren einlegen und oberflächlich Decken (100 m = 20 Std.)		120	31,20	
3. Zufüllen von 650 lfd. m Gräben (100 m = 8 Std.)	52		7,80	
4. 600 m Drainageröhren (50 mm lichte Weite), 100 lfd. m inkl. Transport 12 ℳ			72,00	
5. Umhacken der Grabenstreifen (0,1 ha) . . .	70		10,50	
6. Maschinelle Bodenbearbeitung (0,1 ha) . . .			1,50	
7. Düngemittel mischen und streuen[2]) (50 Std. pro ha)		50	13,00	
8. 1. Düngung[3]): 300 kg P_2O_5 + 300 kg K_2O + 75 kg N pro ha			210,00	
9. Kartoffelsaatgut (2000 kg pro ha 100 kg à 5,00 ℳ)			100,00	
10. Kartoffellegen und Decken	180		27,00	
11. Kartoffelhacken	170		25,50	
Übertrag:			534,20	158,60

[1]) Infolge der beabsichtigten Drainierung können 100 m erspart werden.

[2]) Die Düngung mit Kali + Phosphorsäure erfolgt im 1. Jahr breitwürfig kurz vor dem Anbau der Kartoffeln, die Stickstoff-Kopfdüngung ca. 3 Wochen nach dem Legen; in späteren Jahren werden die drei Nährstoffe zusammen als Kopfdüngung gegeben.

[3]) 300 kg Phosphorsäure pro ha i. F. v. 1500 kg 20% Rohphosphat,
300 „ Kali „ „ i. F. v. 750 „ 40% Kalisalz und
75 „ Stickstoff „ „ i. F. v. 500 „ 15% Chilisalpeter.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Vortrag der Ausgaben	Arbeitsstunden für Gefangene à 15 ₰	Arbeitsstunden für freie Arbeiter à 26 ₰	Arbeitskosten ℳ	Jahreskosten ℳ
Übertrag:			534,20	158,60
12. Kartoffelernten:				
550 Std. pro ha bei 20000 kg Ertrag . . .	550		82,50	
260 Std. für Sortieren und Herrichten zum Verkauf à 20 ₰ [1])		260	52,00	
10 Gespannstunden für Transport zur Bahn .			10,00	
13. Beaufsichtigung für 10 Arbeitstage à 3,00 ℳ			30,00	
14. 4 %ige Verzinsung des Geldaufwandes im 2. Jahr von 708,70 ℳ (ab April)			21,30	730,00
III. Jahr:				
1. Saatgut (2000 kg pro ha, 100 kg = 5,00 ℳ)			100,00	
2. Anbau (Legen und Decken)	180		27,00	
3. Düngemittel mischen und streuen (35 Std. pro ha)		35	9,10	
4. Düngemittel: 200 kg Phosphorsäure + 200 kg Kali + 75 kg Stickstoff pro ha			170,00	
5. Pflege (Hacken)	150		22,50	
6. Ernte, wie im Vorjahre (20000 kg pro ha) .	550	260 [1])	134,50	
Transport zur Bahn			10,00	
7. Kartoffelkräuter abtragen	50		7,50	
8. 1 Aufseher für 6 Arbeitstage			18,00	
9. 4 %ige Verzinsung des Betriebskapitals von 500 ℳ (ab April)			15,00	513,60
IV. Für Abnützung der Geräte, Zinseszinsen etc. (f. d. 3 Jahre)				37,80
Summa:				1440,00

Es erfordert demgemäß die Urbarmachung von 1 ha Hochmoorfläche einen Gesamtkostenaufwand von 1440 ℳ.

Bringt man hievon die Einnahmen aus dem

1. Jahr mit . . . . . 000.— ℳ
2. Jahr (400 Zentner Kartoffel à 1.80) ℳ mit . . 720.— „
3. Jahr (400 „ „ à 1.80) „ „ . . 720.— „

in Summa der 3 Jahre mit . . . . . 1440.— ℳ

in Abrechnung, so heben sich Ausgaben und Einnahmen gegenseitig auf, d. h. durch die Einnahmen des zweijährigen Kartoffelbaues werden nicht nur die Kosten des Kartoffelbaues sondern auch die für Entwässerung und Bodenbearbeitung aufgewandten Beträge vollkommen gedeckt. Würde der Mittel-Ertrag der Jahre 1902—1905 (25 000 kg) in Rechnung gesetzt werden, so verbliebe sogar ein Überschuß von 350.— ℳ pro ha.

[1]) Zum Sortieren und Auslesen der Kartoffeln finden Frauen und Kinder Verwendung (20 ₰ pro Stunde).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

C. Rentabilitäts-Ermittlungen für das Einzel-Kolonat.

Bei den folgenden Ausführungen schließe ich mich im allgemeinen der (in dem Seite 4 bereits erwähnten Brettreich'schen Referate in der Sitzung der bayerischen Moorkultur-Kommission vom 17. März 1902 (Kolonisierungsversuch auf Hochmoor in Bayern) niedergelegten) Idee an, daß der Staat als Unternehmer auftritt, indem er die ärarischen Chiemsee-Hochmoorflächen von ca. 500 ha Umfang bei der Moorkulturstation Bernau a. Ch. durch Strafgefangene in der vorerwähnten Art und Weise urbar machen läßt, die einzelnen Siedelstellen, deren zweckmäßigste Größe im Nachstehenden ermittelt werden soll, mit Wohn- und Wirtschafts-Gebäuden versieht und dann verpachtet.

Zunächst entsteht also die Frage, wie das einzelne Kolonat hinsichtlich Größe und Wirtschaftsweise zu gestalten ist, damit nicht nur eine angemessene Verzinsung der staatlichen Aufwendungen erzielt wird, sondern auch für eine auskömmliche Existenz der Kolonistenfamilien Gewähr geboten ist; es muß also versucht werden, die Rentabilität eines gedachten Einzelkolonates auf Grund der von der Moorkulturanstalt gesammelten Erfahrung zu ermitteln.

I.

Wie groß muß das einzelne Kolonat angelegt werden?

Einer der folgenschwersten Fehler bei der Kolonisation der Moore war die Errichtung zu kleiner Wirtschaften.

Um die richtige Größe eines Kolonates zu ermitteln, ist es unbedingt nötig, den Wirtschaftsbetrieb auf einigen verschieden groß angelegten Kolonaten bei gleichen Voraussetzungen näher zu verfolgen.

Als Voraussetzung wird angenommen:

1. Die Urbarmachung (Zuwegung, Entwässerung, Bodenbearbeitung und 2jähriger Anbau von Kartoffeln), sowie die Erbauung der Wohn- und Wirtschaftsgebäude erfolgt durch den Staat. Das Kolonat wird vorerst als Zeitpachtgut einem gut beleumundeten Manne zugewiesen, welcher über das nötige Betriebskapital verfügt und die für einen kleinen Bauernbetrieb erforderlichen körperlichen und geistigen Eigenschaften besitzt.
2. Als Wirtschaftspersonen nach erfolgter Kolonatszuweisung sind zu betrachten: der Kolonist, dessen Frau und ein erwachsenes Familienmitglied — also 3 Personen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

3. Der Betrieb ist so zu gestalten, daß er von schlechten Absatzverhältnissen möglichst wenig berührt wird. Die Produkte sollen also möglichst in der eigenen Wirtschaft und im Haushalt verwertet werden. Die Stallwirtschaft ist derart einzurichten, daß sie von der Frau im allgemeinen allein besorgt werden kann und dieser außerdem soviel Zeit übrig bleibt, daß sie ihren Pflichten als Hausfrau gut nachkommen kann. Die Haltung von 5 Stück Kühen dürfte diesen Anforderungen entsprechen. Die 3 Wirtschaftspersonen sollen durch den landwirtschaftlichen Betrieb ihr gutes Auskommen finden, ohne auf Nebenerwerb angewiesen zu sein. Stechen von Brenn- und Streutorf für den eigenen Gebrauch wird ihnen ohne Entgelt gestattet.

Unter diesen Voraussetzungen sollen nun vorerst 3 Kolonate in der Grösse von 5, 7 und 10 ha miteinander verglichen werden.

1. Das staatliche Anlagekapital und die Belastung des Bodens durch die Gründung der Kolonate.

Welchen Geldaufwand die Anlage verschieden großer Kolonate bis zur Übergabe an den Kolonisten erfordert, zeigt nachstehende tabellarische Ausscheidung:

Kosten-Titel:	Kosten-Betrag in Mark			
	1 ha	5 ha	7 ha	10 ha
a) Urbarmachungsarbeiten:				
1. Jahr: Betriebskapital . . .	158,60	793,00	1110,20	1586,00
2. Jahr: „ . . .	730,00	3650,00	5110,00	7300,00
3. Jahr: „ . . .	513,60	2568,00	3595,20	5136,00
Verschiedenes	37,80	189,00	264,60	378,00
Summa (a):	1440,00	7200,00	10080,00	14400,00

Die Kostensumme a wird durch die Einnahmen des zweijährigen Kartoffelbaues (siehe Seite 85) vollkommen gedeckt, so dass sie bei Berechnung des Anlagekapitals vornweg ausscheidet.

b) Gebäulichkeiten (3. Jahr) . . .	750—1140	5700,00	6500,00	7500,00
c) Feldbahn-(Eisenschienen-)Anlage	50—60	300,00	500,00	500,00
d) Anlage von 2 ha Wiesen (4. Jahr)	(100,00)	200,00	200,00	200,00
Wirklicher Kapitals-Aufwand (b, c, d)	800—1200	**6200,00**	**7200,00**	**8200,00**
e) Wertannahme des unkultivierten Bodens	200,00	1000,00	1400,00	2000,00
Summe des durch den Kolonisten zu verzinsenden Anlagekapitals (b, c, d)	1020—1400	7200,00	8600,00	10200,00
i. e. eine Belastung pro ha von:	1020—1400	1440,00	1228,60	1020,00

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Zu vorstehender Tabelle ist zu bemerken:

ad Kostentitel a) Bei der Berechnung der Urbarmachungskosten wird die auf Hauptentwässerung und Zuwegung treffende Quote vermißt werden. Eine diesbezügliche Kostenbelastung kann deshalb unterbleiben, weil im Falle der Durchführung des vorliegenden Projektes eine das ganze Chiemseemoor aufschließende Staatsstraße Bernau-Übersee gebaut werden müßte; die Kolonate kämen direkt an den geplanten Straßenzug zu liegen. — Der aus dem zweijährigen Kartoffelbau sich allenfalls ergebende Überschuß (siehe Seite 85) wird vom tabellarisch berechneten Gesamt-Anlagekapital in Abzug gebracht oder einem zu gründenden „Allgemeinen Reservefonds für die entstehende Kolonie" einverleibt werden.

ad b) Den Hauptkostenaufwand bedingt die Errichtung der Gebäulichkeiten: Bezüglich des Verhältnisses zwischen speziellem Grundkapital (= Wert des kultivierten Bodens) und Gebäudekapital gehe ich davon aus, daß letzteres im allgemeinen 50 % des ersteren bei richtiger Betriebsorganisation betragen darf; 1 ha mittlerer Kulturboden kostet in der Bernauer-Gegend im Mittel 1200 ℳ, so daß die Belastung von 1 ha Grundfläche durch das Gebäudekapital 600 ℳ betragen dürfte. In Anbetracht der kostspieligen Fundierungsarbeiten im rohen Hochmoor wird der gegebene 20 %ige Zuschlag (anstatt 600 ℳ pro ha 750 ℳ bei einer Kolonatsgröße von 10 ha) angängig sein. Je kleiner die Wirtschaftsfläche wird desto ungünstiger wird sich natürlich dieses Verhältnis gestalten.

ad c) Um den Kolonisten die Bewirtschaftung der bis zu 700 m vom Gebäude entfernt liegenden Grundstücke zu erleichtern, ist die Anlage eines 500 bezw. 700 m langen Schienenstranges zwischen je zwei Kolonaten beabsichtigt. Um Kosten zu sparen, soll das Einschienen-System zur Anwendung kommen (Preis pro lfd. m 1,12 ℳ, 1 Weiche 20,00 ℳ, bei Doppel-Geleissystem dagegen mit Fundierung wenigstens 2,00 ℳ pro lfd. m Bahn, 1 Weiche 50—60 ℳ). Die Anschaffung eines zweckmäßigen Wagens (80—100 ℳ) muß dem Kolonisten als zum stehenden Betriebskapital gehörig überlassen werden.

ad d) Die Anlage von 2 ha Dauerwiesen (i. e. Kalkung und Ansaat der Fläche) übernimmt der Kolonisator, um nicht gar zu hohe Ansprüche an das vom Kolonisten benötigte Betriebskapital zu stellen. Es sind bei den verschieden groß angenommenen Kolonaten gleichheitlich 2 ha eingesetzt, da sich das eigentliche Verhältnis von Acker- und Wiesenfläche erst aus den nachfolgenden wirtschaftlichen Betrachtungen ergeben wird. Die Bestellung der Restfläche besorgt der Pächter.

ad e) Von der bereits unter b) erwähnten Annahme ausgehend, dass 1 ha Kulturboden in der Bernauer-Gegend einen Wert von durchschnittlich 1200 ℳ repräsentiert, und andererseits erwägend, daß ein Kapitalaufwand von rund 1000 ℳ erforderlich ist, um die bisherige Ödfläche in Nutzfläche zu verwandeln, ergibt sich ein Wert von 200,00 ℳ pro ha unkultivierter Hochmoorfläche. Der Wert des Moores als Brennstoffreservoir scheidet bei nachstehenden Darlegungen aus später anzuführenden Gründen (siehe Seite 115) von vornherein aus.

