

Universitätsbibliothek Frankfurt/M.

Sammlung deutscher botanischer Zeitschriften 1753-1914

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt

Königlich Bayerische Moorkulturanstalt <München>

Stuttgart, 1907-1913

1908

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt.

=

Heft 2.

INHALT:

- I. Über die Verwendung von Strafgefangenen zur Moorkultur. Von Dr. A. Baumann.
- II. Beitrag zur Kenntnis der Fusarien-Krankheiten unserer Kulturpflanzen. Von C. v. Tubeuf.
- III. Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache, nebst einem Anhang über die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser. Von Dr. H. Paul, Assistent der kgl. Moorkulturanstalt.

(Mit 9 Abbildungen im Text und 3 Tafeln.)



STUTTGART 1908.
Verlagsbuchhandlung von Eugen Ulmer
Verlag für Landwirtschaft und Naturwissenschaften.



K. Hofbuchdruckerei Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg.

Über die Verwendung von Strafgefangenen zur Moorkultur.

Von Dr. A. Baumann.

Mit 6 Abbildungen im Text.

Eine Lebensfrage für die deutsche Landwirtschaft ist heute die Arbeiterfrage. Alljährlich wandern tausende deutscher Landarbeiter in die Städte und Industriegebiete, wo sie mehr Freiheit, mehr Vergnügen und höheren Lohn zu finden hoffen. Mit Polen, Slowenen, Russen, Ruthenen, Italienern behilft sich seit Jahren der deutsche Landwirt und er darf sehr zufrieden sein, wenn ihm diese Mitarbeiter noch einige Zeit treu bleiben.

Noch schwieriger, wie für den gewöhnlichen Landwirtschaftsbetrieb sind die Arbeiter für die Landeskultur zu beschaffen, besonders für Entwässerung und Urbarmachung der Moore. Viele schreckt schon das Hantieren im nassen Boden ab, anderen genügt die Unterkunft und Verpflegung nicht an den oft abgelegenen Arbeitsstätten, andern sind die Arbeitslöhne zu gering, die doch ein gewisses Maß nicht überschreiten dürfen, wenn der künftige Kulturboden noch rentieren soll.

Es war ein glücklicher Gedanke, zur Landeskultur Sträflinge zu verwenden; glücklich für die Landeskultur, glücklicher noch für die Sträflinge. Viele Arbeiten, die der ganzen Bevölkerung zum besten dienen, wären unterlassen worden, große Strecken von Sumpf und Moor wären auf alle Zeiten ungesunde unfruchtbare Wüsten geblieben, wenn nicht die Gefangenen geholfen hätten. Für die Gefangenen aber bedeutet die Landeskultur Erlösung aus dem Gefängnis, Gewöhnung an zweckmäßige Arbeit in der freien Natur, Gesundung des Körpers und Geistes, damit Hoffnung auf bessere Lebensführung und sichere Unterkunft in der Freiheit.

Leider sind in jüngster Zeit zwei Projekte aufgetaucht, die geeignet sind, die Landeskultur schwer zu schädigen, wenn sie durchgeführt werden: in Bayern, die Absicht der Justizverwaltung, den landwirtschaftlichen Betrieb in den Strafanstalten zu erweitern und im deutschen Reich die Bemühungen eines Vereins, die Verbrecher nach fernen Ländern zu deportieren.

Gerade die geeignetsten Sträflinge würden dadurch der Landeskultur entzogen. In Bayern wird es ohnedies schon schwer, die kleine Zahl von Gefangenen aufzubringen, die jetzt für die Moor-

kultur erbeten werden. Der ausgedehnte landwirtschaftliche Betrieb bei den Anstalten ist eine Hauptursache dieser Kalamität. Man benötigt hiezu die gesunden, kräftigen Leute, die von der Landwirtschaft etwas verstehen und hält sie im Gefängnis zurück. Soll wirklich der Landeskultur gedient werden, so darf man die Bewirtschaftung des Bodens an den Gefängnissen nicht vermehren, sondern muß sie einschränken oder ganz aufheben. Man soll nicht Land zukaufen oder zupachten, sondern verkaufen und verpachten, damit die kräftigen Sträflinge zum Wohl des ganzen Landes arbeiten können. So geschieht es an den Anstalten des preußischen Ministeriums des Innern, das sich große Verdienste um die preußische Landeskultur erworben hat. Hier wird der Landwirtschaftsbetrieb auf 6—7 ha eingeschränkt. Alles andere wird verpachtet. Keine Pferdehaltung ist gestattet. Milchkühe dürfen nur dann aufgestellt werden, wenn die Milch von Landwirten nicht beschafft werden kann. Butter darf im Gefängnis nicht bereitet werden; Schweinehaltung und Geflügelzucht ist verboten.

Nur durch solche Maßnahmen ist es möglich, der dringenden Arbeiternot bei der Landeskultur abzuhelpen. Der Landwirtschaftsbetrieb in den Gefängnissen unter juristischer, theologischer oder militärischer Leitung ist ohnedies für die Anstalt von geringem Nutzen, schädigt dagegen die Landwirte, die in der Umgebung wohnen. Gern würden sie in Bayern überall die Gefängnisse mit Fleisch, Butter, Eiern und Getreide versorgen. So sprechen wir denn an das K. bayer. Staatsministerium der Justiz die dringende Bitte aus, es mögen auch in Bayern geeignete Maßregeln getroffen werden, daß Gefangene in vermehrter Anzahl der Landeskultur überwiesen werden können, und bei dem Interesse, das die Justizverwaltung immer der Landeskultur entgegengebracht hat, dürfen wir auch hoffen, daß unsere Bitte erhört wird. Die Moorkulturanstalt kann im nächsten Jahrzehnt 400 bis 500 Gefangene jährlich beschäftigen. Sie muß in diesem Jahr schon Polen heranziehen, weil keine Aussicht besteht, bei dem geringen Gefangenenstand mehr Gefängnissträflinge zu erhalten. Auch die Zuchthaussträflinge müßten in Bayern ebenso wie in Preußen der Landeskultur dienstbar gemacht werden.

Der deutsche „Deportationsverband“ will die Sträflinge in ferne Länder verschicken, aber er möchte nicht die Fehler der englischen Deportation begehen, die große Mißerfolge hatte, weil sie faules, arbeitsscheues, geschlechtskrankes und versoffenes Gesindel in die Strafkolonien sandte; er will vielmehr die besten, fleißigsten Gefangenen auswählen, die sich für eine geordnete Kulturarbeit gut eignen; also gerade die Gefangenen, die man im eigenen Land am notwendigsten braucht. Statt deutschen Grund und Boden urbar zu machen und die

Nahrungsmittel des eigenen Landes zu vermehren und zu verbilligen, sollen vorerst 500 solche Sträflinge die Admiralitätsinsel Manus im stillen Ozean kultivieren. Die Kosten sind auf 1 Million Mark veranschlagt, während die Arbeit der Gefangenen auf den deutschen Mooren eifrig gesucht und gut bezahlt wird.

Wir können der Aufforderung des Deportationsverbandes nur zustimmen: „Baut Schulen, Bahnen, Kanäle statt weiterhin Strafanstalten, deren Trümmer einst der Nachwelt einen traurigen Beweis für die mangelnde Erkenntnis unserer Zeit liefern würden! Lähmt nicht weiterhin Geist und Körper, Energie und Arbeitsfähigkeit von gesunden Menschen durch ein jahrelanges Käfigdasein, sondern zwingt den Verbrecher zu nutzbringender Tätigkeit, die allein imstande ist, ihn wieder auf den Weg einer sittlichen Weltanschauung zu führen.“

Aber das vermögen wir nicht einzusehen, warum man dazu die Inseln des stillen Ozeans braucht, warum eine Million Mark für die Unterkunft von 500 Sträflingen, außerdem noch Besatzungstruppen zur Entwaffnung und Unterdrückung der Eingeborenen aufgeboden werden sollen, während in Deutschland die wichtigsten Kulturaufgaben harren, die ohne Gefangene nicht mehr durchgeführt werden können.

Hoffentlich wird der Reichstag den richtigen Weg einschlagen und seine volle Kraft einsetzen, daß zwar den Gefangenen die Wohltat im Freien zu arbeiten, zu teil wird, daß aber ihre Arbeit dem Grund und Boden der Heimat zu gut kommt.

Die nachfolgenden Ausführungen waren für den internationalen landwirtschaftlichen Kongreß in Wien i. J. 1907 bestimmt, der dem Verf. ein Referat über die Verwendung der Gefangenen zur Moorkultur übertragen hatte. Sie wurden zum größten Teil schon in der „Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung“ veröffentlicht und sind hier nur an einigen Stellen verbessert und ergänzt, sowie um einen Abschnitt über die Trinkwasserversorgung der Gefangenenkolonien im Moor und um den „Anhang“ erweitert worden.

I.

Theoretische und praktische Einwände gegen die Beschäftigung der Gefangenen in Landeskulturarbeiten.

Noch heute ist es eine juristische Gelehrtenstreitfrage, ob Sträflinge außerhalb ihrer Gefangenanstalten und des dazu gehörigen Besitztums für Landeskulturarbeiten verwendet werden dürfen. Von vielen wird behauptet, jede auswärtige Beschäftigung, jede Außenarbeit sei unbedingt verwerflich. Die Strafe bestehe in erster Linie in Entziehung der Freiheit. Bei der Beschäftigung in Feld und Wald, oft meilenweit von der Anstalt entfernt, habe die Freiheitsstrafe ihren Sinn verloren. Die Gefangenen empfänden die Beschäftigung nicht mehr als Strafe und der ganze wohlthätige Einfluß, den

die Inhaftierung haben kann, die Besuche der Beamten, Unterricht, Seelsorge, fallen hier völlig weg.¹⁾

Diese Theorie wird häufig noch unterstützt durch praktische Bedenken, die von Anstaltsdirektoren vorgebracht werden. Diese fürchten vor allem die größere Arbeitslast für die Verwaltung, die nun auch weit von der Anstalt entfernte Sträflinge überwachen und versorgen müsse. Der Transport der Gefangenen, die Beschaffung der Unterkunft und der Lebensmittel, die Pflege bei Erkrankungen, die Pastorisierung seien oft schwierig und umständlich. Passende Aufseher seien nicht leicht zu finden. Häufige Entweichungen müsse man befürchten. Auch sei der Betrieb kostspieliger als in der Anstalt; denn es erwachsen besondere Ausgaben für Transport, Arzt und Seelsorge, für verstärkte Aufsicht und Inspektionsreisen der Beamten. Selbst wenn die Außenarbeit besser bezahlt werde, gebe schließlich die Industriearbeit in der Anstalt ein günstigeres finanzielles Ergebnis.

Trotz dieser theoretischen und praktischen Bedenken hat sich die Außenarbeit für Landeskulturinteressen immer mehr eingebürgert, und zwar wurde sie in Italien und Österreich zuerst energisch betrieben, nachdem vereinzelte erfolgreiche Versuche anderwärts vorausgegangen waren.

In Italien suchte man mit der Strafkolonie Trefontana bei Rom unter Leitung von Trappisten die öden und versumpften Gründe der Champagna zu kultivieren. Vier Filialen dieser Kolonie wurden auch bei den Befestigungsbauten Roms verwendet.

In Österreich ging von der Strafanstalt Laibach die erste Gefangenenabteilung im Jahre 1885 in der Stärke von 65 Mann nach Kötschach ab, um hier ein Ableitungsbett nach dem Gailfluß zu graben. Dieser erste Versuch gelang ausgezeichnet; die Sträflinge benahmen sich mustergültig; ihrem Fleiß, ihrer Willigkeit, Arbeitsfähigkeit und Disziplin wurde das glänzendste Zeugnis ausgestellt. Bei einem Brande, der im Orte Kötschach ausgebrochen war, verlangten die Sträflinge aus eigenem Antrieb, sich an den Löscharbeiten beteiligen zu dürfen, und nur ihrer Energie und Aufopferung war es zu verdanken, daß der Ort Kötschach samt Schloß, Kirche und Kloster vor dem Untergang gerettet wurde. Nach diesem glücklichen Anfang wurden später die Arbeitskolonien vermehrt. Die Gefangenen wurden hauptsächlich bei Wildbachverbauungen und Flußkorrekturen verwendet; sie führten dabei die schwierigsten und anstrengendsten Arbeiten pünktlich und unverdrossen aus. Eine besonders hervor-

¹⁾ Liszt, Die Gefängnisarbeit. Vortrag. Berlin 1900, S. 14.

ragende Leistung war der Durchstich der Drau bei Klagenfurt. Vier Jahre hindurch hatte die Landesregierung dieses Unternehmen mit freien Arbeitern durchzuführen versucht, doch diese hielten trotz der hohen Löhne dem schlechten Klima nicht stand. Die Sträflingsabteilung aber, bestehend aus 180 Mann, löste die Aufgabe tadellos während des grimmigen Winters 1892/93 innerhalb 6 Monaten.¹⁾ Schon im Jahre 1890 bis einschließlich 1892 waren von der Anstalt Marburg allein 628 Sträflinge mit Landeskulturarbeiten beschäftigt. Es wurden in diesem Zeitraum von Marburg 17,9 %, von der Anstalt Stanislaw 16,5 %, von Lemberg 13,4 %, von Laibach 9,5 % aller Arbeitstage auf Kulturarbeiten verwendet, und es hatten sich sämtliche übrigen Strafanstalten mit Ausnahme einer einzigen (Gradiska) mit 0,5 bis 6,8 % ihrer Arbeitstage an den Kulturwerken beteiligt.²⁾ Die Außenbeschäftigung hat sich überall so vorzüglich bewährt, daß sie nunmehr im k. k. Justizministerium als eine bedeutende Verbesserung des Strafvollzuges angesehen und von Jahr zu Jahr erweitert wird. Im Jahre 1906 waren Sträflinge bei den Notstandsarbeiten (Murbrüche) im Ennstale tätig, andere kultivieren zur Zeit die brionischen Inseln im Adriatischen Meer und bei den Entwässerungsarbeiten im Laibacher Moor ist ebenfalls Sträflingsarbeit in Aussicht genommen. Das Verdienst, die Außenarbeit der Gefangenen in Österreich eingeführt zu haben, gebührt Herrn Oberdirektor Marcovich in Graz.

Im Jahre 1895 fing in Preußen das königl. Ministerium des Innern an, seine Gefangenen zu Außenarbeiten zu verwenden und damit begann zugleich eine umfangreiche Tätigkeit der Sträflinge auf preußischen Mooren.³⁾ Im Jahre 1900 waren bereits 21 Abteilungen mit rund 1230 Gefangenen mit Landeskulturarbeiten überhaupt und 5 Abteilungen mit 230 Gefangenen mit Moorkultur beschäftigt. Die Gesamtarbeitszeit betrug vom Jahr 1897 bis einschließlich 1905 nach gütiger Mitteilung des Ministeriums 2 033 247 Arbeitstage für Landeskultur überhaupt und 713 519 speziell für Moorkultur.

¹⁾ Näheres siehe Leitmaier, Österreichische Gefängniskunde, Wien 1890, S. 191 u. ff., sowie Marcovich, Das Gefängniswesen in Österreich. Wien 1899, S. 41.

²⁾ Siehe Nadastiny, Die Fundamente der neuen österreichischen Kriminalgesetze im Licht der Praxis des Strafvollzuges. Blätter für Gefängniskunde 34. Bd., 1900, S. 268.

³⁾ Der erste größere Versuch der Außenarbeit scheint in Hannover von der provincialen Korrekptionsanstalt in Moringen ausgegangen zu sein, die im Jahre 1878 und 1879 zusammen 170 bis 180 Korrigenden zu Aufforstungsarbeiten verwendete. In demselben Jahre wurden zu gleichem Zweck ca. 100 Korrigenden von der Anstalt Glücksburg in Schleswig-Holstein verwendet. Protokolle der 13. Sitzung der Preußischen Zentralkommission. S. 47. Es wurden schon damals sehr befriedigende Erfolge erzielt.

Bis anfangs 1908 wurden auf die Moorkultur rund 1 Million Arbeitstage verwendet ¹⁾).

Die Gefangenen haben dem Land große wirtschaftliche Vorteile verschafft durch Deicharbeiten, Befestigung von Dünen, Urbarmachung von Heideflächen, Anlage von Fischweihern und in den Mooren haben sie nicht allein den Boden kultiviert, sondern sie haben auch den künftigen Kolonisten die Wohnstätten bereitet, Häuser, Ställe, Scheunen gebaut, Wege gebahnt, Obst- und Gemüsegärten angelegt.

Dabei waren die Leistungen und die Führung der Gefangenen mit wenigen Ausnahmen befriedigend und die Zwecke des Strafvollzugs sind nicht beeinträchtigt worden. Herr Geh. Oberregierungsrat Dr. K r o h n e, der die Gefangenearbeiten in verdienstvollster Weise begonnen und organisiert hat, wird sie demnach trotz mancher Widersprüche unverdrossen weiter ausbauen.

In Bayern machten die königl. Staatsministerien der Justiz und des Innern gemeinschaftlich im Jahre 1899 den ersten Versuch mit der Gefangenearbeit in den Chiemseemooren, wo die bayerische Moorkulturanstalt teils ärarische, teils Privatmoore zu kultivieren hat und ein 60 ha großes Versuchsfeld mit Bureaus und Wirtschaftsgebäuden besitzt. Die Gefangenanstalt Laufen hatte die Sträflinge zu stellen.

In den beiden ersten Jahren war der Betrieb nicht zweckmäßig eingerichtet; denn die Moorkulturanstalt mußte für alle Bedürfnisse der Gefangenen und Aufseher hinsichtlich Speise und Trank, Arzt und Seelsorge aufkommen. Diese Einrichtung verursachte viele Kosten, viel unnötiges Schreibwerk und war eine Quelle ständiger Belästigung für die Moorkulturanstalt und die Gefangenanstalt ²⁾). Erst als die Strafkolonie als eine Filiale der Gefangenanstalt anerkannt und behandelt wurde, als für die leiblichen und geistlichen Bedürfnisse in ähnlicher Weise gesorgt wurde wie bei allen österreichischen und preußischen Kolonien, vollzog sich die Arbeit zur Zufriedenheit aller beteiligten Behörden.

Im Jahre 1905 wurde dann im Kolbermoor bei Rosenheim eine zweite Gefangenenabteilung von 30 Mann abgestellt, die im Jahre 1908 auf 50 Mann verstärkt wird, so daß dann 85 Sträflinge für die Moorkultur tätig sein werden. Wenn diese Zahl auch gering und für Bayern ganz unzureichend ist, sind die Gefangenen doch jetzt schon wertvolle, ja unentbehrliche Mitarbeiter der Moorkulturanstalt ge-

¹⁾ Die Entwicklung der Moorkultur. Berlin. Parey 1908. S. 132.

²⁾ Näheres siehe Jahresbericht der königl. Moorkulturanstalt über die Arbeiten der Jahre 1899 und 1900 in der Vierteljahrsschrift des bayerischen Landwirtschaftsrates 1901.

worden; ihre Arbeit und ihr Benehmen haben immer außerordentlich befriedigt, wenn passende Aufseher ihnen beigegeben waren.

Ebenso günstige Erfolge wie in Deutschland, Österreich und Italien hat Dänemark zu verzeichnen, wo seit 10 Jahren vom Zuchthaus in Horsens alljährlich eine Rotte Gefangener (20 bis 25 Mann) in der Haide mit Urbarmachungsarbeiten beschäftigt wird. „Über Erwarten ist die Arbeitsleistung mit der Zunahme der Arbeitsfähigkeit und Arbeitslust bald derjenigen des freien Arbeiters gleichgekommen und hat dieselbe sogar manchmal übertroffen. Das Verhältnis zwischen Beamten und Gefangenen kennzeichnete sich durch eine eigentümliche Leichtigkeit, Strafen brauchten nicht auferlegt werden. Benehmen und Tun untereinander besserte sich nicht nur in Vergleich zu dem im Zuchthaus, sondern genügten hohen Ansprüchen aus dem gewöhnlichen Leben und vor allem entstanden richtigere Begriffe der Rechte und Pflichten gegen die Gesellschaft, welche auch nach der Entlassung angewandt wurden. Nicht zum wenigsten aus diesem Grunde betrachtet man die Versuche als vollkommen gelungen und sind die bezüglichlichen Autoritäten auf weitere Befestigung und Ausdehnung der getroffenen Bestimmungen bedacht.“¹⁾

Wir sehen aus diesen Angaben, daß die Bedenken gegen die Landeskulturarbeiten der Sträflinge durch die Tatsachen widerlegt sind. Diese Außenarbeit hat sich überall bewährt, wo sie eingeführt wurde; ja der Erfolg hat alle Erwartungen noch weit übertroffen.

Wir erkennen jetzt auch klar ihre Vorzüge. Zunächst wird durch die Beschäftigung im Freien die Gesundheit der Gefangenen erhalten und befestigt. Das bleiche Gesicht des von der Anstalt kommenden Sträflings nimmt in wenigen Wochen eine gesunde Farbe an; dabei hebt sich seine Arbeitskraft und Arbeitsgewandtheit, bei vielen auch die Arbeitsfreude, besonders bei Arbeiten im Moor, wo der Gefangene vor seinen Augen die Früchte seiner Tätigkeit reifen sieht. Gerade hier kann er auch viel neues lernen und später in der eigenen Wirtschaft verwerten oder anderen mitteilen. Er übt sich in allen Arbeiten der Bodenverbesserung ein, in der Entwässerung, ersten Bearbeitung und ersten Düngung des Moores mit künstlichen Düngestoffen; er wird mit der Pflege verschiedener Kulturpflanzen und mit neuen Geräten vertraut, die vielfach auch beim gewöhnlichen Landwirtschaftsbetrieb nützlich sind. Bei der Ernte der Feldfrüchte erkennt auch der Ungläubigste den hohen Kulturwert eines bisher völlig wertlosen Bodens, der schon im ersten Jahre ebenso hohe

¹⁾ Aus einem Vortrag von J. Simon von der Aa, Professor der Universität Groningen, siehe Blätter für Gefängniskunde 1907, 41. Bd., S. 65.

Erträge liefert, wie der beste in uralter Kultur stehende Ackerboden.

Wenn irgend etwas instande ist, mit dem Körper auch den Geist zu bilden und moralische Minderwertigkeiten zu beseitigen, so ist es diese zweckvolle, anstrengende aber auch anregende Arbeit in der freien Natur. Der Gefangene fühlt, daß er zu einer wichtigen Aufgabe berufen ist. Er schafft aus der Wüste die vor ihm liegt, fruchtbares Erdreich; er erschließt neue, ständig fließende Quellen des Erwerbes und der Nahrung für das ganze Volk und er vergütet damit der Gesellschaft das reichlich zurück, was er an ihr gefehlt hat. Eine angemessenere Buße kann wohl kaum ersonnen werden. Es ist nicht zu verwundern, daß bei diesen Kulturarbeiten auch vielfach eine sittliche Besserung der Sträflinge beobachtet wurde und wenn sie sich auch nicht einstellt, so wird der Büsser doch mit einem kräftigen Körper entlassen, der ihn befähigt, sein Brot zu verdienen und wieder einen ordentlichen Lebenswandel zu führen.¹⁾

Wie läßt sich damit die Freiheitsstrafe in den Anstalten vergleichen?

Die sitzende Lebensweise in abgeschlossenen Räumen kann unmöglich gesund sein; sie muß am meisten solchen schaden, die von Jugend auf in frischer Luft sich bewegt haben. Ein Beweis ihres verderblichen Einflusses ist die Häufigkeit der Tuberkulose, der Geistesstörungen und Selbstmorde, die sich nicht wegleugnen läßt.²⁾

¹⁾ Leitmaier, Österreichische Gefängniskunde, Wien 1890, S. 195 und A. Marcovich, Das Gefängniswesen in Österreich, Wien 1899, S. 41 berichten von glänzenden moralischen Erfolgen, die bei allen Außenabteilungen erzielt wurden. Auch der Arzt der Gefangenanstalt Marburg spricht in seinem Gutachten von einer moralischen Veredelung des Sträflings und bezeichnet die Freiheit als einen nicht hoch genug zu veranschlagenden hygienischen Faktor im Vollzug der Freiheitsstrafe. Dasselbst Seite 38. Über den hervorragenden Wert der landwirtschaftlichen Arbeiten und Kulturarbeiten für die Sträflinge vergleiche auch O. Kellerhals „Die Strafanstalt Witzwyl“, Bern, K. J. Wiß, 1904, S. 25 u. ff. und die oben erwähnten Beobachtungen in Dänemark.

²⁾ Ein solcher Versuch von Sichart (Blätter für Gefängniskunde 1905, S. 33 u. ff.) kann nicht ernst genommen werden, gegenüber der umfangreichen Literatur und dem großen Zahlenmaterial, wodurch die Schädlichkeit des Gefängnislebens durch Ärzte und Anstaltsbeamte unumstößlich nachgewiesen wird. Vergleiche beispielsweise Holtzendorf-Jagemann, Handbuch des Gefängniswesens, 2. Bd., S. 109 u. ff. Bär, Die Hygiene des Gefängniswesens, Jena 1897. Dr. Schäfer, Über Gefängniskrankheiten, Blätter für Gefängniskunde, 1900, 34. Bd., Seite 191. Nach Dr. Büdingen (Zur Bekämpfung der Lungenschwindsucht, Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1899) sind die Strafanstalten Seuchenherde für die Lungenschwindsucht und bedrohen nicht allein die Insassen, sondern auch die freie Bevölkerung, die von den entlassenen Sträf-

Und die Beschäftigung in den Strafanstalten kann in der Regel die Kräfte der Gefangenen nicht erhalten noch viel weniger stärken. Oft handelt es sich nur um geisttötenden Fabrikbetrieb, der später nirgends verwertet werden kann. Dütenkleben, Kaffeebohnen sortieren, alte Kleiderfetzen zerzupfen, Schuhsohlen pappen, Kork schneiden (Pensum 1 500 Stück pro Tag), Brillengestelle fertigen sind solche Arbeiten, die vorzüglich geeignet sind, den Menschen möglichst bald stumpfsinnig zu machen.¹⁾ Der Gefangene weiß, daß hier seine Kraft mit Lappalien vergeudet wird, zum Nutzen irgend eines Unternehmers oder einer Aktiengesellschaft, die auf Kosten seiner Gesundheit aus seiner Arbeit Kapital schlagen. Darüber wird er keine Befriedigung, wohl aber oft bitteren Groll empfinden, gegen die Anstalt und gegen die Gesellschaft, von denen er sich schmähschlich mißhandelt und weit mehr geschädigt fühlt, als er es verdient hat. So verlassen denn auch die meisten Gefangenen geistig und körperlich geschwächt, im innersten empört, ihre Strafanstalten. Es ist ihnen in diesem Zustand noch viel weniger als früher möglich, Arbeit zu finden und sich eine achtbare Stellung zu erringen. Manche wollen überhaupt nichts mehr von Arbeit wissen, sondern geben sich den größten sinnlichen Ausschreitungen hin, weil sie an ihrer Zukunft verzweifeln. Bald stellen sich Not und Elend ein und damit auch wieder das Verbrechen. Nach einer Statistik, die im königl. preußischen Ministerium des Innern ausgearbeitet wurde, hat man zu gewärtigen, daß von 100 Zuchthaussträflingen 93 bis 95 % — also fast alle — rückfällig werden.²⁾ Der Strafvollzug in den Anstalten ist demnach wirkungslos und damit auch wertlos. Nach dem maßgebenden Urteil der Gefängnisdirektoren besteht

lingen infiziert wird. In drastischer Weise schildert diesen Gegenstand auch Oberlandesgerichtsrat Wagner in „Die Strafinn“, Stuttgart 1904, S. 119 ff., S. 154 ff. Vergleiche auch das Gutachten von A. Marcovich in den Blättern für Gefängniskunde, 37. Bd., 1903, Seite 411 und Dr. Bär daselbst S. 495 u. ff. In letzter Zeit hat übrigens die Tuberkulose in den Strafanstalten bedeutend abgenommen, namentlich in den Neubauten, die den Anforderungen der Hygiene möglichst zu genügen suchen. In bayerischen Strafanstalten hat sich von 1863 bis 1902 die Tuberkulosesterblichkeit vermindert, ist aber bis zu dem untersuchten Zeitpunkt noch häufiger geblieben als in der freien Bevölkerung. Vergleiche Droßbach, Blätter für Gefängniskunde 1907, 41. Bd., S. 741.

¹⁾ Ein interessantes Geschäft ist es auch, mit Korbweiden gläserne Flaschen zu überspinnen, die mit Branntwein gefüllt in die deutschen Kolonien wandern, um dort die schwarzen Angehörigen des deutschen Reiches zu ruinieren.

²⁾ Vergleiche Statistik der zum königl. preußischen Staatsministerium des Innern gehörenden Strafanstalten und Gefängnisse, Berlin 1900 und Aschaffenburg, Das Verbrechen und seine Bekämpfung, 2. Auflage, Heidelberg 1906, S. 174, 191.

über diese Wirkungs- und Wertlosigkeit der Gefängnisarbeit, ja des ganzen jetzigen Strafvollzuges gar kein Zweifel.¹⁾

Angesichts des erfreulichen Erfolges bei der Landeskulturarbeit und der traurigen Erfahrungen bei der Gefängnisarbeit wird wohl niemand mehr der Theorie zustimmen können, daß die Freiheitsstrafen stets hinter Schloß und Riegel abgebußt werden müssen.

Ganz falsch ist auch die Hypothese, die Freiheitsstrafe könne außerhalb der Anstalt nicht wirksam genug vollzogen werden. Gerade das Gegenteil ist der Fall, wie aus dem einmütigen Urteil von Krohne und Marcovich hervorgeht, zwei Fachmännern, welche die größte Erfahrung über die Außenbeschäftigung besitzen. „Gerade bei Verwendung von Strafgefangenen zu Moorkulturen“, sagt Krohne (42. Sitzung der Zentralmoorkommission 1899, Seite 22), „ist die Möglichkeit gegeben, auch außerhalb der geschlossenen Anstalt den vollen Ernst der Arbeit, den ganzen rücksichtslosen Zwang, das Beugen unter die Ordnung, die Disziplin und das Gesetz des Staates aufrecht zu erhalten. Hier können die Gefangenen, getrennt von allen freien Arbeitern in der Einsamkeit gehalten werden; durch strenge und ernste Arbeit werden sie gleichzeitig wieder an den Übergang zur Freiheit gewöhnt, wo sie sich als ordentliche Bürger des Staates bewähren sollen.“ Ganz ähnlich spricht sich Marcovich (Das Gefängniswesen in Österreich, Seite 36) aus; er betont besonders, daß die Freiheitsstrafe durch die Landeskulturarbeit nicht abgeschwächt wird, weil die Entziehung des freien Willens und der freien Bewegung, die Absperrung nach getaner schwerer Arbeit, die unbedingte Unterordnung unter stramme Zucht aufrecht erhalten wird.

Auch die praktischen Bedenken der Anstaltsvorstände lassen sich nicht aufrecht erhalten, wie die mehr als 20 jährigen Erfahrungen gezeigt haben. Zwar ist es richtig, daß durch die Außenarbeit

¹⁾ „Daß sich das jetzige Strafsystem nicht bewährt hat, ist einmütige Überzeugung der Sach- und Fachkenner“ sagt Direktor Dr. Gennat (Hamburg) Blätter für Gefängniskunde 1903, 37. Bd., S. 9; ebenso Direktor v. Sichart (Ludwigsburg), daselbst S. 59 und Staatsanwalt Junghanns, S. 315. Über die Wertlosigkeit des Strafvollzuges in den Gefängnissen vergleiche auch die scharfen Ausführungen von O. Mittelstädt in seiner Broschüre „Gegen die Freiheitsstrafen“, Leipzig 1879, Hirzel S. 35 u. ff. Er nennt die Arbeit in den Gefängnissen ein peinvolles, aufzehrendes, abschreckendes Übel der schlimmsten Art, einen wahren Fluch einer krankhaft verzerrten Kultur (S. 44). Liszt sagt auf Grund der Rückfallstatistik: „Wenn einer ein Verbrechen begeht und wir lassen ihn laufen, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß er wieder ein Verbrechen begeht, geringer, als wenn wir ihn bestrafen.“ Damit ist die Wertlosigkeit des jetzigen Strafvollzuges deutlich gekennzeichnet. (Vergleiche Seuffert, Die Bewegung im Strafrecht, Dresden 1901, S. 63).

eine gewisse Störung im bureaukratischen Gefängnisbetrieb eintritt und dem Anstaltsvorstand manche besondere Arbeitsleistung erwächst. Doch wird ein Direktor, der menschlich denkt und fühlt, der auf das körperliche und geistige Wohl seiner Gefangenen bedacht ist, die verhältnismäßig geringe Belästigung gern auf sich nehmen. Er wird bei gutem Willen brauchbare Aufseher immer finden. Entweichungen sind nur selten vorgekommen.¹⁾ Und ob die Gefangenenanstalt mit den Außenarbeiten ein gutes Geschäft macht oder nicht, sollte eigentlich bei einer so bedeutenden Verbesserung im Strafvollzug gar nicht erwogen werden. Selbst wenn etwas mehr Kosten entstünden, dürften sie nicht in Anschlag kommen, gegenüber den Vorteilen, die die dem ganzen Land und den Gefangenen selbst durch die Landeskulturarbeit erwachsen.²⁾

Übrigens kommt es nur darauf an, wie die Rechnung gestellt wird. Wenn man für das ganze Land (nicht etwa für das Budget einer bestimmten Anstalt) und für einen längeren Zeitraum Ausgaben und Einnahmen gegenüberstellt, so muß der Vergleich stets zu gunsten der Moorkultur ausfallen, vorausgesetzt, daß prinzi-

¹⁾ Nach Marcovich sind innerhalb 8 Jahren, 1890 bis 1898, als er Direktor der Strafanstalt Marburg in Österreich war, von 2861 Sträflingen, die bei Landeskulturarbeiten beschäftigt waren, fünf entwichen. (a. a. O. S. 44).

²⁾ Leider ist es „der größte Fehler, der den Strafanstalten anklebt, daß sie von manchen Anstaltsbeamten als staatliche Ertragsobjekte angesehen werden, während doch nur die unausgesetzte (zweckmäßige! d. V.) Beschäftigung der Sträflinge und nicht die Erzielung eines bedeutenden Reingewinns angestrebt werden soll.“ „Nicht die Natur des Sträflings, sein Lebensgang und seine Zukunft bildet die Hauptsorge dieser Anstaltsbeamten, sondern die Gewinnung und Verwertung von Arbeitskräften und die Steigerung der Arbeitsbetriebe“, sagt Oberlandesgerichtsrat Alfred Amschl, Blätter für Gefängniskunde 1902, Bd. 36, S. 442. Nach dem Chef der Gefängnisverwaltung im preussischen Ministerium des Innern, Geh. Oberregierungsrat Dr. Krohne darf die Frage, wieviel die Gefangenenarbeit bei Kultur und Kolonisation der Moore kostet, überhaupt keine Rolle spielen. Ob für die Arbeit eines Gefangenen etwas berechnet werde oder nicht, sei im Interesse des Staates vollkommen gleichgiltig. Wenn durch die Gefangenenarbeiten im Innern der Anstalten vielleicht 1 Mark täglich erzielt werde, dadurch aber ein Druck auf die freie Arbeit ausgeübt und andere gewerbliche Interessen gestört würden, so werde viel mehr geschadet als diese Mark wert sei. Es handle sich lediglich um die Frage: können wir mit Hilfe der Gefangenenarbeit neuen Kulturboden und neue Wohnstätten schaffen, wo wir die Söhne unseres Volkes festsetzen, damit sie uns treu bleiben? Weil dies möglich sei, müsse die Gefängnisverwaltung den Weg dazu bahnen. Was hier von der Moorkolonisation gesagt wird, das gilt natürlich auch von Moorkultur überhaupt und von jedem großen Meliorationswerk. Wenn immer allen kleinlichen fiskalischen Erwägungen der Gedanke vorausginge, daß es sich hier um eine Arbeit im allgemeinen Staatsinteresse und zugleich im Interesse des Strafvollzuges handelt, so würden Schwierigkeiten stets leicht zu beseitigen sein.

piell eine große Anzahl von Gefangenen abgestellt wird. Denn 1. ist die Unterkunft der Gefangenen bei Außenarbeit weit billiger als in den Strafanstalten und 2. erhält der Staat durch die Kultur der Moore einen Gebietszuwachs, der wie jedes vom Feind eroberte fruchtbare Land, ihm auch einen Zuwachs an Rohprodukten und an Bevölkerung und damit vermehrte Einnahmen an Steuern und Abgaben bringt. Und zwar für alle Zukunft! Bei der Gefängnisarbeit dagegen werden keine bleibenden Werte geschaffen, im Gegenteil: einzelne Staatsbürger werden geschädigt durch die billigen und oft schlechten Konkurrenzfabrikate, die von den Gefängnissen ausgehen. Und wenn der Staat hierbei einen höheren Geldverdienst herausrechnen will, so ist dies nur möglich durch eine kleinliche Rechnungsweise, die von Jahr zu Jahr Einnahmen und Ausgaben im Gefängnisbudget abgleicht und die großen Kosten nicht in Anschlag bringt, die das Volk für Unterkunft der Gefangenen in den Strafanstalten aufgewandt hat.

Ein moderner Gefängnisbau kommt für 1000 Gefangene ungefähr auf 4 Millionen Mark zu stehen. Rechnet man die Verzinsung dieses Kapitals einschließlich Unterhaltung der Gebäude zu 5 %, so kostet die Unterkunft eines jeden Gefangenen jährlich 200 Mark.

Ein Barackenbau für 30 Sträflinge kostet samt Einrichtung zirka 12 000 Mark; rechnet man Verzinsung mit Amortisation zu 6 %, so trifft auf einen Sträfling für Unterkunft 24 Mark pro Jahr. Es werden also pro Kopf und Jahr 176 Mark erspart, d. i. bei einer Strafkolonie von 30 Mann, die ständig auswärtig beschäftigt sind, 5280 Mark. Hiermit können reichlich die höheren Kosten gedeckt werden, die mit der Außenarbeit für die Anstalt verbunden sind. In der Regel aber wird die Unterkunft auf den Mooren von dem Kulturunternehmer bezahlt und dem Kulturunternehmen zur Last gelegt. In diesem Fall werden die Gefangenen für den Staat kostenlos beherbergt und die Ersparnis des Staates beträgt für die Kolonie von 30 Mann 6000 Mark.

Demgemäß hat schon aus Ersparnisrücksichten jedes Volk, jede Volksvertretung das Recht und die Pflicht, zu verlangen, daß die Gefangenen zur Kultur von Ödflächen, und zur inneren Kolonisation verwendet werden. Ich glaube, sie haben ferner die Pflicht genau zu prüfen, ob nicht dem Staat die Mittel zu weiteren kostspieligen und zwecklosen Gefängnisbauten verweigert werden sollen. Denn immer dringender wird die Arbeiternot auf dem Lande, immer schwieriger wird es deshalb größere Kulturarbeiten auszuführen. Die schon vorhandenen Gefängnisse werden in den meisten Ländern

ausreichen um diejenigen, darin unterzubringen, die für die schweren Arbeiten im Freien nicht verwendet werden können; die aber hierzu brauchbar sind, sollen nicht im Gefängnis verkommen, sondern so weit es möglich ist, den Kulturinteressen des Landes dienstbar sein und als brauchbare gesunde Arbeiter der Gesellschaft zurückgegeben werden.

II.

Organisation der Moorkulturarbeiten mit Sträflingen.

Man kann in zweierlei Art die Kultivierung öder Flächen und Moore durch Gefangene in Angriff nehmen:

1. Indem man im Ödlande größere Gefangenenanstalten errichtet und die Gefangenen auf dem Besitztum der Anstalt mit Meliorationsarbeiten, Landwirtschaft und landwirtschaftlichen Nebengewerben beschäftigt.

2. Indem man kleinere Gefangenenabteilungen formiert und sie ausschließlich zu Kulturarbeiten verwendet, um sie nach Fertigstellung der Kulturanlage in anderes Ödland zu versetzen (fliegende Gefangenenkolonien).

Welche Einrichtung mehr zu empfehlen ist, hängt vor allem von den Arbeiterverhältnissen ab. Wo genug Arbeiter um entsprechende Entlohnung zu haben sind, wird der Staat am besten seine Gefangenen im Bezirk einer Strafanstalt verwenden. Er soll den freien Arbeitern auch auf dem Gebiet der Landeskultur so wenig Konkurrenz als möglich machen. Wo es aber an Kulturarbeitern fehlt, wo an unverhältnismäßig hohen Arbeitslöhnen die Rentabilität eines Kulturwerkes scheitern müßte, da soll der Staat mit seinen Gefangenen die nötige Arbeitskraft zur Verfügung stellen.

In zweiter Linie ist bei den Kulturarbeiten die Qualität der Gefangenen zu berücksichtigen. Landstreicher, Bettler, Arbeitsscheue, Alkoholiker, kurz die Gefangenen der Korrigendenhäuser, sind, wie die Erfahrung gelehrt hat, für die Außenarbeit nicht zu gebrauchen. Hier handelt es sich darum, mit geringen Mitteln große Leistungen zu erzielen. Die trägen, zu schweren Arbeiten unfähigen oder in landwirtschaftlichen Verrichtungen ganz unerfahrenen Gefangenen würden die Außenarbeit in ihrem regelmäßigen Fortschritt nur stören oder ganz unmöglich machen. Solche Sträflinge wären nur in Anstalten unterzubringen, die Landeskultur in Verbindung mit Landwirtschaft betreiben. Hier können sie bei dem vielgestaltigen Arbeitsbetrieb ihrer Individualität nach mit leichteren oder schwereren Verrichtungen betraut werden. Für die Außenarbeiten sind nur geeignete Gefängnis- oder Zuchthaussträflinge zu verwenden.

In Deutschland besteht nur eine einzige Gefangenenanstalt, die größere Landeskulturarbeiten ausgeführt hat: das ist die Korrigendenanstalt Bokelholm in Schleswig-Holstein.

Bokelholm, eine Filiale der Anstalt in Glückstadt, wurde auf einem nahezu ertraglosen Haide- und Moorboden mit einem Areal von 443 ha im Jahre 1880 gegründet und hat sich aus kleinen Anfängen (20 Korrigenden) zu einer großen Anstalt entwickelt, die durchschnittlich 180 Sträflinge beschäftigt. Um möglichst viel Arbeitsgelegenheit zu bieten, wurden 297 ha Moorboden nach Rimpau's Methode mit Sand überdeckt, obwohl das Moor nicht recht gut für dieses Verfahren geeignet war. Der ganze Moorgrund war trotzdem bald kultiviert, darum wurden nochmals 365 ha zugekauft, 32 ha zugepachtet. Heute umfaßt also das Gut 840 ha; davon sind nur noch 60 ha roher Moorboden; alles andere ist (mit Ausnahme eines Torfstiches von 37 ha) bereits in Wiese und Acker umgewandelt. In wenigen Jahren werden die Kulturarbeiten ganz zu Ende sein. Dann muß reiner Landwirtschaftsbetrieb eingeführt oder neues Ödland wieder erworben werden. Für die Landeskultur wäre es wünschenswert, wenn das fertige Gut veräußert und eine neue Korrigendenanstalt auf Moor und Haideland gegründet würde. Dann könnten die Korrigenden wieder in nächster Nähe der Anstalt beschäftigt werden und würden nicht für die Landeskultur verloren gehen. Man scheint auch von vornherein die Gefangenenarbeit in Bokelholm als eine Art Provisorium betrachtet zu haben. Denn anfangs waren die Sträflinge nur in Baracken untergebracht und als der Gefangenenstand wuchs, hat man keine kostspieligen Bauten errichtet, sondern nur ein einfaches Unterkunftshaus aus Fachwerk mit Pappdach, wo die Gefangenen ziemlich eng beieinander wohnen. Im Schlafsaal sind wie in Kasernen immer zwei Betten ganz aneinander gerückt und auf diesen beiden Betten zwei andere aufgestellt, so daß auf einem verhältnismäßig kleinen Raum 4 Gefangene liegen. Dieses Unterkunftshaus ließe sich nach dem Verkauf leicht als Wirtschaftsgebäude verwenden.