2. Der Arbeitsaufwand für die landwirtschaftlichen Arbeiten in den verschieden großen Kolonaten.

Durch die Buchführung der K. Moorkulturanstalt ist der Arbeitsaufwand für verschiedene landwirtschaftliche Arbeiten bereits ermittelt worden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Die Arbeitsstunden, welche nach diesen Ermittelungen auf 1 ha Kulturfläche anfallen, sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Art der Arbeit	Arbeitsstunden pro ha		Zeit des Arbeitsanfalls	Bemerkungen
	Personen-Stunden	Gespann-Stunden		
a) Kartoffelbau:				
1. Rillen ziehen, Kartoffel legen und decken .	180		Mai	
2. Künstl. Düngemittel mischen und streuen .	35		Juni	
oder Stallmist (500 Ztr.) aufladen, abladen, breiten und unterbringen	130	30	April	
3. Pflege (Hacken und Häufeln)	230		Juni	
4. Ernte: (Ausnehmen mit der Hand und sortieren)				
(bei 10000 kg Ertrag pro ha)	(590)		Sept.	
„ 20000 „ „ „ „	810		und	
(„ 30000 „ „ „ „)	(1050)		Okt.	
Transport zur Bahn pro 10000 kg (3—5 km)		10		
Einmieten und Ausmieten pro 1000 kg . . .	40		Okt.	
Abtragen des Kartoffelkrautes vom Felde .	30—50		bezw. April	
Gesamtarbeitsstunden bei 20000 kg Ernte:	1455	40		
b) Winter-Getreidebau:				
1. Voreggen zur Saat	5	5	Okt.	
2. Handsaat und Eineggen des Saatgutes . . .	5	5	„	
3. (Künstliche Düngung oder) Stallmistdüngung	(35)		(Apr.)	
(250 Ztr. pro ha)	80	30	Okt.	
4. Ernte:				
Mähen, Binden und Puppen	60		Aug.	
Aufladen, Einfahren und Abladen	50		„	
Dreschen mit Handdreschmaschinen	110		Jan.	6 Leute à 2 Tage
Putzen und Trieuren	100		Jan.	
Gesamtstunden pro ha:	445	40		
c) Kleegrasbau:				
1. Kleegras (od. Serradella) in den Roggen einsäen	5		Juni	
2. Düngen mit 50 kg P_2O_5 und 100 kg K_2O pro ha	25		April	
3. Mähen und Einbringen (siehe unter Stallarbeiten)			Okt., Mai, Sept.	
4. Umackern	30	30		
Gesamtstunden pro ha:	60[1])	30		[1]) Ohne Mähen und Einbringen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Art der Arbeit	Arbeitsstunden pro ha: Personen-Stunden	Arbeitsstunden pro ha: Gespann-Stunden	Zeit des Arbeitsanfalls	Bemerkungen
d) Sommer-Getreidebau:				
1. Voreggen zur Saat	5	5	März	
2. Säen und Eineggen	5	5	„	
3. Düngen (50 P_2O_5 + 100 K_2O + 45 N) . . .	35		April	
4. Ernten: Mähen, Binden, Puppen	60		Aug.	
(Hafer wenden)	(20)		„	
Aufladen, Einfahren, Abladen	50		„	
Dreschen	100		Dez.	
Putzen (S. Roggen) als Brotfrucht	100		„	
5. Ackern	30	30	Sept.	
Gesamtstunden pro ha:	405	40		
e) Wiesenbau:				
1. Düngen (mit künstlichen Düngemitteln) . .	25		März	
(mit Stallmist 250 Ztr.)	50			Je nach
2. Zweimal Mähen, Trocknen und Einfahren .	100		Juli u. Sept.	Witterung auch Juni und August.
3. Pflege: Eggen und Walzen		20		
4. Bei Neuanlagen: Kalken	40		März	
Ansaat und Anwalzen	10		Mai	
Gesamtstunden pro ha:	225	20		
f) Arbeiten im Torfstich				
(in Summa)	300			
g) Stallarbeiten (5 Kühe):				
1. Verpflegung (ohne Futterbereitung) 365 × 5	2125			
2. Futterbereitung (1 Stunde täglich Beihilfe während 5 Monaten	150		Jan.—Dez.	
3. Ausmisten des Tiefstalles (zweimal)	50			
Gesamt:	2325			

Den geringsten Arbeitsaufwand erfordern hiernach die Wiesen (200—250 Arbeitsstunden pro ha); die Ausdehnung der Dauerwiesenflächen bis zu 10 ha dürfte daher keinen technischen Schwierigkeiten begegnen, umsomehr als sich ja bei Wiesenbau im größeren Maßstab die Anschaffung von Maschinen (Mähmaschine, Pferde-Rechen und Pferde-Wender) ganz gut bezahlt machen würde oder ein geordneter Weidebetrieb analog den Allgäuer Verhältnissen eingeführt werden könnte. Voraussetzungsgemäß soll jedoch der Wirtschafts-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

betrieb nicht einseitig werden; es muß daher das richtige Verhältnis zwischen Acker- und Futterfläche bestimmt werden.

Für gleichzeitigen Acker- und Wiesenbau spricht vorzüglich der Umstand, daß bei ausschließlichem Wiesenbetrieb der anfallende Stallmist (von 5 Stück Kühen ca. 1000 Zentner) nicht rationell verwertet werden könnte, da eine alljährliche, größere Stickstoffdüngung[1]) für Hochmoorwiesen nicht nötig ist.

Die Kultur der verschiedenen Ackerfrüchte erfordert viel Arbeit; es kann nicht mehr Ackerbau getrieben werden, als die 3 Wirtschaftspersonen leisten können.

Nehmen wir einmal an, die Ackerfläche betrage zusammen 3 ha: Um zu sehen, ob die hiefür benötigten Arbeiten von dem Kolonisten auch in Wirklichkeit geleistet werden können, muß der erforderliche Arbeitsaufwand für die in einer bestimmten Folge anzubauenden Feldfrüchte nach Zeit und Fruchtart ausgeschieden werden; die Monats- und Jahres-Summen dieser Arbeitsstunden ergeben sodann leicht die wirtschaftliche Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Kultur.

Als geeignete Fruchtfolge wäre dem Betriebe zugrunde zu legen ein sechsschlägiger Fruchtwechsel, der sich auch anderwärts bereits als rationell erwiesen hat und bei dem ein Hauptwert auf Stickstoffersparnis gelegt wird.

Der Anbau und die Düngung sind wie folgt:

Anbaufrucht	Anbau Fläche ha	Künstl. Düngung K_2O kg	P_2O_5 kg	N kg	Stallmistdüngung Stallmist d. Ztr.	Hierin sind enthalten K_2O kg	P_2O_5 kg	N kg
1. Kartoffel	0,5	50	30	25	—	—	—	—
2. S. Roggen mit Kleegras	0,5	—	—	—	62,5	50	25	40
3. Kleegras	0,5	50	25	—	—	—	—	—
4. W. Roggen m. Serradella	0,5	—	—	—	62,5	50	25	40
5. W. Roggen	0,5	30	30	20	—	—	—	—
6. Kartoffel	0,5	—	—	—	125,0	100	50	80

Außer dieser Ackerfläche, welche bei den 3 Kolonaten als gleich angenommen wird, umfaßt der Dauerwiesen-Komplex:

---

[1]) In diesen 50 000 kg Tiefstalldünger (Torfstreu) sind nach „Fleischer" ungefähr enthalten:

80 × 5 = 400 kg Phosphorsäure
40 × 5 = 200 kg Kali
55 × 5 = 325 kg Stickstoff (davon 125 kg leicht- und 200 kg schwerlöslich).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Anbaufrucht	Anbau Fläche ha	Künstl. Düngung K_2O kg	P_2O_5 kg	N kg	Stallmistdüngung Stallmist d. Ztr.	Hierin sind enthalten K_2O kg	P_2O_5 kg	N kg
bei Kolonat a: Wiesen	2,0	—	—	—	250	200	100	160
bei Kolonat b: Wiesen	5,0	300	150	—	250	200	100	160
bei Kolonat c: Wiesen	7,0	500	250	—	250	200	100	160

Mit dem vorhandenen Stallmist können also jährlich 2 ha Wiesen und die Hälfte der Ackerfläche (1,5 ha) gedüngt werden, so daß an Pflanzen-Nährstoffen noch hinzugekauft werden müßte:

Bei einem Betrieb von

Grösse	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Kostensumme
5 ha	130 kg (= 26 ℳ)	85 kg (= 17 ℳ)	45 kg (= 60 ℳ)	103 ℳ
7 „	430 „ (= 86 „)	235 „ (= 47 „)	45 „ (= 60 „)	193 „
10 „	630 „ (= 126 „)	335 „ (= 67 „)	45 „ (= 60 „)	253 „

Diesen Betrieb vorausgesetzt, verteilen sich die Arbeitsstunden auf die einzelnen Kulturarbeiten und auf die einzelnen Monate in folgender Weise (s. Seite 93).

Aus diesen tabellarischen Zusammenstellungen ersehen wir, daß die 3 Personen imstande sind, die vorkommenden Wirtschaftsarbeiten jedes der 3 Kolonate mit 5, 7 und 10 ha Nutzfläche bei richtiger Arbeitseinteilung zu bewältigen.

Eine Vergrößerung der Ackerfläche ist bei Innehaltung der angeführten Fruchtfolge unzulässig, da die Arbeitskräfte zur Ausführung der Erntearbeiten gerade noch ausreichen; nur zum Dreschen sind 4 Mann für 2.5 Tage von anderwärts nötig, wenn es der Kolonist nicht vorzieht, sein Getreide während der ruhigen Wintermonate mit dem Flegel auszudreschen. Die Vornahme des Drusches und des Putzens des Getreides muß auch bei Maschinenarbeit ohnedies in den Spätherbst oder Winter verschoben werden, wenn ein Wiesenbetrieb von über 2 ha der Ackerwirtschaft angegliedert werden soll, da in die nämliche Zeit (Ende August — Mitte September) auch die Grummeternte fällt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Zeit		Kolonat a									Kolonat b									Kolonat c								
		Viehhaltung	Beihilfe	Kartoffel	W.-Roggen	S.-Roggen	Wiesen	Futter	Torf		Viehhaltung	Beihilfe	Kartoffel	W.-Roggen	S.-Roggen	Wiesen	Futter	Torf		Viehhaltung	Beihilfe	Kartoffel	W.-Roggen	S.-Roggen	Wiesen	Futter	Torf	
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Sa.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Sa	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Sa.
Januar	1.—31.	155			210					365	155			210					365	155			210					365
Februar	1.—28.	140								140	140								140	140								140
März	1.—15.	78	25			5	100			208	78	25			5	100			208	78	25			5	100			208
„	16.—31.	77							50	127	77							50	127	77					75		50	202
April	1.—15.	75		50		18		13		156	75		50		18	50	13		205	75		50		18	50	13		206
„	16.—30.	75		40					100	215	75		40					100	213	75		40					100	215
Mai	1.—15.	77		180						257	77		180						257	77		180						257
„	16.—31.	78	15	18						111	78	15	18						111	78	15	18						111
Juni	1.—15.	75	15	130				5		225	75	15	130				5		225	75	15	130			75	5		300
„	16.—30.	75	15	100						190	75	15	100			50			240	75	15	100			75			265
Juli	1.—15.	77	15				50			142	77	15				100			192	77	15				150			242
„	16.—31.	78	15						50	143	78	15						50	143	78	15						50	143
August	1.—15.	77	15		110					202	77	15		110					202	77	15		110					202
„	16.—31.	78	15			55			50	198	78	15			55	50		50	248	78	15			55	75		50	273
September	1.—15.	75	15			30	50			170	75	15			30	100			220	75	15			30	225			345
„	16.—30.	75	15	330						420	75	15	330						420	75	15	330						420
Oktober	1.—15.	77	15	330						422	77	15	330						422	77	15	330						422
„	16.—31.	78		195	90					363	78		195	90					363	78		195	90					363
November	1.—30.	150	25	20					50	245	150	25	20					50	245	150	25	20					50	245
Dezember	1.—31	155				100				255	155				100				255	155				100				255
Summa:		1825	200	1393	410	208	200	18	300	4554	1825	200	1393	410	208	450	18	300	4804	1825	200	1393	410	208	825	18	300	5179[1]

[1]) Zum Dreschen des Getreides mit einer geliehenen Handdreschmaschine sind 160 Arbeitsstunden benötigt (6 Mann à 26 Std.); es müssen demgemäß 160 — 52 = 108 Stunden von fremden Arbeitskräften geleistet werden, welcher Aufwand in der Tabelle mit inbegriffen ist. Nicht mit inbegriffen sind die erforderlichen Gespann-Arbeitsstunden, welche zur Bewirtschaftung der Ackerfläche 120 Stunden, zur Bewirtschaftung der Wiesenfläche 40 bezw. 80 bezw. 100 Stunden betragen.

Die eingesetzten Arbeiten im Torfstich sind nur zwecks Gewinnung des eigenen Bedarfes nötig.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin
DFG

Eine Ausdehnung der Wiesenfläche bis zu 7 ha ist, wie aus den vorstehenden Endzahlen ersichtlich ist, auch ohne Anwendung von Maschinen noch gut möglich.

Die Frau ist beschäftigt durch die Wartung des Viehes (5 Stunden pro Tag) und durch die Führung des Haushaltes; ihre sonstige Mithilfe in der Wirtschaft wird nur während der Kartoffelernte (Mitte September — Mitte Oktober) mit einem Zeitaufwand von ca. 150 Arbeitsstunden in Anspruch genommen.

Die Arbeitskraft der beiden anderen Wirtschaftspersonen wird beansprucht:

bei Kolonat a mit ca. 2700 Arbeitsstunden = 135 Arbeitstage pro Jahr und Person

bei Kolonat b mit ca. 3000 Arbeitsstunden = 150 Arbeitstage pro Jahr und Person

bei Kolonat c mit ca. 3350 Arbeitsstunden = 168 Arbeitstage pro Jahr und Person.

Es würde also bei letzterer Größe verhältnismäßig die beste Ausnützung der Arbeitskräfte stattfinden. Doch wäre es falsch, schon hieraus den Schluß zu ziehen, daß die Kolonatsgröße von 10 ha nur wegen der besseren Arbeitsausnützung am geeignetsten wäre.

Darauf, wie die für den Wirtschaftsbetrieb nicht benötigte Arbeitszeit (bei dem 10-Hektarbetrieb ca. 100 Tagschichten, wenn pro Jahr 270 Arbeitstage gerechnet werden) angewendet werden könnte, wird später noch eingegangen werden.

3. Der Rohertrag der verschieden großen Kolonate und die Verwertung der verschiedenen Wirtschaftsprodukte.

a) Die Roherträge auf den Kolonaten zeigt nachstehende Tabelle; dabei wurde der Ernteanfall von 1 ha, der in der ersten Kolumne verzeichnet ist, bei allen Früchten geringer angesetzt als er in Wirklichkeit nach den Erfahrungen der Moorkulturanstalt erzielt wird, damit die Berechnungen auch für ungünstige Erntejahre ihre Gültigkeit behalten.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Frucht	Mittel-Ertrag pro ha	Kolonat a		Kolonat b		Kolonat c	
	kg	ha	kg	ha	kg	ha	kg
Kartoffel	20000	1,0	20000	1,0	2000	1,0	20000
W. Roggen-Körner	2000	1,0	2000	1,0	2000	1,0	2000
W. Roggen-Stroh	4000	1,0	4000	1,0	4000	1,0	4000
S. Roggen-Körner	1500	0,5	750	0,5	750	0,5	750
S. Roggen-Stroh	3000	0,5	1500	0,5	1500	0,5	1500
Heu und Grummet	5000	1,0	5000	3,0	15000	6,0	30000
Grünfutter:							
Wiesengras	20000	1,0	20000	1,0	20000	1,0	20000
Serradella (1. Schnitt)	4000	0,5	2000	0,5	2000	0,5	2000
Kleegras i. 2. Jahr (2. Schnitt)	30000	0,5	15000	0,5	15000	0,5	15000
Kleegras i. 1. Jahr (1. Schnitt)	4000	0,5	2000	0,5	2000	0,5	2000

b) Die Bodenerzeugnisse werden verwertet entweder als Nahrung für die Personen des Kolonates, in der Nutzviehhaltung oder durch Verkauf. Der Verbrauch als Nahrung im Haushalt kann ohne weiteres als ein Verkauf der betreffenden Wirtschaftserzeugnisse betrachtet werden, so daß er nicht besonders behandelt zu werden braucht.

α) Verbrauch durch die Nutzviehhaltung.

Unter Zugrundelegung einer 150tägigen Sommer- und einer 215tägigen Winter-Stallfütterung und eines Nährstoffverhältnisses von 1 : 6 brauchen 5 Milchkühe folgende Futtermengen, wenn im Sommer beinahe ausschließlich grün (Wiesengras, Kleegras und Serradella), nur etwas Heu, im Winter nur trocken gefüttert werden soll:

Futter-Art	kg Tagesbedarf für		kg Jahresbedarf für	
	1 Stück	5 Stück	1 Stück	5 Stück
a) Sommerfütterung (150 d)				
Grünfutter	50	250	7500	37500
Heu und Grummet	3	15	450	2250
b) Winterfütterung (215 d)				
Heu und Grummet	15 [1])	75	3225	16125
Kartoffel	6	30	1290	6300

[1]) Um nicht genötigt zu sein, in komplizierte Futtermittelberechnungen eintreten zu müssen, wird als Winterfutter nur Heu und Kartoffel eingesetzt; auf

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Futter-Art	kg Tagesbedarf für		kg Jahresbedarf für	
	1 Stück	5 Stück	1 Stück	5 Stück
c) Für das ganze Jahr:				
Grünfutter				38000
Heu und Grummet				18000
Kartoffel				6500
d) Streubedarf (365 d)				
Stroh	1,5	7,5	600	3000
Torfstreu	3,0	15,0	1200	6000

β) Es verbleiben demnach zum Verkauf:

Produkt:	Mittlerer Verkaufspreis von 100 kg		Kolonat a		Kolonat b		Kolonat c	
	Mark	Pfg.	kg	Wert Mark	kg	Wert Mark	kg	Wert Mark
Kartoffel	3	60	13000	468,00	13000	468,00	13000	468,00
W. Roggen-Körner . .	12	00	2000	240,00	2000	240,00	2000	240,00
W. Roggen-Stroh . . .	3	00	2500	75,00	2500	75,00	2500	75,00
S. Roggen-Körner . . .	12	00	750	90,00	750	90,00	750	90,00
S. Roggen-Stroh . . .	3	—	—	—	—	—	—	—
Heu und Grummet . .	3	00	—	—	—	—	12000	360,00
Gesamtwert:				873,00		873,00		1233,00
Hinzugekauft muss werden:								
Heu und Grummet . .	3	00	12000	432,00	3000	90,00	—	—
Es erübrigt demnach . .				441,00		783,00		1233,00

c) Die Viehhaltungs-Rente.

α) Wie werden die der Nutzviehhaltung zugeführten Boden-Produkte durch dieselbe verwertet?

Die Beantwortung dieser Frage bietet insoferne Schwierigkeiten, als zuerst ermittelt werden muß, mit welchem Betrage die einzelnen

den aus der Viehhaltung zu erzielenden Nutzeffekt kommt es natürlich an, ob nicht die hohe Heu-Gabe um 3—5 kg täglich etwa zu reduzieren und dieser Wegfall durch Zukauf eines entsprechenden Kraftfuttermittels zu ersetzen ist; bei richtiger Wirtschaftsweise darf dieser Zukauf den Wert des von obigem Ansatz in Abgang kommenden Heus oder Grummets nicht übersteigen und braucht deshalb bei der Kostenberechnung nicht speziell berücksichtigt werden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

dem Stall zugeführten Futtermittel bei Berechnung der Ausgaben für das Nutzvieh angeschlagen werden müssen. In den meisten landwirtschaftlichen Rechnungsführungen wird hier meist der „Verkaufswert" der einzelnen Futtermittel eingesetzt, wobei die marktlosen Produkte auf Heuwert umgerechnet werden. Dadurch wird obige Frage der Lösung nicht näher geführt. Die Einsetzung der „Produktionskosten" in die Ausgaben-Berechnung würde in gewisser Beziehung zum Ziele führen; doch stellen sich einer genauen Produktionskostenberechnung der Feldfrüchte kaum zu überwindende Schwierigkeiten dadurch entgegen, daß es keinem Landwirt gelingen wird, die einzelnen an der Produktion mitwirkenden Faktoren zahlenmäßig richtig zum Ausdruck zu bringen. Ich erwähne als solche: Grundrente, Bestellungskosten, Steuern und Abgaben, Düngung mit Stallmist und künstlichen Düngemitteln, Gebäudemiete, Zinsen vom umlaufenden Betriebskapital, allgemeine Verwaltungskosten, Gespannkosten, Verhältnis der Körner zum Stroh, Kosten der Ernte, Bodenwert u. s. f.: der ziffernmäßige Ausdruck dieser Einzelheiten wäre nur möglich an der Hand einer sehr genauen Buchführung einer bereits wohl organisierten Wirtschaft. Für vorliegenden Zweck sind diese Ermittelungen zu schwierig.

Ein anderer Weg wäre der, wie ihn Prof. Dr. Aeroboe angibt:[1] „Man stellt zunächst fest, was an Produkten der Milchviehhaltung verkauft und hiefür erlöst wurde. (Eine Abnützung des Viehes braucht nicht gerechnet werden, wenn die Kosten für neues Vieh durch Verkauf des ausgemerzten und durch den Ertrag an Kälbern gedeckt werden). Man hat demnach von dem Erlöse der verkauften Milch nur noch die Kosten für Wartung, für Geräte, eventuell Maschinen, Gebäude und einen Anteil an den sogenannten allgemeinen Wirtschaftskosten abzurechnen. Die Endsumme stellt die „Gesamt-Futtermittel-Verwertung" dar. Da bei richtiger Fütterung pro Kuh und Jahr ca. 50 dz Trockenmasse verabreicht wird, dividiert man den pro Kuh und Jahr erhaltenen Gesamtverwertungsbetrag durch die Trockenmasse (50) und erhält so die Verwertung von 100 kg Trockenfutter.

Von der weiteren Annahme ausgehend, daß der durchschnittliche Nährstoffgehalt aller verabreichten Futtermittel auf das ganze Jahr berechnet der Zusammensetzung von gutem Wiesenheu entspricht, wie das tatsächlich nach den Anforderungen der Fütterungs-

[1]) Siehe Aereboe, Landwirtschaftliche Rentabilitätsfragen, Heft 55 der Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Paul Parey-Berlin 1901.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

lehre annähernd zutreffen muß, so würden 100 kg Heu stets in der für 100 kg Trockenfutter berechneten Weise verwertet sein."

Die Unkosten der Viehhaltung (5 Kühe) betragen in unserem Falle:

1. Wartung:
   (1825 Std. à 20 Pfg. und 200 Std. à 26 Pfg.)
   = 365 und 52 . . . . . = Mk. 417.00
2. Allgemeine Unkosten:
   (4 %ige Verzinsung des Viehkapitals) = „ 60.00
   (1500 Mk.)
   1,2 %ige Versicherung . . . . . = „ 18.00
3. Gebäudeverzinsung (12 Mk.) und Gerätebenützung (6 % von 100 Mk.) . . . . . = „ 18.00

   Gesamtunkosten für 5 Stück Kühe . . . = Mk. 513.00
   oder pro Kuh und Tag 30 Pfg.