Die Gefangenenabteilung ist auch in derselben Weise organisiert, wie die kleinen Gefangenenkolonien. Für sie gelten dieselben Bestimmungen, welche die Strafanstaltsverwaltung im Ressort des preußischen Ministeriums des Innern am 14. Januar 1895 und am 20. November 1899 erlassen hat. Die v. J. 1899 sind im Anhang I abgedruckt. Demgemäß hat nicht Bokelholm, sondern die Gefangenenanstalt in Glückstadt für die Verpflegung und Kleidung, den Transport der Gefangenen und ihre Überwachung, für Arzt und Seelsorge aufzukommen. Auch die Wäsche wird in Glückstadt her-

gerichtet. Die Gutsverwaltung Bokelholm hat für den Arbeitstag der Gefangenen nur 85 Pfennig nach Glückstadt zu vergüten.

Wird diese Filiale von Glückstadt in ein neues Arbeitsgebiet verlegt, so unterscheidet sie sich prinzipiell nicht mehr von den übrigen „fliegenden“ Gefangenekolonien. Nur hätte man hier im Laufe von zirka 30 Jahren mit den Gefangenen ein großes Kulturwerk vollendet, aus rohem Moor und Sand ein großes wertvolles Landgut, mit Viehzucht, Molkerei, Müllerei und Dampfbäckerei geschaffen, das zwar jetzt für die Korrigenden die gewünschte vielseitige Beschäftigung bietet, das man aber an einem anderen Orte in der gleichen Weise wieder entstehen lassen kann¹⁾.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Strafanstalt Witzwyl in der Schweiz, die gleichfalls Moorgründe durch Gefangene kultivieren läßt.

Witzwyl ist eine Gefangenenanstalt des Staates Bern und wird mit den verschiedenartigsten Sträflingen besetzt. Es kommen dahin

„1. die primitiven korrektionell und kriminell Verurteilten des Kantons Bern, deren Strafdauer 3 Jahre nicht übersteigt; (Fluchtgefährliche, insbesondere Landesfremde sind ausgeschlossen).

2. die zu einfacher Enthaltung Verurteilten,

3. kriegsgerichtlich zu Gefängnis oder Zuchthaus verurteilte Berner bis zu 3 Jahren Strafdauer,

4. richterlich verurteilte Arbeitshaussträflinge,

5. Pensionäre fremder Kantone²⁾.“

Auch die Berufsarten der Gefangenen sind recht verschieden, doch besteht die überwiegende Anzahl, zirka 70 %, aus Land- und Erdarbeitern. Witzwyl hat einen Besitzstand von rund 800 ha. Davon sind 650 ha Moorboden. Im Jahre 1891 erwarb der Bundesstaat das ganze Moorgebiet zwischen dem Neuenburger-, Bieler- und Murtensee, einschließlich der vorhandenen größtenteils baufälligen Gehöfte um 742 760 Francs. Er errichtete dann die Verwalterwohnung, das Gefängnis und eine große Anzahl neuer Gebäude, die größtenteils der Landwirtschaft dienen. Das Gefängnis ist massiv gebaut, enthält 100 Einzelschlafstellen, Strafzellen, Gefängnisschule, Kirche, Krankenzimmer, Küche und Werkstätten für Schneider, Schuster, Sattler, Korbflechter und Buchbinder; außerdem Arbeits-

¹⁾ Näheres über Bokelholm und dem dortigen Gutsbetrieb siehe Mitteilungen des Vereines zur Förderung der Moorkultur 1905, S. 384.

²⁾ Vergleiche O. Kellerhals. Die Domänen- und Strafkolonie Witzwyl, ihre Vergangenheit, ihre Entwicklung und Vorschläge für die Zukunft. Bern 1904, Wyß (S. 28). In dieser Schrift ist alles Nähere über Witzwyl nachzusehen.

räume, in denen die Gefangenen bei schlechtem Wetter mit Stroharbeiten, Besenbinden etc. beschäftigt werden. Ferner sind in diesem Gebäude noch Wohn- und Schlafzimmer für das Personal der Anstalt und Kellerräume enthalten. An das Gefängnis schließt sich ein Wohnhaus mit Bäckerei, Wäscherei und Unterkunftsräumen für Beamte und Angestellte, Werkstätten und Maschinenhallen mit den nötigen Maschinen für Eisen- und Holzbearbeitung und Stallungen für 270 Stück Rindvieh, 30 Pferde und 150 Schweine. Außerdem besitzt die Anstalt 4 Vorwerke mit Viehhaltung, eine Käserei und eine Anzahl von Wohngebäuden und Feldschuppen auf dem Gute zerstreut. Das Vorwerk Nußhof bietet entlassenen Sträflingen, die wieder arbeitslos geworden sind und sich freiwillig zur Aufnahme melden, freie Wohnung und Kost und kleinen Barlohn. Sämtliche Gebäude stehen mit 781 000 Francs in der Feuerversicherung. Die finanziellen Ergebnisse der Anstalt sind vorzüglich. Das gesamte Inventar von Witzwyl, das bei der Übernahme der Domänen durch den Staat zu 55 000 Francs bewertet war, ist ohne jede staatliche Zuwendung auf einen Wert von 434 622 Francs gestiegen. Allerdings ist der Leiter der Anstalt, ebenso wie in Bokelholm, ein tüchtiger, wissenschaftlich und praktisch gebildeter Landwirt, der mit den modernen Wirtschafts- und Kulturmethoden völlig vertraut ist. Aber wie in Bokelholm, so ist man auch in Witzwyl mit der Landeskultur zu Ende. Jetzt will man den Hackfruchtbau auf größeren Flächen betreiben und die Viehhaltung vermehren, dann sollen auch Gemüse- und Gartenbau, Beerenkultur, Obstbau, also neben dem landwirtschaftlichen ein intensiver gärtnerischer Betrieb eingeführt werden.

Der Gefangenenstand ist in Witzwyl mit seinen stabilen Einrichtungen nunmehr der Landeskultur verloren und die kleine Schweiz kann diesen Verlust auch ertragen. Die wenigen Landeskulturarbeiten, die dort noch durchzuführen sind, vermag sie mit ihren freien Arbeitern zu bewältigen.¹⁾

¹⁾ Eine sehr interessante Strafanstalt, die mir aus eigener Anschauung nicht bekannt ist, befindet sich in Veenhuizen in Holland. Herr Kornella beschreibt sie kurz in der Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung 1907, S. 500. Hier werden 2500 bis 3500 Sträflinge auf einem großen Gut (3180 ha) in verschiedenen Meierhöfen und Baracken zerstreut untergebracht und ausschließlich mit landwirtschaftlichen Arbeiten und Gärtnerei, sowie auch mit Moorkultur beschäftigt, da das Gut 717 ha kultivierten und 1920 ha noch rohen Moorgrund besitzt. Auf dieser Strafkolonie soll kein Arbeitszwang bestehen, die Gefangenen werden nur durch die bessere Kost, welche die Tätigen genießen, zur Arbeit veranlaßt. Verdienst 10 bis 80 Pfennig täglich. Außer dieser Einrichtung dürften bei dieser Anstalt prinzipiell dieselben Verhältnisse vorliegen wie bei Bokelholm, nur scheint die holländische Strafkolonie viel großzügiger angelegt zu sein.

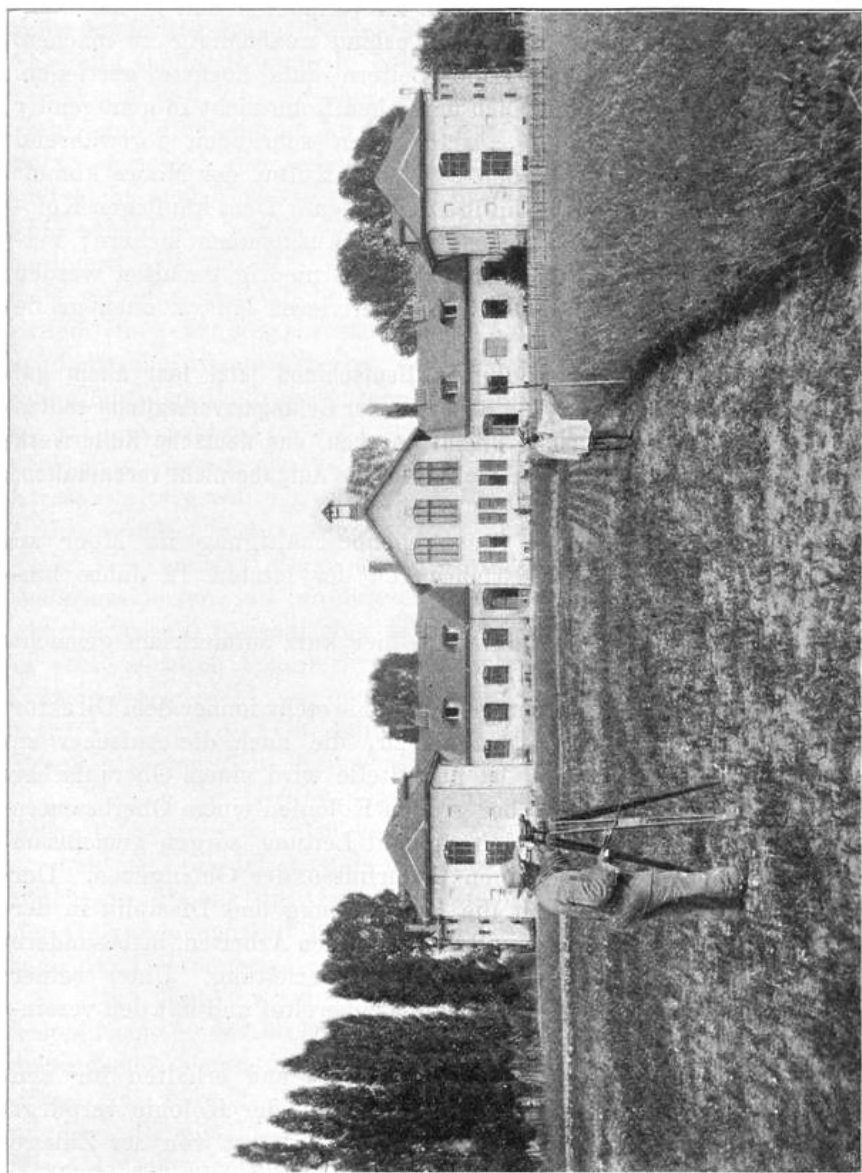


Fig. 1. Strafanstalt Witzwyl. Hauptgebäude.

Nicht so in Deutschland. Hier harren noch große Wüsten von Moor und Haide der Kultur und sie sollen wesentlich dazu beitragen, Fleisch und Brot im eigenen Lande zu vermehren und in der Nahrungsversorgung Deutschland vom Ausland unabhängig zu machen. Dabei ist aber die Not an Landarbeitern aufs höchste gestiegen. Deutsche Arbeitskräfte sind auch um hohen Lohn nicht in genügender Zahl zu erhalten und die ausländischen schrauben fortwährend ihre Lohnansprüche in die Höhe. Bei der Kultur der Moore kommt es aber vor allem darauf an, billig zu arbeiten. Dem künftigen Kolonisten muß man im Moor ein anständiges Auskommen sichern; Verkaufspreis oder Pachtzins der Kolonate muß niedrig gehalten werden und dem Bauern, der seine Ödflächen kultivieren läßt, können große Barauslagen nicht zugemutet werden.

So ist denn die Landeskultur in Deutschland jetzt fast allein auf die Gefangenen angewiesen. Die Behörden der Gefängnisverwaltung sollten es als eine heilige patriotische Pflicht ansehen, das deutsche Kulturwerk zu fördern und den Gefangenen die ehrenvolle Aufgabe nicht vorenthalten, zum Wohle des ganzen Landes zu arbeiten.

In welcher Weise die Gefangenenbeschäftigung im Moor zu organisieren ist, haben die Erfahrungen der letzten 12 Jahre hinreichend gelehrt.

Auf die wichtigsten Punkte soll hier kurz aufmerksam gemacht werden.

1. Leitung der
Gefangenen-
kolonie.

Die Oberleitung der Gefangenenkolonie steht immer dem Direktor einer bestimmten Gefangenenanstalt zu, die auch die Aufseher zu stellen hat. Die Leitung an Ort und Stelle wird einem Oberaufseher (Werkmeister, Hausmeister), bei großen Kolonien einem Oberbeamten (Inspektor) übertragen. Oberleitung und Leitung sorgen gemeinsam für alle leiblichen und geistigen Bedürfnisse der Gefangenen. Der Leiter an Ort und Stelle hält die Hausordnung und Disziplin in der Kolonie aufrecht, ihm obliegen alle schriftlichen Arbeiten, insbesondere auch die regelmäßigen Berichte an die Oberleitung. Unter seiner Aufsicht wird die Kost vorschriftsmäßig zubereitet und mit den vereinbarten Zulagen an die Gefangenen verteilt.

2. Gefangenen-
aufsicht.

Die Aufseher verköstigen sich selbst und erhalten für den Außendienst eine Gehaltszulage. Wenn sie in der Kolonie verpflegt werden, wird ihnen der Herstellungspreis der Kost von der Zulage abgezogen. Die Gehaltszulage beträgt in Preußen für einen Oberbeamten 5 Mark, für einen Aufseher 3 Mark; in Bayern für den Oberaufseher 3 Mark, für die Aufseher 2 Mark 50 Pfennig. Diese Entlohnung kann nicht niedriger angesetzt werden, wenn dem Aufseher die Freude an seinem Beruf erhalten bleiben soll. Abgesehen

davon, daß er manches im Moor entbehren muß, was er in der Gefangenenanstalt genießen kann, kommt dem verheirateten Aufseher auch der Haushalt teurer zu stehen. Von der Berufsfreude der Aufseher hängt ausserdem die Rentabilität des Kulturunternehmens und die Disziplin in der Kolonie in hohem Maße ab. Sobald die Gefangenen bemerken, daß ein Aufseher der Moorkultur gleichgültig gegenübersteht, sich nicht darum kümmert, was und wie der einzelne arbeitet, so werden auch ihre Leistungen immer geringer. Und mit der Trägheit zieht auch Widerspruchsggeist und Unbotmäßigkeit in die Kolonie ein, sobald ein anderer Aufseher gewissenhafte und fleißige Arbeit verlangt. Darum ist die Wahl der Aufseher von größter Wichtigkeit für eine gedeihliche Wirksamkeit der Kolonie. Die Aufseher sollen einen ruhigen, verträglichen Charakter besitzen, dürfen in landwirtschaftlichen Arbeiten nicht ganz unerfahren sein und müssen vor allem dem Kulturunternehmen großes Interesse entgegenbringen.

Die Kosten der Gefangenenaufsicht trägt der Etat der einschlägigen Gefangenenanstalt. Nach den Vorschriften der preussischen Strafanstaltsverwaltung dürfen Hilfskräfte als Ersatz der zu den Kulturarbeiten bestimmten Aufseher nur für den Oberaufseher (Hausvater, Werkmeister) angenommen werden. Für auswärtig beschäftigte Aufseher dürfen, um an Kosten zu sparen, nicht ohne weiteres die gleiche Anzahl Hilfsaufseher in der Anstalt aufgestellt werden. Wo es aber wirklich erforderlich sein sollte, dürfen die Taggelder der Hilfsaufseher nicht zu den Unkosten der Außenarbeit geschlagen werden. Auch die Oberleitung und Inspektion der Filiale ist in Preußen so geregelt, daß möglichst geringe Kosten erwachsen.

Werden die Gefangenenaufsicht und die Inspektionsreisen des Anstaltsdirektors der Außenarbeit zur Last gelegt, wie in Bayern so muß im Etat der Anstalt die Abrechnung um so ungünstiger ausfallen, je kleiner die Gefangenenkolonie ist. Denn die Einnahmen der Gefangenenanstalt berechnen sich nach der Anzahl der Arbeitstage der Gefangenen.

Nach langjährigen Beobachtungen sind für eine Gefangenenkolonie von 50 bis 60 Mann 2 Aufseher und ein Oberaufseher völlig ausreichend, wenn außerdem für die technische Durchführung ein oder zwei zuverlässige Vorarbeiter oder Kulturaufseher angestellt werden, die gleichfalls als Gefangenenaufseher zu verpflichten sind. Diese Aufseher entlohnt natürlich der Kulturunternehmer. Wenn bei günstigem Wetter 160 Tage im Jahre (April bis November) gearbeitet wird, so sind in Bayern bei den vielen Feiertagen rund 200 Aufsichtstage nötig. Der Aufsichtstag kostet für einen Oberaufseher und zwei Aufseher der Anstalt 8 Mark (ohne den Gehalt). Daraus be-

rechnen sich die Aufsichtskosten auf 1600 Mark. Besteht nun eine Kolonie aus 20 Gefangenen, so kommt die Beaufsichtigung des einzelnen Gefangenen pro Arbeitstag auf 50 Pfennig zu stehen (3200 Arbeitstage). Unter diesen Verhältnissen dürfte die Gefangenenanstalt finanziell nicht gut abschließen. Sie wird aber sicher ihre Rechnung finden, wenn die Kolonie 40 Gefangene enthält. Dabei wird nicht allein die Hälfte der Aufsichtskosten gespart, sondern es kommen auch alle für die Kolonie gemeinschaftlichen Ausgaben (Pastorierung, ärztliche Behandlung, Transport der Gefangenen, Inspektionsreisen des Direktors) pro Arbeitstag um die Hälfte billiger.

3. Auswahl der
Gefangenen.

Nur solche Gefangene kommen auf das Moor, die sich freiwillig melden. Da aber die Meldungen zahlreich sind, ist die richtige Auswahl von großer Bedeutung. Stets sollten zurückgewiesen werden die jugendlichen (unter 18 Jahren), die schwächlichen und in landwirtschaftlichen Arbeiten ganz unerfahrenen verkommenen Subjekte der Großstadt, die zu langjährigen Freiheitsstrafen verurteilten Schwerverbrecher, die Fluchtverdächtigen, die zu rohen Exzessen geneigten und widerspänstigen Sträflinge, die auch andere gern zum Widerstand aufreizen. Es ist nicht nötig, daß die Gefangenen alle dem Beruf nach Landwirte, Land- oder Erdarbeiter sind. Sind sie nur auf dem Lande aufgewachsen, können sie nur Spaten und Hacke handhaben, so genügen sie bei gutem Willen in wenigen Wochen allen Anforderungen. Einige Handwerker sollen immer in der Kolonie sein, besonders Schuster und Schneider, Schreiner und Zimmerleute, die an regnerischen Tagen defekte Kleidungsstücke und Werkzeuge auszubessern haben. In Kolonien, wo die Gefangenen auch Bauten aufführen müssen, sind geschickte Handwerker unentbehrlich. Gefangene, die sich für die Außenarbeit als ungeeignet erweisen, sind unverzüglich nach der nächstgelegenen Gefangenenanstalt zurückzuführen.

4. Leitung des
Kulturunter-
nehmens.

Die deutschen Moorkulturunternehmungen, die mit Gefangenen durchgeführt werden, stehen sämtlich unter Leitung einer öffentlichen Behörde, gleichgiltig ob das Moor fiskalisch ist oder privaten Grundbesitzern gehört. Die Verwendung der Gefangenen im direkten Dienst von Privatpersonen (auf landwirtschaftlichen Gütern) würde den Erfolg des Strafvollzuges schädigen und auch den gesetzlichen Bestimmungen widerstreiten (siehe Krohne, 50. Protokoll, 1902, S. 100). Die preußische Gefängnisverwaltung im königl. Ministerium des Innern kultiviert zum Teil eigene Moore, die ihr vom Forstfiskus überwiesen wurden, im Interesse der inneren Kolonisation, zum Teil gibt sie ihre Gefangenen an Unternehmungen ab, die von den Provinzen und deren ausführenden Organen, den Generalkommissionen etc.

ausgeführt werden. Die technische Oberleitung ist bei den Kulturen der Gefängnisverwaltung der preußischen Moorversuchsstation in Bremen übertragen und auch bei den übrigen Unternehmungen bildet

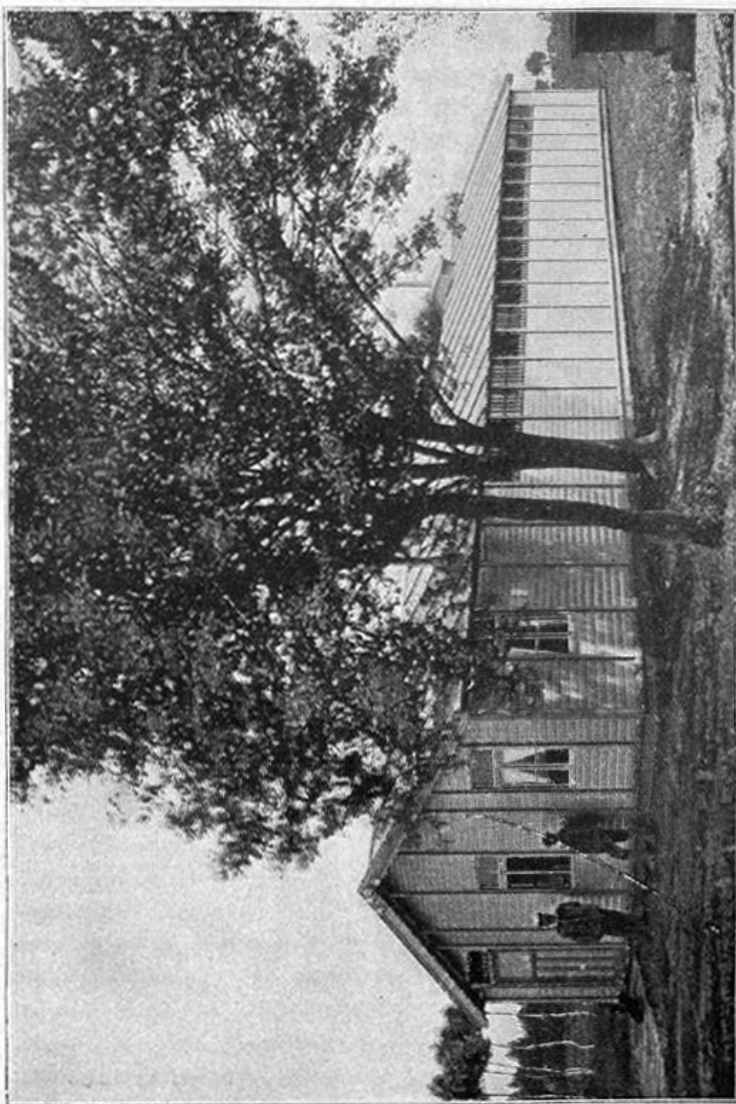
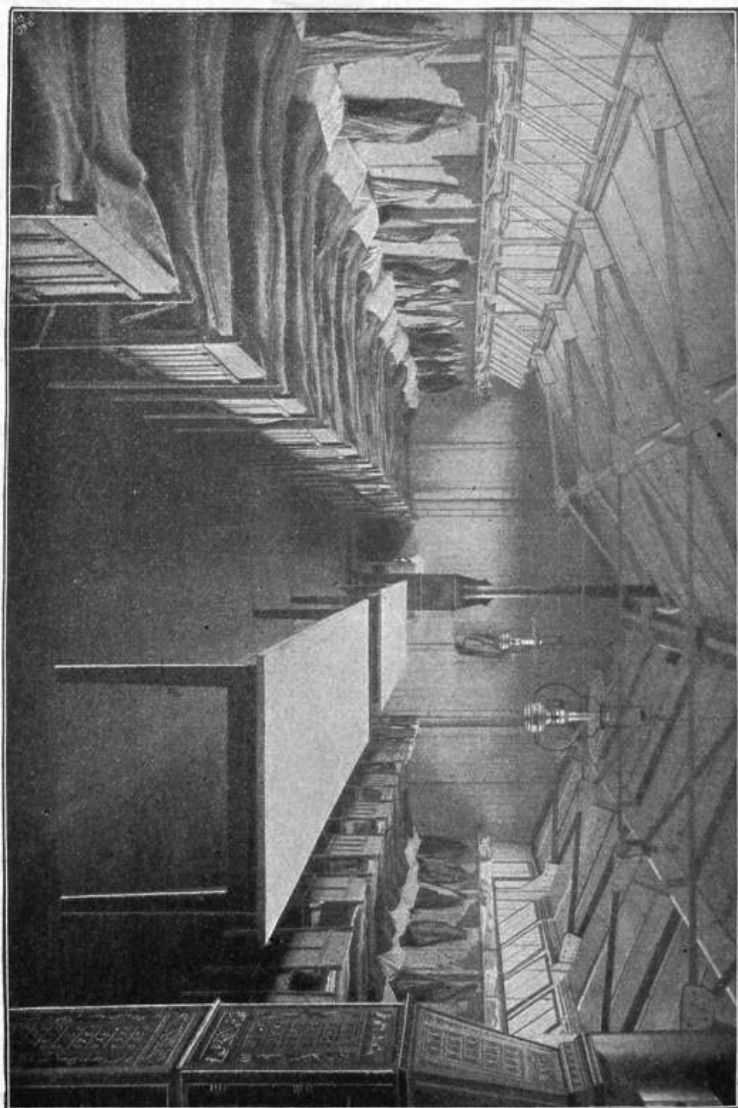


Fig. 2. Gefangenenbaracke für 30 Sträflinge (System Döcker) in Kolbermoor.

die Moorversuchsstation das wichtigste Beratungsorgan. In Bayern arbeiten die beiden Gefangenenfilialen bei Bernau und Karolinenfeld unter der technischen Leitung der königl. Moorkulturanstalt, die staatliche und private Moorgründe gegen eine bestimmte Pauschal-

summe kultiviert und alle Verpflichtungen gegenüber der Gefängnisverwaltung übernimmt. Selbstverständlich müssen die Aufseher mit ihren Gefangenen den technischen Anweisungen nachkommen. Ander-

Fig. 3. Schlafsaal der Gefängnisbaracke in Kolbemoor.



seits hat die technische Leitung aber auch alle Anordnungen zu berücksichtigen, welche die Gefängnisverwaltung für die Bewachung der Sträflinge getroffen hat. So sollen der leichteren Überwachung wegen immer größere Gruppen von Gefangenen zusammen-

arbeiten, was manchmal die Arbeitseinteilung sehr erschwert; ferner dürfen freie Arbeiter mit den Gefangenen nicht in Berührung kommen, was zur Zeit der Ernte kaum durchführbar ist.

Bei der Beherbergung der Gefangenen, die ja zur Arbeit im Freien bestimmt sind, geht man so sparsam als möglich vor; man benutzt vorhandene Gebäude oder errichtet Baracken, die man leicht an eine andere Arbeitsstelle verlegen kann. Wo Bauern im Moor angesiedelt werden sollen, verwertet die preußische Gefängnisverwaltung in der Regel das erste fertige Kolonistenhaus. Die künftigen Wohnräume des Kolonisten dienen dem Aufsichtspersonal zur Unterkunft; die künftigen Wirtschaftsräume werden als Lager für die Gefangenen hergerichtet. In origineller und praktischer Weise hat die Generalkommission in Ostpreußen eines der russischen Handelsschiffe (Wittine genannt), die in den ostpreußischen Strömen einlaufen und nach Absatz der Fracht an Ort und Stelle verkauft werden, zum Wohnort einer Gefangenekolonie gemacht. Die schwimmende Wohnstätte kann sich leicht von einem Arbeitsplatz zum anderen bewegen und dadurch Zeit und Kosten ersparen, welche die Versetzung einer Baracke oder der Marsch zur Arbeitsstätte erfordern würden.

Die Kosten für die Unterkunft hat der Kulturunternehmer zu tragen. Sie sind naturgemäß am geringsten bei Benutzung der Kolonistenhäuser oder eines zufällig vorhandenen Wohngebäudes. Die Wohnung im russischen Schiff ist mit Ankauf und Einrichtung auf zirka 3000 Mark zu stehen gekommen. Neue Baracken kosten für 30 bis 40 Gefangene 10000 bis 12000 Mark. In Bayern, wo Kolonate bis jetzt noch nicht errichtet werden und vorhandene Gebäude zur Unterkunft nur teilweise benutzt werden konnten, ist man auf den Barackenbau angewiesen. Sehr gut hat sich das Döcker'sche Bausystem der Firma Christoph & Unmack in Niesky (Nieder-Lausitz) bewährt. Die Baracken sind in wenigen Tagen aufgerichtet; den Abbruch und die Wiederaufstellung übernimmt die Baufirma zu 8% des Kaufpreises.

Schwierigkeiten macht unter Umständen die Beschaffung von gutem Trinkwasser, besonders in Bayern. Zwar ist das Untergrundwasser der Moore in der Regel genießbar und wird ohne Nachteil für die Gesundheit trotz des etwas fremdartigen Geschmacks und der gelblichen Farbe von den Moorbewohnern seit Jahrhunderten getrunken. Auch in den norddeutschen Gefangenekolonien ist das Moorwasser das einzige Getränk, wenn nicht zufällig in der Nähe auf Mineralboden Quellen gefunden werden, wie im Kehdinger Moor. Aber in Bayern verlangt die Justizverwaltung, daß die K. Moorkulturanstalt ein völlig einwandfreies Trinkwasser beschaffe, rein im Ge-

5. Unterkunft
der Gefangenen
und Aufseher

6. Trinkwasser-
versorgung im
Moor.

schmack und wenn möglich vollkommen farblos! Deshalb mußten die verschiedenen Wasserreinigungsverfahren geprüft werden, um zu ermitteln, welches für die Reinigung des Moorwassers sich am besten eignet. Als unbrauchbar hat sich herausgestellt das Dunbar'sche Tauchfilter.¹⁾ Der Enteisungsapparat von Desiniss und Jakobi,²⁾ der das Moorwasser von seinem Eisengehalt meistens sehr gut befreit, kann ihm doch den unangenehmen Geschmack nicht nehmen, auch etwa vorhandenen Geruch nach Schwefelwasserstoff nicht beseitigen. Die chemischen Reinigungsverfahren durch Zusatz von Eisen- oder Tonerdesulfat liefern ein fast reines Wasser, sind aber etwas umständlich in der Ausführung. Von sämtlichen untersuchten Apparaten haben sich bis jetzt am besten bewährt

Kröhnke's Enteisungsapparat, der von der Wiesbadener Wasserreinigungs-Gesellschaft geliefert wird, und das

Bühning'sche Kohlenfilter der Firma O. Bühning in Hamburg.

Der wichtigste Teil des Kröhnke-Apparates, das eigentliche Filter, wird durch eine bewegliche eiserne Trommel gebildet, die zu $\frac{3}{4}$ Teilen mit Quarzsand gefüllt ist. Das Wasser, das durch die Trommel geleitet wird, gibt seine Unreinigkeiten, insbesondere alle suspendierten Stoffe, an den Quarzsand ab. Die Zuleitungsrohre sind mit Dreiweghähnen versehen, so daß das Wasser auch in umgekehrter Richtung durch die Trommel geleitet werden kann. Hat sich näm-

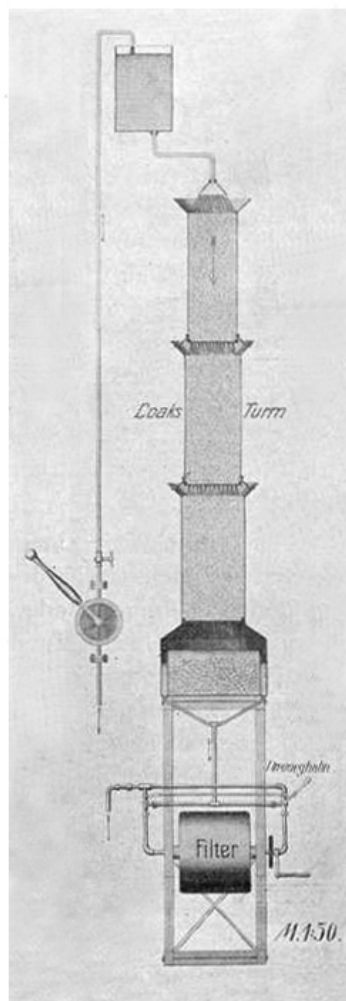


Fig. 4.
Kröhnke's Enteisungsapparat.

lich der Quarzsand mit den Unreinigkeiten des Wassers gesättigt und vermag er die Reinigung nicht mehr zu vollziehen, so läßt man das Wasser durch entsprechende Stellung der Hähne in entgegen-

¹⁾ Journ. f. Gasbel. und Wasserversorg. 1898. 41. 285.

Siehe L. Darapsky, Das Gesetz der Eisenabscheidung. Leipz. 1906.

gesetzter Richtung einlaufen, wobei der Sand durchgespült wird und ein brauner Schlamm das Filter verläßt. Dabei muß man die Trommel ständig hin und her drehen, damit der dadurch aufgerüttelte Quarzsand sich leichter auswäscht. Wenn das Waschwasser klar erscheint, werden die Hähne in die ursprüngliche Stellung zurückgebracht und das Filter ist wieder lange Zeit funktionsfähig. Für Moorwasser, das organische Substanz, Eisenoxydulsalze und Schwefelwasserstoff enthält, reicht die Filtriertrommel zur Reinigung nicht aus. Das Wasser muß erst durchlüftet werden. Man läßt es zu diesem Zweck einen Turm passieren, der aus mehreren mit Koksstücken gefüllten Abteilungen besteht. Das Wasser wird in die oberste Abteilung eingepumpt und indem es über den Koks rieselt und von einer Abteilung in die andere tropft, werden Eisenoxydulsalze und Schwefelwasserstoff völlig oxydiert. Auch das Ammoniak wird vollständig in Salpetersäure umgewandelt. Die Filtriertrommel braucht nur noch die Eisenflocken zurückhalten, die das Wasser aus dem Koksturm mitreißt. Ein leicht verlegbarer Kröhnke-Apparat, der 1600 l Wasser in der Stunde liefert, kostet fertig montiert, mit Turm und Bretterschalung, 1200 bis 1300 Mark.

Viel billiger ist das Bühring'sche Kohlenfilter, bei dem das Wasser mittels einer Saug- und Druckpumpe durch Kohle gepreßt wird. In einem gußeisernen Topf, der in verschiedenen Größen geliefert wird, befindet sich die Kohle teils als Preßkohle teils in loser Packung. Das Wasser muß zunächst eine Kohlenplatte passieren, dringt dann durch gekörnte Tierkohle in eine emaillierte Glocke ein und wird hier nochmal durch einen Zylinder gepreßter Kohlen gedrückt, bevor es den Apparat verläßt. Die Tierkohle muß sehr fein gekörnt sein. Man muß bei der Bestellung hierauf besonders aufmerksam machen, weil sonst Moorwasser nicht hinreichend gereinigt wird. Ein gelbes, nach Eisen schmeckendes und Schwefelwasserstoff riechendes Moorwasser verläßt den Apparat bei richtiger Beschickung als völlig farbloses Trinkwasser von tadellosem Geschmack. Man soll den Apparat allerdings nicht zu stark in Anspruch nehmen, namentlich nicht für Wasch- und Gebrauchswasser, damit das Kohlenfilter nicht zu rasch seine Wirkung verliert. Zu diesem Zweck besitzt der Apparat einen besonderen Hahn neben der Pumpe, aus dem man das Wasser im ungereinigten Zustand ausfließen lassen kann. Entnimmt man nur Wasser zum Trinken, so reicht eine Füllung für 30 Gefangene auf ein halbes Jahr aus. Eine vollständige Kohlenfüllung soll als Ersatz immer bereit gehalten werden. Der Topf läßt sich durch Lösen der oben befindlichen Schrauben leicht öffnen und mit neuer Kohle füllen. Ein Apparat, der 300 l Wasser in der

Stunde liefert, kostet mit Pumpe 132 Mark; die Reservekohlenfüllung 12 Mark.

Der Vorteil des Kröhnke-Apparates liegt darin, daß man beliebig große Mengen Wasser reinigen kann, ohne an dem Apparat etwas ändern zu müssen; verbindet man ihn mit einem Motor und einer Reserve, so kann mit einem Apparat für mehrere 100 Personen gutes Trinkwasser beschafft werden. Ein absolut farbloses Produkt wird jedoch hiebei häufig nicht erzielt. Das Bühring-Filter hat den

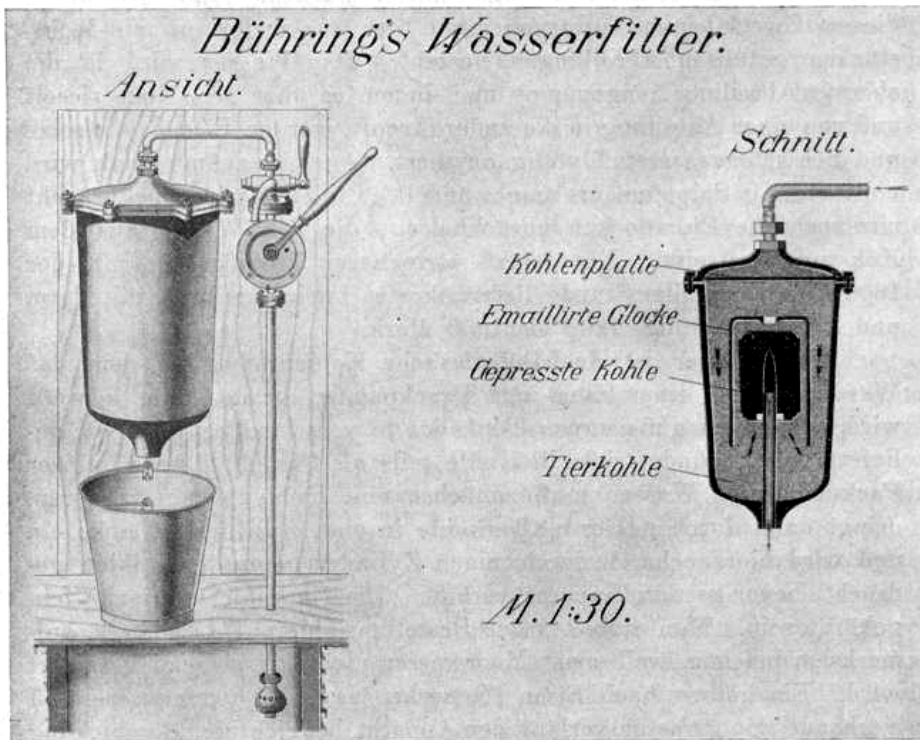


Fig. 5. Bühring's Kohlenfilter.

Vorzug billigen Preises und intensiverer Reinigung, besitzt aber nicht die Leistungsfähigkeit der anderen Vorrichtung und erfordert etwas mehr Bedienung, weil von Zeit zu Zeit das Filtermaterial ersetzt werden muß. Dadurch erhöhen sich auch etwas die Betriebskosten.

7. Arbeits-
prämien.

Sehr wirksame Mittel, den Arbeitseifer der Gefangenen anzu-spornen, sind Arbeitsgeschenke und Arbeitsprämien. Das Arbeitsgeschenk wird von der Gefängnisverwaltung, die Arbeitsprämie von dem Kulturunternehmer gewährt. Entweder wird jedem Ge-

fängenen für jeden Arbeitstag eine kleine Summe 5 bis 30 Pfennige bezahlt, wenn seine Arbeit befriedigt hat oder die Arbeit wird nach ihrer Leistung, nach einem bestimmten Arbeitsmaß, ähnlich wie die Akkordarbeit der freien Arbeiter belohnt. So wurde bei Anfertigung der 60 cm breiten und ebenso tiefen Gräben („Gruppen“) im Augstumaler Moor von jedem Gefangenen eine Mindestleistung von 6 cbm Grabenaushub verlangt. Für diese Leistung wurde keine Prämie bezahlt. Für jeden weiteren Kubikmeter, den der Gefangene förderte, erhielt er aber 3 Pfennig und da ein Mann durchschnittlich 12 cbm Moostorf ausheben kann, so verdiente er täglich 18 Pfennig. Mehrere Gefangene brachten es auf 40 cbm und damit auf einen Verdienst von 1,02 Mark. Durch diese Arbeitsbelohnungen kann der Gefangene in der Kolonie sein Leben annehmlicher gestalten; er darf einen Teil der Summe an Ort und Stelle verbrauchen und sich Lebensmittel (Wurst, Bier, Brot, Milch etc.), in manchen Kolonien auch Tabak verschaffen. Er kann aber auch durch Geldsendungen in die Heimat die Angehörigen erfreuen und manchmal bittere Not lindern, die durch seine Gefangenschaft der Familie erwachsen ist. Durch geschickte Anwendung der Arbeitsprämien kann man es dahin bringen, daß die Leistung des Gefangenen die des freien Arbeiters oft weit übertrifft.

Der Unternehmer braucht für den Arbeitslohn an die Gefangenenanstalt nur die wirklich geleistete Arbeitszeit, nach Arbeitsstunden berechnet, zu bezahlen. Der Lohn, der von der Gefängnisverwaltung gefordert wird, ist in Preußen und in Bayern verschieden.

In Preußen stellt die Gefängnisverwaltung die Gefangenen in der Regel für 1 Mark pro Tag und Kopf; sie übernimmt dafür sämtliche Ausgaben für die Gefangenenabteilung, auch die Einrichtung und die Unterhaltung der Unterkunftsräume. Die Unterkunft selbst wird von dem Kulturunternehmer (Generalkommission) gestellt.

In Bayern verlangt die Gefängnisverwaltung eine Pauschalsumme von 1.20 Mark pro Arbeitstag. Sie fordert aber, daß die Moorkulturanstalt alle baulichen Arbeiten zur Sicherung der Gefangenen in der Filiale ausführen läßt, geräumige Unterkunftsstätten herstellt und gutes Trinkwasser beschafft. In einer bayerischen Baracke für 30 Mann würde man in Preußen die doppelte Anzahl von Gefangenen unterbringen. Durch diese Auflagen kommt der Gefangenenarbeitstag in Bayern viel höher zu stehen. Durch die Prämien, die sich im Durchschnitt auf 20 Pfennig pro Tag belaufen, entsteht bereits eine Ausgabe von 1.40 Mark. Rechnet man hierzu noch die Kosten der Unterkunft für einen Sträfling zu 24 Mark pro Jahr mit 160 Arbeits-

8. Kosten der Gefangenen-Arbeit für den Kultur-Unternehmer.

tagen (s. o. S. 12), so kostet der Gefangenearbeitstag in Bayern 1.55 Mark und mit den mannigfachen Ausgaben, die für Beschaffung von Wasser, Sicherung und Einrichtung der Baracke anfallen, rund 1.60 Mark. In manchen Jahren berechnen sich die Kosten für den Arbeitstag noch viel höher, wenn nämlich die Gefangenenanstalt nicht dafür sorgt, daß ständig die vereinbarte Anzahl von Gefangenen tätig ist. Es ist schon mehrfach vorgekommen, daß der Gefangenestand in einer Filiale auf 20 Mann herabgesunken ist, wodurch alle Ausgaben, die für die ganze Filiale anfallen, sich pro Arbeitstag um 33 % erhöhen. Die gleiche Erhöhung der Kosten trifft natürlich auch die Gefangenenanstalt für Aufsicht, Seelsorge, Inspektionsreisen etc. (s. o. S. 19). Es ist also im beiderseitigen Interesse, sowohl in dem der Gefängnisverwaltung als des Kulturunternehmers, so viel Gefangene abzustellen, als an der Arbeitsstätte untergebracht werden können.

In Preußen wie in Bayern können bei den hochgestiegenen Arbeitslöhnen die Kulturunternehmer indes nur mit Dankbarkeit anerkennen, daß Gefangene zu den jetzt vereinbarten Bedingungen abgestellt werden. Möchten nur auch die Gefangenen von den Anstalten stets zweckentsprechend ausgewählt und die Zahl dieser Arbeitskräfte vermehrt werden. Ein unvergängliches Verdienst um die Organisation der Gefangenearbeit in der Moorkultur hat sich Herr Geh. Oberregierungsrat Dr. K r o h n e, der Vorstand der Gefängnisverwaltung im preußischen Ministerium des Innern erworben. Nicht allein im Interesse der ihm anvertrauten Gefangenen, sondern auch um die Landeskultur zu fördern, hat er mit Energie und Sachkenntnis die Arbeit der Gefangenen in den preußischen Mooren eingeführt und geregelt. Die Vorschriften, die er in Preußen erlassen hat, haben auch in Bayern als Vorbild gedient. Hoffentlich wird es gelingen, der Kulturtätigkeit der Gefangenen eine möglichst große Ausdehnung zu geben.