Die durchschnittliche Menge des täglich erforderlichen Futters beträgt 12,5 kg Trockensubstanz für 500 kg Lebendgewicht; 100 kg Heu-Trockenmasse reicht also für 8 Tage aus. Die durchschnittlichen Unkosten betragen aber für diese 500 kg Lebendgewicht täglich 30 Pfg. i. e. für 8 Tage 2.40 Mk Dieser Betrag ist also von dem Werte der an 8 Tagen im Durchschnitt des ganzen Jahres und im Durchschnitt aller Kühe gewonnenen Milchmenge abzuziehen, um die Verwertung von 100 kg Heu-Trockenmasse zu erhalten.

Gibt z. B. eine Kuh täglich 8 Liter Milch und läßt sich das Liter um 10 Pfg. verwerten, so ist der 8tägige Milchwert (8 × 8) × 10. . . . . = 6.40 Mk.
hievon ab die Unkosten . . . . . = 2.40 „

100 kg Heu sind demnach verwertet mit 4.00 Mk.

Je nach Milchpreis und Milchertrag schwankt die Verwertung von 100 kg Heu so, wie die nachstehende Wertsdarstellung (in Pfennigen) zeigt:

Preis pro Liter Milch	Täglicher Milchertrag pro Kuh:					
	5 Lit.	6 Lit.	7 Lit.	8 Lit.	9 Lit.	10 Lit.
₰	₰	₰	₰	₰	₰	₰
9	120	192	264	330	408	480
10	160	240	320	400	480	560
11	200	288	370	484	552	640
12	240	336	432	528	624	720
13	280	384	488	592	696	800

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

β) Was kostet ein Doppelzentner Stallmist?

Die Berechnung des Ertrages einer Kuh und der Kosten des Düngers müssen Hand in Hand gehen d. h. eines ergibt sich aus dem andern. Von der Gesamtnutzungssumme der Kuh zieht man die Unkosten ab: die entstehende Differenz kommt auf den Dünger.

Die Angaben über die Herstellungskosten des in der Wirtschaft erzeugten Düngers sind ungemein verschieden; diese Verschiedenheit ist jedoch naturgemäß, da von vornherein die Nutzung einer Kuh namentlich durch Milchmenge und Milchpreis bedingt ist und andererseits die Wertannahme der marktlosen Futtermittel eine den jeweiligen Verhältnissen angepaßte sein muß. Diesen Preisansatz würde am besten wieder der „Produktionspreis" bilden, dessen Berechnung aber, wie erwähnt, seine großen Schwierigkeiten bietet. In diesem Falle dürfte es angängig sein, den Mindest-Verkaufspreis im Durchschnitt der letzten Jahre in die Rechnung einzusetzen und zwar je 100 kg Heu mit 3.00 Mk., Stroh ebenfalls mit 3.00 Mk., Kartoffel (II. Qual.) mit 3.00 Mk. und 100 kg Torfstreu mit 2.00 Mk., während man das Grünfutter in Heu umrechnet (50 kg Grün = 10 kg Heu).

Die jährlichen Unkosten der Haltung einer Kuh setzen sich zusammen aus:

a) Kosten für Futter und Streu:

1. 3600 kg Heu und Grummet (100 kg à 3 Mk.)	108 Mk.
2. 7200 kg Grünfutter = 1500 kg Heu (100 kg à 3 Mk.)	45 „
3. 1300 kg Kartoffel (100 kg à 3 Mk.) . . .	39 „
4. 1100 kg Torfstreu (100 kg à 2 Mk.) . .	22 „
5. 500 kg Streustroh (100 kg à 3 Mk.) . .	15 „
Summa:	229 Mk.

b) Andere Kosten:

1. Bedienung und Pflege (wie auf Seite 98)	83.00 Mk.
2. Stallmiete (1/6 des Gebäudekapitals mit 6% verzinst)	12.00 „
3. Verzinsung des Viehkapitals (4% von 300 Mk.)	12.00 „
4. 1,2%ige Versicherung (als Mitglied einer Ortsviehversicherung)	3.60 „
Übertrag:	110.60 Mk.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Übertrag:	110.60 Mk.
5. Verluste (100 Mk. mit 4 % verzinst)[1] .	4.00 „
6. Abnutzung des Stallinventars (1/3 der Versicherung)	1.20 „
7. Tierarzt u. Medikamente (im Durchschnitt)	2.00 „
8. Allgemeine Verwaltungskosten[2]) höchstens	10.00 „
Summa:	127.80 Mk.

Die Gesamt-Unkosten sind demnach
Mk. 229.00 und
Mk. 127.80
Mk. 356.80 pro Jahr.

Die hievon in Abzug zu bringenden Einnahmen betragen:

2300 Liter Milch (pro Tag 7 Liter, 325 Tage angenommen, à 10 Pfg.	Mk. 230.00
1 Kalb	Mk. 40.00
in Summa also:	Mk. 270.00

sodaß die Viehhaltung mit einem Verlust von 86.80 Mk. pro Kuh und Jahr rechnerisch abschließt. Dieser Verlust ist der Preis des anfallenden Düngers.

Die frische Düngermenge beträgt nach der Formel (Futter-Trockensubstanz : 2 + Streu-Trockensubstanz) × 4 für die ganze Viehhaltung:

Futtermenge	Trockensubstanz %	Trockensubstanz kg	
18000 kg Heu	86	15400	
38000 kg Grünfutter	19	7220	
6500 kg Kartoffel	25	1625	
Summe der Futter-T.-S.		24245	
davon 1/2 auf Dünger			12123 kg
5500 kg Torfstreu	75 %	4125 kg	
2500 kg Stroh	86 %	2150 kg	
Summe der Streu-T.-S.		6275 . . .	6275 kg
Summe der Trockensubstanz			18398 kg

18398 × 4 = 73592 kg frischer Mist von 5 Kühen.

[1]) Da etwaige Verluste nur zu 2/3 durch die Viehversicherung entschädigt werden, trifft 1/3 des Verlustes den Viehbesitzer; will dieser eintretendenfalls ohne jeglichen Verlust sein, so hat er sich mit 1/3 des Viehkapitals = 100 Mark durch 4 %ige Verzinsung noch selbst zu versichern.

[2]) Die Amortisation ist gedeckt durch den Zuwachs; Abnutzung darf in einer richtig betriebenen Viehhaltung nicht vorkommen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Eine Kuh erzeugt also 14700 kg frischen oder 11500 kg verrotteten Dünger (22 % Verlust). Diese 11500 kg Dünger kosten 86.80 Mk., so daß **100 kg mit 75.49 Pfg.** in die Rechnung gesetzt werden können.

Wenn wir diesen Erzeugungskosten von 100 kg Tiefstalldünger den Nährstoffwert desselben[1]) gegenübersetzen, so kommen wir zu dem Schlusse, daß unter den gegebenen Verhältnissen der Stalldünger ebensoviel wert ist als seine Nährstoffe im Handel kosten.

In Wirklichkeit werden die Unkosten jedenfalls bedeutend geringer sein, so daß der Mist weit billiger erzeugt werden kann als sein Verwertungspreis beträgt. Besonders hoch gerechnet sind die Pflegekosten, (im gewöhnlichen mittleren Gutsbetrieb rechnet man nur ungefähr die Hälfte des hier eingesetzten Betrages), sowie die Verwaltungskosten; nimmt man diesen ½ Betrag z. B. an, so kostet der Dünger nur noch die Hälfte, ca. 44 Mk. pro 115 dz; ebenso sind die Werte der Futtermittel bedeutend höher eingesetzt, als sie der Wirtschaft kosten. Schließlich ließe sich auch ein höherer Milchertrag oder bei genossenschaftlichem Molkereibetrieb eine höhere Milchverwertung erzielen u. dergl.

Aber selbst dann, wenn die sehr hohen Zahlen der Unkostenrechnung erreicht werden und auch wenn die durch eine größere Viehhaltung der Wirtschaft erwachsenden indirekten Vorteile nicht in Betracht gezogen werden, ist die Viehhaltung nicht unrentabel. Trotzdem soll bei der nachfolgenden Reingewinnberechnung das obige Resultat (direkte Nutzung der Viehhaltung = 0) beibehalten werden.

Unterziehen wir die vorstehenden Daten und Zahlen der 3. Frage: „Welches ist der Rohertrag der Wirtschaft und wie stellt sich die Verwertung der Wirtschaftsprodukte?" einer vergleichenden Betrachtung in Berücksichtigung der Kolonatsgrößen a, b und c, so ergibt sich folgendes:

1. Soll die als Voraussetzung gegebene Ackerfläche von 3 ha in der angeführten Fruchtfolge bewirtschaftet werden und sollen auf jedem Kolonat 5 Stück Rindvieh gehalten werden, so hat Kolonat a mit einer Gesamtgröße von 5 ha von vornherein auszuscheiden, da das erforderliche Futter in der Wirtschaft nicht erzeugt werden kann. Es müßte entweder die Stückzahl des Viehes verringert

[1]) Der Nährstoffgehalt von 100 kg Tiefstalldünger beträgt:

0,4	kg	P_2O_5	à kg	20 Pfg.	6 Pfg.
0,8	„	K_2O	à „	20 „	16 „
0,25	„	N	à „	120 „	30 „
0,40	„	N	à „	60 „	24 „
			in Summa		78 Pfg.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

werden oder ein Teil der Kartoffel- und Getreidefläche in Futterfläche umgewandelt werden.

Wie sich der Betrieb eines 4—5 ha großen Kolonates mit verringertem Viehstand gestalten müßte, soll nach Abschluß des zur Erlangung der günstigsten Kolonatsgröße dienenden Wirtschaftsvergleiches kurz ausgeführt werden.

2. Der Betrieb b mit 3 ha Acker- und 4 ha Wiesenfläche ist beinahe hinreichend zur Versorgung des Stalles mit Grün- und Trockenfutter; die fehlende Menge Heu (3000 kg) kann allenfalls ohne bedeutenden Kostenaufwand durch Kraft-Futter-Zukauf ersetzt werden, der Absatz der übrig bleibenden Erzeugnisse (Kartoffel- und Winter-Roggen) ist ein sicherer und lohnender.

3. Die Gestaltung des Betriebes c mit 3 ha Acker und 7 ha Wiesenfläche zeigt uns im allgemeinen das nämliche wie Betrieb b; außer Kartoffel- und Winter-Roggen bleiben allerdings noch 240 Zentner Heu und Grummet zum Verkaufe übrig.

Wir haben gesehen, daß der Zentner Heu bei einem Milchertrag von 7 Liter und einem Milchpreis von 10 ₰ pro Liter mit 1,60 ℳ in der eigenen Wirtschaft verwertet werden kann. Die Verkaufsgelegenheit für Heu in der Chiemseegegend ist in den meisten Jahren günstig; der Kolonist wird daher meist in der Lage sein, das Heu mit Vorteil an den Mann zu bringen. Sollte es aber in manchen Jahren vorkommen, daß dasselbe unter dem Stallverwertungspreis verkauft werden müßte, so würde es angebracht sein, seinen Viehstand um etliche Stück (vielleicht durch Ankauf von Jungvieh) zu vergrößern, das nötige Betriebskapital vorausgesetzt. Auf den Betrieb selbst hätte diese Vergrößerung des Viehstandes nur insoferne einen Einfluß, als die Arbeitskraft der Frau auf Kosten der Haushaltungsarbeiten etwas mehr angespannt würde und als um einige Hundert Zentner Stallmist mehr anfallen würden; da diese auf weitere Wiesenflächen gebracht werden müßten, wäre allerdings eine Stickstoff-Überdüngung zu befürchten, wenn dieser vergrößerte Viehstand aus Gründen der besseren Heuverwertung längere Jahre hindurch beibehalten werden müßte.

4. Die Höhe des Kolonisten-Betriebs-Kapitals.

(Kolonat a mit 5 ha Grösse scheidet von hier ab aus den Betrachtungen aus.)

Soll ein Kolonat von 7—10 ha Fläche rationell bewirtschaftet werden können, dürfte folgendes Betriebskapital erforderlich sein:

a) Stehendes Betriebskapital:

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

1. Lebendes Inventar: 3 Stück Kühe [1]) à 333 ℳ . . . . 1000 ℳ
2. Totes Inventar:
   a) Maschinen:

1 einfache Häckselmaschine . .	30 ℳ	
1 Feldbahn-Wagen	100 „	
2 Torfkarren	20 „	
	150 ℳ	150 „

   b) Geräte: 1 Grabscheit, 2 Torfmesser, 3 Schaufeln, 2 Stockhauen, 3 Kartoffelhauen, 1 Handsäge, 1 Handbeil, 3 Sensen, 1 Sichel, 10 Heunetze, 5 Körbe, 1 Futterkorb, 2 Siebe, 3 Düngergabeln, 1 Düngerhaken, 3 Heugabeln, 3 Heurechen, 5 Kuhketten, 1 größerer Schleifstein, 1 Holzschaufel, 3 Melkeimer, 3 Milchsatten, 1 Dezimalwaage, 1 Handwerkskasten und Verschiedenes mehr im Gesamtanschaffungswerte von ca. 200 „

Totes Inventar: [2]) Summa:	350 ℳ	350 „
Summe des stehenden Betriebskapitals		1350 ℳ

b) Umlaufendes Betriebskapital:

1. Bargeld für Beschaffung von künstl. Düngemitteln:

Kolonat b	193 ℳ	
Kolonat c		253 ℳ

[1]) Da im ersten Jahre das zur Fütterung von 5 Stück Großvieh notwendige Gras bezw. Heu noch nicht ganz gewonnen werden kann, wird sich dieser Kostenbetrag auf die beiden ersten Jahre verteilen müssen; die Beschaffung von 2 weiteren Kühen im 2. Jahre läßt sich aus dem Verdienst des 1. Jahres ermöglichen, der Betrag hiefür bildet also keinen durchaus notwendigen Bestandteil des Betriebskapitals.

Um Weitläufigkeiten zu vermeiden, wird diese Anschaffungs-Verteilung bei den früheren und weiteren Ausführungen nicht berücksichtigt, sondern der Einfachheit halber gleich der volle Viehstand von 5 Stück zu grunde gelegt.

[2]) Die sonst für den Betrieb erforderlichen Maschinen wie Pflug, Egge, Dreschmaschine und Getreide-Reinigungsapparate können den ersten Kolonisten gegen eine mäßige Leihgebühr seitens der Moorkulturstation Bernau zur Verfügung gestellt werden, in späteren Jahren wäre die Bildung von „Maschinen-Genossenschaften“ unter einer Anzahl von Kolonisten angezeigt.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

2. Bargeld für die Wiesenanlage [1]) im 1. Jahre:		
Kolonat b (2 ha à 50 ℳ)	100 ℳ	
Kolonat c (5 ha à 50 ℳ)		250 ℳ
3. Bargeld für den Haushalt im 1. Jahre		
Kolonat b	200 „	
Kolonat c		200 „
Umlaufendes Betriebskapital:		
im 1. Jahre — Kolonat b Summa:	493 ℳ	
im 1. Jahre — Kolonat c Summa:		703 ℳ
In den weiteren Jahren (rund)	400 „	450 „

Zusammen:

	Kolonat b	Kolonat c
Stehendes Betriebskapital:	1350 ℳ	1350 ℳ
Umlaufendes Betriebskapital (rund)	500 „	700 „
Erforderliches Betriebskapital [2]) Sa.:	1850 ℳ	2050 ℳ

5. Die Netto-Einnahmen der drei Wirtschaftspersonen.

Nach Abzug der der Viehhaltung zugeführten Futterstoffe verbleiben

bei Kolonat b Feldprodukte im Verkaufswerte von	783 ℳ
„ „ c „ „ „ „	1233 „

Der Erlös aus Stallprodukten beträgt bei beiden Grössen (270 × 5) . . . . . 1350 „

Die Brutto-Einnahme des gesamten Wirtschaftsbetriebes beträgt demnach:

bei dem 7 ha-Kolonat: 783 + 1350 =	2133 ℳ
„ „ 10 „ „ 1233 + 1350 =	2583 „

Hievon sind als Ausgaben in Abzug zu bringen:

	bei 7 ha	bei 10 ha
1. Betrag der Pachtsumme:	280 ℳ	400 ℳ
2. Für Gespannleistung (120 ℳ), für Geräte- und Maschinen-Leihgebühr (20 ℳ) und Entlohnung von fremden Arbeitern (30 ℳ)	170 „	170 „
3. 6%ige Verzinsung des Viehkapitals	90 „	90 „
4. 10%ige „ „ Gerätekapitals	40 „	40 „
5. 5%ige „ „ umlaufenden Betriebskapitals (von 400 bezw. 450 ℳ)	16 „	18 „
Summa:	596 ℳ	718 ℳ

[1]) Könnte eventuell aus den Kultur-Erübrigungen des Unternehmens noch bestritten werden und käme dann hier in Wegfall.

[2]) Aufwand für Wohnungs-Einrichtung nicht mitgerechnet; diese Einrichtung wird bei der einzelnen Kolonistenfamilie als bereits vorhanden angenommen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Es beträgt also die Netto-Einnahme pro Jahr und 3 Personen:

bei Kolonat b: 2133 — 596 = 1537 ℳ
„ „ c: 2583 — 719 = 1865 „

Der Jahresarbeitsverdienst von 1 Wirtschaftsperson ist demnach

bei Kolonat b: 1537 : 3 = 512 ℳ
„ „ c: 1865 : 3 = 122 „

Diese Netto-Einnahme kann zur ausschließlichen Deckung des Lebensunterhaltes der Familie verwendet werden.

Nach an Ort und Stelle erholten Erkundigungen bedarf eine Familie von 3 Erwachsenen und einigen Kindern bei der in der Chiemseegegend üblichen Lebensweise ca. 1100 ℳ, so daß 400 bezw. 700 ℳ alljährlich zurückgelegt werden können. Bei dieser ungefähren Annahme der Haushaltungskosten (Verpflegung und Bekleidung) sind auch die selbst erzeugten Produkte mit dem niedersten Verkaufswert eingesetzt.

6. Die Verzinsung des staatlichen Anlagekapitals.

Eine Pachtentschädigung von 40 ℳ pro ha ist für den Kolonisten bei rationellem Betrieb leicht zu erschwingen; nehmen wir diese als fest an, so verzinst sich das Anlagekapital

bei dem 7 ha großen Kolonat, bei welchem das ha Grundfläche mit 1200 ℳ belastet ist, mit . . . . . 3,0 %
bei dem 10 ha großen Kolonat, dessen Belastung sich mit 1000 ℳ pro ha ergibt, mit . . . . . 4,0 %[1])

Rechnet man von dieser letzteren 4%igen Verzinsung $^3/_4$, also 3% = 30 ℳ auf eigentliche Kapitalsverzinsung, $^1/_8$ = 0,5 % = 5 ℳ auf Amortisation der Gebäude, so könnte das restierende $^1/_8$ = 5 ℳ pro ha sehr gut als Reservefond zur Deckung späterer allgemeiner Ausgaben, wie Instandhaltung der Entwässerungsanlage, der Wasserversorgung etc. seitens des Verpächters angesammelt werden.

Wird auch von dem 7-ha-Kolonat eine 4%ige Verzinsung verlangt, so erhöht sich der Pachtbetrag von 40 auf 48 ℳ pro ha, was einer Betriebs-Minder-Einnahme von 56 ℳ seitens des Kolonisten entsprechen würde.

---

[1]) Die Verzinsung des Anlagekapitals auf dem hannoveranischen Provinzialmoor beträgt 3,6%, im Marcardsmoor 2,45 % (auf beiden Kolonien beträgt der Pachtzins 30 ℳ pro ha), im Kehdingermoor 3,5 % (Pachtzins 42 ℳ pro ha. [Sitzungsprotokolle der preußischen Zentral-Moorkommission.]

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

7. Schlußfolgerungen.

Rekapitulieren wir vorstehende Auseinandersetzungen in aller Kürze, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

ad 1. Das staatliche Anlagekapital wird um so günstiger verwertet, je größer die einzelne Siedelung ist

ad 2. Je größer das Kolonat, desto besser die Arbeitsausnützung: Eine Fläche von 10 ha dürfte bei Innehaltung der vorstehenden allgemeinen Voraussetzungen gegen oben die Grenze bilden. Mehr als 3 ha Ackerfläche können von den 3 Personen nicht bewirtschaftet werden. Für die zur Besorgung der Wirtschaftsarbeiten nicht erforderlichen 100 Arbeitstage (von 2 Personen) läßt sich nach Umständen ein lohnender Nebenerwerb finden; 40—50 Tage fallen bei dem Betriebsleiter ohnehin wieder weg für Besorgung der verschiedenen Verwaltungsgeschäfte (Einkauf, Verkauf, Buchführung etc.).

ad 3. Der Anfall und die Verwertung der Ackerprodukte bleibt bei den beiden Kolonaten gleich; der Mehranfall der Wiesenfläche bei Kolonat c kann stets lohnend verwertet werden.

In der Haushaltung können gebraucht werden: 750 kg Sommer-Roggen, 750 kg Winter-Roggen, 500 kg Kartoffeln und ca. 1800 l Milch.

Der Verkauf der in der Wirtschaft nicht benötigten Produkte ist stets leicht möglich. Die Stallrente kann sich nach Umständen wesentlich besser stellen, besonders wenn sich später ein genossenschaftlicher Molkereibetrieb ermöglichen läßt. Wieweit die Haltung von anderen Nutztieren, besonders Schweinen in der Wirtschaft Platz greifen kann, richtet sich nach der Betriebskraft und Intelligenz des Kolonisten.

ad 4. Das Kolonisten-Betriebskapital erscheint hoch angesetzt, kann aber um ca. $^1/_3$ für das 1. Betriebsjahr gemindert werden, da der Betrieb noch nicht ganz aufgenommen werden kann; weil nämlich die neuangelegten Wiesen noch nicht die volle Nutzung ergeben, können im 1. Jahre nur 2—3 Stück Vieh gefüttert werden. Ist das Kolonat einmal fertig eingerichtet, genügt ein Pächter-Betriebskapital (umlaufendes) von 400—500 ℳ pro Jahr.

ad 5. Der Reinverdienst der 3 Personen beträgt bei Kolonat b 1537 ℳ, bei Kolonat c 1865 ℳ im Jahre; bei c also 110 ℳ pro Person und Jahr mehr.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

ad 6. Die Verzinsung des staatlichen Anlagekapitals stellt sich bei dem größeren 10 ha großen Kolonat um 1,0 % besser als bei dem um 3 ha kleineren Anwesen.

Diese Einzelergebnisse zeigen uns, daß die Anlage eines grösseren, ca. 10 ha großen Kolonates sowohl für den Kolonisator, wie für den Kolonisten vorteilhafter erscheint, als die eines nur 7 ha großen Besitzes. Eine kleinere Flächenzuweisung (weniger als 7 ha) ist bei Berücksichtigung der gegebenen Voraussetzungen ausgeschlossen.

II.

Wie gestaltet sich die Rente eines kleineren, 4 ha großen Kolonates bei dessen Bewirtschaftung durch 2 Personen?

Für den Fall, daß eine nur aus 2 Köpfen bestehende Familie (Mann und Frau) ihren Lebensunterhalt durch die Bewirtschaftung einer Hochmoorsiedelstelle verdienen soll, oder daß einem Ansiedelungslustigen für eine Übernahme eines größeren Kolonates nicht das notwendige Betriebskapital zur Verfügung steht, wäre es unter Umständen angezeigt, auch kleinere Kolonate zu errichten.

Die Rentabilität eines solchen ist analog den Gesichtspunkten, welche bei der Anlage eines größeren Betriebes Berücksichtigung fanden, festzusellen.

1. Anlagekapital.

Die Urbarmachung der Siedelstelle erfolgt ebenso wie bei I; ein eigentliches „Kulturkapital“ ist demgemäß wieder nicht zu verzinsen; etwaige Erübrigungen kommen zum Reservefond. Als ein für kleinere Kolonate ungünstiger Faktor stellt sich uns gleich zu Beginn der Rentabilitätsdarlegung die große Belastung der Bodenfläche durch das „Gebäudekapital“ dar. Rechnen wir im allgemeinen die Kosten der Erbauung eines Gebäudes[1]) für ein 4 ha großes Anwesen auf 5000 Mk. (= 1250 Mk. pro ha Nutzfläche), so erhalten wir ein Verhältnis von Bodenwert[2]) : Gebäudewert = 100 : 104. (beim 10 ha - Kolonat = 100 : 70). Nehmen wir ferner den Wert

---

[1]) Das Gebäude hat zu enthalten eine Wohnung mit Stube und zwei Kammern, Stall für 2—3 Kühe und einige Schweine, eine kleine Tenne und Heuboden event. noch einen kleinen Lagerraum.

[2]) Ortsüblicher Mittelwert guten ertragsfähigen Bodens = 1200 Mk.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

des unkultivierten Bodens gleich I mit 200 Mk. pro ha an, so erhalten wir ein Anlagekapital von 5000 + 800 + 200 [1]) = 6000 Mk. für eine 4 ha große Ansiedelung, welcher Betrag durch die vom Pächter zu fordernde Pachtsumme verzinst werden muß.