Nachfolgend sollen noch kurz die jetzt bestehenden Gefangenekolonien mit den Aufgaben, die ihnen in den deutschen Mooren gestellt sind, aufgezählt werden. Voraus wird bemerkt, daß bei allen Kolonien, wo Ansiedlungen vorgenommen werden, ein Teil der Gefangenen stets mit Hochbauten beschäftigt wird.¹⁾

¹⁾ Näheres über die preußischen Gefangenekolonien, ihre Aufgaben und Leistungen ist in den Protokollen der preußischen Zentralmoorkommission 1896 bis 1907 und über diese Verhältnisse i. J. 1900 in dem Reisebericht von A. B a u m a n n: Die Urbarmachung der preußischen Moore durch Gefangene. Vierteljahrsschrift des bayerischen Landwirtschaftsrates 1901, S. 211 nachzusehen; über die bayerischen Kolonien die Jahresberichte der königl. Moorkulturanstalt 1899/1906 in der Vierteljahrsschrift des bayerischen Landwirtschaftsrates.

I. Unternehmungen der königl. Generalkommission der Provinz Hannover.

1. Im Großen Wiesmoor, Ostfriesland, Regierungsbezirk Aurich, besitzt der preußische Staat 11000 ha Hochmoor; er bestimmte hiervon 2075 ha zur Kultur und Besiedelung und bezeichnete diesen Siedelplatz als Marcardsmoor, zu Ehren des um die Moorkultur hochverdienten Unterstaatssekretärs Marcard. Marcardsmoor am Ems-Jade-Kanal ist von Jever oder Aurich aus mit Wagen in 2 bis 3 Stunden zu erreichen. Hier wurden die Arbeiten im Jahre 1890 mit freien Arbeitern begonnen, hätten aber bei der ständig zunehmenden Arbeiternot nicht fortgesetzt werden können, wenn nicht die Gefängnisverwaltung im Jahre 1896 ein Gefangenenkommando zur Verfügung gestellt hätte.

Gefangenenstand 30 bis 40 Mann, darunter 8 bis 9 Bauhandwerker mit einem Werkmeister und 2 Aufsehern. 49 bebaute Siedlungen wurden bis anfangs 1907 geschaffen, davon sind 34 Pachtstellen, 10 Rentengüter; 5 Siedlungen dienen verschiedenen, insbesondere öffentlichen Zwecken (Pfarrei, Schule, Gemeindehaus, Gefangenenhaus, Moortogtei), kultiviert sind 408 ha. Dauer des Kulturunternehmens voraussichtlich noch 20 Jahre.

2. Im Kehdinger Moor, Regierungsbezirk Stade, das 10900 ha umfaßt sind bereits die Ränder von 6700 ha Umfang durch die Bevölkerung kultiviert. Der fiskalische Teil, 1100 ha, wird unter Zuhilfenahme einer Gefangenenkolonie von 40 Mann, die in Großsterneberg $3\frac{1}{2}$ km von der Bahnstation Hammah (Linie Bremen—Hamburg) ihren Sitz hat, in Kultur gesetzt und besiedelt. Großsterneberg (früher Kolonie „Hochmoor“) erhielt seinen Namen nach dem königl. Unterstaatssekretär Geheimrat Sterneberg, der sich viele Verdienste um die Moorkultur erwarb. Beginn der Kulturarbeiten 1892 mit freien Arbeitern, wegen zu hoher Arbeitskosten Errichtung der Gefangenenfiliale 1897 (Gefangene aus Hammeln). Bis 1907 wurden 13 Siedlerstellen (zu je 12,5 ha) errichtet, 1907 sollten wieder 4 Kolonate besetzt werden. Fertig kultiviert 150 ha. Beendigung der Arbeiten in etwa 20 Jahren.

3. Hahnenknopper Moor im Regierungsbezirk Stade, von Geestemünde ca. 15 km entfernt, ursprünglich fiskalisches Gebiet. 212 ha wurden im Jahre 1905 dem Landwirtschaftsministerium überlassen. Beginn der Arbeiten 1906 mit 30 Gefangenen und 2 Aufsehern (aus dem Zuchthaus Lüneburg), ihre Zahl soll später auf 40 erhöht werden. Es sollen innerhalb 9 bis 10 Jahren an 20 Siedlungen geschaffen werden.

Hierzu kommt demnächst:

4. Das Königsmoor, Regierungsbezirk Lüneburg, das ca. 1300 ha umfaßt, von der Bahnlinie Bremen-Hamburg durchschnitten wird und am leichtesten von der Bahnstation Lauenbrück oder Tostedt erreicht wird. Das Besiedelungsgebiet ist 784 ha groß, soll in Kolonate von 12 ha Umfang aufgeteilt werden, die innerhalb 10 Jahren unter Zuhilfenahme einer Gefangenenkolonie von 60 Mann in ähnlicher Weise wie im Marcardsmoor zur Hälfte fertig zu stellen sind. Die zweite Hälfte eines jeden Kolonates soll von dem Besitzer kultiviert werden. Die Moorversuchsstation wird eine Versuchswirtschaft im Königsmoor errichten.

2. Unternehmungen der Gefängnisverwaltung im königl. preussischen Ministerium des Innern (in der Provinz Schleswig-Holstein).

5. Das Bargstedter Moor, ein Hochmoor im Kreise Rendsburg gelegen, von der Station Nortorf (Bahnlinie Neumünster—Rendsburg) 3 km entfernt. Fläche 210 ha. Es sollen Siedlungen von einer Größe zwischen 9 und 25 ha, bei Bedarf aber auch größere Bauerngüter gegründet werden. Beginn der Ar-

beiten 1898. Bis jetzt kultiviert rund 60 ha. Gefangenenkommando zur Zeit 50 Zuchthaussträflinge aus Rendsburg mit 1 Werkmeister, 2 Aufsehern und 2 Hilfsaufsehern.

6. Das fiskalische Reitmoor hat eine Größe von 750 ha, ist gleichfalls im Kreise Rendsburg unmittelbar östlich vom Dorfe Oldenbüttel gelegen, 6 km von der Station Hademarschen der Bahnlinie Neumünster—Heide, und grenzt auf eine längere Strecke an den Kaiser Wilhelmskanal, der eine bequeme Verbindung für das Moor bietet. Die der Gefängnisverwaltung überlassene Fläche umfaßt 451 ha, die in 26 Kolonate aufgeteilt werden soll. Beginn der Arbeiten im Herbst 1900. Gefangenenkolonie z. Z. 56 Mann mit 1 Werkmeister, 3 Aufsehern, 2 Hilfsaufsehern. Kultiviert ca. 34 ha.

7. Kultivierung und Besiedlung des Plattevenns im Kreise Montjoie Reg.-Bez. Aachen. Größe 84,5 ha; 6 Kolonate projektiert, davon 3 als Rentengüter bereits vergeben. Beginn der Arbeiten mit 45 Gefangenen und entsprechendem Aufsichtspersonal im Jahre 1900.

3. Unternehmungen der Generalkommission und Provinzialmoorkommission der Provinz Pommern.

Während alle bisher genannten Gefangenenkolonien der Kultur und Besiedlung der Hochmoore dienen, werden sie in Pommern für eine Niedermoorwirtschaft (Generalkommission) und für eine Versuchswirtschaft im Niedermoor (Provinzialmoorkommission) verwendet: im Lebamoor, Kreis Lauenburg, auf dem im Jahr 1900 vom Staat angekauften Rittergut Vietzig.

8. Die Domäne Gohrke soll eine Moorwirtschaft von 420 ha Umfang werden; geplant ist die Herstellung von 175 ha Wiese, 100 ha Ackerland (davon 25 ha Sanddeckkulturen) und 45 ha Koppelweiden; die übrige Fläche besteht aus Waldungen. In der Mitte der projektierten Wirtschaft steht das Gehöft, das ursprünglich mit 100, jetzt mit 61 Zuchthaussträflingen mit dem entsprechenden Aufsichtspersonal aus Naugard belegt ist. Beginn der Arbeiten 1902.

9. Die Versuchswirtschaft Neuhammerstein, benannt nach dem früheren Landwirtschaftsminister Frhr. v. Hammerstein-Loxten umfaßt eine 95 ha große Fläche, die auf 25 Jahre vom Fiskus gepachtet ist. Wird zu den verschiedensten Versuchen nach den Plänen der Moorversuchsstation verwendet. Beginn der Arbeiten 1901. Ursprünglich 50 jetzt 39 Zuchthaussträflinge aus Naugard. Die beiden Gefangenenstationen sind am besten von Stolp aus zu erreichen, von wo Kleinbahn bis Zezenow, das am Rand des Moores liegt.

4. Unternehmungen der königl. Generalkommission für Ostpreussen.

Für die Unternehmungen der Generalkommission im Regierungsbezirk Königsberg stehen 2 Gefangenenkommandos zur Verfügung.

10. Das eine für den Großen Moosbruch an Nemonien, in einer Stärke von 40 bis 50 Mann wird zur Niedermoor- und Hochmoorkultur verwendet und war auf dem oben erwähnten russischen Handelsschiff untergebracht. Nachdem die Kolonie zeitweise aufgelassen war, soll sie im Frühjahr 1908 wieder mit 40 Sträflingen besetzt werden.

11. Das andere Gefangenenkommando ist im Augstumaler Moor stationiert und wird hier zu Kultur- und Ansiedlungsarbeiten verwendet; es bestand ursprünglich aus 70 bis 80 Mann, gegenwärtig sind nur 20 Gefangene dort beschäftigt, die für die Gefängnisverwaltung Kartoffel bauen.

Im großen Moosbruch, der 40 000 ha Hoch- und Niedermoor umfaßt, besitzt der Fiskus 12 000 ha Moorboden, während im Augstumaler Moor in nächster Nähe von Heydekrug 3000 ha echtes Sphagnumhochmoor des Fiskus zu kultivieren sind. Beginn der Gefangenearbeiten 1899.

5. Unternehmungen der königl. bayr. Moorkulturanstalt.

12. In den südlichen Chiemseemooren unweit der Bahnstation Bernau besitzt die Moorkulturanstalt im forstfiskalischen Moorgebiet ein 60 ha großes Versuchsfeld, das größtenteils mit Gefängnissträflingen bewirtschaftet wird, außerdem werden andere nahe gelegene Moorgründe für private Moorgrundbesitzer kultiviert. Umfang der südlichen Chiemseemoore rund 1000 ha Hoch-Übergangs- und Niedermoor. Gefangenestand ursprünglich 30 jetzt 35 Mann mit 3 Aufsehern. Beginn der Arbeiten im Jahre 1899.

13. Das Kolbermoor, eine ca. 1300 ha große, zwischen Rosenheim und Aibling gelegene, fast völlig abgetorfte Moorfläche, noch 0,50 bis 1,50 m zu Brennzwecken nicht geeigneten Torfboden enthaltend, schlecht planiert, teils fiskalisch, teils Privaten gehörig, soll von der Moorkulturanstalt in Kultur gesetzt werden, nach bestimmten Verträgen, die mit dem Fiskus (Generalbergwerks- und Salinenadministration) und Privaten je nach Lage und Beschaffenheit der Moorflächen, abgeschlossen worden. Vom Jahre 1908 ab 50 Gefängnissträflinge in zwei neben einander liegenden Baracken mit 1 Oberaufseher und 3 Aufsehern, von März bis Weihnachten. Beginn der Arbeiten 1905 mit 30 Sträflingen, April bis Oktober. Bis Ende 1907 entwässert rund 51 ha, fertig kultiviert 33 ha. Dauer der Arbeiten noch 10 bis 12 Jahre.

Die Oberleitung der beiden Gefangenensfilialen ist der königl. Gefangenenanstalt Laufen übertragen.

Anhang I.

Die Verordnung des k. preuss. Ministeriums des Innern über die Verwendung von Gefangenen zu Landeskulturarbeiten vom 20. November 1899

(Verordnungsblatt für die Strafanstalts-Verwaltung im Ressort des Ministeriums des Innern Nr. 32, II. S. 3213) bestimmt folgendes:

1. Für die zu Landeskulturarbeiten verwendeten Gefangenen ist ein Tagelohn zu fordern, welcher sich zusammensetzt aus 40 Pfennig Lohn und den auf die voraussichtlichen Arbeitstage zu verteilenden Nebenausgaben. Als Nebenausgaben sind in Anrechnung zu bringen:

- a) die Tagegelder der auf der Arbeitsstelle verwendeten Beamten und Hilfsaufseher, sowie der von der Gefängnisverwaltung gestellten Vorarbeiter;
- b) die Kosten der den Gefangenen zu gewährenden Verpflegungszulagen;
- c) 0,5 Pfennig Unfallversicherungsgebühr für den Kopf und Arbeitstag.

Die Löhne sind zu zahlen für den bei der Kulturarbeit beschäftigten Gefangenen und für jeden wirklich geleisteten Arbeitstag. Werkstage, an denen durch Verschulden des Arbeitgebers die Arbeit eingestellt werden muß, werden von diesem voll bezahlt; muß die Arbeit wegen ungünstiger Witterung unter-

Mitteil. d. k. Bayr. Moorkulturanstalt.

3

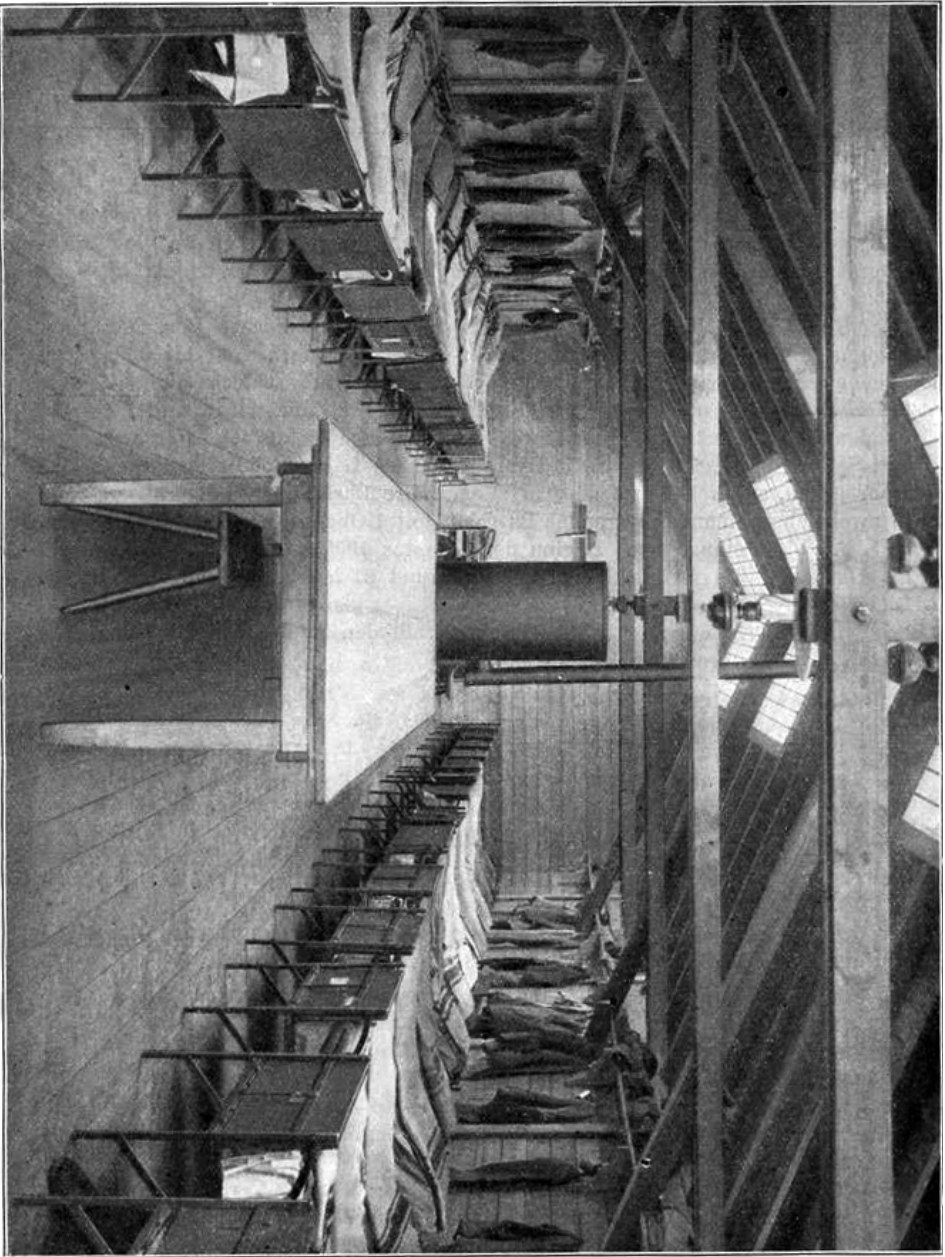


Fig. 6. Schlafsaal der Gefangenenbaracke Barmen.

brochen werden, so wird die wirkliche Arbeitszeit nach Arbeitsstunden — 10 Stunden gleich einem Arbeitstage — vergütet.

Für erkrankte und zu hauswirtschaftlichen Arbeiten verwendete Gefangene werden Löhne nicht in Rechnung gestellt.

Außer den Löhnen hat der Arbeitgeber zu zahlen die Kosten, welche aus dem Transport der Gefangenen-Abteilung nebst dem dazu gehörenden Beamten und der von der Anstalt zu stellenden Ausrüstungsstücke für die Gefangenen und die Unterkunftsräume, cfr. Nr. 2, zur Arbeitsstelle und zur Anstalt zurück bei Beginn und Beendigung der Arbeit entstehen.

Alle übrigen Ausgaben, darunter auch die Kosten für Ablösung von Gefangenen, sind aus den betreffenden Etatstiteln zu bestreiten.

Wird auf der Arbeitsstelle eine Abteilung ständig untergebracht und als eine Filiale verwaltet, so sind auch die Transportkosten aus dem etatsmäßigen Fonds, Kap. 96 Tit. 10 Nr. 2, zu zahlen.

2. Die Unterkunftsräume der Gefangenen und Beamten (Nr. 3 des Erlasses vom 14. Januar 1895, Verw. Bl. S. 3) sind in der Regel vom Arbeitgeber zu gewähren; sie müssen heizbar sein und eine ausreichende Kochgelegenheit für Gefangene und Beamte bieten. Die innere Ausstattung der Unterkunftsräume stellt die Anstalt; die dafür erforderlichen Gegenstände sind aus den Beständen der Anstalt zu nehmen. Etwaige Verstärkung der Sicherungen an den Gebäuden und wohllichere Einrichtung derselben besorgt ebenfalls die Anstalt. Zu dem Zweck sind der Abteilung einige handwerkskundige Gefangene mit den erforderlichen Werkzeugen beizugeben.

Stellt die Unterkunftsräume die Anstaltsverwaltung, so sind ihr alle daraus entstehenden Auslagen vom Arbeitgeber zu ersetzen. Die Höhe der Entschädigung ist zwischen der Anstalt und dem Arbeitgeber vor Beginn der Arbeit zu vereinbaren.

3. Beschaffung und Vorhaltung aller zur Ausführung der Arbeit erforderlichen Geräte und Einrichtungen ist Sache des Arbeitgebers. Die Gefängnisverwaltung kann die Beschaffung und Vorhaltung gegen eine Abnutzungsgebühr übernehmen, welche vor Beginn der Arbeit festzustellen und derart zu berechnen ist, daß der Gefängnisverwaltung pekuniäre Nachteile daraus nicht erwachsen. Zur Instandhaltung der Geräte sind der Abteilung einige handwerkskundige Gefangene beizugeben. Stellt der Arbeitgeber das Arbeitsgerät, so zahlt er für diese Gefangenen die nach Nr. 1 festgesetzten Löhne und beschafft das für sie erforderliche Handwerkszeug und Material; stellt die Gefängnisverwaltung das Arbeitsgerät, so liegt ihr auch die Unterhaltung desselben ob.

4. Ausnahmsweise können Meliorationsarbeiten, für welche ein superrevidiertes Projekt vorliegt, von der Gefängnisverwaltung als Unternehmerin unternommen werden, wenn eine genaue Prüfung nach Anhalt der im Kostenanschlage dafür ausgeworfenen Summen ergibt, daß der Anstalt nach Abzug sämtlicher Auslagen und Unkosten ein Lohn von mindestens 40 Pfennig für den Kopf und Arbeitstag verbleibt. Das Ergebnis dieser Prüfung ist den hierher einzureichenden Anträgen auf Übernahme der Arbeit beizufügen.

5. Über die Ausführung derartiger Arbeiten ist, wenn sie für Rechnung des Staates geleistet werden, mit der ausführenden Behörde eine schriftliche Vereinbarung zu treffen; werden sie für Rechnung von Genossenschaften oder für Private ausgeführt, so ist darüber ein Vertrag abzuschließen.

6. Die Größe der Abteilungen ist in der Regel auf nicht weniger als 30 und nicht mehr als 60 Gefangene zu bemessen.

Zur Leitung der Abteilung ist, so lange dieselbe nicht mehr als 40 Gefangene zählt, ein Oberaufseher, Hausvater oder Werkmeister zu bestimmen. Größere Abteilungen, welche unter Leitung eines Oberbeamten dauernd auf einer Arbeitsstelle beschäftigt werden, sind als Filialen der Anstalt, welche die Gefangenen gibt, zu verwalten.

Dem Oberbeamten stehen gegenüber den Beamten und Gefangenen die Rechte eines Vorstehers zu.

7. In der Regel ist den zu diesen Arbeiten verwendeten Abteilungen auf zwanzig Gefangene ein etatsmäßiger Aufseher beizugeben; die weiter erforderliche Verstärkung der Aufsicht hat durch Hilfsaufseher zu erfolgen, soweit nicht etatsmäßige Aufseher verfügbar sind.

In der Hauptanstalt dürfen Hilfskräfte als Ersatz nur für die zur Leitung der Abteilung abgegebenen Oberaufseher, Hausväter oder Werkmeister angenommen werden, die aus Kap. 96 Tit. 10 (Stellvertretungskosten) des Anstalts-etats zu lohnen sind.

8. Die Verpflegung der Gefangenen erfolgt nach dem Etat, doch kann von den allgemeinen Bestimmungen desselben, namentlich über die Auswahl der Gerichte, Abstand genommen werden. Es wird sich empfehlen, bei der Schwere der Arbeit zu der Mittagsverpflegung vorzugsweise Hülsenfrüchte zu verwenden und da, wo die Beschaffung frischen Fleisches schwierig oder mit erheblichen Unkosten verknüpft ist, an dessen Stelle eine gleiche Menge Speck zu verabreichen. Auf die Verwendung von Seefischen ist zu verzichten. Die Verpflegungsgegenstände sind, soweit sie sich dazu eignen, aus der Anstalt mitzunehmen oder nachzuschicken, sofern sie nicht auf der Arbeitsstelle oder in der Nähe derselben billiger beschafft werden können. Werden Abteilungen als Filialen einer Anstalt verwaltet, so ist darauf zu halten, daß ein angemessenes Stück Land überwiesen wird, um darauf den Bedarf an Gemüsen, Suppenkräutern usw. zu ziehen.

9. Als Verpflegungszulage erhalten die Gefangenen täglich 500 g Brod, 20 g Schmalz und 2 Portionen Kaffee, welche zum zweiten Frühstück und zur Vesper verabreicht werden. Ist die Arbeit besonders schwer, oder müssen die Gefangenen im Wasser stehend arbeiten, so kann der Regierungspräsident die Schmalzzulage bis auf 40 g erhöhen.

10. An Bekleidung sind jedem Gefangenen zwei Arbeitsanzüge zu geben, damit sie an Regentagen die Kleider wechseln können, außerdem ein Sonntagsanzug.

An Schuhzeug erhält jeder Gefangene ein Paar kurzschäftige Stiefel und ein Paar Schuhe; Pantoffeln werden nicht gewährt. Den im Wasser arbeitenden Gefangenen sind nach Bedarf langschäftige Stiefel zu geben.

11. Das Personal für die technische Leitung der Arbeit stellt der Arbeitgeber; die Gefängnisbeamten werden den Anweisungen derselben in Betreff der Arbeit so weit nachkommen, als nicht dadurch die sichere Bewachung und strenge Zucht der Gefangenen gefährdet wird. Die technischen Leiter haben bei ihren Anweisungen darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Gefangenen möglichst in geschlossenen Abteilungen arbeiten.

12. Vorarbeiter zur Anweisung der Gefangenen werden entweder von dem Arbeitgeber gestellt oder auf Vorschlag des Arbeitgebers von der Gefängnisverwaltung angenommen und als Hilfsaufseher verpflichtet. Vorarbeiter, die von dem Arbeitgeber gestellt sind und sich in unerlaubten Verkehr mit den Gefangenen einlassen, oder sonst für die Disziplin störend erweisen, sind auf Erfordern der Anstaltsverwaltung zu entfernen.

13. Bei den Abteilungen, welche ständig und mehrere Jahre auf derselben Arbeitsstelle beschäftigt werden, hat die Anstaltsverwaltung geeignete Arbeit für die Tage, an denen im Freien nicht gearbeitet werden kann, zu beschaffen.

14. Für seelsorgerliche und ärztliche Behandlung der Gefangenen ist durch Abkommen mit den betreffenden Parochialgeistlichen und in der Nähe wohnenden Ärzten Sorge zu tragen.

15. Bei der Gewährung des Arbeitsgeschenks sind die Leistungen und die Führung der Gefangenen zu berücksichtigen. Das Arbeitsgeschenk kann für die Leistung eines bestimmten Arbeitsmaßes (Bewegung von Erde nach Kubikmetern, Ausheben von Gräben nach laufenden Metern usw.), sowohl für die ganze Abteilung als für einzelne Teile oder einzelne Personen derselben, bemessen werden. Im Einverständnis mit dem Vorsteher der Strafanstalt oder dem leitenden Oberbeamten kann der Arbeitgeber neben dem von der Gefängnisverwaltung gewährten Arbeitsgeschenk Arbeitsbelohnungen nach denselben Grundsätzen gewähren.

In den beiden letzten Fällen darf das Arbeitsgeschenk für Zuchthausgefängene den Betrag von 20 Pfennig, für Gefängnisgefängene von 30 Pfennig überschreiten.

Neben dem Einkauf von Zusatznahrungsmitteln, sofern dieser bei der verstärkten Kost überhaupt notwendig erscheint, kann der Regierungspräsident den Gefangenen den Einkauf von Kau- und Schnupftabak aus dem Arbeitsgeschenk gestatten, wenn dieses zur Anspornung ihres Fleißes notwendig erscheint. Die für Rückfällige geltenden Bestimmungen in Betreff des Arbeitsgeschenks und des Einkaufs treten bei diesen Abteilungen außer Kraft.

16. Die Zustimmung der Gefängnisgefängenen zur Beschäftigung außerhalb der Anstalt (§ 16 Str. G. B.) ist durch Protokoll festzustellen und gilt für die Arbeit, für welche sie erteilt ist, wenn nicht besondere Umstände eine Änderung rechtfertigen, für unwiderruflich.

17. Gefangene, welche sich für die Außenarbeit ungeeignet erweisen, sind sofort nach der dafür bestimmten nächstgelegenen Anstalt zurückzuführen.

Gefangene, bei denen dies aus disziplinarischen Gründen geschehen muß, sind in Einzelhaft zu nehmen, besonders streng namentlich auch in Bezug auf die Arbeit zu behandeln und zu keinerlei Arbeit außerhalb der geschlossenen Anstalt zu verwenden.

18. Wie oft die Abteilungen, die nicht von einem Oberbeamten geführt werden, von dem Vorsteher der Anstalt zu besichtigen sind, bestimmt der Regierungspräsident.

Abteilungen, welche als Filialen von einem Oberbeamten verwaltet werden (Nr. 6), besichtigt der Departementsrat vierteljährlich. Liegt die Filiale außerhalb des Regierungsbezirks, zu welchem die Anstalt gehört, so hat der Departementsrat des Regierungsbezirks, in welchem sich die Filiale befindet, die Besichtigung vorzunehmen. Er ist befugt, die erforderlichen Anordnungen zu treffen, um vorgefundene Mängel, deren Abstellung sofort erfolgen muß, zu beseitigen. Der Bericht über die Besichtigung ist dem der Anstalt vorgesetzten Regierungspräsident mitzuteilen, welcher das weitere Erforderliche zu veranlassen hat.

Wird die Arbeit für Rechnung einer Staatsbehörde ausgeführt, so ist diese von der Besichtigung rechtzeitig zu benachrichtigen, damit sie ebenfalls einen Beamten dazu abordnen kann.

Anhang II.

Referat als Vorbericht für den Internationalen landw. Kongreß
in Wien 1907 gedruckt, wird als kurze Zusammenfassung der
Ergebnisse vorstehender Abhandlung über die Beschäftigung von
Strafgefangenen zur Urbarmachung der Moore
hier mitgeteilt.

Die ausgedehnte Verwendung von Strafgefangenen zu Landeskulturarbeiten wird in manchen Ländern immer noch durch den Widerstand der Bureaucratie und durch die Einsprüche juristischer Theoretiker erschwert. Alle Beobachtungen der Praxis, die auf 22 Jahre zurückgehen, haben jedoch die Haltlosigkeit der bureaukratischen und theoretischen Einwände erwiesen.

A. Die Außenbeschäftigung der Gefangenen für Landeskulturarbeiten ist als eine hervorragende Verbesserung im Strafvollzug erkannt worden, denn

1. kommt die Freiheitsstrafe durch die anstrengende Arbeit besser zur Wirkung,

2. wird der Gefangene nicht körperlich geschädigt durch die sogenannten Gefängniskrankheiten,

3. wird er nicht geistig geschädigt durch Beschäftigung mit geisttötenden Gefängnisarbeiten,

4. wird er körperlich gekräftigt und häufig moralisch gebessert, so daß er leichter wieder Verdienst in der Freiheit findet, wodurch

5. die jetzt außerordentlich häufigen Rückfälle zum Verbrechen vermindert werden.

B. Die Beschäftigung mit Aufgaben der Moorkultur bringt dem Staate erheblichen finanziellen Vorteil.

Denn 1. werden kostspielige Gefängnisbauten dadurch erspart, 2. werden durch die Kultur von Ödflächen und durch die innere Kolonisation die Einnahmen für den Staat durch Steuern und Abgaben vermehrt.

Demgemäß haben die Volksvertretungen die Pflicht, den Staat zu einer möglichst umfangreichen Verwendung von Sträflingen zur Moorkultur zu veranlassen.

Zu diesem Zwecke kann der Staat Gefangenenanstalten oder größere Filialen von Anstalten in eigenen Mooren gründen, wie dies in Bokelholm (Schleswig-Holstein) und in Witzwyl (Schweiz) bereits geschehen ist. Die Gefangenen werden hier mit Straßenbauten, Meliorationsarbeiten, Torfstich und den verschiedenen Verrichtungen der Landwirtschaft und landwirtschaftlichen Technik beschäftigt.

Bei diesen Anstalten sind jedoch die eigentlichen Moorkulturarbeiten von beschränkter Dauer. Nach Kultur des Moores ist ihr Gefangenenbestand auf rein landwirtschaftliche und gärtnerische Arbeiten angewiesen und bereitet hierdurch anderen ähnlichen Betrieben Konkurrenz. Es geht dann auch eine größere Anzahl von brauchbaren Arbeitskräften für die Landeskultur verloren.

Darum ist es viel mehr im Interesse der Moorkultur gelegen, kleine fliegende Gefangenenkolonien nach Bedarf in verschiedenen Mooren zu beschäftigen. Die Gefangenen werden in leicht verlegbaren Baracken untergebracht. Ist die Kulturarbeit in einem Moor vollendet, so wird sie auf anderen unkultivierten Flächen fortgesetzt. In Preußen kultiviert die Gefängnisverwaltung mit den Gefangenen teils eigene Moore, die in einem Gesamtumfange von 660 Hektar

vom Forstfiskus überlassen wurden; teils gibt sie zu diesem Zwecke Gefangene an Behörden und Genossenschaften gegen eine Entschädigung von 80 Pfennig bis 1 Mark für 10 Arbeitsstunden ab. In Bayern sind der königl. Moorkulturanstalt gegen eine höhere Entschädigung und unter Auflage größerer Verpflichtungen bis jetzt (1907) 60 Gefängnissträflinge vom königl. Staatsministerium der Justiz überlassen worden.

Für den Fall, daß die Gefängnisverwaltung Gefangene zur Moorkultur abgibt, müssen vorher genaue Abmachungen über Auswahl der Aufseher und der Gefangenen, Transport, Unterkunft und Verpflegung getroffen werden, um später Differenzen zu vermeiden.

Die Gefängnisverwaltung muß alle Verpflichtungen übernehmen, die ihr in der Anstalt auch zufallen; sie hat insbesondere für den Transport und die Bewachung der Gefangenen, sowie für die Bedürfnisse der Aufseher und Gefangenen selbst zu sorgen. Nur die Unterkunft der Gefangenen und Aufseher kann unter Umständen von dem Kulturunternehmer zugestanden werden, um schneller eine Vereinbarung zu erzielen. Aufseher und Gefangene sollten mit landwirtschaftlichen Arbeiten etwas vertraut sein und Aufseher, die bereits längere Zeit sich bewährt und eingearbeitet haben, sollten der Moorkultur nicht wieder entzogen werden dürfen. Es muß gestattet sein, unbrauchbare oder böswillige Gefangene in die Anstalt zurückbefördern zu lassen. Ein häufiger Wechsel der Gefangenen ist sehr nachteilig, auch für die Gefängnisverwaltung kostspielig; es sollten deshalb die gleichen Gefangenen womöglich während der ganzen Arbeitsperiode anwesend sein. Die Aufseher und Gefangenen müssen der technischen Anweisung bezüglich der Kultur genau nachkommen. Bei Berechnung des Arbeitslohnes dürfen kleinliche Gesichtspunkte nicht geltend gemacht werden. Man hat immer im Auge zu behalten, daß es sich um Interessen des ganzen Landes handelt und daß die Gefängnisverwaltung erhebliche Ersparungen durch die billige Unterkunft erzielt, die allerdings erst dann deutlich hervortreten, wenn eine größere Anzahl von Gefangenen der Landeskultur dienen. Um die Kulturarbeiten zu fördern, muß der landwirtschaftliche Betrieb in den Anstalten, der meist unrentierlich ist, möglichst beschränkt werden.

Viele Gefangene haben an die königl. bayr. Moorkulturanstalt die Bitte gestellt, sie doch nach ihrer Entlassung noch so lange zu beschäftigen, bis sie eine passende Stelle gefunden haben.

Der Staat könnte hier ein wichtiges Werk der Fürsorge für entlassene Sträflinge tun und viele fast unvermeidliche Rückfälle zum Verbrechen vermeiden, wenn er entlassene Sträflinge der Moorkultur überweist und einen Beitrag zu ihrer Unterkunft gibt, damit der volle Arbeitslohn von dem Unternehmer gezahlt werden kann.

Für diese Übergangszeit wären die entlassenen Sträflinge zugleich mit freien Arbeitern in den Mooren zu beschäftigen.

Auch für die jugendlichen Übeltäter hat sich die Kultur und Bewirtschaftung der Moore mit ihrem weitverzweigten Arbeitsgebiet als ein vorzügliches Mittel zur Erziehung bewährt.

In Frankreich ist bereits eine Besserungsanstalt im Moore tätig und in Bayern wurde im vorigen Jahre in den Chiemseemooren damit der Anfang gemacht. Es ist zu wünschen, daß die Justizbehörden auch dieser Art der Moorkultur ihr Interesse entgegenbringen.

Beitrag zur Kenntnis der Fusarien-Krankheiten unserer Kulturpflanzen.

Von C. von Tubeuf.

(Mit 1 Tafel und 4 Abbildungen im Texte.)

Die Erschließung der ausgedehnten Moore Bayerns durch die k. Moorkulturanstalt, die Ausbreitung landwirtschaftlicher Kulturen auf den staatlichen und privaten Moorgründen, die Steigerung des allgemeinen Interesses für die Moore und ihre natürliche Form einerseits, für ihre Melioration andererseits führt dazu, daß die Moore mehr denn je besucht und studiert werden. Dabei ergeben

sich mancherlei Beobachtungen, die sonst nicht gemacht worden wären und die verdienen, mit den eigentlichen Arbeiten über die Moore veröffentlicht zu werden; um so mehr als ja schließlich alle Kenntnisse über Moorpflanzen wie über landwirtschaftliche Kulturpflanzen auch für die Moorkultur von Interesse sind.

So möchte ich ein paar pathologische Notizen, die zu machen nur durch das stetige Entgegenkommen des Herrn Vorstandes der k. Moorkulturanstalt möglich war, hier mitteilen und diese Gelegenheit zu einem Überblick über Fusarien-Krankheiten unserer Kulturpflanzen benützen.

Im Jahre 1892 beschrieb Hartig¹⁾ einen Keimlingspilz als Parasit an Nadelholzsämlingen, dessen Sporen die Zugehörigkeit zu *Fusarium*, *Fusidium* oder *Fusoma* erkennen ließen. Ich nannte ihn in meinem Ende 1894 erschienenen „Handbuch der durch kryptogame Parasiten verursachten Pflanzenkrankheiten“ *Fusoma parasiticum*. Rostrup hieß darnach denselben Pilz 1895 in Gartner-Tid, S. 122 *Fusarium Blasticola*.²⁾

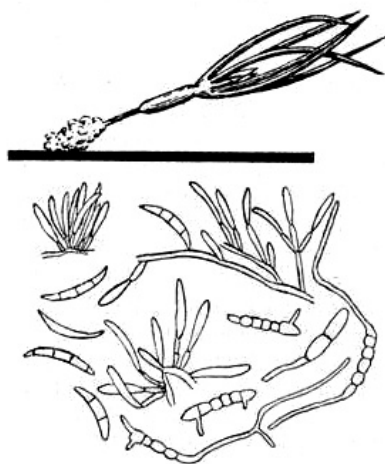


Fig. 1. *Fusoma parasiticum* Tub.
Oben eine umfallende Fichten-
pflanze mit dem flockigen *Fusoma*-
Mycel an der Basis.

Unten Mycel mit Konidien
(Nach Tubeuf in Arb. aus der Biolog. Abt.
2. Bd. Heft 1. 1901. S. 168.)

¹⁾ Forstlich-naturwissensch. Zeitschr. 1892. S. 432.

²⁾ Vergl. auch Rostrup, Plantepatologi.

Hartig endlich bezeichnet ihn in seinem „Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten“ 1900, S. 116 als *Fusoma Pini*.

Da dieser Pilz in meinen mit Fichten besäeten Blumentöpfen in Berlin 1899 auftrat, machte ich Reinkulturen desselben und Infektionen, die ich als Anhang zu meinen „Studien über die Schüttekrankheit der Kiefer“ in Heft 7, Bd. II der Arb. aus der Biolog. Abt. für Land- und Forstwirtschaft beschrieb und abbildete. Die intensive Farbe der Reinkultur ließ es mir wünschenswert erscheinen zu untersuchen, ob sich andere Fusidien durch ihre Farbe oder sonstiges Verhalten der Reinkulturen unterscheiden ließen. Die erwähnte Abhandlung schließt daher S. 168 mit dem Satze: „Ob dieser Pilz spezifisch verschieden ist von jenen Fusidien, die man ja häufig als Pflanzenparasiten antrifft, ist noch nicht bekannt. Ich habe daher einige andere Fusidien in Kultur genommen.“

Da sich mein damaliger Assistent, Herr Dr. Appel, für die Frage interessierte und bald darnach ein gelbes Tomaten-*Fusidium* in Kultur bekam, überließ ich ihm die weitere Untersuchung.

Herr Dr. Appel veranlaßte späterhin wieder andere Herren zu dieser Bearbeitung, deren Resultate jetzt in mehreren Abhandlungen vorliegen. Eine ist von v. Oven,¹⁾ eine andere von Schikorra.²⁾ Außerdem sind Fusarien genauer bekannt durch die Arbeiten von E. Smith³⁾ an Baumwolle. Hier konnten auch die Perithezien erzogen werden. Dieselben gaben Smith Grund zur Aufstellung einer neuen Gattung (*Neocosmospora*). Weitere Arbeiten sind von E. Smith, und Swingle⁴⁾ (*Fusarium oxysporum* an Kartoffeln), von Osterwalder⁵⁾ (*Fusarium putrefaciens* am Kernobst), und von van Hall (*F. vasinfectum*). *Fusarium Solani* Sacc. ist als Veranlasser der Trockenfäule von Kartoffeln von C. Wehmer behandelt (Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. II. Abt. Bd. III).⁶⁾ Aderhold bearbeitete *F. rhizogenum* Pound et Clem. und *F. gemmiperda* Aderh. Diese Abhandlungen zeigen, wie häufig Pflanzenkrankheiten auf Fusarien zurückgeführt werden. Aus ihnen seien hier einige Angaben hervorgehoben:

¹⁾ v. Oven, Eine *Fusarium*-Erkrankung der Tomaten, landw. Jahrb. 1905.

²⁾ Schikorra, *Fusarium*-Krankheit der Leguminosen in Arb. aus der Biolog. Anstalt. Bd. V. Heft 4. 1906.

³⁾ E. Smith, Wilt Disease of Cotton, Watermelon and Cowpea. 1899. Bull. 17. Wash.

⁴⁾ The Dry Rot of Potatoes 1904. Bull. 55. Wash.

⁵⁾ Über eine bisher unbekannte Kernobstfäule. Centralbl. f. Parasitenk. 2. Abt. Bd. XIII. S. 207. 1904.

⁶⁾ Auch Appel hat mehrfach über Fusarienkrankheiten der Kartoffel berichtet, so im Jahresb. der Ver. der Vertreter für angewandte Botanik III. Jahrg. 1906 u. Arb. aus der K. Biol. Anstalt 1907. Bd. V.

C. van Hall (Die St.-Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht durch *Fusarium vasinfectum* Ark. var. *Pisi* in Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1903, S. 2) beschreibt Kulturen des *Fusariums* mit den 1 bis 2zelligen Micro- und den sichelförmigen, septierten Makro-Konidien, außerdem noch kugelige, dickwandige, große Sporen, die er abbildet, aber nicht näher beschreibt; sie ähneln etwa *Phytophthora*-Oosporen, sitzen aber am septierten Mycele, sie seien gleich den von E. Smith beschriebenen Chlamydosporen bei *Fusarium vasinfectum* var. *nivea* an der Melone. (E. Smith unterschied von diesem *Fusarium* var. *tracheiphylla* auf *Vigna cationg*, wo es Perithezien (*Neocosmospora vasinfecta*) bildete, var. *nivea* auf Melonen und sonst auf Baumwolle.)

Osterwalder (Über eine bisher unbekannte Art der Kernobstfäule, verursacht durch *Fusarium putrefaciens* n. sp. in Centralbl. f. Bakteriologie, II. Abt. Bd. XIII. 1904. S. 207 mit 2 Taf.) erwähnt kurz die Ähnlichkeit der Fusarien-Konidien mit denen von *Nectria ditissima*; es ist ihm scheinbar nicht gegenwärtig gewesen, daß auch andere *Nectria*-Arten und überhaupt viele Pyrenomyceten solche *Fusarium*-Konidien bilden.

v. Oven (Über eine *Fusarium*-Krankheit der Tomaten, Landw. Jahrb. 1905, S. 489 mit 2 Taf.) fand bei dem *Fusarium* an kranken Tomatenfrüchten ebenfalls die bekannten, sichelförmigen, septierten Konidien (Makrokonidien), ferner kleinere, meist einzellige Konidien im Innern zerstörten Fruchtfleisches und zu Chlamydosporen umgebildete Zellen am Mycel und in den Konidien. Die Chlamydosporen entstehen besonders bei Nahrungsmangel. Endlich bildeten sich auf gekochten Kartoffelscheiben auch Sklerotien, auf denen wieder Makrokonidien entstanden. Perithezien wurden nicht gefunden. Sauere Gelatine wurde verflüssigt und alkalisch. Das Auftreten von Fettröpfchen im Luftmycel hält er sowie Osterwalder für „fettige Degeneration“.