Das Anlagekapital belastet also Grund und Boden mit 1500 Mk. pro ha gegenüber 1000 Mk. eines 10 ha großen Kolonates.

2. Arbeitsaufwand.

a) Betriebsplan:

1. Wiesen und Ackerbau:

Die Bewirtschaftung einer 3 ha großen Ackerfläche durch die beiden Wirtschaftspersonen ist aus den unter I angeführten Gründen nicht möglich.

Mehr wie 2 ha dürfte die Ackerfläche nicht einnehmen, wenn dieselbe Fruchtfolge eingehalten werden soll. Die einzelnen Fruchtschläge erhalten dabei eine Größe von 1 Tagwerk (1/3 ha); Anbau, Pflege und Aberntung derselben erfordern den in umstehender Tabelle zeitlich ausgeschiedenen Arbeitstunden-Aufwand. Die Wiesenfläche beträgt ebenfalls 2 ha.

2. Viehhaltung.

Bei obiger Produktions-Verteilung ist es leicht möglich, ständig 2 Kühe ohne weiteren Zukauf von Futtermitteln zu ernähren. Die Haltung von Gespanntieren ist nicht notwendig; die Haltung von Klein-Nutzvieh (Schweine, Ziegen, Hühner etc.) muß der Intelligenz der Pächterseheleute überlassen bleiben, soll jedoch im allgemeinen nur den Zweck verfolgen, die Haushaltung mit billigen Nahrungsmitteln durch rationelle Ausnützung der verschiedenen Wirtschaftsabfälle zu versorgen. Die Pflege des Viehes nimmt die Arbeitskraft der Frau täglich ca. 3 Stunden in Anspruch, ferner 1 Stunde täglich für Mähen und Einbringen des Grünfutters während der Sommer-Fütterungs-Periode (also 180 Stunden), der Mann hat ca. 150 Stunden zur Beihilfe bei der Futter- und Streubereitung, sowie bei der Düngerbehandlung (2 maliges Ausräumen des Tiefstalles) aufzuwenden.

3. Torfsticharbeiten.

Gegen mäßiges Entgelt wird dem Kolonisten das Recht eingeräumt, an einer angewiesenen Fläche Torf für den Wirtschafts- und Haushalts-Bedarf zu gewinnen. Zur Herstellung von 20 cbm Brenn-

[1]) Für die Wiesenanlagen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

torf sind ca. 90 Arbeitstunden erforderlich, ebenso zur Herstellung von 10 cbm gebrauchsfähiger Torfstreu, in Summa also 180 Arbeitsstunden.

4. Nebenbeschäftigung könnte dem Kolonisten evtl. als nicht ständiger Vorarbeiter bei der K. Moorkulturanstalt oder dadurch verschafft werden, daß ihm die Abtorfung von ärarialischen Moorflächen gestattet würde. Er könnte hierbei als eigener Unternehmer geeignete Flächen vom Aerar entweder pachten oder schließlich auch als Akkordant auftreten, falls der Staat es für gegeben erachtet, einen Regie-Torfstich zu betreiben.

b) Arbeitsverteilung:

Monat	Viehhaltung		2 ha Wiesen		2/3 ha Kartoffel		2/3 ha W.-Getreide		1/3 ha S.-Getreide		1/3 ha Futter		Torfstich[1]		Monatssumme	
	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau
Januar . . .	25	93											10	10	35	103
Februar . .	10	84											10	10	20	94
März	10	93											30	30	40	123
April	10	90	50		30	20	20	4	12	2	6	2			128	118
Mai . . .	10	124			80	40									90	164
Juni	10	120	40	30	80	38	2								132	188
Juli	25	124									10		10	10	45	134
August . . .	10	124					40	27	20	14					70	165
September .	10	120	40	30	200	40	20		10		2	2			282	202
Oktober . .	10	124			260	63	4								274	187
November . .	10	90			30	20	85	80	43	23					168	213
Dezember . .	10	93											30	30	40	123
Jahres-Summe	150	1279	130	60	680	221	171	111	85	39	18	4	90	90	1324	1814

Diese Tabelle zeigt, daß die vorkommenden Wirtschaftsarbeiten von dem Kolonistenehepaar geleistet werden können (höchstens erfordern die Kartoffelerntearbeiten eine mehrtägige fremde Aushilfe, vielleicht 1—2 Kinder); ungefähr die Hälfte der Jahresarbeitszeit bleibt für anderwärtige, gewinnbringende Beschäftigung. Eine Erhöhung der Wiesenfläche ist zulässig.

3. Produktenanfall und deren Verwendung.

Wieviel von den Wirtschaftsprodukten im eigenen Betriebe wieder verbraucht werden (ohne Haushalt) und welchen Wert die

[1]) Nur für den Wirtschaftsbedarf.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

zum Verkauf bleibenden Erzeugnisse darstellen, folgt aus nachstehender Tabelle:

Wirtschaftsprodukte	Ernte-fläche	Ge-samt-ertrag	Wirt-schafts-ver-brauch	Bleibt zum Ver-kauf	Verkaufswert à 100 kg	Verkaufswert in Sa.
	ha	kg	kg	kg	ℳ	ℳ
a) Feldprodukte:						
Kartoffel	0.68	14000	7000	7000	3.60	252.00
W. Roggen-Körner	0.68	1300	—	1300	12.00	156.00
W. Roggen-Stroh		2500	1200	1300	3.00	39.00
S. Roggen-Körner	0.34	600	—	600	12.00	72.00
S. Roggen-Stroh		1000	1000	—	3.00	—
Heu und Grummet	1.68	8400	5000	3400	3.00	102.00
Grünfutter (Gras)	0.34	8000	8000	—	—	—
„ (Kleegras)	0.34	10000	10000	—	—	—
„ (Serradella)	0.68	3000	3000	—	—	—
b) Stallprodukte:					pr. Stck	
Kälber		1 Stck.	—	1 Stck.	40 ℳ	40.00
Milch		5000 l	—	5000 l	10 ₰ pr. l.	500.00
c) Sonstige:						
Torfstreu		10 cbm	10 cbm	—	—	
Gesamtwert der Verkaufsprodukte						1161.00

4. Betriebskapital.

a) Das stehende Betriebskapital beträgt ca. 1000 Mk., nämlich 600 Mk. für 2 Kühe und 350—400 Mk. für Maschinen und Geräte.

b) Das umlaufende Betriebskapital kann sehr gering angenommen werden, weil der Pächter ständige wöchentliche Einnahmen aus dem Stall, eventuell auch durch seinen Dienst als Kulturvorarbeiter erzielt, die zur Befriedigung der Lebensbedürfnisse unter Zuhilfenahme der selbsterzeugten Produkte genügen. Für Ankauf der künstlichen Düngemittel und sonstiger Wirtschaftsmaterialien dürften 200—250 Mk. als Ansatz genügend sein.

Der Pachtschilling von 4 × 60 = 240 Mk.[1]) (einer 4%igen Verzinsung von 600 Mk. Anlagekapital entsprechend) könnte eventuell im ersten Jahre erst am Jahresschluß bezahlt und deshalb vom

[1]) Der höhere Pachtzins (60 ℳ anstatt 40 ℳ pro ha) läßt sich durch das bedeutend höhere Anlagekapital (1500 ℳ anstatt 1000 ℳ pro ha) rechtfertigen, sowie dadurch, daß der Kolonatsinhaber nicht ausschließlich durch die Bewirtschaftung der Siedelstelle beschäftigt ist, sondern lohnende Nebenbeschäftigung findet.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Wirtschafts-Reingewinn bestritten werden. Der Kolonist hätte also zwecks Übernahme eines 4 ha großen Pachtkolonates ein Kapital von ungefähr 1300 Mk. nötig.

5. Netto-Einnahmen des Kolonates.

Die Brutto-Einnahme des Wirtschaftsbetriebes beträgt 1161 Mk.

Hievon sind abzuziehen:

1. Betrag des Pachtgeldes	240 Mk.
2. Für Gespann- und fremde Arbeitsleistung	80 „
3. 6%ige Verzinsung des Viehkapitals (600 Mk.) . . .	36 „
4. 10%ige Verzinsung des Gerätekapitals (400 Mk.) . .	40 „
5. 4%ige Verzinsung des umlaufenden Betriebskapitals .	10 „
in Sa. 406 Mk. . . .	406 Mk.,

sodaß die Rein-Einnahme aus der Wirtschaft die Summe von 755 Mk. darstellt.

Wird der Kolonist während 100 Arbeitstagen als Arbeiter der Moorkulturanstalt oder im Torfstich beschäftigt, so erhöht sich seine Einnahme um ca. 100 × 2.60 Mk.[1]) = 260 Mk.

Der Betrag von 755 und 260 = 1015 Mk. pro Jahr ist zur Befriedigung der Lebensbedürfnisse einer 2köpfigen Landarbeiter-Familie jedenfalls vollauf genügend.

6. Die Verzinsung des Anlagekapitals

beträgt, wie bei I 4 %, deren Auseinandersetzung wie dort vorgegenommen werden könnte.

[1]) Betrag des ortsüblichen Taglohnes; ein eventl. möglicher Mehrverdienst durch Übernahme von Akkordarbeiten im Torfbetrieb kann nicht berücksichtigt werden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

D. Durchführung des Kolonisationsgeschäftes.

Wenn auch die vorstehenden Rentabilitätsdarlegungen für verschieden groß gedachte Einzelkolonate eine gute Grundlage besitzen, weil sie auf der genauen Buchführung der Moorkulturanstalt beruhen, so müßte doch, um jede Übereilung und jedes Risiko für ein größeres Unternehmen zu vermeiden, ein Kolonisierungs-Versuch in größerem Maßstab vorangehen.

Für einen derartigen Versuch dürften sich vor allem die ärarischen Flächen des Chiemseemoores eignen, denn sie sind von der Moorkultur-Anstalt bereits untersucht, die Verkehrsverhältnisse sind sehr günstig und die Kolonisten können hier unter Anleitung und nach dem Vorbild der Anstalt arbeiten. Der forstärarialische Besitz im südlichen, ca. 3000 ha großen Chiemseemoor umfaßt eine zusammenhängende, nur von der Staatsbahnlinie München-Salzburg durchchnittene Fläche von 628 ha, wovon 38 ha bereits der Moorkulturstation Bernau als Versuchsfläche dienen und ca. 65 ha von dem Katholischen Verein zur Erziehung verwahrloster Jugend (Sitz in München) erworben werden. Dem jeweiligen Bedarf entsprechend könnten auf der Restfläche im Laufe der Zeit 40—60 Kolonate entstehen, die in ihrer Gesamtheit noch mit einer größeren, vielleicht als Weide anzulegenden Fläche als Gemeinbesitz auszustatten wären.

Die Aufstellung von genauen Detail-Projekten bzgl. Entwässerungs- und Wegeanlagen, Errichtung der Gebäude und der Kosten dieser Ausführungen kann natürlich erst nach prinzipieller Zustimmung der beteiligten Staatsbehörden in Betracht kommen. Ebenso ist die Frage der Finanzierung des Unternehmens erst für später von Belang; der diesbezügliche Brettreich'sche Vorschlag, daß diese Frage wohl am besten dadurch zu lösen wäre, daß der Staat einen angemessenen Betrag mit Zustimmung des Landtages zur Verfügung zu stellen hätte, aus dem die gesamten Anlagekosten zu bestreiten wären, wogegen die Bezahlungen der Kolonisten wieder dem Fond zufließen würden, wird Einwendungen kaum begegnen.

Um die zweckmäßige Flächengestaltung des einzelnen Kolonates etwas vor Augen zu führen, dient die Skizze auf Seite 114. Das Wohn- und Wirtschaftsgebäude ist in die Nähe der Hauptstraße gestellt, um größere, das Einzel-Anwesen belastende Zufahrtswege

[1]) Außer dem Forstärar besitzt noch das Salinen-Ärar in der sog. Kendlmühlfilze, dem südöstlichen Teile des Moores, eine 330 ha große, zur Abtorfung seitens des kgl. Hauptsalzamtes Traunstein bestimmte Moorfläche.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

zu ersparen; zwischen je zwei Kolonaten führt ein 2—3 m breiter Weg, auf welchem ein stabiles Feldbahngeleise den Transport zu und von den Schlägen ermöglicht. Die gestrichelten Linien stellen die verdeckten Entwässerungszüge, die Doppel-Linien die offenen Gräben, die einfachen Querstriche die Grenzen der einzelnen Feldschläge dar. Die Entwässerungsanlage wird sich natürlich stets den jeweiligen Terrainverschiedenheiten anzupassen haben, so daß die vorliegende Art der Anlage nur als ganz allgemeiner Natur zu gelten hat. Die zugrunde gelegten Längen- und Breitenmaße (400 × 100 m bei a und 700 × 140 m bei b) ermöglichen eine gute Bewirtschaftung der einzelnen Schläge und stimmen im allgemeinen auch mit den Maßen, welche auf den neueren, norddeutschen Moorkolonien zur Anwendung gelangen, überein.

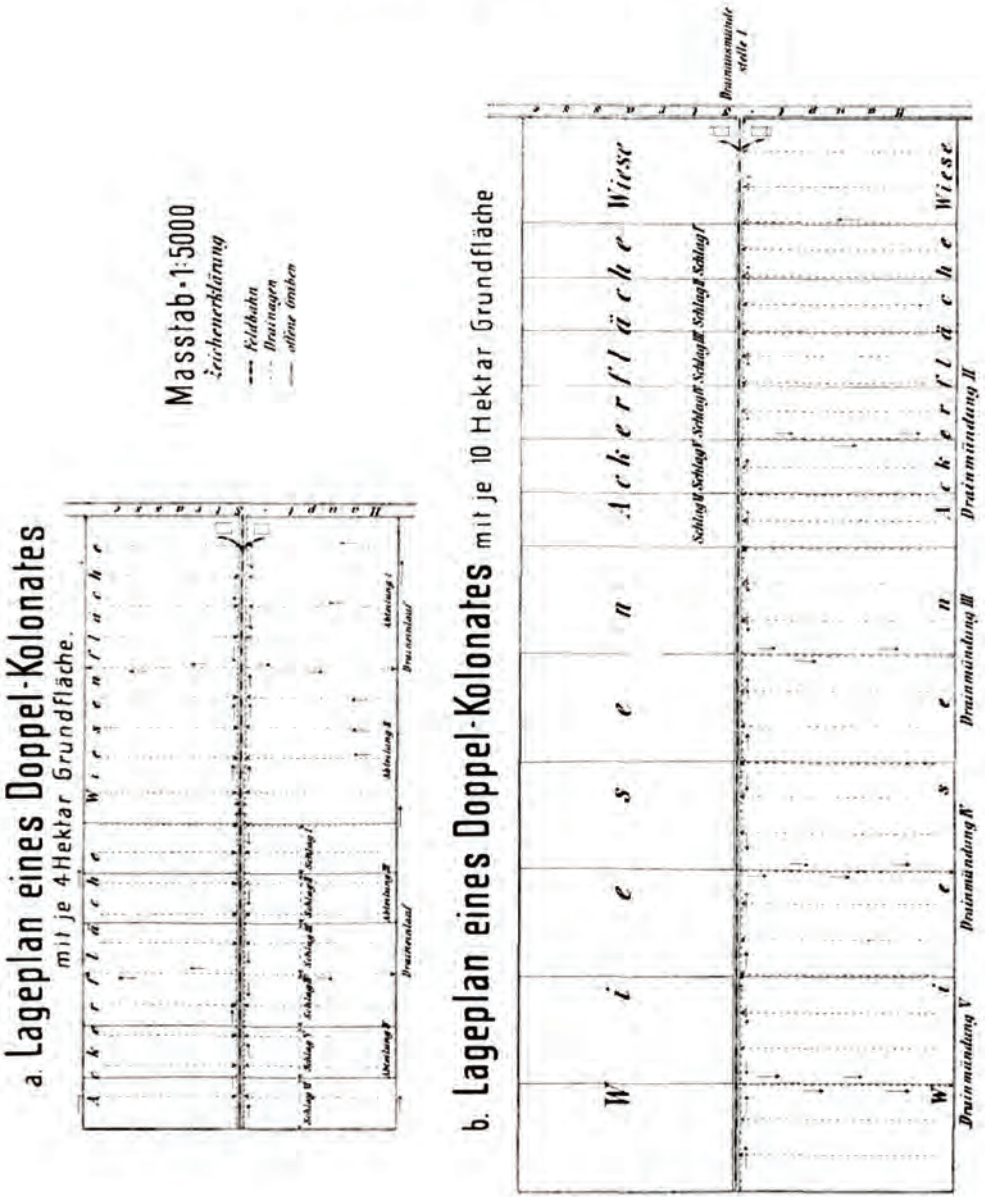
Was die allgemeinen Gesichtspunkte anbelangt, welche bei der Durchführung eines neuzeitlichen staatlichen Kolonisationsunternehmens in Betracht zu ziehen sind, seien noch nachfolgende Ausführungen gestattet:

1. Die vorgeschlagene Art der Urbarmachung der ganzen zu besiedelnden Stelle durch zweijährigen Kartoffelanbau seitens des Kolonisators wurde vorerst noch nirgends durchgeführt; in den neueren, norddeutschen Moorkolonien erfolgt die Kolonatszuweisung meistens in der Art, daß ca. $^1/_3$—$^1/_2$ der Fläche dem Kolonisten in bereits kultiviertem Zustande übergeben wird; die Restfläche muß der Ansiedler mit seiner Familie selbst der Kultur zuführen. Dieser Art der Einweisung wird der Vorteil zugeschrieben, dass 1. einmal die Durchführung des eigentlichen Kolonisationsgeschäftes rascher von statten gehe, 2. der Kolonisator an Betriebskapital sparen könne, und 3. der Siedler viel mehr mit seiner Stelle verwachse, wenn er wenigstens einen Teil derselben von Anfang an selbst bearbeiten müsse.

Gegen die vorgeschlagene Besiedelungsmethode wird vor allem eingewendet werden können, daß die Anlage der projektierten 40—60 Kolonate einen Zeitaufwand von 40—50 Jahre erfordern würde, da ja 60 Arbeitskräfte, über welche die Bernauer Moorkulturstation im Bedarfsfall verfügt, nach den vorstehenden Arbeitsleistungs-Zusammenstellungen gerade hinreichen, um die Bestellungs- und Erntearbeiten von 20 ha Kartoffelfläche (je 10 ha im 1. und 2. Kulturjahr) rechtzeitig und gut durchzuführen; es könnte also in einem Jahr nur 1 Kolonat von 10 ha Größe, von den kleineren 2 fertiggestellt werden. Der Nachteil dieser langsamen Kolonisation liegt unter gewöhnlichen Verhältnissen hauptsächlich darin, daß die benötigten Arbeitskräfte sehr lange an einer Stelle zu verweilen haben, ohne durch die Kulturarbeiten ganz in Anspruch genommen zu sein, und

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Beilage zu „Beitrag zur Frage der Kolonisation bayerischer Hochmoore".



Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

dass ferner die einzelnen, erst langsam hintereinander entstehenden Anwesen lange Zeit der Vorteile eines größeren Gemeinwesens (Kirchen- und Schulangelegenheiten, Genossenschaften etc.) entbehren müssen. Beide Punkte kommen unter Bernauer Verhältnissen fast ganz in Wegfall; denn die Strafgefangenen sind während der Zeit, in welcher sie durch Ausführung von Meliorationsarbeiten nicht in Anspruch genommen sind, vollauf mit den landwirtschaftlichen Arbeiten der staatlichen Moorversuchswirtschaft Bernau beschäftigt, und andererseits können die ersten Kolonisten bis zur Fertigstellung der ganzen Kolonie mit eben dieser Versuchswirtschaft in eine Art Genossenschaftsverhältnis treten; einer gemeindlichen Einverleibung in die nächste Ortschaft Rottau würden keine Hindernisse im Wege stehen.

Der unter 3. oben angeführte, aus der Mithilfe bei den eigentlichen Urbarmachungsarbeiten resultierende Vorteil ist ja sicherlich kein illusorischer, wenn auch die Bewirtschaftung eines mehrere Jahre schon in Kultur stehenden Moorbodens ziemlich verschieden ist von der einer Neukultur; doch fällt dieser erwähnte Vorteil gleich dem ersten schließlich weniger ins Gewicht gegenüber dem großen Vorteil des vorgeschlagenen Systems, dessen verhältnismäßige Billigkeit.

2. Als Hauptnachteil der neuzeitlichen Besiedelungsverfahren im allgemeinen wird von den meisten Autoren [1]) die Kostspieligkeit derselben gerügt. Im 48. Protokoll der preußischen Zentralmoorkommission S. 89 [2]) finden wir z. B. eine Unkostenberechnung für 1 ha Kolonatsfläche im Augstumalmoor (das nördlichste der drei zur Zeit in Besiedelung begriffenen Moore des Memeldeltas):

	Kosten pro ha	Jährliche Zinsbelastung pro ha
a) Allgemeine Unkosten	31,18 ℳ	3,18 ℳ
b) Zuwegung	97,50 „	5,53 „
c) Entwässerung (Drainage)	140,— „	4,20 „
d) Brache und Vorfruchtanbau	138,61 „	4,16 „
e) Kalkung	67,87 „	2,04 „
f) Zubuße bei der ersten Bestellung	80,— „	2,40 „
g) für Gebäude	666,67 „	33,33 „
Summa:	1221,83 ℳ [3])	54,84 ℳ

[1]) besonders von Dr. E. Stumpfe (Besiedelung der deutschen Moore, Leipzig G. H. Meyer 1903) und Dr. A. Hugenberg (Innere Kolonisation im Nordwesten Deutschlands, Straßburg K. D. Trübner 1891).

[2]) Paul Parey, Verlagsbuchhandlung Berlin, Hedemannstraße.

[3]) Ohne Grunderwerbskosten.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Im 46. Protokoll der preussischen Zentralmoorkommission[1]) S. 147 ist ferners folgende Rechnung für ein 10 ha großes Kolonat im Marcardsmoor (ein Teil des vom Ems-Dade-Kanal durchschnittenen großen Aurich-Friedeburger Moores) aufgemacht:

	für das Kolonat	für 1 Wirtschaft
Kulturarbeiten	4010,— ℳ[2])	400,— ℳ
Baukosten	4000,— „	400,— „
Differenz zwischen Pacht und Zinsen der Aufwendung (Zinsverlust)	1344,— „	134,40 „
Erwerbspreis des rohen Moores	2000,— „	200,— „
Summa:	11354,— ℳ	1135,— ℳ

Hiezu kommt noch der Anteil an den „Allgemeinen Kosten", die nach Stumpfe (S. 350) über 200000 ℳ für die 50 Siedelungen zählende Kolonie betragen, wodurch also 1 Kolonat mit 10 ha Grundbesitz noch mit weiteren 4000 ℳ (= 400 ℳ pro ha) zu belasten wäre.

Die Durchschnittskosten, welche ferners seitens der hannoveranischen Provinzial-Moorverwaltung aufgewendet sind, um 1 ha im Bourtanger-Moor am Nord-Süd-Kanal bis zur Überweisung an die Kolonisten bedingungsmäßig herzustellen, berechnen sich nach dem Berichte dieser Verwaltung von 1902 (50. Protokoll der preußischen Zentral-Moorkommission) wie folgt:

Urbarmachungsarbeiten (Grüppen, Hacken, Kalken und erste Düngung mit P_2O_5, K_2O und N)	307,10 ℳ
Ankauf	233,30 „
Bahn- und Wegeanlage	96,40 „
Gebäude	409,90 „
Sonstige allgemeine Kosten	100, „
in Summa:	1146,70 ℳ

Betrachten wir dagegen unsere auf Seite 87 angeführten Zahlen, so sehen wir, dass bei Gründung eines ca. 10 ha großen bäuerlichen Anwesens auf dem Chiemseehochmoor sich eine Anlagekapitalsbelastung von 1000 ℳ pro ha trotz der bedeutend höher eingesetzten Baukosten und der infolge der höheren Arbeitslöhne größeren Kulturkosten ergibt, nachdem die gesamten Meliorationskosten aus den

[1]) Paul Parey, Verlagsbuchhandlung Berlin, Hedemannstrasse.