Er zeigt in zahlreichen Kulturversuchen die schon mehrfach beobachtete große Variabilität in Wuchs, Farbe und Konidienformen bei *Fusarium*, sodaß man sie nach morphologischen Merkmalen nicht — höchstens nach biologischen Merkmalen — unterscheiden könne.

Auf Grund solcher Merkmale nennt er das bearbeitete *Fusarium* *F. erubescens* Appel und v. Oven, was eigentlich seinen eigenen Ausführungen entgegen ist, denn sein Vergleich mit anderen Fusarien bezog sich nur auf wenige Arten, besonders auf *F. Solani*, *putrefaciens* und *rhizogenum*. Mit *F. Lycopersici* soll es nicht identisch sein.

Die in der Biolog. Abteilung selbst gemachten Veröffentlichungen, welche Anstoß zu den weiteren Fusarienarbeiten gaben, sind ihm

unbekannt geblieben. Im übrigen zitiert er zahlreiche Literaturangaben.

Schikorra, der die von van Hall beschriebene St. Johannis-krankheit der Erbsen genauer bearbeitete (Arb. aus der K. Biol. Anst. Bd. V. Heft 4. 1906), fand dasselbe *Fusarium* und brachte durch Infektion der Erbsenfrüchte die Welkekrankheit der sich nun entwickelnden Erbsenpflanzen zu stande.

Das *Fusarium* wuchs auf saueren und alkalischen Nährböden und bildete Ringzonen. Die Kulturen waren an der Peripherie weiß, sonst hellrosa, mit einem Stich ins Gelbliche, also etwa hellfleischfarben, unterseits dunkelgelbrosa. Es bildet Mikrokonidien (nach *Cephalothecium*-Art), 9—27 μ lang, 3—4 μ breit und sichelförmige Makrokonidien 50—65 μ lang, 3—5 μ breit; ferner Chlamydosporen, aber keine Sklerotien. (Diese erhielt er bei Fusarien anderer Leguminosen; *Fusarium* an Lupinen hatte Makrokonidien von 35—45 μ Länge und 4—6 μ Dicke, Mikrokonidien von 12—14 μ Länge und 5—6 μ Dicke.)

Demnach waren Konidien und Chlamydosporen des *Pisum-Fusarium* viel größer wie bei den Fusarien an *Lupinus* und *Faba*, die auch eine Welkekrankheit verursachten; auch eine lebhaftere Mycelfärbung soll das erstere von den letzteren unterscheiden.

Bei der leichten Veränderlichkeit der Mycelfarbe möchten wir diese Unterscheidung für etwas gesucht halten und müssen darauf hinweisen, daß auch mit den Dimensionen der Konidien spezifische Unterschiede nur bei großen Unterschieden festzustellen sind, da die Konidiengröße in derselben Kultur eine schwankende ist; auch bei Infektionen zeigten die 3 *Fusarium*-Stämme keine wesentlichen Unterschiede. Verf. züchtete noch ein *Fusarium* von Leguminosenhülsen (*F. roseum* Lk. var. *Lupini albi* Sacc.) und zeigte, daß auch jene Fusarien, welche die Welkekrankheiten verursachen, auf die Hülsen übergehen können. — Appel¹⁾ beschreibt eine durch verschiedene Fusarien veranlaßte Blattrollkrankheit der Kartoffel, eine Stengelfäule derselben und eine Knollenfäule. Auch das was Hedgcock²⁾ von einem holzbewohnenden *Fusarium* (er bezeichnet es als *F. roseum*) fand, stimmt mit den übrigen Fusarien überein: 2zellige Mikrokonidien in *Cephalothecium*-artigen Büscheln, 1—2zellige, endständig abgeschnürte Mikrokonidien, mehrzellige, sichelförmige Makrokonidien, sowie Gemmen in den Makrokonidien und den Hyphen. Rostrup beschreibt noch in seiner Plantepatologi das *Fusarium aurantiacum* (Lk.) den Melonenschimmel, das *Fusarium Solani* (Mart.)

¹⁾ Mitt. aus der Biol. Anstalt in Dahlem. Heft 5. 1907.

²⁾ Missouri Bot. Garden 1906. S. 17! Rep. S. 111.

an Kartoffeln, das *Fusarium Brassicae* Thümen und *Fusarium Betae* (Desm.), *Fusarium avenaceum* Fries, welches er für identisch mit *Fusarium Tritici* von Lieberman betrachtet. Etwas genauer beschrieb ferner Sorauer (Mitt. d. Landw. Ges. 1901) das *Fusarium nivale*, den Schneeschimmel, den er für das Absterben des Getreides und Grases im Winter verantwortlich macht. Leider hat er Infektionsversuche mit Reinkulturen unterlassen. Ich möchte hiezu mitteilen, daß auf der Erde meiner Getreidesaaten oftmals *Fusarium* auftrat, dessen Mycel die Erde überzog und an den jungen Pflanzen höschenförmig emporwuchs, aber nicht eindrang. — Am wenigsten Beachtung fanden bisher die Bewohner der Gras- und Getreidefrüchte.

Die gras- und getreidebewohnenden Fusarien.

In der ersten (der deutschen) Ausgabe meiner Pathologie (1895) führte ich unter *Fusarium*¹⁾ nur *Fusarium heterosporum* Nees. S. 538 an. Es heißt dort:

Fusarium.

„Konidien spindelförmig, oft sichelförmig, mehrfach septiert, an der Spitze verästelter Konidienträger abgeschnürt.

Fusarium heterosporum Nees. hat nach Frank (Jahrb. d. deutsch. landw. Ges. 1892) ein ganzes Feld Roggen bei Kiel vollständig vernichtet und die Ähren rot überzogen. Es kommt auch an Mais und anderen Gramineen vor und wird auch von Smith als Parasit von Getreide und besonders *Lolium perenne* beschrieben und abgebildet. Endlich beschreibt es auch Rostrup (*F. avenaceum*) als Parasit von Keimpflanzen der Gerste und des Hafers in Dänemark (Landboskrifter Bd. V. 1893).“

In der zweiten (der englischen) Ausgabe 1897 sind als parasitäre *Fusarium*-Arten S. 520—22 behandelt: *F. heterosporum* Nees., *F. lycopersici* Sacc., *F. limonis* Briosi und *F. vasinfectum* Atk. Der Beschreibung von *F. heterosporum* ist zugesetzt: Ich fand es an Ähren von *Lolium perenne* und Rispen von *Molinia coerulea* in Bayern (Bernau). — Frank sagt im Jahrbuch d. deutsch. Landw.-Ges. 1892, S. (202): Roggen vernichtet durch *Fusarium heterosporum*, eingesandt aus Kiel. Bei anhaltend nasser Witterung ist ein Feld mit Sommerroggen durch obengenannten, an den Ähren angesiedelten Pilz nach Angabe des Besitzers vollständig vernichtet worden. Frank hat diesen Fall später (in seiner Pflanzenpathologie II. Aufl. und seinem Kampfbuche 1897) nicht mehr erwähnt, also wohl nicht mehr an die Richtigkeit der

¹⁾ Der Keimlingspilz ist als *Fusoma parasiticum* S. 521 behandelt.

Angaben des Feldbesitzers geglaubt und nach seiner, in den „Die Krankheiten der Pflanzen 1896“ ausgesprochenen Meinung das *Fusarium* als Saprophyt betrachtet. Der Absatz heißt dort (S. 357 und 358) folgendermaßen:

**Fusarium Link, Phleospora Wallr. und
Endoconidium Prill. et Delacr.**

Das flache oder etwas konvexe, meist weiße oder hellrötliche Stroma ist nicht von fädiger, sondern von zellgewebeartiger, parenchymatischer Struktur und dicht mit konidientragenden Fäden besetzt, die bei *Fusarium* auf ihren Enden spindelförmige, oft etwas gekrümmte, mit Querscheidewänden versehene Konidien abschnüren. Der Unterschied von der vorigen Form ist kein scharfer. Die Abweichungen von *Endoconidium* sind im nachfolgenden erwähnt. Viele hier nicht erwähnte Arten dieser Pilzformen sind Saprophyten.

1. *Fusarium heterosporum* Nees. An den Ähren aller Getreidearten und auf manchen Gräsern treten, besonders wenn Regen längere Zeit die reifenden Halme auf dem Felde trifft, rosenrote Polsterchen an den Spelzen auf, wobei gewöhnlich auch die Körner mangelhaft ausgebildet sind. Die Sporen sind verschiedengestaltig, anfangs fast kugelig, reif spindelförmig, mit 3–5 Querwänden, 0,030–0,05 mm lang. Der Pilz ist wohl nicht parasitär, sondern saprophyt auf schon abgestorbenen Teilen; mit Vorliebe siedelt er sich auf den mit Mutterkorn behafteten Blüten und auf Mutterkörnern selbst an. Es werden übrigens noch gewisse Formen beschrieben, welche von diesem Pilze etwas abzuweichen scheinen; nämlich *Fusarium miniatum* Sacc. (*Fusarium miniatum* Prill. et Delacr.), auf Roggenkörnern, wo die Sporen 0,019–0,022 mm lang und ebenfalls mit Scheidewänden versehen sind, *Fusarium Tritici* Eriks.¹⁾ auf Weizenspelzen, wo die Sporen 0,012 bis 0,020 mm lang und durch 1–2 Scheidewände geteilt sind, und *Fusarium Schribauxii* Delacr. auf Weizenkörnern mit 0,035–0,040 mm langen, 4fach septierten Sporen. — Nach Woronin²⁾ tritt im Ussurienlande fast alljährlich die Erscheinung des Taumelgetreides auf, wobei die Körner und das daraus bereite Brot berauschende Eigenschaften bekommen. Es soll hauptsächlich dadurch entstehen, daß die Garben lange auf den Feldern liegen gelassen werden, und unter den vielen Pilzen, welche Woronin auf solchen Körnern auffand (S. 295), war der eingangs genannte der häufigste. Prillieux³⁾ berichtet über Taumelroggen, der 1890 in einigen Orten des Departements Dordogne beobachtet wurde, nach dessen Genuss sämtliche Personen von Mattigkeit und Übelbefinden ergriffen wurden, ebenso Haustiere erkrankten. Dabei wurden die von Woronin angegebenen Pilze nicht gefunden; aber in der Kleberschicht war ein Mycelium vorhanden, welches bei Kultur auf feuchter Unterlage Fruchträger lieferte, die der Gattung *Dendrodochium* Bon. entsprachen, jedoch dadurch unterschieden waren, daß die Sporen im Innern der Hyphenäste gebildet und aus diesen entleert wurden; Prillieux nennt deshalb diesen Pilz *Endoconidium temulentum*. Die dazugehörige Ascosporenform stellt kleine, gelblichrote Apothecien dar und wird *Phialea temulenta* genannt. —

¹⁾ Botan. Centralbl. 1891, S. 299.

²⁾ Bot. Zeitg. 1891, Nr. 6. — Vergl. auch Sorokin, refer. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I. 1891, S. 236.

³⁾ Compt. rend. 1891, S. 894, und Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II. 1892, S. 110.

Die Bemerkungen, welche v. Oven l. c. über die Getreide-Fusarien macht, sind nur ein kurzer Auszug aus diesem Abschnitt von Frank, jedoch ohne Literaturangabe. Wir werden sehen, daß in meinen, hauptsächlich nach der Literatur gemachten Angaben sowohl, wie in den Arbeiten von Frank Gruppen von Fusarien zusammengefaßt sind, die offenbar getrennt werden sollten. Beide Gruppen gehen bei Frank und mir als *Fusarium heterosporum*.

Jedenfalls bedürfte es besonderen Nachweises, daß die äußerlich sich verschieden verhaltenden Gruppen doch zu einer einzigen, auch biologisch variierenden Art gehörten.

Kirchner gibt in „Die Krankheiten landwirtschaftl. Kulturpflanzen 1906“, S. 27 an: Weizen:

Auf den Körnern, bisweilen auch auf den Spelzen, treten polsterförmige Flecke von lebhaft- oder hellrosaroter Farbe auf, die beim Austrocknen brüchig werden; sie rühren von dem Pilz *Fusarium heterosporum* N. v. E. her. (Sporen anfangs kugelig, dann spindelförmig, 4—6zellig, 0,030—0,035 mm lang. Abb. im Atlas I. Tfl. 12. Fig. 1, 2.)

Ferner S. 31: ebenfalls vom Weizen:

Auf den Spelzen: Rosenrote oder orangegelbe, anfangs etwas gallertige, dann zusammentrocknende, kleine Polster, die öfters zusammenfließen; sie werden durch Pilze aus der Gattung *Fusarium* hervorgebracht.

1. Lebhaft rotgefärbte, polsterförmige Flecke rühren von *Fusarium heterosporum* N. v. E. her.
2. Punktförmige, den Nerven folgende Polster von orangegelber Farbe: *Fusarium Tritici* Erikss.
3. Orangegelbe, ausgebreitete Pusteln: *Fusarium Culmorum* Sacc. (Sporen spindelig-sichelförmig, beiderseits spitzlich, 4—6zellig, orangegelb, 0,028—0,032 mm lang, 0,006—0,008 mm dick.)
4. Polster von lachsroter bis ziegelroter Farbe: *Fusarium avenaceum* Sacc. (Sporen sehr lang, spindelförmig, etwas gekrümmt, aneinander klebend, ziemlich farblos, meist einzellig.)

Das *Fusarium heterosporum* gibt Kirchner an für Weizen (S. 31), für Roggen (S. 65), Gerste (S. 79), Hafer (S. 91), bei dem noch *F. avenaceum* Sacc. und *F. roseum* Lk. auf den Spelzen bemerkt werden, dann noch auf den Körnern des Mais (S. 101), jedoch ohne weitere wie die vorstehenden Angaben. Nach der Abbildung, die Kirchner in seinem Atlas der Pflanzenkrankheiten gibt, bildet das *Fusarium heterosporum* Nees. nur rote Polster auf den Spelzen der Gerste (ferner bei Weizen, Roggen, Hafer, Mais).

Prof. Eriksson legte am 29. April 1891 in der Botaniska Sällskapet in Stockholm die „*Fungi parasitici scandinavici exsc.*“ Fasc. 7 und 8 vor, dabei:

Fusarium Tritici (Liebm.) Erikss. (*Sporodochia prima sparsa, punctiformia, nervisequia, aurantiaca, demum diffluentia. Conidia fusiformia, curvula*, $12-20 \times 1,5-2 \mu$, 1 (— 2) *septata*. — Syn. ? *Fusarium Tritici* Liebm. [Tidskr. f. Landoekonomie, Kjöbenhavn, 1840. S. 515. Tab. Fig. B. 1, 2] und ? *F. culmorum* W. G. Smith [Diseases of Garden and Field Crops, London 1884. S. 209—210])“. Suecia in glumis valvisque Tritici duri ad Experimentalfältet. Stockholm 1889. 23./9. Er hatte die Liebenswürdigkeit mir Material zum Vergleich und zur Untersuchung zu senden. Das mir von Eriksson zugegangene als *Fusarium Tritici* (Liebm.?) Erikss. syn?, *Fusarium Tritici* Liebm. und *F. culmorum* W. G. Smith bezeichnete Material ist mehr orangegefärbt, gallertig und bildet äußerlich die Spelzen überziehende Krusten. Eine Zerstörung der Fruchtknoten (Körner) konnte nicht beobachtet werden; es ist also von dem *Fusarium* auf *Lolium* und *Molinia*, welches wir dann näher beschreiben werden, wohl unterschieden.

M. Woronin, Über das „Tamelgetreide“ in Südussurien, Botan. Ztg. 1891, S. 81, sagt S. 84: *Fusarium roseum* Link. Es ist diejenige Pilzform, auf die Herr N. Paltschewsky zuerst aufmerksam wurde und die er nicht ohne Grund für ein *Selenosporium* angenommen hat.

Selenosporium Corda stand nämlich früher als eine eigene Gattung von *Fusarium* getrennt. Allen Merkmalen nach aber sind diese beiden Gattungen einander so ähnlich, daß man sie jetzt, Saccardo folgend, in eine einzige Gattung, *Fusarium*, stellt und zu dieser auch noch die frühere Gattung *Fusisporium* zuzieht.¹⁾

Fusarium roseum erscheint auf den erkrankten Getreideähren in Form eines rosafarbigen oder blassen, ziegelroten Anfluges. Das Mikroskop lehrt uns, daß vom Mycelium dieses Pilzes eine Unmasse Sporen abgeschnürt werden; dieselben sind schmale, mehr oder minder verlängerte, spindelförmige Körper, die an beiden Enden zugespitzt und etwas einwärts gekrümmt, demnach meistens mondsichelförmiger Gestalt sind. Diese Sporen besitzen meistens fünf parallele Querwände, sind also 6zellig. Jede dieser Sporen einzeln genommen, erscheint unter dem Mikroskope fast ganz farblos; in einigen, jedoch ziemlich seltenen Fällen, sind die Sporen intensiv lila-blau gefärbt. Auf faulenden Kartoffelknollen entwickelt sich auch zuweilen eine

¹⁾ P. A. Saccardo, Sylloge Fungorum. Vol. IV. S. 694.

Fusarium-Form mit lila Sporen und dieselbe wurde nicht nur von der Form mit farblosen Sporen unterschieden, sondern auch als eine ganz besondere Spezies betrachtet und mit verschiedenen Namen bezeichnet (*Fusarium violaceum* Fkl. = *Fusarium coeruleum* Sacc. = *Selenosporium coeruleum* Lib.). Ich finde aber keinen genügenden Grund, um die Form mit gefärbten Sporen von derjenigen mit ungefärbten zu trennen; meiner Meinung nach haben wir hier keine selbständige Pilzform vor uns, sondern einfach eine ganz zufällige Färbung der Pilzmembran, die wahrscheinlich von etwaigen unbekannten äußeren Bedingungen oder vom Alterszustande des Pilzes abhängig ist. *Fusarium roseum* ist ja außerdem auch keine selbständige Pilzform, sondern bloß die niedrige Entwicklungsstufe, die sogenannte gonidiale Fruktifikation des Pyrenomyceten-Pilzes.¹⁾ —

Auch der rote Malz- oder Gerstenschimmel gehört in diese Gruppe von Fusarien. G. Matthews (Journ. of the roy. microsc. Society 1883) bildet auf 2 Tafeln den Schimmel des roten Malzes ab und zwar *Fusarium*-Sporen (Makrokonidien), einzellige Mikrokonidien, Keimungen, Gemmen und größere pathologische Riesenzellen. Von solchen nimmt er an, daß sie sprossen und eine Gärung veranlassen. Er dürfte aber kaum mit Reinkulturen gearbeitet haben. Die Riesenzellen erinnern an die pathologischen Zellformen und Gemmenformen, die ich bei *Tilletia*-Kulturen fand und abbildete und die auch andere Beobachter neben kleineren und dickwandigen Gemmen bei den Fusarien beschrieben.

Klein (Beitrag zur Kenntnis des roten Malzschimmels)²⁾ sagt, daß an Gersten- und Malzkörnern oft eine eigentümliche, rote Färbung teils als Flecken und Streifen an den Spelzen, teils als pelzartige Überzüge beobachtet werden. Diese Färbung rühre von einem Schimmel her, den C. G. Matthews³⁾ als zur Gattung *Fusarium* (am nächsten der Spezies *graminearum*) gehörig bestimmte . . . : Das Mycel entwickelt sich an der Außenseite der Spelze des Gerstenkornes. Von hier dringen einzelne Hyphen in das Innere, färben die Stärkekörner rötlich und erzeugen in den Stärkekörnern tief eindringende Risse, die auf einen Substanzverlust hindeuten. Der Mehlkörper eines solchen von *Fusarium* angegriffenen Kornes fühlt sich

¹⁾ Woronin fand auch die von Prillieux beschriebenen roten Getreidekörner, deren Endosperm von Bakterien zerstört sein soll (cfr. auch Ann. d. sc. nat. 6. Sér. Bot. t. VIII. S. 248).

²⁾ Mitt. der öster. Versuchsstation für Brauerei und Mälzerei in Wien. Heft V. 1892. S. 36.

³⁾ W. Smith gibt an, daß der Pilz als *F. graminearum* Schwb. falsch bezeichnet sei und *F. graminum* Corda heißen müsse.

viel mürber, weniger roh an als jener der nicht infizierten Gerste. Neben *Fusarium* dringen auch noch andere Schimmelarten, sowie Spaltpilze in das Innere des Korns ein — Seine Versuche ergaben, daß der Pilz nicht im stande ist, gesunde Gerstenkörner anzugreifen oder an der normalen Keimung zu hindern. — Klein kultivierte den Pilz auf verschiedenen Nährmitteln und beobachtete die Bildung der sichelförmigen Konidien, ferner von Gemmen, welche bei weniger günstiger Ernährung entstehen, aber von Klein als die eigentlichen Erhalter des *Fusariums* angesehen werden. Er fand, daß Anastomose der Hyphen in jedem Stadium der Mycelentwicklung vorkommt.

Das Mycel enthält zwei Farbstoffe, einen gelben und einen roten. Auf Peptongelatine¹⁾ entwickelte sich nur der gelbe Farbstoff, auf Stärkengelatine wurde das Mycel erst rosa, dann dunkelrot, wobei die jüngeren Fäden einen gelblichen Ton annahmen, auf Würzgelatine trat zuerst die gelbe, dann die rote Farbe auf.

Würze- und Stärkengelatine werden etwas, Peptongelatine rasch verflüssigt. Wasser und Alkohol lösen bei gewöhnlicher Temperatur die gelbe Farbe sehr langsam, die rote dagegen gar nicht; beim Erwärmen in Wasser geht aber eine geringe Menge Farbstoff in Lösung. Sehr charakteristisch ist das Verhalten der beiden Pigmente gegen Säuren und Alkalien. Der rote Farbstoff wird durch Säuren gelb, durch Alkalien intensiver rot, dunkel rotblau, fast schwarz gefärbt. Der gelbe Farbstoff wird durch Zusatz von Alkalien dunkler, durch Säuren hingegen entfärbt. In heißem Wasser finden ähnliche Erscheinungen statt. Das schwach tingierte Mycel wird dunkelrot und der gelbe Schleim dunkelgelb, was seine Erklärung darin finden dürfte, daß die vorhandenen, leicht flüchtigen Säuren, die eine kräftige Entwicklung der roten Farbe unterdrücken, schon bei Erwärmung des Wassers auf etwa 80 ° C entweichen. Diese Reaktionserscheinungen geben den Schlüssel zur Erklärung der Farbenvariationen, die bei *Fusarium* auf den verschiedenen Nährböden beobachtet werden. Die Konidien bilden sich nur auf stärkehaltigen Substraten reichlich, auf allen anderen nur sehr spärlich.

Stärke wird verzehrt, aber nicht in Zucker übergeführt und Zucker wird, entgegen den Angaben von Matthews, nicht zu Alkohol vergoren. Das Optimum der Vegetation liegt zwischen 21 und 30 ° C, bei 40 ° ist das Wachstum sehr geschwächt, bei 50 ° erloschen.

G. Worthington Smith (Diseases of Field and Garden Crops 1884) schreibt etwa folgendes über Getreide-Fusarien: *Fusisporium*

¹⁾ Wie überhaupt auf kohlehydratfreien Kulturen.

an Weizen befällt die Ähren, besonders von Pflanzen, die mehr — weniger von Mehltau oder anderen Getreidepilzen befallen sind. Dieses *Fusisporium* bildet hellgelb-orange gelatinöse Lager auf den Ähren oder Teilen derselben. Es klebt die Ährchen zusammen und hemmt den Wuchs der Ähren. Obwohl diese Krankheit bisher bei den Botanikern unbekannt war, haben wir doch von Landwirten an verschiedenen Orten von ihr gehört. Der obere Teil einer befallenen Ähre, wie sie uns Mr. Chas. B. Plowright von West Lynn, Norfolk, schickte, ist Fig. 2 abgebildet. Der eingeschrumpfte Teil A bis B ist ganz von *Fusisporium* bedeckt. Der Pilz läßt durch seine

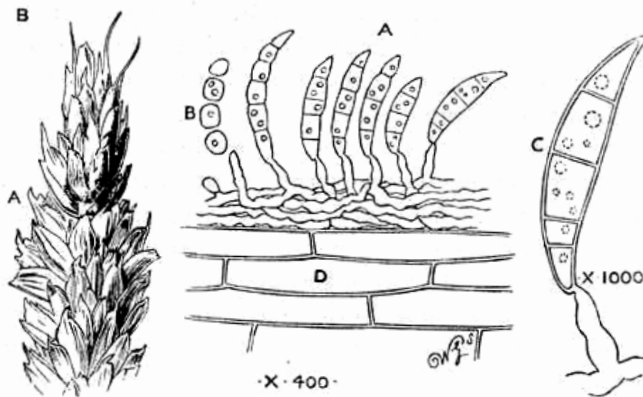


Fig. 2. *Fusisporium culmorum* W. Sm. an Weizen. Die schwarzen Flecke stellen die roten Überzüge auf den Spelzen dar. Das Konidienlager ist 400-, die Einzelkonidie 1000mal vergrößert. (Nach W. G. Smith.)

orange Farbe die Ähre fälschlich als reif erscheinen. In Fig. 2 sind die halbmondförmig gekrümmten, spindelförmigen, septierten Sporen bei 400facher Vergrößerung dargestellt. Eine der Sporen zerfällt in 4 Teile. Nach kurzer Zeit berstet jeder Teil und bildet ein neues Mycelium. Eine einzelne Spore ist bei C 1000fach vergrößert. Die langen Zellen bei D gehören einer Spelze des Weizenährchens an.

Diese Art soll *Fusisporium culmorum* W. Sm. heißen und folgende Diagnose haben: Das Mycel ist ausgebreitet, gelatiös, gelb oder orange, wenig septiert, höckerig; Sporen groß, spindelförmig, 3—5 septiert, orange. An Weizen, die Spreuschuppen, Spelzen, Ährchen zusammenheftend.

Ein anderes *Fusisporium* an Gerste ist abgebildet und beschrieben im Journ. roy. micr. soc. Juni 1883, S. 321 unter dem offenbar falschen Namen *F. gramineum* Schwb., geliefert von Dr. Chr. Hansen-Kopenhagen. Es ist *F. graminum* von Corda.

Unglücklicher Weise ist den Tafeln keine Vergrößerung beigegeben. Der Autor des Artikels Chas. Gov. Matthews sandte eine Gerstenähre, nach der die Fig. 3 gemacht ist: 5 rote Gerstenkörner, fertig zum vormalzen, in doppelter Größe. Diese mißgestalteten „roten Körner“ sind grobenteils mit dem Pilz bewachsen und die Sporen wechseln von blaßorange zu hellscharlach oder dunkelzinnobekarmin. Dieser Pilz ist in Fig. 3 in derselben Vergrößerung wie *F. culmorum* W. Sm. Einige Sporen sind wie dort aufgebrochen und haben kugelige Sporen gebildet (Fig. 3, A. A.). Diese sind bestimmt, kurze Zeit zu ruhen, während andere keimen, während sie noch an der Unterlage angeheftet sind, eine gewöhnliche Erscheinung bei *Fusisporium*. Bei C ist eine einzelne Spore 1000fach vergrößert. Die Zellen bei D gehören zu der Blütenspelze. Der Pilz soll geringwertige und kränkliche Halme und Ähren befallen und selten oder nie auf gesunder Gerste auftreten. Der Keimling des Kornes ist am meisten befallen, vielleicht weil er am weichsten ist und den Fleck darstellt, woraus Plumula und Radicula der jungen Pflanze hervorzugehen bestimmt ist. Es ist klar, daß ein erkranktes Korn nicht keimen kann. Bei Weizen wie Gerste veranlaßt der Pilz einen eigentümlichen, unangenehmen Geschmack. Mr. Matthews gibt an, daß ein in sterilisierte Bierwürze eingedrungenes *Fusisporium* Fermente bildet, die Alkohol und Kohlensäure bilden.

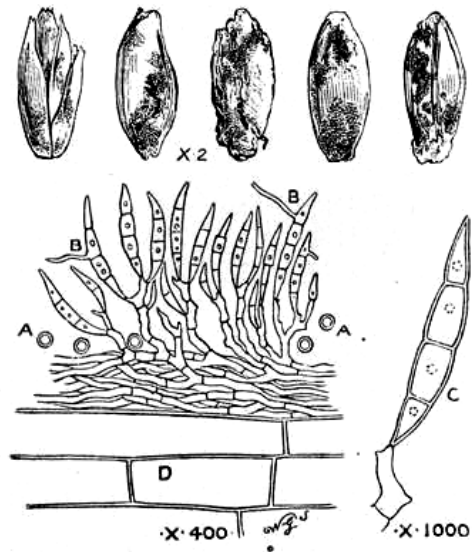


Fig. 3. *Fusisporium hordei* W. Sm.
Die schwarzen Partien stellen die roten Überzüge auf den Spelzen der Gerste dar. Das Konidienlager ist 400-, die Einzelkonidie 1000mal vergrößert. (Nach W. G. Smith.)

Diese Spezies soll *Fusisporium hordei* W. Sm. heißen und soll folgende Diagnose haben: Mycelium rosa oder karmin gefärbt; höckerig (torulose), ausgebreitet, bildet ein dick gelatinöses Lager, septiert; Sporen spindelförmig, beidendig zugespitzt, mit 1—3 Querwänden, rosa gefärbt, karmin oder zinnobekarmin. An Gerste rote, gelatinöse Flecke bildend.

Die dritte Illustration (entspricht Fig. 1 unserer Tafel) zeigt in Schwarzdruck ein *Fusisporium hordei* auf dem gemeinen und wertvollen Raisen.

des Botanischen Gartens u. Museums

gras *Lolium perenne* L. Die abgebildete Ähre ist mit Mutterkorn behaftet und das abgebildete Exemplar war von Chas. B. Plowright aus Norfolk zugeschickt.

Lolium perenne L. ist selten befallen von Mutterkorn und es ist bemerkenswert, daß das auf der Ähre abgebildete *Fusisporium* sowohl das Mutterkorn als verschiedene Teile der Ähre und Samen befiel. Diese merkwürdige Art ist in Figur 4 400fach vergrößert,

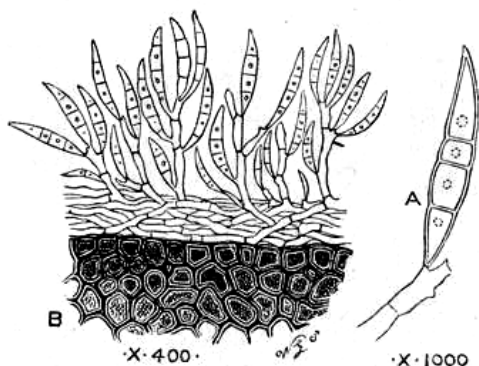


Fig. 4. *Fusisporium Lolii* W. Sm. auf Mutterkorn von *Lolium perenne*. (Nach W. G. Smith.)

eine einzelne Spore bei A 1000fach. Die Figur B zeigt das Mycel, welches die Zellen des Mutterkornes bilden.

Diese Art mag den Namen *Fusisporium Lolii* W. Sm. führen und ist folgendermaßen zu beschreiben: Mycelium orange, torulose, ausgebreitet, bildet ein oranges, gelatinöses Lager; Sporen spindelförmig, beidendig zugespitzt, 1—4teilig, orange. An Raigras und seinem Mutterkorn. Es ist sehr möglich, daß diese Art von *Fusisporium* parasitisch ist. —

Alle diese von Eriksson, Woronin, Rostrup, Klein etc. beschriebenen und die sämtlichen von Kirchner angeführten auf Gras und Getreidefrüchten vorkommenden Fusarien (*F. heterosporium* N. v. E., *F. Tritici* Erikss., *F. culmorum* Sacc. und *F. avenaceum* Sacc., wahrscheinlich auch *F. roseum* Lk. und *F. gramineum* Corda und *Fusisporium hordei* W. Sm. scheinen einer Gruppe von Fusarien anzugehören, die äußerlich auf Spelzen und Körner gallertige Polster bilden und oberflächlich auf verletzten Früchten vorkommen, den gesunden Fruchtknoten aber nicht zerstören.

Sie unterscheiden sich dadurch von jener Art, die W. Smith als *Fusisporium Lolii* bezeichnet.

Fusarium Lolii W. Smith.

(Vergl. hiezu Tafel I.)

W. Smith beobachtete, wie schon mitgeteilt, diese Art auf *Lolium perenne*. Ich fand sie, wie früher angegeben, ebenfalls auf *Lolium perenne*, aber außerdem in großer Zahl und fast alljährlich in Menge wiederkehrend auf *Molinia coerulea*, neuerdings auch auf *Holcus lanatus*.

Allescher¹⁾ gibt sie, wie ich selbst früher und auch Frank, unter dem Namen *F. heterosporum* auf *Lolium perenne* und *temulentum*, *Phleum pratense*, *Bromus asper* und *Secale cereale* an und zwar alle in Oberbayern. Als Synonym hiez zu stellt er *Exosporium Lolii* Spr., Syst. IV, S. 563, während Sorauer in seinem Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 1. Aufl., nach Cooke's Handbuch denselben Pilz als synonym mit *Sphacelia segetum*, der Konidienform des Mutterkornpilzes, *Claviceps purpurea* angibt. Dieses Mißverständnis ist jedenfalls auf das gemeinsame Vorkommen beider Pilze auf jungen Getreide- oder Grasfrüchten zurückzuführen.

Legt man die Rispen der *Molinia* mit den verpilzten gelbroten Früchten auf feuchtes Filtrierpapier in eine Petrischale, dann bedeckt sich das Pilzpolster alsbald mit lockeren Hyphen, an denen gelbrote Tropfen entstehen. Diese Tropfen bestehen aus ungeheueren Massen der sichelförmigen Makrokonidien, also den eigentlichen *Fusidien-Fusarium-* oder *Fusoma*-Konidienformen. Diese sind keimfähig und wachsen in gewöhnlichem Wasser sofort aus; ihr Sauerstoffbedürfnis erkennt man daran, daß umso mehr gekeimt sind und umso größere Keimhyphen gebildet wurden, je näher sie dem Rande des Deckglases liegen. Alle Zellen der *Fusidium*-Sichel können Keimfäden bilden, nachdem sie im Wasser zunächst ihr Volum bedeutend vergrößert haben. Die Hyphen verschmelzen (fusionieren) leicht mit anderen Hyphen oder Konidienzellen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen.

In Wasser treten alsbald Hunger-Erscheinungen auf, vor allem Entleerung einzelner Zellen, Anschwellen anderer, die sich zu Gemmen ausbilden. Gemmen entstehen schon in den Makrokonidien, wie in den Hyphen. Hierin stimmt das Verhalten dieses *Fusariums* mit anderen völlig überein. Auf saurer Nährgelatine (Malzextrakt, Fleischextrakt, 10 % Gelatine, 1 % Zitronen-Säure) wächst das Mycel als üppige weißwollige Decke und verflüssigt erst allmählich die Gelatine. Manche Kulturschalen zeigen deutlichen Zonenwuchs der weißen Pilzdecke. Die Unterseite der Kultur nimmt allmählich einen rötlichen Farbenton an. Nach einigen Wochen bilden sich zerstreut in der Pilzdecke kleine Knöpfchen mit dichtem Geflechte (Sklerotien). Das Mycel und die Konidien sind erfüllt mit Fettropfen, welche das geeignetste Reservematerial zur Überwinterung darstellen dürften; von einer fettigen Degeneration, wie O v e n und O s t e r w a l d e r wollen, kann wohl nicht gesprochen werden. Tatsächlich überwintern die roten, pseudoparenchymatischen, konidientragenden Polster auf

¹⁾ Verz. in Südbayern beobachteter Pilze. 1891.

den Grasfrüchten ohne Perithezien zu bilden; sie entwickeln bei Eintritt warmer Witterung im Frühjahr neue Konidien und infizieren offenbar in gleicher Weise und zu gleicher Zeit die Grasblüten wie es die Ascosporen aus den Mutterkorn-Sklerotien nach der Überwinterung tun. Dazu ist es nötig, daß sie oberflächlich auf dem Boden überwintern können. Das erklärt ihre Ausbreitung auf Weiden, wie die Theresienwiese eine ist. Dort fand Allescher das *Fusarium* an *Lolium* in Massen, ebenso fand ich es an Wegen und den von Gras bewachsenen Streifen zwischen den Wagenspuren der Landwege, einem gar häufigen Standort von *Lolium*, oder an den Grabenrändern der Moorgräben, die nicht wie das Kulturland umgebrochen werden.

Von *Molinia* fallen etwa Ende Oktober die Samen, Sklerotien und somit die Fusarien-Polster ab, sodaß man sie im Winter nicht leicht finden kann; sie liegen am Boden. Von mir in offenen Holzschachteln im Freien überwinterte Fusarien konnte ich, wie oben erwähnt, durch das ganze Jahr hindurch beobachten, sie wuchsen und bildeten jederzeit neue Konidien, wenn sie ins Zimmer gebracht wurden. Perithezien aber konnten nicht gefunden werden.

Charakteristisch für dieses *Fusarium* ist, daß es nicht wie andere Fusarien auf den Spelzen von Gras und Getreide Überzüge bildet, sondern daß es stets sich im Fruchtknoten entwickelt, mit großen orangeroten stromatischen Polstern an Stelle des Fruchtknotens tritt und zwischen den Spelzen der Grasfrüchte hervorquillt. Alle diese Polster sind bedeckt mit einer konidienbildenden Schicht.

Charakteristisch ist ferner die Kürze der sichelförmigen Konidien gegenüber den Konidien anderer, lockere Überzüge auf Getreide-Spelzen bildenden Fusarien.

Charakteristisch ist endlich sein Vorkommen auf Mutterkorn.

Es bewohnt das Mutterkorn der *Lolium*-Arten und von anderen Wiesengräsern, das Mutterkorn von *Molinia* und das Mutterkorn des Roggens. Auf all den Mutterkörnern der verschiedenen Gramineen behält es die gleiche, gedrungene Konidienform.

Beim Roggen fand ich es an der Basis eines Mutterkornes entwickelt und ganz so findet man es auch sehr oft bei den anderen genannten Gramineen. Dies läßt auf die Art seiner Verbreitung schließen. Ich möchte nämlich annehmen, daß es von einer Gramineenblüte zur anderen durch Insekten gleichzeitig mit den als Honigtau bekannten *Claviceps*-Konidien vertragen wird. An der Basis von Mutterkorn erhält sich noch lange bis in den späten Sommer hinein die klebrige, süße Honigtau-Produktion. Ja ich fand sie in den Bergen (bei 1100 m Höhe) an einem kaum ausgereiften Roggen noch Anfang Oktober.

In dieser süßen Flüssigkeit scheint sich das *Fusarium* besonders üppig zu entwickeln: Man findet nun Fälle, wie den eben genannten, in denen das *Fusarium* nur an der Basis des Mutterkornes entwickelt ist und solche, bei denen es das ganze Mutterkorn bedeckt oder fast ganz an seine Stelle getreten ist. In solchen Fällen kann man nur bei median geführten Längsschnitten feststellen, daß im Innern des roten Stromakörpers noch eine Mutterkornsäule mit dunkler Randzone sich befindet. Es ist oft schwer festzustellen, ob das rote Stroma oder Sklerotium des *Fusariums* an die Vegetation des Mutterkornes gebunden war oder auch ohne dieses sich nach Mutterkorn-Art allein in den Grasblüten entwickelt hat. Ich fand bei mikroskopischer Untersuchung sehr häufig Reste von *Claviceps*-Sklerotien. Da man keine stärkehaltigen Samenzellen findet, kann eine Infektion heranwachsender Fruchtknoten nicht angenommen werden, sondern nur eine Infektion der Blüte wie bei *Claviceps*.

Wenn auch das *Fusarium* sehr oft die Mutterkorn-Sklerotien an der Basis, ja bis an die Spitze oder selbst völlig überzieht und demnach auf ihm parasitiert, so findet man doch auch die *Fusarium*-Sklerotien allein an Stelle der Grasfrüchte getreten. Von dem Fruchtknoten ist nichts mehr erhalten als höchstens eine Höhlung im Innern des *Fusarium*-Sklerotiums, auch die basalen Teile der unzerstörbaren Spelzen sind oft ganz von dem Sklerotium eingeschlossen.

Auf und in dem *Fusarium*-Sklerotium findet man öfters braune Pilz-Hyphen und Konidien von *Cladosporium*. Selbst wenn diese völlig im *Fusarium*-Sklerotium eingeschlossen sind, sieht man keine Verwachsung ihrer Zellen mit jenen des *Fusariums*. Die *Fusarium*-Sklerotien sind 4—5 mm lang, etwas über 1 mm breit. Es kommen oft über 30 an einer *Molinia*-Rispe von 7 cm Länge vor. Im Innern bilden sie ein Pseudoparenchym, an einzelnen Teilen ist das Hyphengewebe locker, nach außen sitzt dem zarteren Pseudoparenchym das Konidienlager auf. Auch wo an der Oberfläche Ausbuchtungen oder Falten etc. entstehen, bildet sich ein Konidienlager. Alle Zellen des Sklerotiums und der Konidien sind mit Öltropfen erfüllt. Die inneren Sklerotiumteile sind weiß, die äußeren gelbrot wie die Konidien.

Auffallend ist es, daß oft die meisten Blüten einer Rispe und oft fast alle Halme eines Pflanzenstockes von *Molinia* und *Lolium* befallen sind.

Wie bemerkt, fand ich dasselbe *Fusarium* am selben Standorte (Moorkulturanstalt Bernau) auch an der Basis eines Mutterkornes von Roggen.

Da ich gleichzeitig (15. Okt.) am selben Standorte auf den am Boden liegen gebliebenen Roggenähren eines abgeernteten Feldes

auch einen roten *Fusarium*-Überzug auf den Spelzen und Körnern fand, mußte festgestellt werden, ob hier dasselbe oder verschiedene Fusarien vorlägen. Auch ein Roggenkorn, welches an der Spitze abgebrochen war, zeigte das rotgelbe *Fusarium*-Polster über die ganze Bruchfläche verbreitet. Ein Längsschnitt ergab, daß das *Fusarium*-Polster nach außen eine dichte Konidienschicht mit auffallend großen Konidien gebildet hatte. Die Hyphen waren sowohl in die Klebermehlschicht eingedrungen und hatten sie völlig durchwuchert, als auch die Stärkemehlschicht. Die Stärkekörner waren zum Teile aufgelöst und am Rande angefressen; die Reste gaben aber mit Jodlösung noch die blaue Reaktion. Die Veränderungen können auch durch die Keimung (Auswachsen der Körner) bewirkt sein. Das *Fusarium* bildete aber auch hier auf den Spelzen größere und kleinere Polster aus.

Die sichelförmigen Konidien sind viel größer wie die auf dem Stroma von *Lolium* gebildeten. Wenn man beide sofort nach dem Einlegen in Wasser unter dem Deckglase mißt und nur Objekte von den in der Natur gesammelten, noch frischen Früchten des Getreides resp. Grases nimmt, kann man sie vergleichend nebeneinander stellen. Ich habe dies auf der beigegebenen Tafel getan. Es stimmen die Konidien auf Mutterkorn von Roggen, von *Monilia* und *Lolium* überein und unterscheiden sich völlig von dem *Fusarium* auf den Außenteilen der Roggenblüten und der Bruchstelle des Roggenkornes. Die frischen, nicht gequollenen Konidien von *Fusarium Lolii* auf den drei genannten Pflanzen waren 16—28 μ lang, von dem *Fusarium* auf den Außenteilen der Roggenähren und -Früchte aber 40—44 μ und in feinere Spitzen ausgezogen.