[2]) Die Kultivierung und erstmalige Bestellung erfolgt durch Strafgefangene, für welche nur 8,5 ₰ pro Arbeitsstunde in Rechnung gestellt sind (gegen 15 ₰ bei uns).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Einnahmen des zweijährigen Kartoffelbaues vollständig gedeckt werden. Sogenannte „allgemeine weitere Unkosten“ kommen für vorliegenden Fall so gut wie ganz in Wegfall, da infolge der überaus günstigen Lageverhältnisse (die Kolonie schließt sich direkt an das Versuchsfeld der Moorkulturanstalt an, welche sich nach erfolgter Zuweisung von größeren Flächen aus eigenen Mitteln erhalten dürfte) kein eigener Beamter für die Kolonie aufgestellt werden braucht und sich diese außerdem ohne Schwierigkeiten in eine der benachbarten Gemeinden einpfarren und einschulen läßt. Ein Vergleich zwischen der Rentabilität der modernen norddeutschen Besiedelungen und der einer bayerischen, allerdings vorläufig nur projektierten Kolonisationsanlage auf Hochmoor fällt also sehr zugunsten der letzteren aus, sowohl wenn man die Verhältnisse des Kolonisators wie auch des Kolonisten in Betracht zieht. Die Anlagekosten sind geringer; der Kolonist ist außerdem dadurch, dass ihm sein ganzes zukünftiges Wirtschaftsland in gut kultiviertem Zustande übergeben wird, in die angenehme Lage versetzt, sein Barvermögen beinahe ganz zur Anschaffung eines guten Wirtschaftsinventars zu verwenden, während bei nur teilweiser Kultivierung durch den Kolonisationsunternehmer das zur Urbarmachung der Restfläche notwendige, nicht geringe Betriebskapital dem einzelnen Kolonisten zur Last gelegt wird.[1]) Der Vorteil einiger Freijahre, wie sie z. B. in Oldenburg den Besitzern von sogenannten Anbauplacken für die erst durch den Kolonisten zu kultivierenden Moorflächen gewährt werden, ist meist ein illusorischer, da erfahrungsgemäß die meisten diese Zeit nutzlos verstreichen lassen; sie fühlen sich meist noch nicht kapitalkräftig genug, um die zunächst ja unproduktive Kultivierung vorzunehmen, und wenn sie es tun, so suchen sie naturgemäß in allem zu sparen, besonders in der Düngung. Wie unrationell gerade diese Sparsamkeit ist, zeigen die diesbezüglichen Versuche, welche alle nachweisen, daß eine starke erste Düngung des Hochmoores eine der ersten Bedingungen der Kultur ist.

3. Der Betrieb eines nach neuzeitlichen Anforderungen eingerichteten Moorkolonates setzt neben genügendem wirtschaftlichem Verständnis, landwirtschaftlicher Schulung und Fleiß ein angemessenes Betriebskapital voraus. Ein im allgemeinen richtiger Grundsatz, der auch bei früheren Besiedelungen vorangestellt war, aber leider fast nie befolgt wurde, dürfte bezüglich des Kolonisten-Kapitals der sein, daß der Ansiedler soviel haben müsse, um das Baugeld für

[1]) Hiezu käme dann noch die im Vergleich mit den meisten norddeutschen Moorkolonien ungleich bessere Verkehrslage der bayerischen Moore.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

das Haus entrichten zu können; wie weit mit dieser Anforderung zurückgegangen werden kann, zeigen die diesbezüglichen Darlegungen dieses Entwurfes. Hat man Kolonisten mit genügendem Betriebskapital und verfügen dieselben über genügende Arbeitskräfte, so mag man ihnen die Kolonate nach Belieben groß zuweisen; dieselben werden bei sachgemäßem Betrieb stets auf ihre Rechnung kommen. Unter Umständen werden aber auch die Bestrebungen von tüchtigen, gut beleumundeten Leuten, durch Einweisung in ein Moorkolonat sich und ihren Nachkommen eine selbständige, wenn auch bescheidene Existenz zu verschaffen, nicht direkt von der Hand gewiesen werden können, wenn sie auch über das gemäß vorstehender Ausführungen benötigte Betriebskapital vielleicht nur teilweise verfügen; der Kolonisator könnte in derartigen Fällen einen Teil der das Kolonisten-Betriebskapital zusammensetzenden Kostenbeträge (siehe Seite 103 und 104) noch zum Anlagekapital schlagen, also Verschiedenes, so insbesondere die erforderlichen Maschinen und Arbeitsgeräte, selbst beschaffen und dem Kolonisten gegen entsprechende Erhöhung des Pachtbetrages zum Gebrauche überlassen. In ähnlicher Weise werden ja in der Regel Landgüter verpachtet. Natürlich dürfte dieses Entgegenkommen des Kolonisators nicht zu weite Grenzen annehmen, sondern sich im wesentlichen nur auf Leute beschränken, deren persönliche Verhältnisse zur Genüge bekannt sind und welche die anderen notwendigen Kolonisten-Eigenschaften in besonders hohem Maße besitzen. Als derartiges Ansiedler-Material kämen in erster Linie schon längere Zeit im Dienste der Moorkulturanstalt stehende, tüchtige und solide Arbeiter in Betracht, die auch als Kolonisten noch zeitweilig als Kulturvorarbeiter bei Ausführung privater Moorkultur-Unternehmungen seitens der Anstalt herangezogen werden könnten.

4. Die verschiedensten Meinungen bestehen über das günstigste Verhältnis zwischen Kolonisator und Kolonist; die Vor- und Nachteile der verschiedenen Übergabsarten auseinanderzusetzen (Zeitpacht, Erbpacht, Rentengut, Eigengut), würde zu weit führen. Im allgemeinen dürfte zuerst ein „Zeitpachtverhältnis“ unter allen Umständen angebracht sein, während dem der Kolonist Gelegenheit findet, mit den Eigenheiten einer ausschließlichen Moorwirtschaft hinreichend vertraut zu werden; läuft die erste Pachtperiode günstig ab und verfügt der Pächter über das nötige Kapital, so sollte man der Umwandlung des Pachtgutes in ein Rentengut nichts in den Weg legen.

5. Auch die Überführung der Pächterstellen in Eigentums-Kolonate könnte nach Umständen in Betracht gezogen werden. Eine

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

Schwierigkeit dieser Kolonatsverkäufe an bereits bewährte Kolonisten liegt nur in der Wertannahme des Bodens. Den vorstehenden Rentabilitätsdarlegungen ist ein Bodenwert von 200 ℳ pro ha zugrunde gelegt; dieser Preis entspricht für die schwer zugänglichen Moorpartien den örtlichen Verkaufsverhältnissen und erst vor kurzer Zeit verkaufte die bayerische Forstverwaltung einige kleinere Partien im Chiemseemoor um 180 ℳ pro ha an einen Privaten. Wegen der zahlreichen Holzreste, der schlechten Beschaffenheit der oberen Torflagen, der verhältnismäßig geringen Mächtigkeit der Torflager in den für die Kolonisation in Aussicht zu nehmenden Flächen sowie mangels jeder Zufahrt kann auch für größere torftechnische Unternehmungen ein höherer Wert nicht angenommen werden, wenn man erwägt, daß durch die weite Entfernung von München das Torfprodukt erheblich durch die Fracht verteuert wird.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

E. Schluß.

Wie aus den Niederschriften über die Sitzungen der bayerischen Moorkultur-Kommission vom Jahre 1902 und 1903 ersichtlich ist, sind die Kommissions-Mitglieder von der Zweckmäßigkeit eines Kolonisierungsversuchs auf dem Chiemseemoore überzeugt. Nur der Vertreter des Finanzärars Herr Oberforstdirektor von Huber legte dar, daß das Finanzministerium zu dem Projekt erst dann seine Zustimmung geben werde, wenn die Rentabilität eines derartigen großen Unternehmens vollständig gesichert sei; im allgemeinen stelle sich die oberste Forstbehörde bezüglich der Ausnützung der ihrer Verwaltung unterstellten Torfmoore auf den Standpunkt, daß dieselben möglichst für die Ausbeutung von Brennmaterial — Stichtorf, Presstorf, Briketts — zu reservieren seien. Wie ich durch die früheren Ausführungen nachgewiesen zu haben glaube, schließt die Hochmoorkultur die Abtorfung der Moore absolut nicht aus und besitzt die vereinigte landwirtschaftliche und technische Ausnützung mancherlei Vorzüge. [1])

Die Befürchtung, daß durch vorhergehende landwirtschaftliche Nutzung der Brennwert des Torfes leide, entbehrt jeder sachlichen Begründung. Durch die für die landwirtschaftliche Benützung einer Hochmoorfläche notwendige Entwässerungsanlage soll der Grundwasserspiegel auf durchschnittlich 60—70 cm gesenkt werden: diese Senkung wird nach den Versuchen der Moorkulturanstalt durch die eingangs beschriebene Grabentiefe von 1 m und Grabenentfernung von 20 m unter normalen Verhältnissen erreicht. Die unter 1 m liegende Torfschichte bleibt also vollständig unberührt, während die Qualität des oberhalb der Grundwasserlinie liegenden, nutzbaren Torfes durch langjährige Entwässerung nur gewinnen kann. Daß von den aufgebrachten mineralischen Düngemitteln kleine Teilchen durch das Niederschlagswasser in die unterhalb der Ackerschichte liegenden, rohen Torfmassen gebracht werden, ist ganz natürlich; hieraus kann aber nicht der Schluß gezogen werden, daß dadurch eine merkliche Vergrößerung des Aschengehaltes des Brenntorfes verursacht würde, da ja die dem Moorboden eigentümlichen Humussäuren auch die wasserunlöslichen Bestandteile der Düngemittel

---

[1]) Es sei hier ferners auf ein diesbezügliches Referat des Herrn Geh. Oberregierungsrates Dr. Fleischer und Herrn Prof. Dr. Tacke-Bremen in der Sitzung der preußischen Zentralmoorkommission vom Dezember 1905 verwiesen. (Berlin, Buchdruckerei „Die Post", Zimmerstr. 94.)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin

teilweise auflösen und die gelösten Stoffe durch das Regenwasser fortgeführt werden. Die Menge der von den Bodenteilchen festgehaltenen Mineralstoffe dagegen ist ganz verschwindend gering. Das Höhenwachstum des Moores wird durch die Entwässerung allerdings sistiert; es ist aber außerordentlich gering (in 1000 Jahren für das Chiemseemoor ca. 1 m = pro Jahr 1 mm) und kommt gegenüber dem landwirtschaftlichen Nutzen, den das Moor gewährt, gar nicht in Betracht. — Auch der weitere Einwand, daß durch die tiefere Entwässerung der Torfstichflächen ein ungünstiger Einfluß auf die in der Nähe liegenden nicht abgetorften, aber landwirtschaftlich benützten Kolonatsteile ausgeübt werde, ist nach den Erfahrungen der Moorkulturanstalt vollkommen haltlos. Wie die seit einigen Jahren auf der Moorkulturstation Bernau durchgeführten, täglichen Grundwasserschwankungs-Beobachtungen zeigen, üben auch tiefe, den Mooruntergrund anschneidende Hauptgräben selbst in trockenen Jahren nur einen Einfluß auf den Grundwasserspiegel des ca. 20—30 m vom Graben entfernt liegenden Gebietes aus; Ertragsrückgänge sind selbst bei Wiesenflächen in unmittelbarer Nähe 2—3 m tiefer Gräben nicht zu konstatieren.

Der Standpunkt, den das Ministerium des Innern zur Frage der Moor-Kolonisierung in Bayern einnimmt, ist durch die eingangs wörtlich zitierte Ausführung Seiner Exzellenz des Herrn Staatsministers Grafen Feilitzsch gekennzeichnet. Auch das Staatsministerium der Justiz würde zweifellos durch Überlassung einer größeren Anzahl von Strafgefangenen den Kolonisierungs-Versuch unterstützen.

Die bayerische Moorkulturkommission gab in ihrer Sitzung vom 30. März 1903 folgende Erklärung ab: „Die Moorkulturkommission steht noch jetzt auf dem Standpunkt der Ziffer 2 des Beschlusses vom 17. März 1902. Mit Rücksickt auf den zur Zeit von dem Kgl. Staatsministerium der Finanzen eingenommenen ablehnenden Standpunkt und nachdem auch zur Zeit die Flüssigmachung der für einen Kolonisierungsversuch erforderlichen größeren Mittel Schwierigkeiten begegnet, soll jedoch die Angelegenheit vorerst zurückgestellt, zu geeigneter Zeit aber wieder aufgenommen werden.“ —

Wenn auch die vorliegenden Betrachtungen noch lange nicht die Rentabilitätsverhältnisse eines Kolonisierungsversuches in erschöpfender Weise darstellen, soviel werden sie aber sicherlich beweisen, daß es als kein gewagtes Experiment mehr erscheint, mit einem neuzeitlichen Kolonisierungsversuch unsern in dieser Richtung so energisch vorgehenden norddeutschen Bundesstaaten zu folgen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt a.M.
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, FU Berlin