Das letztere dürfte mit jenem übereinstimmen, was Frank seiner Zeit aus Kiel erhalten und beschrieben hatte.

Bei den Bernauer Funden waren auch *Fusarium*-Polster auf Roggenkörnern vorhanden, deren Keimling auf dem feuchten Boden ausgewachsen war. Es wäre wohl zu wünschen, wenn über das Auftreten und Vorkommen dieser Fusarien in der Natur und am stehenden Halme genauere Beobachtungen gesammelt würden.

Ein künstlicher Infektionsversuch der *Molinia*-Blüten mit *Fusarium Lolii* hat zu einem Resultate nicht geführt.

Die Perithezien der Fusarien.

Einige ältere Arbeiten über Fusarien und ihren oft parasitären Charakter wurden bisher wohl nur deshalb übersehen und nicht erwähnt, weil in denselben mehr von dem zugehörigen Perithezienpilz die Rede ist.

Es sind dies die Arbeiten von R. Hartig „Der Fichtenrindenpilz, *Nectria Cucurbitula*“, ferner „Der Krebspilz der Laubholzbäume, *Nectria ditissima*“, und von seinem Assistenten H. Mayr „Über den Parasitismus von *Nectria cinnabarina*“ (alle drei in den Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München 1880 und 1882). In denselben wird der schon von Tulasne (*Selecta fungorum* Carpologia tom. III. 1865) angenommene Zusammenhang von *Fusarium*-Konidien und *Nectria*-Perithezien nachgewiesen und zugleich der parasitäre Charakter dieser Pilze durch Infektionsversuche unzweifelhaft dargetan. Es ist hier auch zuerst der Unterschied der Konidien durch die Bezeichnung Makro- und Mikrokonidien betont, eine Bezeichnung, welche die späteren Bearbeiter wie Smith, v. Oven, Schikorra u. s. w. beibehalten haben. Aber auch feineres Detail künstlicher Mycelkulturen ist in jenen Arbeiten enthalten und durch Abbildungen erläutert. Insbesondere ist dort auch schon die Bildung kleiner Konidien am Mycel künstlicher Kulturen, ja direkt an keimenden Asco-Sporen (ähnlich wie bei Sporen von Sklerotiniën) abgebildet, ferner die Bildung blasiger Zellen, die später von anderen Autoren als „Gemmen“ betrachtet wurden.

Nur Osterwalder wies auf die Ähnlichkeit der Fusarien mit jenen bei *Nectria ditissima* hin und nur E. Smith wies den Zusammenhang eines vorher als isoliert bekannten *Fusariums* zu einem *Nectria* nahestehenden Pyrenomyceten, *Neocosmospora*, nach.

In künstlichen Kulturen bildeten bisher die von Fusarien abstammenden Mycelien wohl Gemmen und Sklerotien, aber keine Perithezien. Es gibt noch eine ganze Anzahl von Ascomyceten, insbesondere Pyrenomyceten, deren Konidien *Fusarium*-Form haben.

Neuerdings behauptet Jaczewski¹⁾ den Zusammenhang von *Phialea temulenta* Prillieux et Delacroix mit *Fusarium roseum* und hält ihn, wie diese, für Veranlasser der krankhaften Erscheinung des sogenannten Taumelroggens.

Eine solche Zusammengehörigkeit ist auch früher schon angenommen worden, aber nicht zwischen *Fusarium* und einem Diskomyceten, sondern mit dem auf Taumelroggen vorkommenden *Endoconidium temulentum* (= *Dendrodochium* Bon.) und demselben Diskomyceten, *Stromatinia temulenta* Prill. et Delacr. (= *Phialea temulenta*). Hievon hat auch Kirchner in seinem Handbuch der Krankheiten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen Notiz genommen und besonders Frank in dem vorne S. 6 zitierten Abschnitte seines Handbuches.

¹⁾ Mündl. Mitt. in der Sitzung für Phytopathologie auf dem internat. landwirtsch. Kongreß in Wien. Pfingsten 1907.

Pammel, Professor der Botanik in Jowa (Nordamerika), führt in seinem Buche „The grasses of Jowa 1901“ als *Fusarium* auf Weizen das *Fusarium roseum* Lk. an, indem er hiezu das *Fusarium culmorum* W. G. Smith, zieht. Ferner zitiert er nach der Literatur das *Fusarium heterosporum* Nees. und neigt dazu, die verschiedenen Getreide-Fusarien zu *F. roseum* zu zählen. Als *Perithecium*-Form zu denselben erwähnt er nach Selby (Bull. Ohio Agr. Exp. St. 97 : 40) die *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc.

Die Ascosporen dieser Arten sind den sichelförmigen Konidien fast gleich gebaut. Die Perithezien haben aber bläuliche Farbe. (Vergl. hiezu die S. 46 zitierte Bemerkung Woronins über blaue Fusarien an Taumelroggen.) — Ich habe die Früchte von *Molinia* und *Lolium* im Freien überwintert und das folgende Frühjahr bis zum Sommer und Herbst beobachtet; es wurden auf den stromatigen Lagern fortwährend Konidien gebildet, die teils gallertige Klümpchen bildeten, teils ein lockeres Mycel zwischen den Haufen toter Grashalme entwickelten. Die Hoffnung, es möchte zur Bildung von Perithezien kommen, hat sich nicht erfüllt. Die Aufbewahrung geschah auf Erde und in Holzkästchen im Freien, wobei sich die *Fusarium*-Polster ein Jahr lang erhielten.

In künstlichen Kulturen bildeten sich kleine Höcker, die aber nicht zu Perithezien, sondern zu kleinen, stromaartigen Körpern (Sklerotien) wurden.

Farbenwechsel bei den Fusarien.

Da die Konidienpolster der *Fusarium*-Formen karmin, ziegelrot oder mehr orangefarbig, ja auch etwas lila erscheinen, lag es nahe, zu fragen, ob die Farbe dieser Pilze zur spezifischen Unterscheidung benützbar sei. Auf dem natürlichen Substrat dürfte besonders bei den Parasiten die Farbe konstant und daher auch zur Charakteristik der Art verwendbar sein, sofern dieselbe Art nicht auf verschiedenem Substrate wächst, wie dies bei vielen Saprophyten der Fall ist.

Bei künstlichen Kulturen ändert sich die Farbe des Mycels mit dem Wechsel des Substrates.

Hierüber hat wohl zuerst Klein l. c. eingehende Untersuchungen bei den Malz-Fusarien angestellt.

[Emmerich gab 1900 in seinen Kursen bei der „Konservierung von Kulturen“ an, daß auch rote Bakterien die Farbe behalten, wenn die Kulturflüssigkeit sauer ist, daß man aber Ammoniak zusetzen muß, wenn grüne Fluoreszenz erhalten bleiben soll.]

Thomas Milburn (Über Änderungen der Farben bei Pilzen

und Bakterien, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. XIII. 1904) gibt ein größeres Literatur-Verzeichnis für Arbeiten des gleichen Gegenstandes. Er fand, daß von Pilzen und Bakterien in Kulturen, die reich an Kohlehydraten sind, Säure, in solchen, die überwiegende Mengen Pepton enthalten, alkalische Substanzen gebildet werden. Je nach der Reaktion des Nährmediums kann sich aber Mycel- und Sporenfarbe gewisser roter, gelber, brauner Pilze und Bakterien ändern. Bessey (Flora 1904, Über die Bedingungen der Farbbildung bei *Fusarium*) beschäftigte sich auch mit *Fusarium culmorum* (W. Sm.) Sacc., das er von den mit dem sog. „wheat-scab“ befallenen Weizenähren isolierte, die er aus Nebraska erhalten hatte. Er sagt: Diese Krankheit wird oft auf *Fusarium roseum* zurückgeführt, wird aber wahrscheinlich durch *F. culmorum* verursacht. Er gibt ferner S. 308 an:

Der von *F. culmorum* erzeugte Farbstoff fällt je nach der Reaktion des Nährbodens gelb oder violett aus. Das Pigment liegt in Tropfenform in den Zellen. Der Farbstoff von *Fusarium culmorum* hat eine saure, gelbe und eine violette, alkalische Modifikation. Die saure Form scheint eine schwache organische Säure zu sein, und ist wenig löslich in Alkohol oder Wasser; die alkalische löst sich in alkoholischen und wässerigen Solutionen von Alkalien. Der Farbstoff wird auf verschiedenen Nährböden gebildet. Auf alkalischen Medien entsteht die rotviolette Modifikation, auf sauren die gelbe. Schwache Alkaleszenz und schwache Azidität des Nährmediums hemmen die Farbbildung nicht. Gegenwart freien Sauerstoffs ist für die Erzeugung des Farbstoffes unerlässlich.

(Bei anderen Fusarien z. B. den *Neocosmospora*-Arten bleibt die Farbe auf Nährböden, die im Laufe der Zeit sauer werden, rot und kann sogar intensiv rot oder dunkel scharlach werden, andererseits wird in Medien, die zuerst leicht sauer sind, später aber alkalisch werden, die Farbe violett, blau oder sogar blauschwarz. Behandelt man solche Kulturen mit starken mineralischen oder organischen Säuren, so schlägt die Farbe zu intensivem Scharlach um, das, wie das Scharlach der Säurekulturen, wieder violettblau bis violettschwarz wird, wenn man es mit Alkalien behandelt. Farbloses Mycel aus saurer Kultur wird in sehr schwach alkalischem Nährmedium farbig; Mycel, das von Anfang an in alkalischem Nährmedium sich entwickelt hat, bleibt dauernd farblos. Alkaleszenz hemmt die Farbbildung.) — Ob das von Woronin erwähnte *F. violaceum* oder *coeruleum* einem bläulich gefärbten Pyrenomyceten, also einer besonderen Art angehört, ob es durch die Art des Nährbodens eine Farbenveränderung erfuhr wie in den eben beschriebenen Fällen oder ob seine Membran einen Farbstoff aufnahm wie es nach meinen Beobachtungen Uredineen-

sporen in Mischung mit *Tuberculina* auf Nährgelatine tun können, läßt sich zurzeit nicht sagen.

Anhang.

Ich veranlaßte Herrn stud. Pladek, der im Sommer 1907 in meinem Laboratorium arbeitete, einige Versuche mit unseren Kulturen anzustellen. Da die Versuche nur übungshalber angestellt wurden und nicht zu völligem Abschluß gebracht werden konnten, sind sie zur Nachprüfung zu empfehlen. Sie stimmen mit der Annahme anderer Forscher nicht völlig überein.

Die Farbe des Myzels von *Fusarium Lolii* unter verschiedenen Lebensbedingungen.

Es wurden Kulturen von *Fusarium Lolii* auf folgenden Nährböden und Lösungen angesetzt:

1. Nährgelatine, 2. Agar, 3. Kartoffeln, 4. Brot, 5. Knops Nährlösung und Traubenzucker, 6. 2 1/2 % Fleischextrakt und 1 % Pepton, 7. 2 1/2 % Laevulose und 2 % NH_4NO_3 und 1 % KPO_4 und 0,5 % MgSO_4 , 8. gekochte Eier, 9. Eiweiß und Wasser, 10. reines Eiweiß, 11. Gelbei, 12. destilliertes Wasser.

I. Kulturen auf Nährgelatine.

1. Myzel von *Fusarium Lolii* wurde am 18. Febr. auf eine Nährgelatine bestehend aus 1 % Malzextrakt, 0,5 % Fleischextrakt, 0,5 % Zitronensäure und 10 % Gelatine, in Petrischalen geimpft. Die Schalen wurden in eine Büchse eingeschlossen und in die Nähe des Ofens gestellt (Temp. ca. 20° C). Nach 3 Tagen hatte sich das Myzel schon gut entfaltet und wies eine matte Rosafärbung auf. Die Kulturen wurden hierauf der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt (bei einer Zimmertemperatur von ca. 18° C). Die Rosafärbung des Myzels wurde zuerst intensiver, ging aber im März nach und nach zurück, sodaß sie am 18. März ganz verblichen war. Das Myzel nahm einen matt gelblichen Farbenton an. Gleichzeitig wurde der Nährboden verflüssigt, wahrscheinlich vom Pilze selbst, da die Kulturen von Bakterien verschont blieben. Die Konidien bildeten ziemlich große, intensiv rote Polster, deren Färbung sich noch erhielt, nachdem das Myzel längst weiß geworden war.

2. Auf eine Nährgelatine von derselben Zusammensetzung wie bei 1. wurden am 28. Febr. Konidien geimpft (in einen Erlenmeyerkolben); sie entwickelten bei durchschnittlich 18° C ein deutlich rosafarbenes Myzel mit intensiv hellroten Konidienpolstern. Als dann wurde die Kultur unter Lichtabschluß gebracht. Am 18. März zeigte es sich, daß das Myzel orangefarbig, schwefelgelb und grüngelb (mit allerhand Abtönungen) geworden war, während die Konidienpolster rot geblieben waren. Der seit der Verdunkelung der Kultur erschienene frische Zuwachs des Myzels sah weiß aus.

3. Am 7. März wurden Konidien in Petrischalen geimpft (Zusammensetzung der Gelatine wie unter 1). Am 18. März wurden Konidienpolster und eine deut-

liche Rosafärbung des Myzels beobachtet. Die Farbe des Myzels verblich nach und nach. Gegen Ende März trat in der einen Petrischale ein feines, weißes Myzel mit kleinen Konidien und Sklerotien auf.

4. Um den Einfluß des Lichtes auf die Fortbildung von *Fusarium Lolii* exakter als vorher zu ermitteln, wurden in folgender Weise Parallelkulturen angesetzt. Auf dieselbe Nährgelatine wie oben wurden am 18. März Konidien geimpft (in Petrischalen); der eine Teil der Kulturen wurde in eine Büchse eingeschlossen, der andere dem Sonnenlichte ausgesetzt unter gleichen Temperaturverhältnissen (ca. 18° C). Am 28. März war der Unterschied in der Färbung des Myzels deutlich ausgeprägt: die unter Lichtabschluß stehenden Kulturen waren weiß, die anderen rosafarben (später verbleichend).

5. Ähnliche Parallelkulturen wurden am 21. März angesetzt: Es wurden Myzelstücke (von einer Brotkultur) in Erlenmeyerkolben mit Nährgelatine (ca. 12% Gelatine, im übrigen dieselbe Zusammensetzung wie oben) geimpft. Von den 4 Kulturen wurden 2 verdunkelt, 2 standen im Lichte bei gleicher Temperatur (Zimmertemperatur von ca. 18° C). Am 28. März zeigte sich schon ein merklicher Unterschied in der Färbung des frischen Zuwachses.

6. Ein Stück Myzel wurde am 22. März auf 2 1/2 % Fleischextrakt, 2 1/2 % Malzextrakt und 10% Gelatine geimpft. Am 28. März war das Myzel intensiv rosafarben.

Eine Verflüssigung des Nährbodens wurde in den Kulturen 1, 3 und 4 beobachtet. Bakterien wurden nicht gefunden.

II. Kulturen auf Agar.

1. Am 28. Febr. wurden Konidien auf Agar und Pepton in einen Erlenmeyerkolben geimpft. Schon Anfang März wurde eine deutliche Rosafärbung des von den Konidien entwickelten Myzels beobachtet. Noch gegen Ende des März war die Färbung des Myzels erhalten geblieben. Konidien sehr spärlich, nicht in Polstern.

2. Konidien von *Fusarium Lolii* wurden am 18. März auf 1,5% Agar und 4% Pepton in Petrischalen geimpft. Von diesen Kulturen wurden die einen verdunkelt, die anderen standen frei (bei gleichen Temperaturverhältnissen). Bei allen ergab sich nach einigen Tagen, daß sie durch Bakterien verunreinigt waren. Irgendwelche bemerkenswerte Färbungserscheinungen wurden nicht beobachtet. Konidien sehr zahlreich, aber nicht in Polstern, von abweichender Form; meist kurz und gedrungen, entweder schwach sichelförmig, gebogen oder gerade, zuweilen zweizellig.

3. Um die Farbe des Myzels an seinem ausgeprägt alkalischen Nährboden festzustellen, wurden am 22. März Myzelstücke von einer Kartoffelkultur auf ein aus 1,5% Agar und 4% Pepton bestehendes und mittels Soda alkalisch gemachtes Substrat übertragen (3 Kulturen in Petrischalen, 1 in einem Erlenmeyerkolben, die letztere sowie eine Kultur in einer Petrischale wurde ins Dunkle gestellt). Am 28. März war die Myzelfarbe der im Lichte stehenden Kulturen matt rosa, die Farbe der unter Lichtabschluß gebrachten Kulturen weiß. Letztere waren durch Bakterien verunreinigt; das Myzel hatte sich nur mäßig entfaltet, dafür aber gelbliche Konidienpolster produziert. Das Myzel der im Lichte stehenden Kulturen hatte sich dagegen gut entwickelt und wies eine sehr spärliche Konidienproduktion auf. Die Form der Konidien variierte sehr stark; immerhin waren die typischen, sichelförmigen, vierzelligen Konidien nicht selten.

III. Kulturen auf Kartoffeln.

a) Auf ungekochten Kartoffeln. Myzelstücke von *Fusarium Loli* wurden am 23. Febr. von Gelatinekulturen abgeimpft und auf ungekochte Kartoffeln übertragen. Das Myzel wuchs sehr langsam, war weiß und entwickelte typische Konidien, die aber keine Polster bildeten. Dagegen traten rote Polster von kleinen, einzelligen Konidien auf, die $5,4 \mu$ lang und $2,7 \mu$ breit waren. (Sie wurden von Konidienträgern abgeschnürt, die denen von *Penicillium* oder *Isaria* in mancher Beziehung ähnlich waren. Da es sich möglicherweise um Mikrokonidien handeln konnte, wurden Überimpfungen der Sporen auf Gelatinekulturen vorgenommen. Diese Kulturversuche führten zu keinem sicheren Ergebnis, da die Konidien entweder nicht keimten oder aber, wenn sich wirklich ein typisches Myzel von *Fusarium* entwickelte, doch die Möglichkeit bestand, daß die Kulturen beim Überimpfen mit echten Sichelkonidien von *Fusarium* verunreinigt worden waren. Da diese Konidien nur in den Kulturen auf ungekochten Kartoffeln auftraten und späterhin in einer einzigen Gelatinekultur (s. oben), so ist es wahrscheinlich, daß es sich um eine Verunreinigung handelt; (immerhin steht der Auffassung dieser Sporen als Mikrokonidien von *Fusarium Loli* bis jetzt noch nichts entgegen.) An demselben Myzel traten auch Sklerotien auf.

b) Auf gekochten Kartoffeln. Am 26. Febr. wurden Myzelstücke auf gekochte Kartoffeln geimpft. Der Pilz wuchs sehr gut und wies ein schön rosafarbenes Myzel auf. Die Farbe war gegen Ende März noch erhalten geblieben. Konidien habe ich in diesen Kulturen nicht gefunden.

IV. Kulturen auf Brot.

1. Am 22. Febr. geimpft (Myzel). Nach wenigen Tagen wurden die Kulturen blaß-rosa. Eine Kultur wurde am 16. März dunkel gestellt. Gegen Ende März wurde stellenweise eine hellgrüne Färbung des Myzels beobachtet, die wahrscheinlich von dem in den Hyphen reichlich enthaltenen Öl herrührte. Die rote Farbe des Myzels erhielt sich im übrigen sowohl bei der im Dunklen wie bei der im Lichte stehenden Kultur. Konidien habe ich nicht gefunden.

2. 4 Kulturen in Erlenmeyerkolben wurden am 20. März angesetzt (von Myzel), davon 2 verdunkelt, 2 ins Licht gestellt (alle 4 in der Nähe des Ofens bei durchschnittlich ca. 20°C). Am 30. März waren noch keine merklichen Färbungserscheinungen wahrzunehmen.

V. Kulturen auf Knops Nährlösung und 5% Traubenzucker.

1. Am 26. Febr. wurde Myzel von *Fusarium Loli* in Erlenmeyerkolben mit Knop's Nährlösung und 5% Traubenzucker übertragen. Auch hier trat anfänglich eine matte Rosafärbung des Myzels auf; am 23. März wurden daneben auch orangefarbene, gelbe und selbst grüne Myzelteile beobachtet.

2. Am 28. Febr. wurde eine Kultur wie unter 1 angesetzt und nachdem das Myzel sich rosa gefärbt hatte, verdunkelt (am 16. März). Am 28. März waren keinerlei bemerkenswerte Unterschiede von den Kulturen 1 zu beobachten.

Konidien schienen gänzlich zu fehlen.

VI. Kulturen auf 2½% Fleischextrakt und 1% Pepton.

4 Kulturen in Erlenmeyerkolben wurden am 23. Febr. mit Myzel geimpft. Das Myzel entfaltete sich gut und wurde kaum merklich rosafarben. In einer Kultur traten warzenförmige Erhebungen auf (Anfänge von Sklerotien?). Konidien wurden nicht beobachtet.

VII. Kulturen auf 2 1/2 % Laevulose und 2 % NH_4NO_3
und 1 % KPO_4 und 0,5 % MgSO_4 .

1. Geimpft am 23. Febr. mit Myzel in Erlenmeyerkolben. Färbung des Myzels matt rosa, nach und nach verbleichend. Die Konidien bildeten kleine rote Polster. — Diese Kulturen standen nahe am Ofen; das Myzel war auf sterilisierte, in die Lösung eintauchende Asbeststücke übertragen worden.

2. Geimpft am 28. Febr. mit Myzel in einen Erlenmeyerkolben (ohne Asbest). Die Kultur stand am Fenster bei einer Zimmertemperatur von durchschnittlich 18 ° C. Das Myzel wuchs anfänglich submers, später auch auf der Oberfläche der Nährlösung, an dieser große und dicke, intensiv rote Polster bildend (beobachtet am 28. März). Konidien habe ich in dieser Kultur nicht gefunden.

VIII. Kulturen auf gekochten Eiern.

Am 23. Febr. wurden 2 Kulturen auf gekochten Eiern angesetzt und die, eine von ihnen ins Dunkle gestellt (bei gleichen Temperaturverhältnissen). Das Myzel entwickelte sich sowohl auf dem Gelbei wie auf dem Weißei sehr üppig. Die im Lichte stehende Kultur war nach wenigen Tagen deutlich rosafarben während die andere ein weißes bis schwefelgelbes Myzel aufwies. Beide Kulturen wurden durch Bakterien verunreinigt. Konidien wurden anscheinend nicht gebildet.

IX. Kulturen auf Eiweiß und Wasser.

Geimpft am 23. Febr. Keine auffallenden Färbungserscheinungen. Konidien wurden nicht beobachtet.

X. Kulturen auf reinem Eiweiß.

Geimpft am 23. Febr. Myzel weiß. Konidien vorhanden, aber spärlich.

XI. Kulturen auf Gelbei.

Myzel am 23. Febr. geimpft; es wurde zuerst rosafarben, später verbleichend und teilweise gelb werdend. Konidien habe ich nicht gefunden.

XII. Kulturen auf destilliertem Wasser.

Geimpft am 23. Febr. Das Myzel entwickelte sich zum Teil submers und bildete hellrote Konidienpolster, im übrigen sah es weiß aus, vielleicht infolge seiner geringen Entfaltung und Ausdehnung.

Zusammenfassung.

Die oben beschriebenen Kulturversuche gestatten nur wenige allgemeine Schlüsse; indes kann man aus ihnen wohl soviel entnehmen: 1. daß die chemische Zusammensetzung des Substrates höchstens einen sehr geringen Einfluß auf die Farbe des Myzels ausübt, da sich in dieser Beziehung weder zwischen den Kulturen auf Kohlehydraten und Eiweißstoffen noch zwischen denen auf sauren und alkalischen Nährböden ein ausgeprägter Unterschied geltend macht; 2. daß die Temperatur überhaupt nicht oder doch nur in unbedeutlichem Maße auf die Farbe des Myzels einwirkt; 3. daß das Licht zweifellos einen wichtigen Faktor bei der Farbbildung des Myzels von *Fusarium Lolii* darstellt.

Figuren-Erklärung von Tafel I.

Fig. 1—4 einschließlich. *Fusarium* an *Lolium perenne*.

Fig. 1: *Lolium* mit roten *Fusarium*-Polstern in den Ährchen.

Fig. 2 und 3: Einzelne Ährchen desselben vergrößert.

Fig. 4: Einzelne Früchte mit Spelzen. An der Basis der Früchte treten *Fusarium*-Polster hervor. Die eine Frucht ist von der schmalen, die andere von der breiten Seite gesehen.

Fig. 5—17 einschließlich. *Fusarium* an *Molinia coerulea*.

Fig. 5 und 6: Ganze *Molinia*-Rispe.

Fig. 7: *Fusarium* an Stelle der Frucht.

Fig. 8 und 9: *Fusarium* an Sklerotien von *Molinia*, bei 8 nur an der Basis eines Sklerotiums von *Claviceps*.

Fig. 10: Keimende Spore.

Fig. 11, 12, 13, 14: Fusion gekeimter Sporen.

Fig. 15, 16: Konidienbildung.

Fig. 17: Bildung von Riesenzellen bei Wasserkultur.

Fig. 18, 19, 20 *Fusarium* an Roggen.

Fig. 18: Ganzes Ährchen mit *Fusarium* auf den Früchten und Spelzen.

Fig. 19: " an der Basis des Mutterkorns.

Fig. 20: " an der Bruchfläche eines Roggenkornes (was im Oktober in der Ähre am Boden lag).

Fig. 21—24 einschließlich. *Fusarium*-Konidien in frischem Zustande und bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 21: *Fusarium* auf Roggenähren.

Fig. 22: " an *Molinia*.

Fig. 23: " an *Lolium*.

Fig. 24: " an Roggen-Mutterkorn.



v. Tubeuf, del.

Lit. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache, nebst einem Anhang über die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser.

Von Dr. H. Paul, Assistent der kgl. Moorkulturanstalt.

Mit 2 Tafeln und 1 Abbildung im Text.

Einleitung.

Über die Kalkfeindlichkeit der Sphagna habe ich an anderer Stelle schon zweimal berichtet, das erstemal (17), als meine Erfahrungen auf diesem Gebiete noch gering waren, um einige Resultate zugunsten der einen Richtung in der Streitfrage zu veröffentlichen, das anderemal (18), weil ich gemeint hatte, am Abschluss meiner Versuche zu stehen und die Frage entschieden zu haben. Ich publizierte meine Resultate in einer vorläufigen Mitteilung in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft und hatte die Absicht, nach einigen Kontrollversuchen eine ausführliche Arbeit darüber an anderer Stelle zu veröffentlichen. Doch sollte sich diese vorläufige Mitteilung als verfrüht erweisen. Denn, wenn auch die darin publizierten Resultate im großen ganzen heute noch Gültigkeit haben, so sind doch deren Ursache und Auslegung heute ganz anders geworden. Die Säurebestimmungen in den Torfmoosen, die mein Kollege, Herr Assessor Dr. E. Gully ausgeführt hat, haben überraschende Resultate ergeben und neues Licht in die Biologie dieser interessanten Gewächse gebracht. Die unter diesen Gesichtspunkten neuerdings angestellten Versuche haben endlich völlige Klarheit in der Frage gebracht, wie später dargelegt werden soll.

Herrn Assessor Dr. E. Gully bin ich für seine mannigfache Unterstützung in chemischen Fragen sehr zu Dank verpflichtet.

Historisches.

Die Abhängigkeit der Pflanze vom Substrat oder, besser gesagt, vom Standort ist von jeher der Gegenstand größten Interesses nicht nur seitens der Botaniker, sondern auch seitens der Vertreter anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen gewesen, spielen doch bei dieser Frage praktische Gesichtspunkte mit. Bald hat man die chemische Seite mehr in den Vordergrund gestellt, bald die physikalische. Ein besonderes Augenmerk richtete man auf die Beziehungen der Pflanzen zum Kalk, man unterschied kalkfeindliche Pflanzen von solchen, die den Kalk im Boden vertragen und solchen, die ihn offenbar bevor-

zugen. In einer großen Anzahl Arbeiten sind die Gründe für und wider die Theorie von der Kalkfeindlichkeit der Pflanzen auseinander-gesetzt worden; ausführlichere Zusammenfassungen findet man bei Contejean (1) und neuerdings bei Schimper (2), Solms-Laubach (3) und Jost (4). Auch unsere Frage streift dieses Kalkproblem; seit alter Zeit galten die Torfmoose als kalkfeindliche Gewächse, da man fand, daß die meisten Sphagnumarten an Orten gedeihen, an denen der Kalk nur einer untergeordneten Rolle im Leben der Pflanzen dienen kann.

Wer zuerst die Behauptung von der Kalkfeindlichkeit der Torfmoose aufgestellt hat, habe ich nicht ausfindig machen können. Sprengel (5) sagt 1847, daß die Torfmoose keine Mineralsubstanzen in konzentriertem Zustande vertragen. Sendtner (6) will 1854 das nur auf die basischen Stoffe bezogen wissen. Seine „Versuche im Münchner botanischen Garten angestellt, Sphagnen zu erziehen, wobei ganz die geeignete Unterlage, Thon, angewendet wurde, mißlingen vollständig unter Anwendung von kalkreichem Wasser“, während er damals in einem Glase mit destilliertem Wasser einen Büschel schon 2 Jahre lang lebendig erhalten konnte.

Auch Milde (7) schloß 1861 aus dem Vorkommen der Sphagnen, daß sie keinen Kalk vertragen, und nennt sie kalkscheu.

Pfeffer (8) weist 1871 darauf hin, daß in dieser Frage nur experimentelle Untersuchungen, nicht aber Aschenanalysen entscheiden können, da erfahrungsgemäß die Sphagna bei Berührung mit kalkhaltigem Wasser zu Grunde gingen, während ihre Asche oft viel Kalk enthalte.

In neuerer Zeit hat sich Öhlmann (9) mit diesem Gegenstand beschäftigt. Auf Anraten und unter Leitung von Klebs untersuchte dieser Autor die vegetative Fortpflanzung der Sphagna und kam zu sehr interessanten Resultaten. Er prüfte auch den Einfluß einiger Kalksalze auf die Protonemabbildung an Stecklingen von Torfmoosen. Seine Resultate waren folgende: In 0,05 % Lösung von kohlen-säurem Kalk starben Teile von *Sphagnum* je nach der Spezies nach 22—32 Tagen ab, ohne Protonema oder Adventivknospen gebildet zu haben, in 0,1 % Ca CO_3 nach 17—28 Tagen und in 0,15 % Ca CO_3 in 14 bis 24 Tagen. Der schwefelsaure Kalk (Ca SO_4) erwies sich für das Wachstum von Sphagnum weniger nachteilig. In 0,05 % Gipswasser proliferierten die Äste noch, auch Adventivknospen bildeten sich noch. In 0,1 % Gipswasser fand nicht mehr häufig Prolifikation der Äste und Bildung von Adventivknospen statt, die Pflanzen starben je nach der Spezies innerhalb 23—45 Tagen. Noch weniger schädlich wirkte der salpetersaure Kalk. In Kulturen mit 0,05 % $\text{Ca (NO}_3)_2$

zeigten sich Adventivknospen und häufig verkümmertes Protonema. Solches war auch nicht selten noch in 0,1 % Lösung zu beobachten. Bei höherer Konzentration, z. B. 0,75 %, bildete sich kein Protonema mehr, auch Adventivknospen nur noch selten; die Stecklinge starben je nach der Art nach 20—60 Tagen ab.

Öhlmann schloß deshalb: „Aus den Versuchen mit Ca CO_3 , Ca SO_4 und $\text{Ca (NO}_3)_2$ geht hervor, daß nicht das Element Calcium in jeder seiner Verbindungen für *Sphagnum* in so hohem Grade schädlich ist, sondern nur in seiner schwefelsauren und salpetersauren, hauptsächlich aber in seinen kohlensauren Verbindungen.“

Auch alle kalkhaltigen Nährlösungen, darunter die Knop'sche, erwiesen sich als mehr oder weniger schädlich. Günstige Wirkung erzielte er aber mit einer 0,2 % Lösung von 1 Teil schwefelsaurer Magnesia, 2 Teilen saurem phosphorsaurem Natrium und 2 Teilen salpetersaurem Kalium: in dieser bildete sich schon nach 3 Tagen Protonema. Höhere und niedrigere Konzentrationen waren weniger günstig oder direkt schädlich.

Auch in Basler Leitungswasser, das ca. 0,025 % Ca CO_3 enthält, starben die *Sphagnum*stecklinge ohne Bildung von irgendwelchen vegetativen Vermehrungsorganen in 30—55 Tagen ab.

Endlich fand Öhlmann, daß sich die drei von ihm geprüften *Sphagnum*arten verschieden verhielten, am empfindlichsten gegen Kalksalze war *Sphagnum cuspidatum* var. *falcatum*, weniger *S. recurvum* var. *mucronatum* und am wenigsten *Sph. rufescens*.

C. A. Weber (10) kam zu anderen Resultaten; er schrieb 1900 folgendes: „Daß der Kalkgehalt derartiger Gewässer den Torfmoosen unmittelbar verderblich sei, ist eine Behauptung, die bei den allermeisten durch den Kulturversuch widerlegt wird. Ich habe *S. cymbifolium*, *fuscum*, *acutifolium*, *recurvum*, *fimbriatum* und *platyphyllum* mehrere Jahre in meinen Kulturzylindern am Fenster freudig gedeihen sehen, obwohl ich die Pflanzen teils mit Kalkpulver geradezu imprägniert hatte, teils mit dem sehr kalkreichen Weserwasser regelmäßig befeuchtete. *S. recurvum* hat unter dieser Behandlung sogar fruktifiziert, obwohl die sonstigen Kulturbedingungen (namentlich die Beleuchtung) nicht allzu günstig waren. Nur *S. medium* ist mir bei der unmittelbaren Berührung mit Kalkpulver zugrunde gegangen, vertrug aber das Weserwasser.“ [Zitiert von Gräbner (12, 13), Duggeli (14), Früh und Schröter (15) und Solms-Laubach (3)].

Nach C. A. Webers mündlicher Mitteilung an Solms-Laubach gelingen diese Versuche nur mit Reinkulturen, bei Vorhandensein anderer Pflanzen werden die *Sphagna* sofort überwältigt.

Auch Gräbner (11, 12, 13) behauptete, ähnliche Erfahrungen gemacht zu haben und schloß daraus, daß nicht der minimale Kalkgehalt des den Sphagnen an ihren Standorten zu Gebote stehenden Wassers der ausschlaggebende Faktor für das Gedeihen der Torfmoose wäre, sondern der niedere Nährsalzgehalt im allgemeinen. Er berief sich dabei auf die Angaben Ramann's (16), daß die *Sphagna* erst bei einem Salzgehalt, der 3—4 Teile auf 100 000 Teile Wasser nicht übersteigt, dauernd zu vegetieren vermögen.

Endlich beschäftigte sich Dügge (14) mit dieser Frage. Ich zitiere das Wesentliche aus den Mitteilungen über seine Versuche; er schreibt: „Veranlaßt durch diese den Tatsachen in der Natur widersprechenden Resultate der Kulturversuche (Webers) beschlossen wir, ähnliche Versuche im Hochmoor Schachen an Ort und Stelle unter den natürlichen Standortbedingungen der Pflanzen zu machen. Zu dem Zweck wurden im Hochmoor kleine Quadrate von 30 cm Seitenlänge durch Marken abgesteckt und in den angegebenen Zwischenräumen die verschiedenen Lösungen mittelst feiner Brause daraufgegossen.

Der erste Versuch zeigte die direkt tötliche Wirkung des Sihlwassers auf die Torfmoose. Die Parzelle, welche täglich mit einem Liter Sihlwasser begossen wurde und sich in einer Schlenke befand, zeigte folgende Zusammensetzung: Die Hauptkonstituenten waren *Sphagnum rubellum* und *S. papillosum*, die einen zusammenhängenden Teppich bildeten. . . . Am 11. Versuchstage zeigte sich eine leichte Dunkelfärbung der Torfmoose und am 18. Tage waren sie zweifellos ganz abgestorben und erholten sich in der Folge nicht mehr. . . . Eine der agrikultur-chemischen Anstalt in Zürich zur Untersuchung gesandte Probe des Sihlwassers enthielt pro Liter 0,0836 g Kalk bei einem Glührückstand von 0,1798 g.“

„Der zweite Versuch beweist, daß nicht der Kalkgehalt allein, sondern der Mineralgehalt des Wassers überhaupt den Torfmoosen schädlich ist und sie zu töten vermag. Die begossenen Parzellen zeigten gleiche Zusammensetzung wie die beim ersten Versuch benutzten. Die verwendeten Lösungen waren 0,2 % und folgendermaßen zusammengesetzt: Nr. 1 enthielt in 1 Liter Regenwasser 2 g kohlensauen Kalk, Nr. 2 aber 0,5 g Kalisalpeter, 0,5 g Natriumphosphat, 0,5 g Magnesiumkarbonat und 0,5 g kohlensauen Kalk. Täglich wurden die Parzellen mit je einem Liter der entsprechenden Lösung versehen. Schon nach 5 Tagen färbten sich auf beiden Versuchsflächen die *Sphagna* dunkel und verdarben, ohne später wieder aufzuleben. Ebenso gingen die Torfmoose zugrunde, auch wenn in den Lösungen andere Mineralstoffe, aber gar kein Kalk enthalten war.“

„Weitere Versuche zeigten, daß das Absterben der Torfmoose um so rascher erfolgt, je stärker die verwendeten Nährlösungen sind, gleichgültig, ob Kalk oder übrige Mineralstoffe je allein oder gemischt zur Verwendung kommen. Bei einer 2% Minerallösung verfärbten sich die *Sphagnum*-Arten nach zweimaligem Begießen mit Unterbruch von zwei Tagen.“

„Ferner zeigten gemachte Untersuchungen, daß die auf den Bülden, in den Schlenken und Kolken vorkommenden Torfmoose sehr verschieden schnell und verschieden stark auf zugegossene Minerallösungen reagieren. Am empfindlichsten zeigten sich die *Sphagna* auf den Bülden (*Sphagnum medium* var. *purpurascens* und *fuscum*). Nach täglicher Anwendung einer 0,2% Minerallösung färbten sich die Büldentorfmoose schon nach 3 Tagen dunkel, während es in den Schlenken (*Sphagnum rubellum* und *papillosum*) zum gleichen Resultat 5 Tage brauchte. In den Kolken (*Sphagnum cuspidatum*) hatte keiner der gemachten Versuche Erfolg, da durch das stehende Wasser die Lösung offenbar zu stark verdünnt wurde.“

„Am empfindlichsten zeigten sich Bülden wie Schlenkensphagna gegenüber einer Bestäubung mit pulverisiertem kohlensaurem Kalk. Eine zwei- bis dreimalige geringe Bestäubung (4 g pro Parzelle) genügt, um den Tod herbeizuführen.“

Auf Grund dieser Versuche und einiger Wasseranalysen aus Mooren glaubte Düttgeli sich Gräbner anschließen und die Torfmoose als mineralstofffeindlich bezeichnen zu müssen.

Das war der Stand der Frage, als ich mich damit zu beschäftigen begann.

A. Versuche ohne Rücksicht auf den Säuregehalt der *Sphagna*.

a. Kohlensaurer Kalk.

Die ersten Versuche, die ich anstellte, bestanden darin, daß ich einen Teil eines *Sphagnum*rasens (*S. rubellum*) in einen engen mit Münchener Leitungswasser zur Hälfte gefüllten Zylinder setzte und zwar so, daß er nur mit den unteren Teilen in das Wasser eintauchte. Das Rasenstück war so groß, daß es das Lumen des Zylinders vollständig ausfüllte und fest in diesem steckte. Als Resultat ergab sich nach einigen Wochen, daß der eine Teil der Pflänzchen des Rasens abgestorben, ein anderer Teil jedoch ausgewachsen war. In dem noch darunter stehenden Wasser war der Kalk verschwunden. Es war also von dem Rasenstück absorbiert worden. Wie das geschehen sein konnte, werden wir später sehen.

Darauf kultivierte ich *Sphagnum subbicolor*, *subsecundum* und *medium* aus dem Leutstettener Moor bei Starnberg ebenfalls in Münchener

Leitungswasser; doch nahm ich diesmal nur einzelne Stämmchen. In dem Leitungswasser wurde von Dr. Gully der Kalkgehalt bestimmt; er betrug 0,0103 %. Zur Kontrolle wurden mit denselben Arten auch Kulturen in destilliertem Wasser angesetzt. Nach einigen Tagen zeigten die Pflanzen in Leitungswasser bereits Erscheinungen, die auf starke Schädigung hindeuteten, und starben bald ab, während die Pflanzen in destilliertem Wasser am Leben blieben. Diese Versuche bestätigten die oben erwähnten Versuche Sendtners.

Man konnte indes vermuten, daß das Leitungswasser auch noch andere den Sphagnen schädliche Stoffe enthielt. Deshalb versuchte ich *S. cuspidatum* var. *falcatum* und *S. medium* in einer gesättigten Lösung von kohlensaurem Kalk in destilliertem Wasser zu kultivieren und stellte wieder dieselben Arten in reinem und kohlensäurehaltigem destilliertem Wasser als Kontrollkulturen auf. Schon nach 2 Tagen war *S. medium* vollständig mißfarbig und abgestorben, während das andere sich als widerstandsfähiger erwies; doch ist es auch später zugrunde gegangen. Die Moose in destilliertem Wasser blieben am Leben.

Nach diesen orientierenden Vorversuchen kam es darauf an, zu erfahren, ob alle *Sphagnum*-Arten gleichmäßig gegen Ca CO_3 -Lösungen empfindlich sind und bei welcher Konzentration die einzelnen Arten abstarben.

Die dazu verwandte Kalklösung wurde durch längeres Einleiten eines Kohlensäurestromes durch destilliertes, mit kohlensaurem Kalk im Überschuß versetztes Wasser hergestellt. Nach Filtrierung bestimmte ich den Gehalt an gelöstem Kalk durch Abdampfen und Wägung oder Herr Dr. Gully auf titrimetrischem Wege.

Die ersten Kulturen mit Kalklösungen von verschiedener Konzentration wurden Mitte November 1904 ausgesetzt; es erwies sich jedoch schon die niedrigste als schädlich für die geprüften Arten, nämlich *S. contortum*, *S. obesum*, *S. rubellum*, *S. papillosum*, *S. cuspidatum submersum* und *S. medium*. An Veränderungen, die durch die Giftwirkung der Kalklösung an den Pflanzen hervorgerufen waren, wurde damals schon konstatiert, daß die braune Farbe von *S. contortum* in Lösungen von hoher Konzentration augenblicklich, in schwächeren erst nach und nach dunkler wird. Der schädigende Einfluß der Kalklösungen macht sich also schon durch die Veränderung des vielen Arten zukommenden Farbstoffes geltend, besonders deutlich aber bei solchen mit rotem, den *S. rubellum* am reinsten und schönsten besitzt.

Bei Anwendung von Kalklösung verändert sich, wie ich schon früher beobachtet hatte, der rote Farbstoff in einen blauen, und zwar wieder desto intensiveren, je stärker die Lösung ist. So lange die

blaue Farbe noch nicht auftritt, sterben die Pflanzen noch nicht ab; deswegen ist diese Erscheinung wenigstens bei *S. rubellum* ein Kriterium, nach welchem schon bald nach dem Ansetzen der Kulturen auf das Lebendigbleiben oder Absterben der Pflanzen geschlossen werden kann. Dieser rote Membranfarbstoff verhält sich genau wie roter Lakmusfarbstoff und ist ein empfindlicher Indikator für Alkalien. Da nun die Lösung von Ca CO_3 alkalisch reagiert, erklärt sich bei ihrer Anwendung die Veränderung des roten Farbstoffes in einen blauen, der im Tode einer schwärzlichen Schmutzfarbe Platz macht.

Es sei mir gestattet, etwas auf die biologische Bedeutung der Sphagnumfarbstoffe einzugehen. Nach Warnstorf (19) wird allgemein angenommen, daß sie als Schutzmittel gegen zu intensive Bestrahlung der Chloroplasten zu deuten sind, eine Ansicht, die zuerst von Russow ausgesprochen wurde. Dafür spricht der Umstand, daß alle Sphagna, denen im offenen, unbeschatteten Hochmoor ein Farbstoff zukommt, im Schatten der Wälder gewöhnlich dessen ermangeln und grün gefärbt sind. Ferner kann auch die zutreffende Beobachtung Warnstorfs, daß die Farben im Sommer, also zur Zeit des intensivsten Lichtes, am lebhaftesten sind und im Winter blasser werden, als Beweis dafür gelten. Daß mit dieser Ansicht im allgemeinen wohl das Richtige getroffen ist, muß zugegeben werden, daß sie aber nicht ganz zur Erklärung genügt, das beweist folgende Beobachtung, die ich im Sommer 1907 machte. Auf einer Blöße in einem Callunetum des Bernauer Hochmoores befand sich ein kleines, flaches Polster von einem schön hellgrün gefärbten *Sphagnum acutifolium*. Mitten eingesprengt waren einzelne intensiv rot gefärbte Pflanzen derselben Art, die aber in ihrem Habitus nicht mit denen des grünen Polsters übereinstimmten, also zu einem andern gehörten. Alle Pflanzen, die grünen wie die roten, genossen die gleiche Lichtintensität; während aber diese bei der einen Form die Bildung eines roten Farbstoffes auslöste, blieben die Pflanzen der anderen ungefärbt.

Es spielen also auch Rasseneigentümlichkeiten bei der Ausbildung der Farbe der Sphagnen eine Rolle, genau wie bei höheren Pflanzen. Katic (20) konnte bei weißen Rassen gewisser Pflanzen keine Anthocyanbildung erzielen, während sich an anderen Individuen derselben Art leicht Rotfärbung hervorrufen ließ.

Nach diesem Autor fördert das Licht die Anthocyanbildung bedeutend durch die erhöhte Assimilation und die dadurch bewirkte stärkere Kohlehydratbildung, die in gewisser Menge für die Ausbildung der Farbe unerlässlich ist. Da auch bei den Sphagnen das Licht einen großen Einfluß auf die Ausbildung der Farben hat, geht man wohl nicht fehl, wenn

man annimmt, daß es sich beim roten und wohl auch beim braunen Farbstoff der Torfmoose in biologischer und chemischer Hinsicht um Stoffe handelt, die dem Anthocyan nahe stehen. Daß eine Steigerung der Bildung oder eine lokale Anhäufung von Assimilaten auch bei den Torfmoosen eine Färbung hervorruft, dafür sprechen die gefärbten Teile der männlichen Äste. Die Färbung reicht hier soweit, wie sich Antheridien unter den Blättern befinden und ist wohl hervorgerufen durch den zur Ausbildung dieser Organe nötigen stärkeren Zustrom von Zucker. Wie schon vorher angegeben wurde, handelt es sich bei den Sphagnen um in den Zellmembranen enthaltene Farbstoffe, die nur sehr schwer auszuziehen sind, während das Anthocyan der höheren Pflanzen im Zellsaft vorhanden ist und leicht extrahiert werden kann; viele Anzeichen sprechen dafür, daß er ein gerbstoffartiger Körper ist (vergl. Katic, der auch die Literatur angibt).

Kehren wir nun wieder zu den Versuchen mit Kalklösungen zurück. Mit *Sphagnum teres* aus dem Grunewald bei Berlin, das ich von Herrn Dr. Mildbraed gütigst zugesandt erhielt, setzte ich Ende November 1904 Kulturen an. Die horizontal in den Lösungen liegenden Pflanzen zeigten nach 10 Tagen in den Konzentrationen unter 300 mg Ca CO₃ im Liter negativ geotropische Aufkrümmung, von 300 bis 500 nicht; alle sahen grün und durchaus gesund aus. Die Wirkung der Kalklösung bestand also in einer Unterdrückung des Wachstumsprozesses, welche aber nach 6 Wochen aufgehoben wurde. Der Kalk fiel zum Teil infolge Entweichen von Kohlensäure aus den Lösungen aus und die Pflanzen wuchsen normal weiter.

Mit diesen am Leben gebliebenen Pflanzen wurden nochmals Kulturen in Lösungen mit steigenden Konzentrationen doppelt angesetzt, deren höchste 900 mg Ca CO₃ im Liter betrug. Die Kalklösung erwies sich jedoch als zu alt, der Kalk fiel schon nach einigen Tagen aus und die Pflanzen erlitten keine Schädigung.

Ich führe diese mißlungenen Versuche an, weil ich an *S. subsecundum* die gleiche Erfahrung machte. Obwohl der Versuch mit diesem Moos erst ein Jahr später ausgeführt wurde, will ich ihn dennoch schon jetzt anführen, weil sich daraus die gleiche bemerkenswerte Eigenschaft der Flachmoorsphagnen, zu denen beide Arten gehören, ergab.

Mitte Dezember 1905 stellte ich mit *S. subsecundum* und *Dusenii* aus dem Kirchseeoner Moor Kulturen in Kalklösungen von 18 mg bis 286 mg im Liter auf. Während ich für die Hochmoorpflanze *S. Dusenii* die Grenze feststellen konnte, bei welcher es abstarb, nämlich bei 178 mg Ca CO₃ im Liter, gelang das bei *S. subsecundum* nicht. Die Pflanzen in der Lösung von 200 mg im Liter waren zwar

abgestorben, die in den stärkeren aber nicht. Der Kalk war hier wieder ausgefallen. Aus diesem und dem früheren Versuche mit *S. teres* schließe ich, daß bei späterem Ausfallen des Kalkes die Flachmoorsphagna eine vielleicht schon früher eingetretene Schädigung später wieder aufheben können; sie können deshalb selbst an Orten gedeihen, an denen eine gelegentliche Befeuchtung mit sehr kalkreichem Wasser stattfindet. Bei Hochmoorsphagnen habe ich das nie beobachtet, auch in Kulturen, in denen später der Kalk ausfällt; gehen sie unfehlbar an einer einmal eingetretenen stärkeren Schädigung zugrunde.

Ferner ergibt sich aus dem eben Mitgeteilten, daß zu derartigen Versuchen stets nur ganz frische Lösungen verwendet werden dürfen, um auf sichere Resultate rechnen zu können.

Mit solchen frischen Lösungen von Ca CO_3 wurden nun Kulturen mit *S. rubellum* und *medium* aus Biberkor, *S. acutifolium viride*, *S. recurvum* aus Bernau, *S. papillosum*, *S. molluscum* und *S. platyphyllum* aus dem Erdinger Moos Ende November und Anfang Dezember 1905 angesetzt in steigenden Konzentrationen von 22 mg bis 312 mg Ca CO_3 im Liter. Von *S. rubellum* mußte Mitte Januar noch einmal eine Versuchsreihe angesetzt werden, da das Glas einer der kritischen Kulturen zersprang und die Lösung zeitweilig stärker gewesen sein konnte, obwohl die Pflanzen gleich in ein anderes Glas übergeführt wurden. Alle Kulturen wurden doppelt angesetzt und gleichzeitig auch solche mit destilliertem Wasser aufgestellt.

Die Resultate dieser Versuche habe ich samt dem obigen bei *S. Dusenii* erhaltenen schon in meiner vorläufigen Mitteilung publiziert; sie sind in folgender Tabelle dargestellt:

Spezies	Abgestorben bei mg im Liter		Standort
	Ca CO_3	Ca O	
<i>S. rubellum</i>	77	43	Hochmoorbulte
<i>S. papillosum</i>	89	50	"
<i>S. molluscum</i>	89	50	"
<i>S. medium</i>	134	75	"
<i>S. Dusenii</i>	178	100	Hochmoorschlenken
<i>S. acutifolium</i>	223	125	Moorwald
<i>S. platyphyllum</i>	223	125	Flachmoor
<i>S. recurvum</i>	312	175	In jeder Moorform

Wie ich schon in meiner vorläufigen Mitteilung angab, sind diese Zahlen nicht als absolute Grenzwerte aufzufassen; sie geben nur den Konzentrationsgrad an, bei denen zuerst das Absterben be-

obachtet wurde, und sind infolgedessen zu hoch. Die wirklichen Grenzzahlen liegen zwischen ihnen und den Zahlen, die den nächstvorhergehenden Kulturen entsprechen, in denen die Pflanzen noch am Leben geblieben waren.

Schon an *S. teres* wurde beobachtet, daß die schädliche Wirkung des gelösten kohlensauren Kalkes sich in einer Retardierung des Wachstums der Pflanzen äußert, die sich nach der Stärke der Konzentration abstuft. Im Anfang der Versuche liegen die Pflanzen horizontal in der Lösung, bis sie sich nach einigen Tagen dicht unter dem Köpfchen negativ geotropisch aufbiegen, soweit sie keine Schädigung erfahren haben. Um ein schnelleres Wachstum zu erzielen, stellte ich die Kulturen nicht an das Fenster, sondern in ein Regal, das sich etwas entfernt von diesem befand, und die Pflänzchen wurden dadurch zu etioliertem Auswachsen genötigt. Auf diese Weise war ich imstande, eine etwa eingetretene Schädigung leichter zu erkennen, was besonders bei den langsamer wachsenden *S. medium* und *papillosum* von Vorteil ist. Außer der stärkeren Streckung der Internodien und der Verkürzung der Äste erfahren die Sphagna bei der Etiolierung keine erheblichere Veränderung, da die Bildung des Chlorophylls bei ihnen im Dunkeln nicht unterbleibt.

Am Schluß der Versuche (nach 30 Tagen) nahm ich dann Messungen der aufgebogenen und ausgewachsenen Teile vor, welche bei *S. molluscum*, *acutifolium*, *platyphyllum* und *recurvum* die in folgender Tabelle mitgeteilten Resultate ergaben.

Gehalt der Lösung im Liter		Länge der Stämmchen und sonstige Veränderungen.			
an Ca CO ₃	an Ca O	<i>S. molluscum</i>	<i>S. acutifolium</i>	<i>S. platyphyllum</i>	<i>S. recurvum</i>
mg	mg	durchschnittl.	durchschnittl.	durchschnittl.	durchschnittl.
0	0	3 cm	4 cm	5 cm	8 cm
22	12,0	" 1 "	" 3,5 "	" 3,5 "	" 8 "
45	25	" 1 "	" 2,5 "	" 3,5 "	" 6 "
67	37,5	" 0,5 "	" 2 "	" 2,5 "	" 4 "
89	50	nur die Köpfe grün und auf- gebogen	" 1,5 "	" 2 "	" 3 "
112	62,5	nur noch wenige Köpfe im Inneren schwach grün	" 1,5 "	" 2 "	" 2,5 "
134	75	do.	" 0,75 "	" 1,5 "	" 1,5 "

Gehalt der Lösung im Liter		Länge der Stämmchen und sonstige Veränderungen.			
an Ca CO ₃	an Ca O	<i>S. molluscum</i>	<i>S. acutifolium</i>	<i>S. platyphyllum</i>	<i>S. recurvum</i>
156	87,5	mißfarbig, ge- bleicht	nur die Köpfe aufgebogen und grün, doch nicht alle	durchschnittl. 1 cm	durchschnittl. 1 cm
176	100	"	"	" 0,5 " doch nicht alle	nur die Köpfe aufgebogen und grün, ein Stengel 0,5 cm lang
223	125	"	Köpfe noch etwas grün, doch nicht auf- gebogen.	nur 2 Äste aus Seitenknospen 1 cm lang, sonst mißfarbig	nur wenig Köpfe aufgebogen
268	150	"	ausgebleicht	zum Teil grün, zum Teil miß- farbig, nicht ausgewachsen	nur 1 Kopf auf- gebogen
312	175	"	"	"	bleichgrün, kein Kopf aufgebogen

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß sich mit steigendem CaCO₃-Gehalt auch die Schädigung steigert, die in der immer stärker hervortretenden Unterdrückung des Wachstums zu erkennen ist. Bei dem hochmoorbewohnenden *S. molluscum* tritt schon in geringer Konzentration eine erheblichere Verlangsamung des Wachstums auf, die bei den übrigen Arten bedeutend schwächer und bei *S. recurvum* erst viel später bemerkbar ist. Die in der Tabelle angegebenen Zahlen sind auf halbe Zentimeter abgerundet.

Alle diese Versuche ergaben im Gegensatz zu den Weberschen Versuchen, daß die Torfmoose in der Tat gegen gelösten kohlensauren Kalk empfindlich sind, was schon Sendtner behauptet hatte und von Öhlmann und Dügge bestätigt worden war.

Um nun zu sehen, ob auch andere Mineralstoffe die Torfmoose schädigen, wurde noch eine Reihe von Kulturen mit verschiedenen Salzlösungen angesetzt.

b. Versuche mit schwefelsaurem Kalk (Ca SO₄).

Um zu sehen, ob nur dem kohlensauren Kalk schädliche Wirkung auf die Torfmoose zukommt, oder ob auch andere Kalksalze

solche austüben, setzte ich 10. Januar 1905 eine Anzahl Versuche mit *Sphagnum Dusenii* aus dem Kirchseeoner Moor in Gipswasser an, das auf gewöhnliche Art hergestellt wurde. Ein Quantum gepulverter Gips wurde mit destilliertem Wasser geschüttelt und eine Woche stehen gelassen, jedoch von Zeit zu Zeit geschüttelt. Dann wurde die Lösung abfiltriert und durch Eindampfen von 100 ccm der Gehalt an Ca SO_4 bestimmt, der 0,2 g betrug. Aus dieser Lösung wurden durch Verdünnung 8 schwächere hergestellt und zwar enthielten sie 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 und 100 mg Gips in 100 ccm. Außerdem wurden Pflanzen derselben Art in destilliertem Wasser und in konzentrierter Gipslösung kultiviert. Als Resultat ergab sich, daß alle Kulturen ganz gleichmäßig weiter wuchsen und am Leben blieben. *S. Dusenii* erfuhr also keine Schädigung durch Ca SO_4 -Lösung.

Dieses Torfmoos besitzt nur mittlere Empfindlichkeit gegen Ca CO_3 , wie oben gezeigt wurde. Es war daher möglich, daß empfindlichere Sphagna auch gegen Gips sich wenigstens etwas empfindlich zeigen würden. Deshalb wurden im April desselben Jahres in Bernau a. Ch. 10 verschiedene Arten aus den dortigen Mooren in konzentriertem Gipswasser, das auf gleiche Weise wie früher hergestellt war, kultiviert, nämlich *S. recurvum*, *parvifolium*, *fuscum*, *rubellum*, *papillosum*, *acutifolium*, *medium*, *cuspidatum*, *platyphyllum* und *contortum*. Daneben wurden *S. recurvum* bis einschließlich *acutifolium* in Wasser aus einem fließenden Hochmoorausstich und *S. medium* bis einschließlich *contortum* in Wasser aus einem fließenden Hochmoorgraben kultiviert. Schon nach 2 Wochen waren alle Kulturen ausgewachsen, nur *S. acutifolium* in Gipswasser zeigte Schimmelbildung und *S. medium* im Grabenwasser starb ab, was auf schlechtes Pflanzenmaterial zurückzuführen sein könnte. Die Kulturen mit diesen beiden Arten wurden deshalb wiederholt und ergaben dann dasselbe Resultat wie die übrigen Arten.

Der Gipsgehalt der in Bernau verwandten Lösung war nicht ermittelt worden. Da jedoch bei der Herstellung nicht anders verfahren wurde als früher, so wurde auch der früher ermittelte Gehalt angenommen. Um völlig sicher zu gehen, wurden im Winter darauf die Versuche wiederholt und *S. medium*, *rubellum*, *subbicolor*, *platyphyllum* und *subsecundum* aus dem Kirchseeoner Moor in nahezu konzentriertem Gipswasser (0,202%) angesetzt.

Die Resultate dieser Versuche stimmten mit denen der früheren überein. Auch die kalkempfindlichsten Arten wie *S. rubellum* und *medium* verhalten sich nicht anders wie die gegen Ca CO_3 wenig empfindlichen und werden durch Ca SO_4 nicht geschädigt.

Dieses Ergebnis widerspricht den Angaben Öhlmanns, der fand, daß konzentriertes Gipswasser schädlich auf die vegetative

Vermehrung der Torfmoose einwirkt. Auch geht daraus schon hervor, daß die *Sphagna* nicht gegen alle Mineralstoffe empfindlich sind, wie Gräbner behauptet hatte.

c. Salpetersaurer Kalk.

Der Ca O-Gehalt der zum Versuch verwendeten Lösung dieses Salzes wurde von Dr. Gully bestimmt, der Salzgehalt darnach berechnet und durch Verdünnung Konzentrationen von 32—1616 mg im Liter hergestellt. Das Versuchsobjekt bildete wie bei allen folgenden Versuchen *S. medium* aus dem Kirchseeoner Moor. Als Resultat ergab sich, daß die Pflanzen dieser Art bei 966 mg Ca (NO₃)₂ im Liter absterben, was einem Gehalt der Lösung von 330 mg Ca O im Liter entspricht.

Öhlmann hatte eine weniger starke Empfindlichkeit der von ihm geprüften Torfmoose gegen dieses Salz im Verhältnis zu Gips gefunden, während ich bei Gips überhaupt keine Schädigung konstatierte.

d. Kali und Natronsalze.

Von diesen sollen jetzt nur die kohlen- und schwefelsauren besprochen werden, während die phosphorsauren Salze mit der Phosphorsäure und die Chloride mit Calciumchlorid aus bestimmten Gründen später gesondert behandelt werden.

1. Kohlensäure Salze.

KHCO₃: Mit Lösung dieses Salzes wurde *Sphagnum medium* aus Bernau in Konzentrationen von 26,6 mg bis 10640 mg im Liter angesetzt. Die Pflanzen in stärkeren Konzentrationen verfärbten sich wie in Kalklösungen, später wurden auch die Lösungen braun und zwar waren die konzentriertesten am dunkelsten gefärbt. Die schwach alkalisch reagierenden Lösungen von KHCO₃ erwiesen sich als schädlich für *S. medium*, da schon bei 240 mg im Liter — entsprechend einem Gehalt von 225 mg K₂O im Liter — die Pflanzen abstarben.

NaHCO₃: Dieses Salz wurde gleichzeitig mit KHCO₃ in seiner Wirkung auf *S. medium* aus Bernau geprüft und die Kulturen in ganz derselben Weise ausgesetzt. Zum Vergleich wurden auch Pflanzen in destilliertem Wasser aufgestellt. Auch dieses Salz reagiert schwach alkalisch und erwies sich als noch schädlicher wie das vorige, denn schon bei 170 mg im Liter = 125 mg Na₂O im Liter wurde ein Absterben der Pflanzen beobachtet.

Die beiden entsprechenden schwach alkalischen Salze KHCO₃ und NaHCO₃ sind also *S. medium* schädlich, doch das Natronsalz in höherem Grade.

Die dazu gehörigen normalen kohlensauren Salze, die stärker alkalisch reagierende Lösungen geben, zeitigten folgende Resultate:

K_2CO_3 : Angesetzt wurden die Versuche Mitte Dezember 1905 mit Pflanzen von *S. medium* aus dem Kirchseeoner Moor. Die Konzentrationen stiegen allmählich von 18 mg bis 257 mg im Liter. Schon bei 149 mg im Liter = 100 mg K_2O starben die Pflanzen ab.

Na_2CO_3 : Die Versuche hiermit wurden mit K_2CO_3 gleichzeitig und in ganz derselben Weise angesetzt. Es ergab sich, daß die Pflanzen von diesem Salz noch weniger vertrugen als vom vorigen, denn schon 107 mg = 62,5 mg Na_2O im Liter tötete sie.

Die stärker alkalischen normalen kohlensauren Salze des Kaliums und Natriums üben also eine ungünstigere Wirkung aus als die entsprechenden schwächer alkalischen doppelt kohlensauren Salze; schädlich wirken beide die Kalisalze, jedoch weniger als die dazu gehörigen Natronsalze.

2. Schwefelsaure Salze.

$KHSO_4$: Das Versuchsmaterial bildeten Pflanzen von *S. medium* aus dem Bernauer Hochmoor. Die Kulturen wurden Anfang Juli 1905 angesetzt mit Lösungen von 36 mg bis 1447 mg im Liter. Da wir es mit einem sauren Salz zu tun haben, veränderte sich das Rot der Pflanzen in den Kulturen mit schwächeren Lösungen allmählich, in denen mit stärkeren sofort und wurde heller. Bei 720 mg im Liter = 500 mg K_2O = starben die Pflanzen ab.

$NaHSO_4$: Die Versuche mit diesem Salz wurden unter denselben Bedingungen und zur selben Zeit eingeleitet. Sie ergaben hinsichtlich der Verfärbung dieselben Resultate wie die vorigen, denn auch dieses Salz ist sauer. Das Absterben der Pflanzen erfolgte bei 340 mg = 175 mg Na_2O im Liter.

Die beiden sauren schwefelsauren Salze erweisen sich also als weniger schädlich als die alkalischen kohlensauren Kali- und Natronsalze und zwar war das Kalisalz in seiner Wirkungen wieder günstiger als das Natronsalz.

K_2SO_4 : Die Kulturen mit diesem neutralen Salz wurden zu gleicher Zeit mit den vorigen angesetzt und enthielten Konzentration von 46 mg bis 27,7 g im Liter. Die Pflanzen starben erst bei 6480 mg = 3500 mg K_2O im Liter ab.

Na_2SO_4 : Auch dieses neutrale Salz wurde gleichzeitig mit den vorigen ausprobiert und ergab ein ähnliches, wenn auch weniger günstiges Resultat wie das schwefelsaure Kali; die Pflanzen wurden erst von 5725 mg im Liter = 2500 mg Na_2O getötet.

Während sich also die sauren schwefelsauren Verbindungen des Kaliums und Natriums als weniger schädlich erwiesen als die kohlen-sauren Verbindungen, übten die normalen schwefelsauren kaum eine erhebliche Schädigung aus, denn die ungünstig wirkenden Konzen-trationen sind so hoch, daß auch weniger empfindliche Gewächse dadurch Schaden erleiden würden. Sie stimmen also in ihrer Wir-kung mit dem Gips überein.

Auch hieraus ergibt sich wieder, daß die Torfmoose nicht gegen Mineralstoffe im allgemeinen empfindlich sind.

e. Chloride.

Die verwendeten Lösungen erwiesen sich als zu wenig konzen-triert, um die Pflanzen zum völligen Absterben zu bringen. Da das aber bei allen drei in Betracht kommenden Salzen der Fall war, wurde ein anderes Kriterium zum Vergleich herangezogen, nämlich die erste beobachtete erheblichere Schädigung. Aus diesem Grunde sollen die betreffenden Salze an dieser Stelle gemeinsam besprochen werden.

Ich beginne mit Chlornatrium Na Cl , von dem Lösungen von 17 mg bis 292 mg im Liter in ihrer Wirkung auf *S. medium* aus dem Kirchseeoner Moor geprüft wurden (Jan. 1906). Bis 292 mg waren die Pflanzen noch ausgewachsen, nur bei dieser Konzentration nicht; sie waren stark geschädigt, aber nicht abgestorben.

Erheblich günstiger wirkte Chlorkalium K Cl , mit dem gleich-zeitig Versuche angestellt wurden. Während erst die höchste ange-wendete Menge 372 mg im Liter bewirkte, daß die Pflanzen eine schlechte Farbe aufwiesen und kaum ausgewachsen waren, übten namentlich mittlere Konzentrationen eine günstige Wirkung aus; die Pflanzen zeigten freudiges, oft tüppiges Wachstum im Vergleich zur Kultur im destillierten Wasser, die wie bei jeder Versuchsreihe so auch hier angesetzt war.

Auch von Chlorcalcium Ca Cl_2 wurden Mengen bis zu 440 mg im Liter gut ertragen, erst bei dieser Konzentration war eine erheblichere Schädigung erkennbar, obwohl die Pflanzen in Kul-turen mit höherem Salzgehalt noch vereinzelt auswuchsen. Auch bei 1100 mg im Liter, der höchsten angewandten Menge, waren sie noch nicht völlig abgestorben. In der ursprünglichen Lösung wurde der Gehalt an Ca O von Dr. Gully bestimmt, der Salzgehalt berechnet und durch Verdünnung die einzelnen Konzentrationen hergestellt.

So wenig brauchbar diese Zahlen sind, so geht dennoch daraus hervor, daß von den drei geprüften Chloriden Na Cl jedenfalls am schädlichsten auf *S. medium* einwirkt.

f. Phosphorsäure und phosphorsaure Salze.

Schon Anfang Dezember 1904 stellte ich Versuche mit Monokaliumphosphat an, um seine Wirkung auf *S. rubellum* aus dem Kirchseeoner Moor zu erproben. Schon die niedrigste angewandte Menge, 50 mg im Liter, verursachte das Absterben der Pflanzen, die wegen der sauren Beschaffenheit der Lösung wieder ganz hellrot wurden, während sie ursprünglich schön karmoisinrot waren. Auch nach 8 Wochen waren die Kulturen unverändert, nur die Pflanzen im destillierten Wasser waren stark ausgewachsen.

Im August des folgenden Jahres wurde der Versuch in Bernau mit *S. medium* wiederholt und als niedrigste Konzentration 36 mg im Liter verwandt; auch diese erwies sich als schädlich. Die Farbveränderungen waren dieselben wie bei *S. rubellum*. Nach vier Wochen war wieder nur die Kultur mit destilliertem Wasser ausgewachsen, während an den übrigen außer in der Farbe keine Veränderung wahrgenommen werden konnte.

Auch Dikaliumphosphat, welches alkalisch reagiert, ergab eine höchst ungünstige Wirkung. Schon die niedrigste angewandte Menge, 46 mg im Liter, brachte die Pflanzen zum Absterben. Die Versuchsreihe wurde zu gleicher Zeit mit der vorigen angesetzt und als Grundlage ursprünglich wie bei allen übrigen Kulturen der Nährstoffgehalt, hier der K_2O -Gehalt genommen. Die kleinste Menge war danach 25 mg K_2O , was bei den beiden Salzen die angegebenen Salzmengen ausmacht, die deshalb mit einander differieren. Es ergab sich aber, daß für die *Sphagna* nicht der Nährstoffgehalt, sondern die absolute Menge des betreffenden Salzes maßgebend für deren Gedeihen oder Absterben ist, und danach sind alle Zahlen in Salzgehalt umgerechnet worden; meist ist auch der dazu gehörige Nährstoffgehalt angegeben.

Da niedrigere Mengen von KH_2PO_4 und K_2HPO_4 nicht zur Anwendung gelangten, sind die Zahlen nicht miteinander vergleichbar; sie ergeben aber wenigstens die große Schädlichkeit dieser Stoffe auf *S. medium*.

Im Anschluß hieran soll gleich die Phosphorsäure besprochen werden, obwohl ihr Platz eigentlich bei den später zu behandelnden freien Säuren wäre. Da indessen auch sie keinen günstigen Einfluß auf die Pflanzen ausübte, erwies es sich als zweckmäßiger, sie gleich ihren Salzen anzureihen. Zur Verwendung gelangte 25 % Orthophosphorsäure (H_3PO_4), aus welcher durch Verdünnen die einzelnen Konzentrationen hergestellt wurden. Schon die niedrigste, 34,5 mg im Liter = 25 mg P_2O_5 brachte die Pflanzen von *S. medium* aus dem Kirchseeoner Moor zum Absterben.

Das Verhalten der Torfmoose gegen die Phosphorsäure ist sehr bemerkenswert. Auch von der Crone (21) hat schlechte Erfahrungen mit sauren und alkalischen Phosphorsalzen gemacht. Er fand, daß sich das Wurzelsystem höherer Pflanzen schlecht entwickelte in Nährlösungen, die solche Salze enthielten; auch Chlorose der Blätter trat auf trotz Gegenwart von viel Eisen. Dagegen lieferten unlösliche Phosphorsalze in Verbindung mit Nährlösungen günstige Resultate.

g. Magnesiumsulfat.

Wie Calciumsulfat erwies sich auch Magnesiumsulfat als wenig schädlich für die *Sphagnum medium*. Das Material stammte wieder aus dem Kirchseeoner Moor; der Versuch wurde Ende November 1905 ausgeführt. Die angewandten Mengen betrugen 60—15 000 mg im Liter. Die Pflanzen in den Lösungen unter 2400 mg zeigten zwar kein sehr freudiges Wachstum und das Rot wich besonders in den Köpfen einer eigentümlichen graugrünen Farbe, die aber mit der bei toten Pflanzen konstatierten nichts gemein hatte, doch alle waren ausgewachsen; eine absolut sichere Grenze konnte nicht gefunden werden.

h. Säuren und Alkalien.

Von vornherein war zu erwarten, daß die freien Säuren und Alkalien die Torfmoose in ihrem Gedeihen schädigen, und zwar die Alkalien im allgemeinen mehr als die Säuren, weil ja alkalische Salze immer ungünstiger gewirkt hatten.

Von der Phosphorsäure wissen wir schon, daß sie diese Vermutung rechtfertigte; schon in sehr geringer Menge (25 mg P_2O_5) bewirkte sie, wie wir oben sahen, das Absterben von *S. medium*.

Die Schwefelsäure erwies sich von allen drei geprüften Säuren am wenigsten schädlich. Versuche damit wurden November 1905 angestellt; das Pflanzenmaterial dazu stammte vom Gartensee und war mir von Herrn Dr. Graf zu Leiningen gütigst überlassen worden. Die Konzentrationen stiegen von 24,5 mg bis 1225 mg H_2SO_4 oder 20 mg bis 1000 mg SO_3 im Liter. Nach 6 Wochen waren die Pflanzen in den Kulturen unter 147 mg H_2SO_4 oder 120 mg SO_3 im Liter ausgewachsen, und zwar mit zunehmender Verdünnung stärker, über dieser Konzentration war alles abgestorben.

Mit Salpetersäure wurden Versuche im Januar 1906 angestellt; die verwandten Mengen betrugen 10—206 mg im Liter, das Material von *S. medium* war wieder aus dem Kirchseeoner Moor geholt worden. Schon 82 mg HNO_3 im Liter töteten die Pflanzen.

Endlich bleiben noch die freien Alkalien zur Besprechung übrig, die gleichzeitig mit der Salpetersäure an demselben Pflanzenmaterial

geprüft wurden. Die Lösungen der Kalilauge KOH enthielten 11,2—224 mg im Liter, die der Natronlauge NaOH 10—200 mg. Von der ersteren erwies sich eine Konzentration von 56 mg, von der letzteren eine solche von nur 40 mg im Liter als tödlich.

Die freien Alkalien werden demnach von *Sphagnum medium* nur in sehr geringen Mengen ertragen. Wieder zeigt sich, daß die Kaliverbindung günstiger wirkt als die des Natrons.

B. Versuche mit Rücksicht auf den Säuregehalt der Sphagnen.

a. Kohlensaurer Kalk.

Allen bisherigen Versuchen haftet, so interessant ihre Resultate auch erscheinen mögen, ein Mangel an, der sich aus den nachfolgenden Erörterungen ergeben wird. Als sie beendet waren, machte Graf zu Leiningen im Herbst 1906 in meinem Beisein die Beobachtung, daß blaues Lackmuspapier an Sphagnumrasen angedrückt, sich rot färbt, daß also die Torfmoose saure Reaktion an ihrer Oberfläche aufweisen. Diese an sich geringfügige und, wie sich ergab, vorläufig noch unzulängliche Beobachtung sollte für die ganze Frage entscheidend werden.

Graf zu Leiningen (22) verfolgte die Beobachtung weiter und stellte durch Titration fest, daß die obersten, etwa 5 cm langen Teile der Sphagnen für je 10 Stämmchen zur Neutralisation ungefähr 1,3—2 ccm $\frac{1}{10}$ Normallauge verbrauchten.

Diese Mitteilung veranlaßte Zailer und Wilk (23) Torfmoose auszuwässern, um den Säuregrad festzulegen, und durch Titration der Filtrate fanden sie, daß auf 1 g Trockensubstanz von Sphagnen durchschnittlich 2,02 ccm $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge zur Abstumpfung der Säure nötig war.

Versuche, die Herr Dr. E. Gully anstellte, bewiesen, daß die Säure der Sphagna nur zu einem ganz geringen Teil in Wasser löslich ist und daß eine unmittelbare Titration der Moose mit Natronlauge nicht möglich ist, weil die Lauge nur allmählich in die Pflanzen eindringt, die Manipulation deshalb zu lange dauert und das Resultat durch die Wirkungen der Kohlensäure der Luft getrübt wird. Er verfuhr deshalb umgekehrt, setzte zu einer bestimmten Menge Sphagnum einen geringen Überschuß $\frac{1}{4}$ Normallauge und titrierte den nicht verbrauchten Teil mit Schwefelsäure zurück. Auf diese Weise fand er für die einzelnen Torfmoosarten die in folgender Tabelle zusammengestellten Zahlenwerte, für deren Überlassung zur vorläufigen Publikation ich ihm sehr zu Dank verpflichtet bin; er wird seinerseits später noch ausführlich darüber Mitteilung machen.

Acidität der Sphagnum-Arten.

Art	100 Teile Trockensub- stanz enthalten Säurewasser- stoff	Verhältnis zu <i>S. rubellum</i> (= 100)	Vorkommen
<i>S. rubellum</i>	0,120	100,0	Hochmoor
<i>S. medium</i>	0,104	86,7	"
<i>S. teres</i>	0,102	85,0	Flachmoor
<i>S. papillosum</i>	0,101	84,2	Hochmoor
<i>S. molluscum</i>	0,098	81,7	"
<i>S. fuscum</i>	0,096	80,0	"
<i>S. cuspidatum</i>	0,093	77,5	"
<i>S. acutifolium</i>	0,090	75,0	"
<i>S. cymbifolium</i>	0,086	71,7	Moorwald
<i>S. acutifolium</i>	0,083	69,2	"
<i>S. contortum</i>	0,081	67,5	Flachmoor
<i>S. Girgensohnii</i>	0,079	65,8	Moorwald
<i>S. recurvum</i>	0,076	63,8	"
<i>S. parvifolium</i>	0,074	61,7	Hochmoorrand
<i>S. platyphyllum</i>	0,060	50,0	Flachmoor

Das Material zu diesen Untersuchungen wurde in Bernau und Umgegend von uns beiden gemeinsam gesammelt und unter ständiger Kontrolle von allen anhaftenden Fremdkörpern gereinigt. *S. rubellum*, *medium*, *papillosum*, *molluscum*, *fuscum*, *cuspidatum*, das eine *acutifolium*, stammen aus dem Teil des Chiemseemoores, der den Namen Kühwampen führt, das andere *S. acutifolium*, *S. cymbifolium*, *S. recurvum* aus dem Moorwald am Förchensee, *S. teres* und *contortum* aus dem Schwingrasen der Verlandungszone des Bärensees bei Aschau, *S. Girgensohnii* aus dem Moorwald des Chiemseemoores, Abteilung „Weitmoos“, von dessen Rand *S. parvifolium* geholt wurde, und *S. platyphyllum* aus dem Caricetum am Förchensee.

Die erste Kolonne der Tabelle enthält die Artnamen der untersuchten Torfmoose, die zweite ihren Säuregehalt in Säurewasserstoff auf 100 Teile Trockensubstanz berechnet, die dritte die Verhältnisse der Säuregehalte der einzelnen Arten zu dem des *S. rubellum*, indem dieser gleich 100 gesetzt ist, und die letzte bezeichnet das Vorkommen im Moor.

Aus dieser Tabelle, in der die Sphagna nach dem Säuregehalt geordnet sind, ergibt sich, daß im allgemeinen die Hochmoorsphagna am sauersten sind und die Wald- und Flachmoorarten sich etwa gleich verhalten. Nur *S. teres* macht als Flachmoorsphagnum eine Ausnahme,

indem es sich als sehr sauer herausstellt und seinen Platz in der Tabelle deshalb unter den Hochmoorsphagnen gefunden hat.

Sphagnum rubellum ist am sauersten und verhält sich zu dem am wenigsten sauren *S. platyphyllum* wie 2 : 1. Die dazwischen liegenden Säuregrade der übrigen Arten stufen sich allmählich ab.

Es ergaben sich also ganz erhebliche Unterschiede im Säuregehalt bei den einzelnen Sphagnumarten und es erschien deshalb von vornherein als ziemlich sicher, daß dieser Säuregehalt in gewisser Beziehung zur Kalkempfindlichkeit stehen würde. Denn wenn man die früher gewonnenen und in Tabelle Seite 71 dargestellte Resultate der Kalkversuche mit der Säuretablelle vergleicht, so ergibt sich eine gewisse Übereinstimmung. *S. rubellum* steht in beiden Tabellen an erster Stelle, es ist am empfindlichsten gegen Ca CO_3 -Lösung und besitzt den größten Säuregehalt. Das am wenigsten saure *S. platyphyllum* steht zwar nicht an letzter Stelle in der Kalktablelle, aber doch an zweitletzter. *S. medium*, das sehr sauer ist, steht allerdings in der Ca CO_3 -Tabelle in der Mitte und wird also als weniger empfindlich hingestellt als *S. papillosum* und *S. molluscum*, die beide weniger sauer sind.

Diese Unterschiede in beiden Tabellen ließen alsbald die Mängel der bisherigen Versuche erkennen. Während bei der Feststellung des Säuregehaltes der einzelnen Arten selbstverständlich Rücksicht auf den Trockensubstanzgehalt der untersuchten Rasen genommen werden mußte, blieb dieser bei den früheren Versuchen unbeachtet. Zwar wurde immer in einer Versuchsreihe die gleiche Anzahl Pflanzen für jede Kultur verwendet, ob aber diese immer das gleiche Gewicht und besonders den gleichen Trockensubstanzgehalt gehabt haben, muß als sehr fraglich dahingestellt werden. Die Versuche mit *Sphagnum medium* in verschiedenen Lösungen dürften indes ganz leidlich vergleichbare Zahlen liefern, denn es wurden immer 5 Stämmchen zu den einzelnen Kulturen verwendet. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die Schwankungen im Wassergehalt bei so wenigem Pflanzenmaterial keine sehr erheblichen Unterschiede ausmachen. Deshalb sind die Resultate dieser Kulturen ganz gut brauchbar.

Schlimmer steht es mit den Kulturreihen, in denen verschiedene Arten in ihrem Verhalten gegen eine Lösung geprüft wurden. Wenn hier gleiche Gewichte der zu untersuchenden Pflanzen erzielt wurden, ist das nur dem Zufall zuzuschreiben. Unter sich stimmen die einzelnen Arten wohl überein, da stets die gleiche Anzahl Stämmchen verwendet wurde, aber mit den anderen verglichen, dürften oft Abweichungen vorgekommen sein. Immerhin können diese nicht gar zu groß gewesen sein, denn Vergleiche zeigten, daß gewisse Tendenzen auch schon aus den früheren Versuchen zu erkennen sind.

Diese Übelstände mußten in Zukunft vermieden werden, um sichere vergleichbare Resultate zu erlangen.

Es kam jetzt darauf an, die Frage zu studieren, ob einzelne Torfmoosarten beim Abstumpfen ihrer Säure durch die alkalische CaCO_3 -Lösung absterben. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wurde in Sphagnumrasen der Säuregehalt von 10 g frischer Substanz bestimmt und vom gleichen Rasen immer je 3 g zu einer Kultur verwandt.

Dieselben Arten, deren Säuregehalt bestimmt worden war, wurden an den erwähnten Standorten gesammelt, Mitte Juli 1907 in 3 verschiedenen Kalklösungen kultiviert; die erste enthielt soviel gelösten kohlensauren Kalk, daß die Hälfte der Säure neutralisiert war, die zweite soviel, daß sämtliche Säure abgestumpft war und die dritte die doppelte Menge Kalk, als zur Neutralisation nötig war. Dann wurden noch Kulturen in destilliertem Wasser angesetzt. Alle Kulturen waren doppelt vorhanden.

Als Mittel zur Erkennung, ob die Pflanzen einer Kultur abgestorben waren oder nicht, wurde wieder das etiolierte Auswachsen der etwas vom Fenster entfernt gestellten Pflanzen benutzt und der Zuwachs genau gemessen; die folgende Tabelle enthält die erlangten Durchschnittszahlen.

	0		$\frac{1}{2}$		1		2	
	Destilliertes Wasser		Die Hälfte der Säure neutralisiert		Die ganze Säure neutralisiert		Die zur Neutralisation nötige Kalkmenge im Überschuss	
	Zuwachs cm	Verhältnis zu 0	Zuwachs cm	Verhältnis zu 0	Zuwachs cm	Verhältnis zu 0	Zuwachs cm	Verhältnis zu 0
<i>S. rubellum</i>	2,4	1	2,0	0,83	0	0	0	0
<i>S. medium</i>	0,8	1	1,0	1,25	0	0	0	0
<i>S. teres</i>	4,4	1	3,4	0,77	3	0,68	1,2	0,27
<i>S. papillosum</i>	0,9	1	1,6	1,78	0	0	0	0
<i>S. molluscum</i>	3,1	1	1,4	0,45	0,5	0,16	0	0
<i>S. fuscum</i>	2,5	1	2,0	0,8	0,8	0,32	0	0
<i>S. cuspidatum</i>	4,8	1	3,5	0,73	2,8	0,58	0,7	0,15
<i>S. acutifolium</i>	2,7	1	1,9	0,7	0,5	0,19	0	0
<i>S. cymbifolium</i>	2,7	1	1,9	0,7	1,5	0,56	0	0
<i>S. contortum</i>	2,9	1	1,3	0,46	1,3	0,46	0,7	0,26
<i>S. Girgensohnii</i>	4,3	1	3,7	0,86	2,9	0,67	1,4	0,33
<i>S. recurvum</i>	5,2	1	3,8	0,73	2,2	0,42	0,8	0,15
<i>S. parvifolium</i>	5,9	1	5,5	0,93	4,1	0,69	2,0	0,34
<i>S. platyphyllum</i>	3,7	1	3,4	0,92	3,5	0,95	3,0	0,81

An den einzelnen Arten wurden am Schluß des Versuches nach 4 Wochen folgende Beobachtungen notiert, wobei der Kürze wegen die Kulturen in destilliertem Wasser mit 0, die mit Abstumpfung der halben Säure mit $\frac{1}{2}$, die mit Abstumpfung der ganzen mit 1 und die mit der doppelten Kalklösung mit 2 bezeichnet sind.

Sphagnum rubellum: Zu den Kulturen waren rötliche Pflanzen verwendet worden, deren Farbe in 0 normal blieb, in $\frac{1}{2}$ etwas dunkler und in 1 schwarzviolett geworden war. Die Köpfe von 1 waren in der Mitte zum Teil noch grünlich. Die Kulturen 2 wiesen vollständig mißfarbige graue Pflanzen auf. Zwischen 0 und $\frac{1}{2}$ ist im Zuwachs kein bedeutender Unterschied zu konstatieren, aber schon bei 1 ist keiner mehr zu verzeichnen. *Sphagnum rubellum* erfährt also durch Neutralisation seiner Säure tief greifende Schädigung, die dem Tod nahe kommt.

Sphagnum medium: Die rote Farbe der Pflanzen blieb in 0 normal, in $\frac{1}{2}$ ist sie etwas dunkler geworden und in 1 und 2 einer grauen gewichen. Der Zuwachs von 0 ist gering, der von $\frac{1}{2}$ sogar etwas größer; bei 1 und 2 ist keiner zu verzeichnen. *S. medium* stirbt ab bei Neutralisation seiner Säure.

Sphagnum teres: Die gelbgrüne Farbe blieb in 0 und $\frac{1}{2}$ normal; in 1 sind die Köpfe grün, einzelne Äste und die älteren Teile bleich, ebenso in 2. Der Zuwachs fällt zwischen 0 und $\frac{1}{2}$ nicht stark ab und bleibt bei 1 fast gleich, erst bei 2 ist der Abfall stärker, doch ist der Zuwachs noch relativ groß. *S. teres* verträgt die Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 -Lösung ziemlich gut und kann sogar einen Überschuß von Kalk vertragen.

Sphagnum papillosum: In 0 und $\frac{1}{2}$ ist am Schluß des Versuches die Farbe normal braungrün geblieben, in 1 sind nur die Köpfe grün, das übrige ist mißfarbig, in 2 sind die Pflanzen schmutzig bräunlich und nur in einzelnen Köpfen glaubte ich einen grünen Schimmer erkennen zu können. Der Zuwachs ist in 0 wie bei *S. medium* gering und steigt wie bei dieser Art in $\frac{1}{2}$, aber hier noch erheblicher, bei 1 und 2 ist keiner zu verzeichnen. *S. papillosum* wird durch Neutralisation seiner Säure durch CaCO_3 stark geschädigt, ohne ganz abzusterben.

Sphagnum molluscum: In 0 und $\frac{1}{2}$ blieb die ursprüngliche, gelbliche Farbe der Pflanze erhalten, in 1 sind die Köpfe grün, die Äste bräunlich, die Pflanzen leben, nur einzelne sind tot, in 2 sind die Pflanzen abgestorben und grau, die Köpfe bräunlich. Der Zuwachs fällt bei $\frac{1}{2}$ stark ab und ebenso stark zwischen $\frac{1}{2}$ und 1, bei 2 ist er gleich Null. *S. molluscum* erleidet durch Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 -Lösung erhebliche Schädigung, doch weniger als *S. papillosum*.

Sphagnum fuscum: Die schönbraune Farbe blieb in 0 und $\frac{1}{2}$ unverändert, in 1 ist sie dunkler geworden und die ausgewachsenen Teile sind auffällig trübgrün, in 2 sind die ganzen Pflanzen dunkelbraun. Der Zuwachs nimmt bei $\frac{1}{2}$ nur wenig ab, bei 1 ist er schon viel geringer, doch immerhin noch ziemlich erheblich, und bei 2 gleich Null. *S. fuscum* kann zwar die Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 vertragen, wird aber stark geschädigt, wenn auch weniger als *S. molluscum*. Doppelte Kalklösung wirkt tödlich.

Sphagnum cuspidatum: Die grüne Farbe der Farbe blieb in 0 und $\frac{1}{2}$ und an den oberen Teilen der Pflanzen in 1 erhalten, die unteren Teile der letzteren sind bleich, die Köpfe der Pflanzen in 2 grün, einzelne Äste braun, das übrige bleich und mißfarbig. Der Zuwachs fällt zwischen 0 und $\frac{1}{2}$ wenig, auch zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 nur auf die Hälfte, erst bei 2 ist die Verminderung des Wachstums beträchtlich. *S. cuspidatum* erträgt eine Neutralisation seiner Säure ganz leidlich, obwohl eine Beeinträchtigung im Wachstum zu konstatieren ist, erst bei bedeutendem Überschuß von Kalklösung tritt eine größere Schädigung ein.

Sphagnum acutifolium: Die zum Versuch verwendeten Pflanzen waren in den älteren Teilen rötlich, in den jüngeren grün. In 0 und $\frac{1}{2}$ blieb das Aussehen unverändert, nur die rötlichen Teile sind wie immer etwas dunkler geworden, in 1 sind die oberen Teile grün, die unteren violett gefärbt, in 2 die Köpfe hellgrün, alles übrige grau. Der Zuwachs fällt zwischen 0 und $\frac{1}{2}$ nicht erheblich, dagegen zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 sehr stark ab und ist in 2 gleich Null. *S. acutifolium* erfährt durch Abstumpfung seiner Säure in Kalklösung starke Schädigung, steht darin aber *S. molluscum* etwas nach.

Sphagnum cymbifolium: Verwendet wurden grüne Pflanzen, die in 0, $\frac{1}{2}$ und 1 keinerlei Veränderungen in der Farbe aufwiesen; in 2 sind nur die innersten Äste der Köpfe noch grün, das übrige ist weißlich, einige Köpfe und Äste sind von den Pflanzen abgelöst und liegen am Boden der Gläser. Der Zuwachs fällt zwischen 0 und $\frac{1}{2}$ nicht sehr und ist auch bei 1 noch erheblich (= $\frac{1}{2}$ von 0), nur bei 2 ist keiner mehr zu verzeichnen. *S. cymbifolium* erträgt die Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 ziemlich gut und stirbt erst bei einem größeren Überschuß ab.

Sphagnum contortum: Die braungrüne Farbe der Pflanzen blieb in 0 und $\frac{1}{2}$ erhalten, nur in 1 sind die älteren Teile ganz braun geworden, in 3 sind die Köpfe grün, einzelne ihrer Äste weißlich, die übrigen Teile dunkelbraun. Der Zuwachs ist bei $\frac{1}{2}$ und 1 gleich und beträgt etwa die Hälfte des von 0, bei 2 sinkt er auf $\frac{1}{4}$ herab, *S. contortum* wird durch Abstumpfung seiner Säure in Kalklösung

nicht sehr geschädigt und verträgt mehr als die gleiche zur Abstumpfung nötige Menge im Überschuß.

Sphagnum Girgensohnii: Die Farbe der Pflanzen blieb in 0 und $\frac{1}{2}$ unverändert grün und ist in 1 etwas dunkler, ebenso in 2; hier sind die älteren Teile gebleicht. Der Zuwachs nimmt bei $\frac{1}{2}$ wenig ab und beträgt auch bei 1 noch mehr als die Hälfte von dem bei 0. Eine stärkere Depression ist erst bei 2 zu bemerken, aber auch hier ist der Zuwachs noch immer $\frac{1}{3}$ von dem der Pflanzen in 0. *S. Girgensohnii* ist viel weniger empfindlich gegen eine Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 -Lösung als die vorhergehenden Arten.

Sphagnum recurvum: Das Grün der Pflanzen ist in 0 und $\frac{1}{2}$ unverändert, in 1 auffällig dunkel und in 2 bleicher und nur in den Köpfen dunkler. Die Lösungen sind trüb, vielleicht durch den Pflanzen anhaftende Unreinlichkeiten, besonders in 0 und 2. Der Zuwachs ist wieder bei $\frac{1}{2}$ noch bedeutend und auch noch in 1 fast die Hälfte des der Pflanzen von 0. Erst bei 2 fällt er sehr stark ab. *S. recurvum* hat sich im Gegensatz zu den bisherigen Versuchen etwas empfindlicher gegen CaCO_3 -Lösungen gezeigt; die Differenz mag in der früheren ungenaueren Versuchsstellung liegen. Immerhin kann diese Art eine Abstumpfung der Säure gut ertragen, ja sogar einen erheblichen Überschuß von Kalklösung.

Sphagnum parvifolium: Die Pflanzen dieser der vorigen nahe stehenden Art blieben in 0, $\frac{1}{2}$ und 1 unverändert grün; erst in 2 wurde die Farbe bleicher und nur die Köpfe sind dunkler grün. Der Zuwachs ist in 0 und $\frac{1}{2}$ gleich und beträgt auch bei 1 noch weit über die Hälfte, selbst in 2 noch $\frac{1}{3}$. *S. parvifolium* verhält sich gegen die Abstumpfung seiner Säure durch CaCO_3 wie *S. Girgensohnii* und ist wenig empfindlich.

Sphagnum platyphyllum: Die graugrünen, hier und da braun-gefleckten Pflanzen sind in $\frac{1}{2}$ und 1 unverändert, in 0 sind einzelne Äste bleich, sonst aber sind die Pflanzen hier normal, ebenso in 2, doch sind die braunen Stellen hier dunkler. Der Zuwachs ist in 0, $\frac{1}{2}$ und 1 fast gleich und fällt auch bei 2 nur wenig mehr ab. Danach ergibt sich, daß *S. platyphyllum* gegen die Abstumpfung seiner Säure durch Kalklösung völlig unempfindlich ist, ja sogar bei Gegenwart von etwas Kalk besser aussieht als in destilliertem Wasser und daß auch ein großer Überschuß von Kalk ohne erheblichen Schaden vertragen wird. Diese Art ist also am widerstandsfähigsten.

Dieser Versuch bestätigt also die bisher gewonnenen Resultate insofern, als die Hochmoorsphagna sich auch hierbei am empfindlichsten gegen CaCO_3 -Lösung herausgestellt haben. Ferner geht noch daraus hervor, daß im allgemeinen ein geringerer Kalkgehalt

der Lösungen nicht nur gut vertragen wird, sondern bisweilen sogar günstig wirkt. *S. medium* und *papillosum* sind besser dabei gewachsen und *S. platyphyllum* wies ein gesünderes Aussehen auf. Die völlige Neutralisierung der Säure durch kohlen sauren Kalk wird nur von den Hochmoorsphagnen als sehr schädlich empfunden, die Flachmoorarten ertragen sie besser, *S. platyphyllum* sogar ohne jeden Schaden. Dementsprechend wirken erheblichere Überschüsse an Kalk, als zur Neutralisation nötig sind, für die allermeisten Hochmoorsphagna tödlich und auch für die übrigen Arten schädlich, nur für *S. platyphyllum* nicht.

Es galt nun die Grenzen der Konzentrationen zu finden, bei denen die einzelnen Arten absterben, und zwar unter denselben Vorichtsmaßregeln und mit Rücksicht auf die Säure der einzelnen Arten. Als Ausgangspunkt dienten die in dem eben beschriebenen Versuche gemachten Erfahrungen, nach denen es leicht war, die geeigneten Lösungen herauszufinden und unnötige Kulturen zu vermeiden. Es wurden wieder 3 g frischer Substanz von Rasen genommen, deren Säure bekannt war, und in 10 g derselben Pflanzen der Trockensubstanzgehalt bestimmt. Das Material stammte von den gleichen Orten wie früher. Die Kulturen wurden Ende August 1907 angesetzt und Anfang Oktober notierte ich folgende Resultate und Beobachtungen:

Sphagnum rubellum.

- 0 mg CaCO_3 : Farbe rot und grün, normal; Zuwachs 2,6 cm.
 39 " " Farbe trüber, mehr grün; " 1,0 "
 52 " " Farbe trüber, dunkler rot; " 0,8 "
 65 " " Farbe trüb, violett und graugrün, einzelne Köpfe aufgebogen, selten 0,5 cm Zuwachs.
 77 " " Farbe schwarzviolett; kein Zuwachs; abgestorben.

Sphagnum medium.

- 0 mg CaCO_3 : Farbe rot, normal; Schöpfe aufgebogen; kein Zuwachs, aber lebend.
 39 " " Farbe etwas trüber, rot und grün, sonst wie vor.
 52 " " " " " " " " " " "
 65 " " " sehr trüb, schwärzlich, nur zum Teil grün und lebend, zum Teil abgestorben.
 77 " " Farbe sehr trüb, schwarzgrau; abgestorben.

Sphagnum papillosum.

- 0 mg CaCO_3 : Farbe hellbräunlich und grün, kaum ein Zuwachs und nur die Schöpfe aufgebogen, aber lebend.
 67 mg CaCO_3 : Farbe dunkler braun, in den Schöpfästen grün, kaum ein Zuwachs, aber lebend.

- 82 mg Ca CO₃: Farbe dunkelbraun, kein Grün; abgestorben.
Sphagnum molluscum.
- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal gelbgrün, untere Teile bräunlichgelb;
 1,6 cm Zuwachs.
- 86 " " Farbe trüb grünbraun, einzelne Schöpfe innen grün,
 kein Zuwachs.
- 103 " " mißfarbig; abgestorben.
Sphagnum fuscum.
- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal braun; der Zuwachs grünbraun, 2,6 cm.
- 90 " " " dunkler " " " " 1,8 "
- 112 " " " noch dunkler braun; der Zuwachs grünbraun,
 0 oder 0,8 cm.
- 123 " " Farbe noch dunkler braun; der Zuwachs grünbraun,
 0 oder 0,6 cm.
- 156 " " Farbe sehr dunkel; abgestorben.
Sphagnum cuspidatum.
- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal gelbgrün, die ♂ Äste bräunlich, Zu-
 wachs 2,1 cm.
- 125 " " Farbe trüb, graugelb, abgestorben.
Sphagnum acutifolium (Hochmoor).
- 0 mg Ca CO₃: Farbe schön rot, 1 Pflanze grün; Zuwachs rot
 2,6 cm.
- 109 " " Farbe dunkelviolet, in den Schöpfen grün; 1 cm
 Zuwachs.
- 128 " " Farbe dunkelgrauviolett, in den Schöpfen grün, 0
 oder 0,5 cm Zuwachs.
- 146 " " Farbe schwarzviolett, sehr selten noch ein grüner
 Schimmer, Zuwachs 0; abgestorben.
Sphagnum acutifolium (Moorwald).
- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal, grün, etwas rötlich, Zuwachs 1,6 cm.
- 119 " " Die unteren Teile gebleicht, die oberen grün; 0,9 cm
 Zuwachs.
- 137 " " Die unteren Teile gebleicht, nur die Schöpfe grün;
 0 cm Zuwachs.
- 155 " " Die unteren Teile gebleicht, nur die Schöpfe grün;
 0 cm Zuwachs.
- 173 " " Die unteren Teile gebleicht, nur die innersten Schopf-
 äste grün, kein Zuwachs.
- 191 " " Die unteren Teile gebleicht, nur die innersten Schopf-
 äste grün; zum Teil ganz abgestorben.
- 219 " " Meist völlig abgestorben; nur einzelne Pflanzen
 mit grünen Schimmern in den Schöpfästen.

Sphagnum cymbifolium.

- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal grün; Zuwachs 2,2 cm.
 111 " " " " " die unteren Teile gebleicht,
 meist nur die Schöpfe aufgebogen; 1 Pflanze 2,8 cm
 Zuwachs.
 128 " " Farbe gebleicht, nur die Schöpfe durchaus grün und
 aufgebogen oder kein Zuwachs.
 145 " " Wie vor, einzelne Schöpfäste bleich.
 162 " " Wie vor.
 188 " " Meist ganz abgestorben, nur hier und da noch etwas
 grün.

Sphagnum Girgensohnii.

- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal, schön grün; Zuwachs 4,1 cm.
 246 " " Die unteren Teile und die äußeren Schöpfäste bleich
 bräunlich, die inneren Schöpfäste grün; Zuwachs
 meist gering und nur die Schöpfe aufgebogen.
 255 " " Wie vor.
 274 " " Wie vor, einzelne Pflanzen ganz abgestorben.
 292 " " " " " " " " " " "
 310 " " Meist völlig abgestorben, nur einzelne Pflanzen mit
 teilweise grünen Schöpfästen.

Sphagnum recurvum.

- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal, grün, starker Zuwachs 6,4 cm.
 154 " " " " " unten gebleicht; 1,7 cm Zu-
 wachs.
 171 " " Farbe normal grün, unten gebleicht; 1,5 cm Zuwachs.
 188 " " Wie vor, mehr dunkelgrün; 1,6 cm Zuwachs.
 205 " " " " " " 0 oder 1,1 cm Zuwachs.
 222 " " " " " " 0 " 0,8 " "
 239 " " " " " " 0 " 1,0 " "
 257 " " " " teilweise abgestorben, kein Zuwachs oder
 selten aufgebogene Schöpfe.

Sphagnum teres.

- 0 mg Ca CO₃: Farbe normal, gelbgrün, Stamm hellrot, starker Zu-
 wachs, 4,3 cm,
 171 " " Unten gebleicht, oben in den Schöpfen grün; Stamm
 dunkelrot; 1,3 cm Zuwachs.
 188 " " Fast ganz bleich, weißlich, einzelne Schöpfe grün-
 lich und aufgebogen; 0 oder 0,9 cm Zuwachs.
 205 " " Wie vor; 0 oder 0,7 cm Zuwachs.
 222 " " Wie vor, zum Teil bräunliche Schöpfe, viele Pflanzen
 abgestorben; Zuwachs 0 oder ganz schwach.

Sphagnum contortum.

	0 mg Ca CO ₃ :	Farbe normal, grün oder bräunlich; 1,6 cm Zuwachs.
154	" "	Die braungefärbten Teile dunkel, die oberen grün; 1,2 cm Zuwachs.
171	" "	Wie vor, 1 cm Zuwachs.
188	" "	" " 0 oder 0,9 cm Zuwachs.
205	" "	" " 0 " 0,8 " "
222	" "	" " 0 " 0,7 " "

Sphagnum parvifolium.

	0 mg Ca CO ₃ :	Farbe normal grün, zum Teil mit bräunlichen, männlichen Ästen, sehr starker Zuwachs, 6,6 cm.
193	" "	Farbe trüb, graugrün und mit dunkler braunen männlichen Ästen, kein Zuwachs, doch lebend, da die Schopfäste grün sind.
222	" "	Wie vor.
251	" "	" "
280	" "	" "
308	" "	" " eher etwas frischer.
337	" "	" " Köpfe der Pflanzen in der einen Kultur zum Teil losgelöst, doch grün, lebend.
386	" "	Wie bei 193 mg, fast frischer grün, lebend, kein Zuwachs.

Sphagnum platyphyllum.

	0 mg Ca CO ₃ :	Die Pflanzen sind mißfarbig, gelbbraun und nur in den Schöpfen grün, auch zum Teil weiß; Zuwachs 1—3 cm.
96	" "	Farbe besser, fast normal, graugrün, die braunen Stellen dunkler als gewöhnlich, Zuwachs 1—2 cm.
145	" "	Farbe trüber, Zuwachs 0—0,5 cm.
193	" "	" " nur in den Schöpfen grün, Zuwachs meist sehr klein oder 0.
241	" "	Wie vor.
289	" "	Farbe etwas frischer, mehr grün, Zuwachs gering.
386	" "	Wie vor.
482	" "	Wie vor, besonders die Schöpfe mehr grün, Zuwachs 0,5 cm.

In folgender Tabelle sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt. In der 3. Rubrik sind die Zahlen mitgeteilt, die den Kalklösungen entsprechen, in welchen die einzelnen Arten abstarben und zwar sind sie auf 1 wasserfreies Sphagnum umgerechnet worden, um einen einheitlichen Maßstab zum Vergleich des Verhaltens der verschiedenen Spezies zu erlangen. Es waren ja zu diesem Zwecke

bei Anstellung des Versuches 10 g vom selben Rasen jeder Art zur Trockensubstanzbestimmung gewogen worden.

Nr.	Art	1 g Sphagnum (wasserfrei) stirbt ab bei Ca CO ₃ mg	Auf 1 mg Säure- wasserstoff sind nötig zum Absterben Ca CO ₃ mg	In 100 Teilen Trocken- substanz sind Säure- wasserstoff o/o	Vorkommen
1	<i>rubellum</i>	62,55	52,1	0,120	Hochmoor
2	<i>medium</i>	59,93	57,6	0,104	"
3	<i>papillosum</i>	60,02	59,4	0,101	"
4	<i>molluscum</i>	69,51	70,9	0,098	"
5	<i>fuscum</i>	68,80	71,7	0,096	"
6	<i>cuspidatum</i>	75,18	80,8	0,093	"
7	<i>acutifolium</i> H.	78,33	87,0	0,090	"
8	" W.	92,71	111,7	0,083	Moorwald
9	<i>cymbifolium</i>	125,15	145,0	0,086	"
10	<i>Girgensohnii</i>	121,33	153,6	0,079	"
11	<i>recurvum</i>	126,48	166,4	0,076	"
12	<i>teres</i>	172,00	168,6	0,102	Flachmoor
13	<i>contortum</i>	155,25	191,6	0,081	"
14	<i>parvifolium</i>	185,47*)	250,6	0,074	Hochmoorrand
15	<i>platyphyllum</i>	321,98*)	536,6	0,060	Flachmoor

In der 5. Rubrik sind nochmals zum Vergleich die Säurezahlen angegeben. Und mit Hilfe der 3. und 5. Rubrik sind die Zahlen der 4. berechnet worden, welche angeben, wieviel Kalk auf 1 mg Säurewasserstoff jeder Art angewandt werden muß, um ihr Absterben zu bewirken. Nach diesen Zahlen der 4. Rubrik sind die einzelnen Torfmoosarten geordnet worden.

In dieser Reihenfolge stehen die Hochmoorformen lückenlos beieinander, sie sind gegen die Abstumpfung ihrer Säure am empfindlichsten und ertragen nur einen verhältnismäßig geringen Überschuß an Kalklösung, am meisten noch das wasserliebende *S. cuspidatum*.

S. rubellum hat sich auch in diesen Versuchen als das allerempfindlichste Torfmoos erwiesen. *S. medium* steht an zweiter Stelle, während es früher als weniger empfindlich als die beiden folgenden *S. papillosum* und *molluscum* ermittelt worden war. Ob hieran die sorgfältigere Versuchsanstellung schuld ist oder ob eine Gewöhnung dieser Art an verschiedene Standorte stattfinden kann, wie ich gerade für *S. medium* früher annahm, ist natürlich nicht ohne weiteres zu

*) Bei diesen beiden Arten stellen die Zahlen keine Grenzen dar, da die Pflanzen noch nicht völlig abgestorben sind.

entscheiden, indessen möchte ich das erstere in diesem Falle für wahrscheinlicher halten.

Daß aber solche Gewöhnungen einzelner Arten wirklich vorkommen, zeigt uns das Beispiel des *S. acutifolium*. Die aus dem Hochmoor stammenden Versuchspflanzen ertragen viel weniger Kalklösung als die an den Wald gewöhnte Form und, da letztere sich auch als etwas weniger sauer herausgestellt hatte, waren etwa 24 mg Ca CO_3 mehr auf 1 mg Säurewasserstoff nötig, um sie zum Absterben zu bringen, als bei der Hochmoorform. Diese Eigenschaften können sich nur durch langen Aufenthalt der Pflanzen auf den Substraten herausgebildet haben, sie stellen eine sehr zweckmäßige Anpassung an die betr. Standortverhältnisse dar. Weitere Untersuchungen dürften ergeben, daß auch andere Arten solche Anpassungserscheinungen aufweisen.

In der Mitte der durch die 4. Rubrik gebildeten Reihe stehen die Waldformen, die in Bezug auf Kalkfeindlichkeit den Hochmoorformen schon bedeutend nachstehen; sie besitzen auch einen geringeren Säuregrad und zu dauernder Schädigung ist ein viel höherer Kalkgehalt der Lösung nötig.

Am wenigsten kalkempfindlich haben sich die Flachmoorformen erwiesen, die deshalb auch an letzter Stelle stehen. Mit Ausnahme von *S. teres*, von dem im nächsten Kapitel ausführlicher die Rede sein wird, sind sie stets weniger sauer als die Hochmoorformen, während der Unterschied den Waldformen gegenüber nicht so bedeutend ist. *S. teres* hat trotz des hohen Säuregehaltes dennoch seinen Platz unter den Flachmoorformen dieser Reihe gefunden, weil es sich entsprechend wenig kalkfeindlich gezeigt hat. An letzter Stelle steht *S. platyphyllum*; um diesem Moos erheblicheren Schaden zuzufügen, ist auf 1 mg Säurewasserstoff die zehnfache Menge Ca CO_3 anzuwenden wie bei *S. rubellum*.

Ich möchte gleich noch darauf hinweisen, daß es schwer ist, für die weniger kalkempfindlichen Formen eine sichere Grenze des Absterbens festzustellen. Während einige Pflanzen in einer Kultur schon völlig tot sind, leben andere noch und sind sogar ausgewachsen. Darum sind gerade bei diesen Formen — es handelt sich also um Wald- und Flachmoortypen — die Zahlen nicht etwa als absolut feststehend zu erachten, sie könnten vielleicht hier und da noch etwas höher sein und kleine Verschiebungen in der Reihe hervorrufen, aber eine wesentliche Änderung an dem Gesamtergebnis wird nicht stattfinden, denn die Hochmoortorfmoose bleiben die gegen Kalk empfindlichsten Arten.

b) Natronlauge.

Die Versuche mit Lösungen von kohlen saurem Kalk machten es wahrscheinlich, daß dessen schädliche Wirkung bei den stark sauren Torfmoosen des Hochmoores im wesentlichen auf einer Neutralisation der ihnen zukommenden Säure beruht. Denn im Mittel enthalten *Sphagnum rubellum*, *medium* und *papillosum* 108 mg Säure in 100 g Trockensubstanz und diese Menge braucht zur vollkommenen Neutralisation theoretisch 54 mg kohlen sauren Kalk. Bei 56,2 mg kohlen. Kalk in der Lösung wurde aber im Mittel das Absterben dieser Sphagnen beobachtet. War sämtlicher Kalk der Lösung entnommen, so war auch sämtliche Säure neutralisiert und damit trat bei diesen Sphagnen der Tod ein. Die übrigen Sphagnen konnten merkwürdiger Weise um so mehr kohlen sauren Kalk vertragen, je weniger sie Säure enthielten; da konnte vermutet werden, daß sie vielleicht Mittel besitzen, die Kalkverbindung zu entfernen, bevor sie ihre schädliche Wirkung ausgeübt hatte. Vermögen doch viele Pflanzen sich gegen überschüssige Kalksalze durch Bildung unlöslicher Salze zu schützen. Würde man statt kohlen sauren Kalk leicht lösliche alkalische Substanzen etwa Natronlauge verwenden, so wäre die Bildung unlöslicher Verbindungen nahezu ausgeschlossen.

Man könnte also mit verdünnter Natronlauge feststellen, ob tatsächlich durch Neutralisation der Säure bei allen Sphagnen der Tod eintritt; außerdem könnte man nochmals indirekt erweisen, ob der Kalk als solcher oder nur die alkalische Form desselben den Tod der Sphagnen hervorruft.

Aus diesem Grund wurden die folgenden Versuche mit Natronlauge ausgeführt.

Als Versuchsobjekte dienten *S. rubellum*, *medium*, *cuspidatum*, *parvifolium* und *platyphyllum* aus dem Kirchseeoner Moor, also sehr, weniger und nicht empfindliche Arten. Zu Kulturgläsern wurden 100 ccm fassende Erlenmeyerkolben verwandt und auf diese durchbohrte Gummistopfen gesetzt, in welche mit Natronkalk gefüllte Glasröhren gesteckt waren. Dadurch wurde der Kohlen säure der Luft der Zugang zu den Natronlauge lösungen in den Kulturen verwehrt. Der geringe Kohlen säuregehalt des kleinen über der Flüssigkeit im Glase befindlichen Luftquantums konnte vernachlässigt werden. Auf diese Weise wurde vermieden, daß der Natronlaugegehalt in den Kulturen im Laufe der zur Beendigung des Versuches nötigen Zeit durch den Einfluß der Kohlen säure der Luft eine erhebliche Änderung erfuhr; er konnte infolgedessen voll auf die Pflanzen einwirken.

Nachdem der Säuregehalt in den oben erwähnten Torfmoosen bestimmt worden war, was wieder Herr Assessor Dr. Gully gütigst

übernommen hatte, wurden wieder je 3 g frisches Sphagnum für jede Kultur bestimmt. Die drei von jeder Art aufgestellten Kulturen enthielten einmal gar keine Natronlauge, also destilliertes Wasser, die zweite soviel Na OH, daß die Hälfte der Säure, und die dritte, daß alle Säure neutralisiert war. Von *Sph. platyphyllum* wurde außerdem noch eine Kultur aufgestellt, die 85 % Aqua destillata und 15 % Leitungswasser enthielt. Der Versuch wurde Ende Dezember 1907 in die Wege geleitet, alle Kulturen waren doppelt angesetzt.

Nach 6 Wochen ergaben sich folgende Resultate. *Sphagnum rubellum* war in destilliertem Wasser ausgewachsen und in der Farbe unverändert; der Zuwachs war verhältnismäßig schwach und betrug etwa 1—1,5 cm. In den Kulturen, in denen die Hälfte der Säure abgestumpft war, war nur ein Aufbiegen der Köpfe zu konstatieren und die Farbe zum Teil eine etwas dunklere (bläulich) geworden, zum Teil noch unveränderlich rot. Die mit soviel Natronlauge beschickten Gläser, daß die ganze Säure abgestumpft war, waren weder ausgewachsen noch waren die Köpfe aufgebogen. Die Pflanzen waren meist schwarzviolett, nur selten noch etwas rötlich. Ob sie vollständig abgestorben waren, konnte nicht sicher ermittelt werden, auf jeden Fall war die Schädigung so schwer, daß sie wohl später den Tod herbeigeführt haben dürfte.

Sphagnum medium hat in allen Kulturen keinen Zuwachs erfahren. Die Farbe der Pflanzen in destilliertem Wasser ist wie zu Anfang dunkel trübs, die der mit halber neutralisierter Säure dunkler, die der mit ganzer neutralisierter Säure wieder schmutzig schwarzviolett und nur hier und da noch etwas grün oder rötlich. Auch für diese Art gilt das bei *S. rubellum* Gesagte.

Sphagnum cuspidatum: Die Pflanzen in destilliertem Wasser sind sehr gewachsen, um etwa 3,5 cm und sehen völlig normal und gesund aus. Die Abstumpfung der halben Säure hat das Auswachsen nur wenig zurückgehalten, der Zuwachs war zwar ungleich, betrug aber bis zu ca. 2,5 cm. Die zugewachsenen Teile sahen gesund aus, die übrigen bleich. Die Pflanzen, deren Säure ganz neutralisiert war, wiesen zwar keinen nennenswerten Zuwachs auf, viele Köpfe waren aber aufgebogen und alle durchaus grün resp. mit braunen männlichen Ästen, die anderen Teile waren bleich.

Sphagnum parvifolium: Der Zuwachs in destilliertem Wasser sehr groß, bis zu ca. 4,5 cm, bedeutend (bis zu 3 cm und etwas darüber) auch noch bei den Pflanzen mit halb abgestumpfter Säure und beträgt bis 1,2 cm sogar noch an denen mit völlig neutralisierter. Bei letzteren ist die Farbe etwas dunkler braungrün als gewöhnlich, sonst sind keine wesentlichen Veränderungen zu bemerken.

Sphagnum platyphyllum: An diesen Kulturen bestätigte sich wieder die früher gemachte Erfahrung, daß ein schwacher Kalkgehalt sehr günstig auf das Wachstum einwirkt, denn während die Pflanzen in destilliertem Wasser schlecht gewachsen waren und nur bis 1 cm Zuwachs aufzuweisen hatten, z. T. sogar die Endknospen an den Schopfstäben abgeworfen hatten, waren die mit etwas Leitungs- und destilliertem Wasser behandelten zwar nicht gleichmäßig aber bis zu 3 cm ausgewachsen und sahen viel besser aus. Die Abstumpfung der halben Säure hatte keinen Einfluß zur Folge, die Pflanzen waren sämtlich stark ausgewachsen und hatten normale Farbe. Das Ergebnis der Kulturen mit den Pflanzen, deren ganze Säure gebunden war, ist insofern etwas zweifelhaft als die Pflanzen der einen stark, die der anderen nur z. T. und schwach ausgewachsen waren, was auf ungleiche Beschaffenheit des Materiales zurückzuführen sein dürfte. In der Farbe war indessen keine erhebliche Veränderung wahrzunehmen.

Im großen ganzen geht aus diesem Versuch hervor, daß die durch Natronlauge bewirkte Neutralisation der Säure auf die Hochmoorsphagnen einen schädlicheren Einfluß ausübt als auf die Flachmoorbewohner. Die Resultate sind jedoch noch zu unsicher, um endgiltig urteilen zu können; ob die Sphagna und welche Arten in einem Überschuß von Natronlauge gedeihen können, diese Fragen zu lösen muß späteren Versuchen vorbehalten bleiben.

Aber auch aus diesen Versuchen geht hervor, daß es keine Kalkfeindlichkeit der Sphagna im eigentlichen Sinne gibt, sondern eine Empfindlichkeit gegen alkalische Substanzen, durch welche die den Torfmoosen eigene Säure gebunden wird, die im Lebensprozeß einiger Formen eine wichtige Rolle spielt, wie im nächsten Kapitel gezeigt werden soll. Ebenso sind die Torfmoose aber auch nicht mineralstofffeindlich oder empfindlich gegen alle Mineralsubstanzen, da sie neutrale Salzlösungen durchaus ertragen können; sie werden durch alkalische Stoffe und durch Phosphorsäure und ihre Salze selbst in sehr geringer Menge geschädigt.

III. Biologische Bedeutung der Säure und ihre Beziehung zur Kalkfeindlichkeit der Sphagna.

Um zu einem näheren Verständnis für die biologische Bedeutung der Säure und ihre Beziehung zur Kalkfeindlichkeit der Sphagna zu gelangen, müssen wir auf die Standorte und die davon abhängigen Ernährungsverhältnisse der einzelnen Arten eingehen.

Die Standortsverhältnisse der Sphagna sind von den einzelnen Autoren sehr verschieden behandelt worden. Lesquereux (5) hielt

sämtliche Arten, die zu seiner Zeit bekannt waren, für Hochmoorbewohner, das waren *S. cuspidatum*, *S. acutifolium*, *S. cymbifolium*, *S. recurvum* (inkl. *parvifolium*), *S. teres*, *S. compactum* und *S. subsecundum*. Obwohl er hinsichtlich des Vorkommens der einzelnen in den Mooren zum Teil ganz ausgezeichnete Beobachtungen machte, entging ihm doch der Umstand, daß es auch Flachmoorsphagna gibt.

Die genannten Arten teilt er in „drei genau getrennte Gruppen“ ein, einmal „in solche, die nur im Wasser leben“, zu welcher er nur *S. cuspidatum* mit seinen Varietäten rechnet, deren Wachstum er sehr anschaulich schildert. Dann unterscheidet er „solche, deren Krone stets über dem Wasser steht“, nämlich *S. cymbifolium* und *recurvum*, das er unter dem Namen *S. capillifolium* Hedw. anführt. Endlich gibt es nach ihm „solche, die beide Naturen teilen, sozusagen amphibisch sind, bei einer und derselben Art eine Form haben, die in der Luft und im Wasser zugleich passend sind“, nämlich *S. tenellum* Pers.¹⁾, unser heutiges *S. teres*, und *S. compactum*.

Nicht unter diese Kategorien hat Lesquereux die *Subsecundum*-Gruppe gestellt, die er mit folgenden Worten abmacht: „Was das *Sphagnum subsecundum* Nees betrifft, so ist es gewiß, daß es mit dem *Sphagnum contortum* Schultz eine und dieselbe Art ausmacht; auch kann ich beide nicht als Abarten des *Sphagnum tenellum* annehmen, die durch ihr Wachstum unter Wasser verändert sind. Sie wachsen auf flachen Pflätzen an der Oberfläche der Moore, wo sie gewöhnlich schmutzig schwarz oder braun werden.“

Endlich bespricht er noch *S. squarrosum*, das er aber nicht als eine Waldpflanze ansieht.

Viel gründlicher und exakter sind die Angaben Sendtners (6). Er sagt: „Der charakteristische Bestandteil in der lebenden Vegetation aller Hochmoore sind Moose aus der Gattung *Sphagnum*, die sogenannten Torfmoose. . . . Es scheint, daß sämtliche europäische Arten dieser verbreiteten Gattung in unseren Hochmooren vorkommen, aber nicht alle ausschließlich in Hochmooren. Ich glaube 9 gute Arten derselben annehmen zu dürfen, nämlich *Sphagnum acutifolium* Ehrh., *tenellum* Pers., *squarrosum* Pers., *cymbifolium* Dill., *compactum* Brid., *subsecundum* N. a. E., *molluscum* Bruch, *cuspidatum* Ehrh., *capillifolium* Ehrh. Von diesen ist nur ein Teil den Hochmooren und den ihnen analogen Brüchen eigentümlich, nämlich *S. cymbifolium*, *compactum*,

¹⁾ Das Synonym *Sphagnum tenellum* Pers. suchte ich in Warnstorfs Flora (19) vergeblich, auch in anderen Floren fand ich es nicht, bis ich im Limpricht (24) ermittelte, daß *S. tenellum* Pers. = *S. teres* var. *squarrosulum* ist; ich vermute aber, daß der Name auch zur Stammform synonym ist. Auch Sendtner (6) führt diese Art unter *S. tenellum* Pers. an.

subsecundum, *molluscum*, *cuspidatum*, *capillifolium*. Hiebei ist freilich die Beschränkung anzuführen, daß *S. cymbifolium* im Höllental an der Zugspitze bei 5600' auch auf Ton, *S. compactum* bei Lochhausen auf einem Torf gefunden worden ist, welcher von Wiesenmoorbildung herrührt. Wir werden indeß noch Gelegenheit haben, solche scheinbare Anomalien zu erklären. *S. capillifolium* pflegt die Ränder der Hochmoore bis in die angrenzenden Waldbestände zu verfolgen.

Häufiger und eigentlich regelmäßig finden sich außerhalb der Hochmoore *S. acutifolium*, *tenellum* und *squarrosum*. Die letzteren beiden sind nur sehr selten in Hochmooren beobachtet worden, *S. tenellum* hie und da auf alpinischen Hochmooren (desto häufiger in den Zentralalpen und im Riesengebirge, zugleich aber auch an Quellenrändern und auf feuchtem kieselsandigen Boden) *S. squarrosum* nur im Hochmoore bei Rotenbuch, außerdem auf kieselreichem Waldboden, überhaupt aber selten in Südbayern.

Hingegen ist dem echten *S. acutifolium* Ehrh. ein sehr charakteristisches Vorkommen angewiesen, nämlich der Moder abgestorbener Baumstrünke und zwar ebenso gut in wie außer Mooren. Außerdem findet man es auf mineralischem Substrat, Ton, Mergel, Lehm, Sand, auf festem Gestein, und zwar sowohl auf Quarzgestein (z. B. Sandstein, Granit) als auch auf Kalk. Wir haben in den Alpen häufig isolierte Kalksteinblöcke in schattigen Tälern, die oben mit einer dichten, oft über schuhdicken Decke von *S. acutifolium* überzogen sind. Freilich muß ich bei diesen noch bemerken, daß ihre älteren verwesteten Teile mit anderen Vegetabilien in einen Zustand von Moder übergegangen auf dem Kalk eine Dammerdeschicht darstellen. Dieses *Sphagnum* ist zugleich das einzige, welches ich je auf einem an Kalk reichen Boden beobachtet habe, indeß selbst hier mit Beschränkungen, nämlich nie auf Alm, nie auf Kalksinter, nie an Quellen harten Wassers. Wer erinnert sich wohl je einen Spagnumrasen inkrustiert von Kalk angetroffen zu haben, wie dies z. B. mit *Euccladium verticillatum*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Hypnum commutatum* häufig der Fall zu sein pflegt? Unser *Sphagnum acutifolium* ist auch in Hochmooren nicht selten, aber daselbst auf dem Moder alter Pumiliostämme, hie und da an Rändern, wo mineralische Beimengungen, gewiss aber nie im eigentlichen nassen Hochmoore.

Hier finden sich dafür *S. cuspidatum*, *molluscum*, *capillifolium* und *subsecundum*, wo es weniger nass ist *S. cymbifolium* und *compactum*. Diese sind die echten Hochmoorbewohner. Nie sind sie in einem Wiesenmoore angetroffen worden.“

Diese Schilderung Sendtner's weist manchen Irrtum, aber auch manche richtige Beobachtung auf.

Es sei zunächst darauf hingewiesen, was er unter den einzelnen Arten verstand. *S. cymbifolium* Ehrh. umfaßt bei ihm auch *S. medium* und *papillosum*, die damals noch nicht unterschieden waren; in der Tracht und den beiden Blättern stimmen sie ja mit dem eigentlichen *cymbifolium* vollständig überein. *S. tenellum* Pers. ist, wie wir oben sahen, *S. teres*. Schwieriger aber ist festzustellen, was unter *S. acutifolium* Ehrh. und *S. capillifolium* Ehrh. zu verstehen ist. Obgleich *S. capillifolium* Ehrh. nach Warnstorf synonym mit *acutifolium* Ehrh. ist, glaubte ich doch annehmen zu müssen, daß Sendtner zwei verschiedene Arten vor sich gehabt hat, denn er schildert die Standortsverhältnisse beider Arten sehr anschaulich und hält sie streng auseinander. Aus seinen Angaben schloß ich, daß er mit *S. capillifolium* *S. recurvum* inkl. *S. parvifolium* gemeint hat, und in der Tat liegen im Herbarium boicum der Münchener Staatsammlung unter diesem Namen mehrfach *S. recurvum* und *S. parvifolium*, die einander ja sehr nahe stehen, von Sendtner gesammelt und so bezeichnet. Nur einmal war auch *S. Girgensohnii* als *S. capillifolium* bestimmt, doch ist diesem Umstand keine große Bedeutung beizumessen. Wichtig ist aber seine Angabe, daß sein *S. capillifolium* vorzugsweise an den Rändern der Hochmoore vorkommt und in die benachbarten Wälder geht. Damit hat er auch das Richtige getroffen; innerhalb des Hochmoors trifft man gewöhnlich *S. parvifolium* gegen den Rand zu am häufigsten und in dem Waldgürtel tritt das eigentliche *S. recurvum* an seine Stelle.

Eigentümlich berührt uns heute seine Behauptung, daß *S. acutifolium* hauptsächlich auf dem Moder abgestorbener Baumstümpfe vorkomme. Er hat diese Ansicht von Lesquereux übernommen; glaubt aber das allgemeine Entstehen der Sphagnen auf Wurzeln, Baumstöcken als ungenaue Beobachtung Lesquereux's zurückweisen zu müssen. Nur für *S. acutifolium* sollte es der Fall sein. Hierin liegt ein Körnchen Wahrheit, denn es ergibt sich daraus, daß Sendtner *S. acutifolium* hauptsächlich für eine Waldpflanze hielt. Es kommt gelegentlich vor, daß ein großes Polster nicht nur von *S. acutifolium*, sondern auch von anderen Waldsphagnen Baumstümpfe von Waldmooren völlig einhüllt, doch ist dies eine sekundäre Erscheinung. Das Moos braucht sich nicht zuerst auf dem Stumpf anzusiedeln, sondern kann beim zentrifugalen Wachstum seines Polsters Baumstümpfe umwachsen und überwuchern. *S. acutifolium* tritt von allen Sphagnen am ehesten und liebsten in Wäldern auf. Daß es trotzdem auch im offenen Hochmoor zahlreich zu finden ist, ist Sendtner nicht entgangen. Freilich hat er auch unser heutiges *S. rubellum* Wils. mit in sein *S. acutifolium* Ehrh. einbegriffen.

Richtig ist ferner seine Angabe, daß *S. squarrosum* und *S. teres* keine Hochmoorsphagna sind; ersteres stellt er als Waldmoos hin.

S. subsecundum umfaßte damals noch fast die ganze heutige *Subsecundum*-Gruppe. Sendtner hat es als Hochmoorpflanze bezeichnet. Obwohl die typische Art öfter in Hochmooren gefunden wird, ist sie dennoch eine Flachmoorpflanze und ein häufiger und kaum fehlender Bestandteil der Hypneten.

Diesen detaillierten Angaben Sendtners gegenüber bedeuten manche späteren Darstellungen nicht nur keinen Fortschritt, sondern eher einen Rückschritt.

So ist die Besprechung der Sphagnumflora der Moore bei Lorenz (24), die bald nach dem Sendtner'schen Buche erschien, sehr dürftig, so treffend die Vegetationsschilderungen in dieser Arbeit sonst bisweilen sind. Als häufigste im Hochmoor vorkommende Sphagnumarten nennt er *S. cymbifolium*, *S. capillifolium* und *S. acutifolium*, also nach unseren heutigen Erfahrungen lauter Sammelbegriffe, seltener *S. molluscum* und *S. cuspidatum*, und wenn er auf Flachmooren Torfmoose konstatiert, dann sind es wieder nur die drei erstgenannten.

Von neueren Darstellungen ist die von Sitensky in seiner Schrift über die böhmischen Moore (25) eine der besten; ich führe seine Schilderung der Torfmoosvegetation deshalb hier vollständig unter Anwendung der heutigen Nomenklatur an; er sagt:

„Die Hauptpflanze eines solchen Hochmoors ist das äußerst formenreiche Sphagnum; so formenreich, so variierend, daß ich die Aussage Röhl's, „daß es bei den Torfmoosen weder konstante Arten noch typische Formen gebe“, wenigstens was die Formen des Sphagnums anbelangt, vollständig glaube. Das Torfmoos bedeckt die Hochmoorfläche oft in einem ungeheuren Polster, an dessen Bildung sich in Böhmen hauptsächlich folgende Arten desselben beteiligen: *Sphagnum acutifolium*, *cymbifolium*, *cuspidatum*, *recurvum*. Diese Arten bald durch diese, bald durch jene Varietät vertreten, kommen überall auf den böhmischen Hochmooren oft auf großen Flächen vor, wobei aber die eine oder die andere Art vorherrscht. Auf kleineren Flächen kommt hier auch *Sphagnum subsecundum*, *compactum*, *molle* und *teres* vor, auf den Hochmooren in den Niederungen Böhmens meist mit anderen Sphagnumarten vermengt, *Sphagnum fimbriatum* auf den mit Wald bewachsenen Hochmooren, meist mit *Sphagnum teres*, seltener (meist nur in höheren Lagen) *Sphagnum Girgensohnii*, auf den Hochmooren im Vorgebirge häufig mit den erstgenannten *Sphagnum Girgensohnii*, im Hochgebirge (wenn auch seltener) *Sphagnum Lindbergii* und *Sphagnum molluscum*.

Als Vorposten der Hochmoorflora können in Böhmen auf Wiesenmooren insbesondere *Sphagnum compactum*, auch *Sphagnum acutifolium*,

auf nassem Waldhumus *Sphagnum squarrosum* und *Sphagnum acutifolium*, seltener *cymbifolium*, in den Erlbrüchen *S. contortum* und *acutifolium* angesehen werden, wogegen *S. teres* mit *contortum* meist den tiefen und sehr tiefen Hochmoorstellen angehört. In den Tümpeln und Gräben unserer Hochmoore sowie an dem Kontakte derselben mit den Teichen, Quellen und Bächen kommen wieder *Sphagnum subsecundum*, *cuspidatum* var. *plumosum* und *recurvum* vor.“

Diese Schilderung zeugt von guter Beobachtung und enthält viele richtigen Angaben, wenn auch manchmal die Deutung des Moorcharakters offenbar nicht richtig ist.

Früh und Schröter (15) sind inkonsequent. Sie heben zwar in der vergleichenden Charakteristik der Hoch- und Flachmoore hervor, daß in letzteren kein *Sphagnum* fortkäme; nichtsdestoweniger steht in dem Verzeichnis der von ihnen gemachten *Sphagnum*funde *S. platyphyllum* in einem Iridetum, also einem Flachmoorbestande gesammelt. Außerdem sagen sie an einer anderen Stelle ihres großen Werkes, daß *S. medium* und *acutifolium* auch im Flachmoor vorkommen können, und bestätigen die Angaben Sitenskys hinsichtlich der Sphagna, die dieser als Vorposten der Hochmoorflora im Flachmoor bezeichnet, auch für die Schweiz.

Auch Zailer und Wilk (23) verfahren neuerdings sehr summarisch, wenn sie folgendes über die *Sphagnum*-Vegetation der Hochmoore mitteilen: „Die konstituierende Pflanze aller Hochmoorbildungen ist das äußerst formenreiche *Sphagnum*, ohne welches ein Hochmoor undenkbar wäre. Es bedeckt als Massenvegetation die Oberfläche derselben in Form einer dichten Decke, in welche andere typische Begleitpflanzen eingestreut sind. An der Bildung der *Sphagnum*decke beteiligen sich zahlreiche Arten, wobei je nach den Feuchtigkeitsverhältnissen mehr von der einen oder der anderen Art vertreten sein kann. Die wichtigsten Arten des *Sphagnums* sind *Sphagnum acutifolium*, *cymbifolium*, *cuspidatum*, *intermedium*, *teres*, *rigidum*, *fimbriatum* u., welche wieder in der einen oder der anderen Varietät auftreten.

... In Bezug auf das Feuchtigkeitsbedürfnis und ihre Hochmoorliebe kann für die alpinen Moore und auch für andere Gebirgsmoore, welche mit den erstgenannten große Ähnlichkeit besitzen, jene Reihenfolge angenommen werden, welche dem *S. cuspidatum* die feuchtesten, mit stagnierendem Wasser erfüllten Stellen der Hochmoore, dem *Sphagnum cymbifolium* die bultige Oberfläche desselben und dem *Sphagnum medium* und *acutifolium* die minder feuchten Partien der Moore und der angrenzenden versumpften Wälder einräumt.“

Diese letzteren Angaben sind anscheinend Früh und Schröter entnommen. Darüber sprach ich mich bei Gelegenheit der Besprech-

ung ihres Werkes folgendermaßen aus: „Verglichen mit den südbayer. Verhältnissen ergeben sich folgende Unterschiede: *S. acutifolium* wird sehr häufig durch *S. rubellum* ersetzt, das in der Schweiz selten zu sein scheint, und *S. cymbifolium* ist nach den Beobachtungen viel häufiger eine Waldmoorpflanze. An seiner Stelle ist *S. papillosum* durchaus verbreitet und immer anzutreffen. Ref. vermutet deshalb eine Verwechslung beider Arten, die durch das Vorkommen papillenloser Formen der letzteren Art leicht möglich ist, und wird in dieser Vermutung dadurch bestärkt, daß die wenigen angegebenen Fundorte von *S. cymbifolium* meist aus Wäldern stammen.“

Ich werde in dieser Meinung noch mehr bestärkt durch die genauen Schilderungen Duggelis, die dieser Autor von einigen Schweizer Mooren gibt; hiernach stimmen die Verhältnisse genau mit südbayerischen überein, weichen aber von den Angaben von Fröh und Schröter erheblich ab. In seinen Arbeiten über die schleswig-holsteinschen Moore hält R. Timm (26, 27) die Hochmoor- und Flachmoortypen unter den Sphagnen streng auseinander und aus den schönen Darstellungen Webers (28) über das Augstumalmoor in Ostpreußen geht hervor, daß die einzelnen Sphagnumarten für bestimmte Lokalitäten in den Mooren charakteristisch sind.

Ich habe die Literaturangaben absichtlich ausführlich gestaltet, weil daraus ersichtlich ist, daß man zwar schon früh die Verschiedenheit im Vorkommen der einzelnen Sphagnumarten erkannt hat, daß man aber selbst in neuerer Zeit nicht immer gebührend Gewicht darauf gelegt hat. Meist galten die Sphagna schlechtweg als Hochmoorbewohner, und wo sie in größerer Menge gefunden wurden, war ein Hochmoor vorhanden, gleichviel welche Arten daran beteiligt waren.

Wir müssen indessen Hochmoor-, Wald- und Flachmoorsphagnen unterscheiden, und an dieser Auffassung kann nichts geändert werden, wenn manche für das Hochmoor charakteristische Formen gelegentlich im Wald und Flachmoor Anflüge bilden und umgekehrt. Das häufigere Vorkommen einer Art entscheidet, in welche Gruppe sie gerechnet werden muß. Daß wir zu solcher Auffassung berechtigt sind, geht aus dem Verhalten der einzelnen Arten gegen Kalk deutlich hervor.

Um nun zur biologischen Bedeutung der Säure für die Torfmoose überzugehen, müssen wir die Ernährungsverhältnisse der einzelnen nach dem Vorkommen zu unterscheidenden Gruppen näher betrachten.

Ich beginne mit der Gruppe der Flachmoorsphagna. Diese Moose — es gehören dazu in erster Linie die *Sphagna subsecunda*, dann *S. teres* — schließen sich im Flachmoor den Hypneten an, weniger

den Hypnumbeständen, die wir im ersten Verlandungsgürtel der Gewässer zu sehen gewohnt sind, also in den Arundineten und Magnocariceten, sondern denen der späteren Stadien der Moorentwicklung, besonders häufig den Hypneten der Schwingrasenbildungen. Hier bilden sie vielfach die vorherrschende Vegetation der Bodendecke, die Hypna und andere Laubmoose ersetzend. Ich nenne als Beispiel das Moor am Bärensee bei Aschau im bayerischen Voralpenlande. Das Westufer des Sees umzieht ein breiter Schwingrasengürtel, dessen Unterlage die Schilf- und Carexrhizome der früheren Verlandungszonen gebildet haben, darauf hat sich ein üppiges Hypnetum angesiedelt, das stellenweise aus *Hypnum scorpioides*, *stramineum*, *intermedium*, *vernicosum*, *trifarium*, *stellatum*, *Meesea triquetra*, *Bryum pseudotriquetrum*, *B. neodamense*, *B. Duvalii*, *Mnium Seligeri*, *Philonotis caespitosa* und besonders *Cinclidium stygium* zusammengesetzt ist. Dazwischen wachsen viele Carex-Arten, Schilf, *Menyanthes*, *Drosera anglica* und *rotundifolia*, *Vaccinium oxycoccos*, *Malaxis paludosa*, *Liparis Loeselii*, *Pedicularis palustris*, *Aspidium thelypteris* u. a. m. Die Hypna sind nun vielfach durch Sphagna ersetzt und zwar sind hier *Sphagnum teres*, *contortum*, *subsecundum* und *recurvum* konstatiert worden.

Solche Lokalitäten, die man gern mit Übergangsmoor bezeichnet, weil sie zweifellos die Grundlage für ein beginnendes Hochmoor zu bilden geeignet sind, stellen die eigentlichen Wohnorte der Torfmoose dieser Gruppe dar. In Arundineten und Magnocariceten kommt, abgesehen von einzelnen durch besondere Umstände bedingten Ausnahmefällen, nur ein einziges Sphagnum vor, das *S. platyphyllum*, von dem wir wissen, daß es wenig empfindlich gegen Kalk ist, daß es sogar ein gewisses, ziemlich hohes Kalkbedürfnis besitzt. Es ist auch unter allen Torfmoosen am wenigsten sauer und erträgt ohne Schaden die Abstumpfung seiner Säure durch alkalische Substanzen. Die Nahrungsaufnahme dieses Torfmooses ist also infolge der ständigen Berührung mit nährstoffreichem Wasser sehr ergiebig und die daraus resultierenden Eigenschaften haben durch das Experiment ihre Bestätigung und Erklärung gefunden. Auch die übrigen Flachmoorsphagna erfreuen sich günstiger Ernährungsbedingungen; sie haben stets reichlich Wasser zur Verfügung, das zwar weniger Nährstoffe enthält, aber doch noch relativ viel, zumal durch Diffusion ein eintretender Mangel stets ersetzt wird.

Die Gruppe der Waldsphagna zerfällt in zwei Untergruppen, in die der nassen Moorwaldstellen und Gräben und in die des trockenen Waldbodens. Die Vertreter der ersten Untergruppe — *S. recurvum* im weiteren Sinne — sind ähnlich daran, wie die Flachmoorsphagna. Wenn auch vielleicht das Wasser solcher Standorte schon etwas

nährstoffärmer ist als das den Flachmoortorfmoosen zur Verfügung stehende, so ist auch wieder zu bedenken, daß den Waldmoosen die aus den Dejekten der Waldbäume ausgelaugten Substanzen zur Verfügung stehen. Auch sind die Sphagna der nassen Waldstellen etwas weniger anspruchsvoll als die Flachmoorsphagna. In fließenden Hochmoorgräben erneuert sich beständig das Wasser mit den darin enthaltenen Nährstoffen und die hier lebenden Sphagna sind deshalb in sehr günstiger Lage.

Die Sphagna des trockenen Waldhumus sind viel ungünstiger daran: sie erhalten die zu ihrem Leben nötige Feuchtigkeit fast ausschließlich als Regenwasser, das natürlich sehr arm an Nährstoffen ist. Sie sind deshalb auf das angewiesen, was ihnen aus der atmosphärischen Luft zufließt, einmal an den mineralischen Staub, der durch das Geäst der über ihnen befindlichen Bäume gesammelt und dort vom Regen abgewaschen wird. Dann aber kommt ihnen wieder der Abfall der Bäume zugute, dessen durch die Atmosphärien ausgelaugte Stoffe bei der Ernährung dieser biologischen Gruppe wohl die Hauptrolle spielt. Daß dabei auch die Säure dieser Moose als Lösungsmittel fungiert, erscheint nicht zweifelhaft, wenn wir bedenken, daß die in Betracht kommenden Arten — *S. acutifolium*, *cymbifolium*, *Girgensohnii* — meist etwas saurer als die Flachmoorsphagna sind, obwohl dieser Unterschied nicht sehr erheblich ist.

Ganz anders und viel ungünstiger werden die Ernährungsverhältnisse der Torfmoose, wenn wir zum Hochmoor übergehen. So lange die Hochmoorsphagna, wie *Sphagnum cuspidatum*, im Wasser leben, werden sie, wenn auch viel weniger aber doch immerhin einige Nährstoffe in diesem finden. Auch wenn sie nur mit ihren unteren Teilen in Wasser tauchen, wird der durch die Verdunstung hervorgerufene Wasserstrom ihnen zwar wenig aber doch fortwährend Nährstoffe zuführen, mit welchen sie sich hinreichend versorgen können.

Den Unterschied im Nährstoffgehalt des Wassers an verschiedenen Stellen ein und desselben Moores mögen folgende 3 Analysen, die dem Kirchseeoner Moor bei München entstammen, illustrieren; sie sind von Dr. Gully ausgeführt.

In 1000000 Teilen sind enthalten:

	Hochmoorschlenke	Hochmoorgraben	Flachmoor
Abdampfrückstand	58,5	59,7	166
Glührückstand	22,6	14,72	120
Organische Substanz	35,9	44,98	46
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	2,6	1,8	3,7
Ca O	2,4	5,04	60,73
Mg O	0,83	1,21	4,52

Die erste Analyse gehört zu einer Wasserprobe aus einer Hochmoorschlenke, in der ich *Sphagnum cuspidatum*, *Dusenii* und *recurvum* konstatierte. Aus dem hier allein in Betracht kommenden außerordentlich niederen Kalk- und Magnesiagehalt ist zu ersehen, wie gering die Ansprüche dieser Moose an den Nährstoffgehalt des ihnen zu Gebote stehenden Wassers sein können.

Aber schon eine relativ geringe Änderung darin bewirkt, besonders wenn für einen fortwährenden Wechsel des Wassers gesorgt wird, wie das in einem Hochmoorgraben der Fall ist, daß anspruchsvollere Arten die bescheideneren verdrängen. Trotz des nur wenig höheren Kalk- und Magnesiagehaltes des Grabenwassers, aus dem die 2. Probe entnommen wurde, wurden schon *S. subsecundum* und *obesum*, zwei Flachmoormoose, darin gefunden.

Die dritte Analyse wurde aus einer Wasserprobe gewonnen, die ich im Flachmoorteile des Kirchseeoner Moores genommen habe. An der Probenahmestelle wuchsen nur *Hypnum scorpioides*, *H. stellatum* und Algen. Der Kalkgehalt des Wassers ist so hoch, daß bei dauernder unmittelbarer Berührung damit kein Sphagnum gedeihen kann. Sobald aber eine kleine Abschwächung erfolgt, sei es, daß der Kalk — es wird sich in der Hauptsache ja um kohlelsauren Kalk handeln — durch Säuren gebunden wird, sei es, daß er in eine andere Form übergeführt wird, ermöglicht eine Ansiedlung der Flachmoorsphagna. In der Tat fand ich in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle der Wasserprobe *S. contortum*, welches dem direkten Einfluß des kalkreichen Wassers dadurch entzogen war, daß es auf einer schwachen Erhöhung wuchs.

Ich kehre nun wieder zu den Hochmoorsphagnen zurück. Wie gezeigt wurde, sind die im Wasser der Schlenken lebenden noch relativ in der Versorgung mit Nährstoffen begünstigt, anders steht es mit denen, die mit dem Wasser der Hochmoore selten oder überhaupt nie in Berührung kommen. Sie sind daher ausschließlich auf das Regenwasser angewiesen, das sie lange festhalten müssen, damit ihre Lebensfunktionen nicht fortwährend Unterbrechung erleiden. Sie schließen sich darum möglichst eng zusammen und bilden kompakte Rasen. Sie sind es auch, die von allen Torfmoosen das größte Wasseraufsaugungsvermögen besitzen. Wie meine im Anhang angeführten Untersuchungen zeigen, nehmen sie meist mehr als das 20fache, ja bis 27fache ihres Trockensubstanzgewichtes an Wasser auf, während die Flachmoorsphagna meist eine geringere Menge, manche sogar nur das 16fache, aufnehmen.

Nach Goebel (29) ist von Sachs zuerst die Ansicht ausgesprochen worden, „daß die Torfmoose der Hauptsache nach von Regen-

wasser leben und daß sie demzufolge Aschenbestandteile aus dem Substrate nur in sehr geringer Menge erhalten, sie müssen dementsprechend eine große Menge von Wasser verdunsten.“ Diese Ansicht ist nur zum Teil richtig. Solange die Pflanzen von unten her reichlich Wasser zur Verfügung haben, geht ein kontinuierlicher, durch die Verdunstung erzeugter Strom durch sie; leben sie aber an trockenen Stellen, an denen sie nur auf das Regenwasser angewiesen sind, dann gehen sie viel sparsamer mit dem Wasser um, was daraus zu schließen ist, daß sie in solchen Fällen dichte, festgeschlossene Rasen bilden.

Auch ein kleines einfaches Experiment, das ich mit *S. papillosum* anstellte, darf als Stütze dieser Behauptung angesehen werden. Zwei etwa gleiche Portionen der erwähnten Art wurden in zwei weite Reagenzröhren gesteckt, die eine so, daß die Pflanzen einige Zentimeter aus dem Glase herausragten, die andere dagegen so, daß sie mit der Mündung des Glases eine ebene Fläche bildeten. Beide Büschel tauchten etwa bis zur Hälfte in Wasser ein und wurden mit einem Wattepfropf festgehalten.

Die ersten Pflanzen stellen also ein Stückchen eines lockeren, die anderen ein solches eines festgeschlossenen Rasens dar. Während die ersten schon nach einigen Tagen soviel Wasser verdunstet hatten, daß sie nicht mehr eintauchten und infolgedessen bald vertrockneten, brauchten die andern einige Wochen dazu, um soviel zu verdunsten und selbst jetzt, wo sie nicht mehr mit den unteren Teilen eintauchen, sind sie noch seit etwa zwei Wochen turgescent, dabei ist zu bedenken, daß das Experiment in der trockenen Luft eines geheizten Zimmers angestellt wurde; im freien Moor werden die Verhältnisse viel günstiger sein.

Oltmanns (30) fand, daß die Verdunstung der Sphagna das fünffache einer gleich großen Wasserfläche beträgt, Dügge (14) nur das 2,37 bis 2,77 fache. Letzterer legt wie Weber das Hauptgewicht auf die wasserhaltende Kraft der Torfmoose und weist mit Recht auf die an nassen und trockenen Orten verschiedene Form der Polster hin.

Die auf Bülden lebenden, nicht mit dem Wasser des Hochmoores in Berührung tretenden Torfmoose suchen also das Wasser festzuhalten und setzen die Verdunstung möglichst herab, können demnach dadurch nicht zu ihrem Nährstoffquantum gelangen.

Als Nahrungsquelle kommt für sie einzig und allein der atmosphärische Staub in Betracht, auf dessen Bedeutung für die Ernährung vieler Gewächse schon frühzeitig und von mehreren Autoren hingewiesen wurde; er enthält alle Pflanzennährstoffe. Aus dem Substrat können sie mangels dafür geeigneter Organe nichts assimilieren;

sie müssen daher mit oberirdischen Organen ihre Nahrungsaufnahme ermöglichen und zur Lösung der ihnen im Staub gebotenen Nährstoffe dient meiner Ansicht nach die in ihren Membranen festgehaltene Säure. Diese ist, wie oben erwähnt, in Wasser nur wenig löslich und tritt erst bei Berührung mit einem Salz heraus.

Die Pflanzen halten stets die zur Lösung der ihnen im Staub zugetragenen Stoffe erforderliche Menge bereit, um diese doch relativ geringe Menge möglichst ausnützen zu können, da sie ganz allein darauf angewiesen sind. Auf diese Weise sind sie imstande, ihren geringen Bedarf an Mineralsubstanzen zu decken.

Daß dieser Bedarf in der Tat nur gering sein kann, geht aus dem Vergleich zwischem dem Aschengehalt eines Hochmoorsphagnums und dem eines aus dem Flachmoor hervor. Nach den Untersuchungen Dr. Gullys betrug der Aschengehalt eines im Bernauer Hochmoor gesammelten Rasens von *S. rubellum* 3 % der Trockensubstanz und der von *S. platyphyllum*, welches nicht weit davon im Flachmoor zur selben Zeit gesammelt worden war, 7,9 %, also das 2,6fache von dem der ersterer Art.

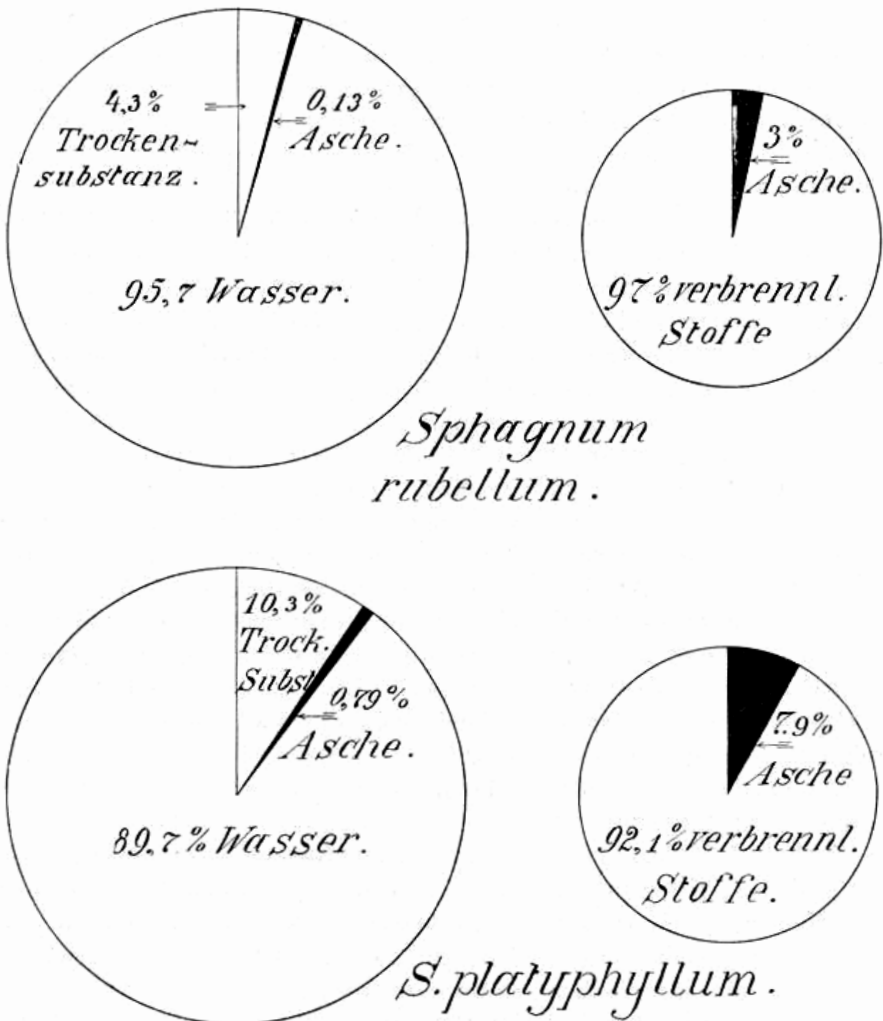
Die nachstehende Skizze soll diese Verhältnisse veranschaulichen. In die beiden kleineren Kreise, welche die Trockensubstanz der beiden Sphagnen darstellen, sind die dazu gehörigen Aschengehalte eingetragen. Die größeren Kreise stellen die Gesamtmenge der frischen Substanz dar, und die prozentischen Anteile an Trockensubstanz und an Asche sind wieder als Winkel eingetragen.

Die Hochmoorsphagnumdecke erhöht sich nach Weber (28) in einem Jahre um 2 cm. Zur Produktion dieser Substanzmenge sind in unserem Falle bei *S. rubellum* 13 g Aschenbestandteile pro Quadratmeter nötig. Hiefür stehen nicht allein Staub und Detritus zur Verfügung. Denn es werden auch in dem Maße, wie die Pflanzen unten absterben, die brauchbaren Mineralbestandteile aus den absterbenden Teilen zur Ernährung herangezogen, soweit sie in transportabler Form vorhanden sind.

Leider steht mir die Analyse von *S. rubellum* noch nicht vollständig zur Verfügung; ich muß daher meine Zuflucht zu einer andern Art nehmen, um ein Beispiel für diese Erörterungen zu geben. Die oberen lebenden Teile eines von mir im Moorwalde bei Bernau gesammelten reinen Rasens von *Sphagnum acutifolium* enthielten in 100 Teilen wasserfreier Substanz 2,01 Teile in Salzsäure lösliche Aschenbestandteile, wovon der Kalk 0,622 Teile ausmachte. Die unteren, abgestorbenen, aber noch völlig unverwesten Partien wiesen nur noch 1,16 Teile solcher in Salzsäure löslicher Stoffe auf und der Kalkgehalt ging auf 0,361 Teile herunter. In diesem Falle sind also fast

die Hälfte der aus der Asche löslichen Mineralbestandteile den abgestorbenen Teilen entnommen und zum Aufbau der wachsenden wieder verwendet worden.

Wenn wir dies auf *S. rubellum* anwenden, wozu wir jedenfalls berechtigt sind, so ergibt sich, daß die Menge der im Staub ge-



Schematische Darstellung zur Veranschaulichung des Unterschiedes zwischen dem Trockensubstanz- und Aschengehalt eines Hochmoorsphagnums (*S. rubellum*) und dem eines Flachmoorsphagnums (*S. platyphyllum*). Vergl. Text S. 106.

botenen Mineralstoffe etwa nur 7 g pro Jahr und Quadratmeter auszumachen braucht, ja vielleicht bei dieser Art noch weniger. Diese

Menge ist so gering, daß sie jedenfalls im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Zur Lösung dieser Stoffe dient die Säure, die in um so größerer Menge vorhanden sein muß, je mehr die Sphagna auf die Zufuhr von Nährstoffen durch die Luft angewiesen sind. Daher sind denn auch die Torfmoose auf den Bulten der Hochmoore am sauersten und gegen eine Neutralisation ihrer Säure am empfindlichsten. Die Moose in den Hochmoorschlenken erhalten außer den im Staub zugetragenen Nährstoffen auch noch die wenn auch geringen Mengen des Hochmoorwassers. Sie sind deshalb weniger auf den Staub angewiesen, infolgedessen auch weniger sauer und weniger empfindlich gegen die Neutralisation der Säure.

Und so nimmt die Säure und gleichzeitig damit die Empfindlichkeit gegen deren Neutralisation in dem Maße ab, in welchem die Menge der zur Verfügung stehenden Mineralstoffe zunimmt. *S. platyphyllum* besitzt schließlich nur noch die Hälfte der Säure von *S. rubellum* und eine ganz unverhältnismäßig viel höhere Unempfindlichkeit gegen alkalische Stoffe, fordert sogar eine nicht zu kleine Menge Kalk zu seinem Gedeihen.

Als einzige Ausnahme dieser Regel kenne ich bisher *S. teres*, das, obwohl ein Flachmoorbewohner, stark saure Eigenschaft besitzt, aber wie diese nicht empfindlich gegen Kalk ist. Diese merkwürdige Erscheinung dürfte ihren Grund in den eigentümlichen Standortverhältnissen der Art haben. *S. teres* lebt nämlich mit Vorliebe auf den Schwingrasen der Verlandungszone und ist hier bald reichlich mit Wasser und Nährstoffen versorgt, was bei hohem Wasserstand der Fall ist, bald steht es außerhalb des Wassers und ist auf die Atmosphärien angewiesen. Auch hält es sich, wie aus den Mitteilungen einiger Autoren (vergl. Sitensky [25]) hervorgeht, noch lange in den ausgebildeten Hochmooren und bedarf hier, wie wir sahen, sehr der Säure.

Daß bei der gleichen Art je nach Bedürfnis der Säuregehalt verschieden sein kann und daraus eine höhere Empfindlichkeit gegen die Neutralisation resultiert, das beweist *S. acutifolium*. Die Waldform verhält sich in dieser Hinsicht ganz anders als die Hochmoorform, wie im vorigen Kapitel gezeigt wurde.

Auch Zailer und Wilk (23) haben, obwohl sie mit der Kalkfeindlichkeit der Sphagna nicht einverstanden sind und Webers Ansicht zustimmen, vermutet, daß „die Wirkung des Kalkes oder kalkhaltigen Wassers möglicherweise auf eine Bindung der freien Säure zurückzuführen sein dürfte, ohne welche die Sphagneen eben nur schwer gedeihen können“ und schreiben die Artenarmut der Hoch-

moore der sauren Eigenschaft der Torfmoose zu, die nur wenig Konkurrenten zuläßt, womit zweifellos auch auf eine gewisse Seite des Nutzens der Säure für die *Sphagna* hingewiesen ist.

Ebenso spricht Pfeffer (31) davon, „daß bestimmte Pflanzen nicht mehr genügend fortkommen, wenn durch dauernde Neutralisation die zusagende saure Reaktion der Nährflüssigkeit unmöglich gemacht wird.“

Ich glaube nun nicht, daß den gegen die Neutralisation der Säure empfindlichen Arten damit ihre Ernährungsmöglichkeit genommen wird, sondern eher, daß sie an dem starken Stoffverbrauch zugrunde gehen. Da sie viel Säure besitzen, empfinden sie deren Bindung als einen großen Stoffentzug, den sie gleich wieder zu decken suchen und gehen an der Unmöglichkeit, das völlig zu können, weil sie infolge der geringen Nährstoffzufuhr nur über geringe Reserven verfügen, zugrunde. Eine jede, auch die empfindlichste Art produziert noch ein gewisses Quantum Säure und verwendet dies zur Bindung neuer Mengen alkalischer Substanzen, bis alle zur Bildung der Säure heranziehbaren Stoffe aufgebraucht sind, wodurch dann der Tod herbeigeführt wird.

Auch bei der Stickstoffernährung der *Sphagna* dürfte ihre Säure eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Für die Hochmoorsphagna kommt als Stickstoffquelle einzig und allein der Luftstickstoff in Betracht und zwar davon wiederum nicht der ungebundene, sondern die geringen Mengen von Ammoniak und Salpetersäure, die in der Luft enthalten sind. Nach Sachs (32) ist das Ammoniak in der Luft nie frei, sondern als kohlen-saures und salpetersaures Ammoniak vorhanden und zwar im Mittel 2,2 mg Ammoniak und etwas weniger Salpetersäure. Die durch Regen und Schnee niedergeschlagenen Mengen betragen 0,5—2 mg Ammoniak und ebensoviel Salpetersäure im Liter; sie werden von der Säure der *Sphagna* begierig aufgenommen werden, denn es hat sich aus den Untersuchungen im Laboratorium der kgl. Moorkulturanstalt herausgestellt, daß die Ammonsalze zu den Lösungsmitteln dieser Säure gehören.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die *Sphagna* vermöge ihres Säuregehalts Parasiten von sich fern halten können; es ist bekannt, daß sie sehr wenig darunter zu leiden haben. Wegen seiner bakterienfeindlichen Eigenschaft wird ja trockenes Sphagnum zu Verbandzwecken benutzt.

Über die Eigenschaften der Sphagnensäure ist von Baumann und Gully (33) kurz berichtet worden; nach Abschluß der Untersuchungen über die Natur der Säure wird von ihnen ausführlich Mitteilung gemacht werden. Sie haben auch ermittelt, daß die Hypna

und andere Moose ebenfalls Säuren besitzen und daß die Humus-säuren kaum etwas anderes sein können, als diese im Boden erhalten gebliebenen Säuren.

Alle diese Umstände weisen darauf hin, daß die Säuren nicht allein im Leben der sie produzierenden Pflanzen sondern auch in der Entwicklungsgeschichte der Moore und anderer Humusablagerungen eine bedeutende Rolle spielen dürften und daß ihr Studium manches bemerkenswerte Resultat auf beiden Gebieten zu Tage fördern wird.

A n h a n g.

Das Wasseraufsaugungsvermögen der Sphagnumarten.

Die erste zahlenmäßige Angabe über das Wasseraufsaugungsvermögen des Torfmooses rührt wohl von Lesquereux (5) her, der mitteilt, daß ein Büschel Sphagnum — die Art ist nicht bezeichnet — in 2 Stunden etwa das 17fache seines Lufttrockengewichts aufnahm; der Büschel hatte ein Jahr lang trocken gelegen.

Über das Aufsaugungsvermögen der einzelnen Arten hat zuerst Dügge (14) Versuche angestellt und teilt darüber folgendes mit:

„Nach von uns vorgenommenen Wägungen betrug der Wassergehalt der direkt dem Hochmoorrasen entnommenen Proben, nach vorausgegangenen 5 hellen Tagen, bei:

- 1) *Sphagnum molluscum*
das 19,88fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande,
- 2) *Sphagnum medium* var. *purpurascens*
das 16,63fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande,
- 3) *Sphagnum cuspidatum*
das 16,48fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande,
- 4) *Sphagnum cuspidatum* var. *submersum*
das 15,27fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande,
- 5) *Sphagnum fuscum* und *rubellum* (Gemeenge)
das 11,29fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande.

Wurden die nämlichen Proben mit Wasser gesättigt, so zeigte sich (nach 10 Minuten Abtropfzeit) folgendes Verhältnis:

1. *Sphagnum molluscum*
nahm das 22,03fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande an Wasser auf,
- 2) *Sphagnum medium* var. *purpurascens*
nahm das 22,96fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande an Wasser auf,

3) *Sphagnum cuspidatum*

nahm das 19,76fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande an Wasser auf,

4) *Sphagnum cuspidatum* var. *submersum*

nahm das 21,06fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande an Wasser auf,

5) *Sphagnum fuscum* und *rubellum* (Gemenge)

nahm das 18,50fache des Gewichtes in lufttrockenem Zustande an Wasser auf.

Sphagnum medium var. *purpurascens* mit dem maximalen Aufsaugungsvermögen kann also beinahe das 23fache des Eigengewichts in lufttrockenem Zustande an Wasser aufnehmen.

Zailer und Wilk (23) geben für 3 *Sphagnum*arten folgendes Aufsaugungsvermögen an:

100 Teile lufttrockener Pflanzen nahmen Wasser auf:

<i>Sphagnum acutifolium</i>	2010 Teile
„ <i>cymbifolium</i>	2016 „
„ <i>cuspidatum</i>	1877 „

Endlich gibt Schreiber (34) ganz allgemein an, daß Torfmoose das 30fache ihres „gut lufttrockenen“ Gewichtes an Wasser aufnehmen.

Da bisher nur wenige Arten untersucht worden sind, entschloß ich mich bei einer größeren Zahl von *Sphagnen* das Wasseraufsaugungsvermögen zu bestimmen. Ich verfuhr folgendermaßen:

Von jeder Art wurde ein beliebiges reichlich bemessenes Quantum von den ihm anhaftenden gröberen Verunreinigungen so gut wie möglich befreit und in einer Porzellanschüssel mit destilliertem Wasser völlig untergetaucht über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Morgen wurde das Ganze durch ein Porzellansieb gegossen und dieses schräg gestellt, so daß das überschüssige Wasser leicht ablaufen konnte. Wenn dieses so weit abgetropft war, daß die Tropfen nur noch in größeren Pausen fielen, wurde das Material herausgenommen und in einer Schüssel leicht durcheinander gemischt, um möglichste Gleichmäßigkeit im Wassergehalt zu erzielen, da naturgemäß die unteren Teile immer etwas mehr mit Wasser vollgesogen waren. Von diesem Material wurden nun 6 mal je 10 g gewogen und die Trockensubstanz bestimmt.

Im Mittel ergaben sich folgende Zahlen:

10 g wasserfreie Substanz nahmen Wasser auf:

<i>Sphagnum molluscum</i>	das 26,8 fache
„ <i>papillosum</i>	„ 25,3 „
„ <i>medium</i>	„ 23,2 „

<i>Sphagnum cymbifolium</i>	das	23,1	fache
„ <i>rubellum</i>	„	22,1	„
„ <i>squarrosum</i>	„	22,0	„
„ <i>Dusenii</i>	„	20,8	„
„ <i>cuspidatum</i>	„	20,3	„
„ <i>subsecundum</i>	„	20,1	„
„ <i>fuscum</i>	„	19,3	„
„ <i>parvifolium</i>	„	18,8	„
„ <i>acutifolium</i> (Wald)	„	18,6	„
„ „ (Hochmoor)	„	18,3	„
„ <i>recurvum</i>	„	17,7	„
„ <i>teres</i>	„	16,6	„
„ <i>platyphyllum</i>	„	16,0	„

Zur Veranschaulichung der habituellen Eigentümlichkeiten der zu diesen Versuchen verwendeten Pflanzen sind 11 Arten auf den beiden Tafeln abgebildet. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß die äußeren habituellen Verschiedenheiten bei ein und derselben Art von großem Einfluß auf das Wasseraufsaugungsvermögen sein können. So werden sich locker wachsende Pflanzen anders verhalten als in dichten Polstern stehende, Wasserformen anders als Landformen, Formen von geschützten Stellen anders als solche von exponierten. Indessen darf man die individuellen Eigentümlichkeiten der einzelnen Arten, die im inneren anatomischen Bau liegen, nicht zu gering anschlagen. Das geht aus folgenden Beobachtungen hervor.

Sphagnum cuspidatum und *Dusenii* stehen einander im System sehr nahe; erstere Art ist nach unserem Bilde Tafel II, 1 und 3 die Miniaturausgabe des letzteren. Dieser Unterschied ist nicht immer so groß; es gibt bei beiden Arten stärkere und schwächere Formen. Auch die Eigentümlichkeiten im Bau, die die Wasseraufsaugung ermöglichen, sind bei beiden Arten fast gleich. Beide besitzen eine 2—3schichtige, deutlich vom Holzkörper abgesetzte hyaline Rinde am Stämmchen und wie alle übrigen Sphagna mit Ausnahme der *Cymbifolium*-Gruppe sog. Retortenzellen an den Ästen; bei beiden sind die Astbüschel meist 4ästig; beide besitzen lange, schmale Astblätter, deren hyaline Zellen eng und lang und mit stark nach innen vorspringenden Faserbändern versehen sind. Bei beiden liegen die Chlorophyllzellen der Astblätter beiderseits frei. Als wesentlicher Unterschied beider Arten ist hervorzuheben, daß die Poren der Astblätter bei *S. cuspidatum* auf der inneren, bei *S. Dusenii* auf der äußeren Blattfläche zahlreicher sind, was indessen bei den wenig anliegenden Blättern beider Arten auf die Wasseraufnahme kaum erheblichen Einfluß haben dürfte. Alle diese gleichen Eigenschaften kommen in

dem gleichen Wasseraufsaugungsvermögen zum Ausdruck, denn beide Arten — *S. Dusenii* mit dem 20,8- und *S. cuspidatum* mit dem 20,3-fachen ihres Trockensubstanzgewichtes — zeigen keinen nennenswerten Unterschied.

Daß die anatomisch-morphologischen Eigentümlichkeiten einen entscheidenden Einfluß auf die Fähigkeit Wasser aufzusaugen besitzen, geht auch aus dem Verhalten der *Cymbifolium*-Gruppe hervor. Aus dieser wurden 3 Vertreter untersucht, *Sphagnum papillosum* (Tafel I, 1), *S. medium* (Tafel I, 2) und *S. cymbifolium*, das habituell durchaus wie *S. medium* aussieht und deshalb auch nicht abgebildet wurde.

Die *Cymbifolium*-Gruppe ist vor allen anderen Gruppen der Torfmoose durch das Fehlen retortenförmiger Zellen an den Ästen ausgezeichnet, besitzt aber in den für gewöhnlich außerordentlich hohlen und großen Astblättern, in der aus großen mit Fasern versehenen Zellen gebildeten Epidermis, die an den Stämmchen stets mehrschichtig ist, und deren Oberflächenzellen außen mit Löchern versehen sind, dafür hinreichenden Ersatz an aufsaugenden Elementen. Für die Aufnahme von Wasser in äußeren Kapillaren sind auch die gut entwickelten, dem Stamm stets angedrückten, hängenden Äste sehr geeignet. Diese vorzüglichen Einrichtungen haben zur Folge, daß sich die Angehörigen dieser Gruppe fast als beste Wasseraufsauger herausgestellt haben. *S. cymbifolium* und *medium* besitzen gleiche Wasserkapazität, sie nahmen nämlich 23,1 bzw. 23,2fache ihres Trockensubstanzgewichtes an Wasser auf, und *S. papillosum* erwies sich wohl infolge der in unserem Falle besseren Ausbildung der Äste als etwas mehr befähigt für die Aufsaugung von Wasser, denn es nahm im Mittel das 25,3fache seines Trockensubstanzgewichtes an Wasser auf. Es unterliegt indes wohl kaum einem Zweifel, daß in anderen Fällen auch *S. medium* und *cymbifolium* ebensoviel Wasser aufzunehmen imstande sind wie *S. papillosum* oder dieses nur ebensowenig als die beiden anderen; so beobachtete ich an einer schwächeren, wenn auch dichtästigeren Form von *S. papillosum* aus dem Bernauer Hochmoor im Mittel von 6 Versuchen nur eine Wasseraufsaugung von dem 24fachen Trockensubstanzgewicht, ein anderesmal dagegen sogar das 26fache.

Die starke Wasserkapazität der Vertreter der *Cymbifolium*-Gruppe wird nur von einer Art, dem *Sphagnum molluscum* (Tafel 1, 4) übertroffen, das 26,8mal so viel Wasser aufnimmt als seine Trockensubstanz Gewicht aufweist. Dieses Moos ist wohl das zarteste unter seinen Gattungsgenossen und trocken außerordentlich leicht und voluminös. Seine Membranen sind wenig fest und die Stämmchen schwach, weshalb es im trockenen Zustande sehr zerbrechlich ist. Es ist

durch die großen, mit weit abstehenden Halsen versehenen Retortenzellen an den Ästen ausgezeichnet; die Hyalinzellen der Astblätter sind im Verhältnis zu den chlorophyllführenden weit. Alle diese Eigenschaften machen das hohe Wasseraufsaugungsvermögen erklärlich.

Im Gegensatz zu der eben besprochenen Art besitzen die Vertreter der *Subsecundum*-Gruppe viel festere Membranen; sie sind deshalb auch starrer und weniger brüchig. Zur Untersuchung gelangten zwei Arten, *S. subsecundum* (Tafel II, 4) und *S. platyphyllum* (Tafel II, 5 und 6), die sich im Wasseraufsaugungsvermögen ziemlich verschieden verhalten, denn *S. subsecundum* nimmt das 20,1- und *S. platyphyllum* nur das 16fache auf, trotzdem letztere Art eine zweischichtige Stengelepidermis besitzt und die erstere nur eine einschichtige. Offenbar wird die bessere Festhaltung von Wasser hauptsächlich in äußeren, durch die an den Stengel angedrückten hängenden Äste gebildeten Kapillaren bei *S. subsecundum* bewirkt, während die andere Art keine an den Stengel angedrückten Äste besitzt. Die hyalinen Astblattzellen der Vertreter der *Subsecundum*-Gruppe sind eng und kleinporig, die Poren sind aber zahlreich; die kapillare Festhaltung wird deshalb wohl meist in äußeren Hohlräumen stattfinden und die in dieser Hinsicht benachteiligten Formen werden — wie unser Beispiel zeigt — ein geringeres Aufsaugungsvermögen besitzen.

Die *Acutifolium*-Gruppe ist bei unseren Versuchen durch 3 habituell ähnliche Arten vertreten, *S. rubellum* (Tafel I, 5), *S. acutifolium* (Tafel I, 6) und *S. fuscum*, das wegen seiner Ähnlichkeit mit den vorigen nicht abgebildet wurde. Von *S. acutifolium* wurde eine Wald- und eine Hochmoorform geprüft, beide verhielten sich gleich und wiesen im Mittel eine Wasserkapazität von 18,6 bzw. 18,3 auf.

Zailer und Wilk haben für diese Art eine höhere Zahl gefunden, nämlich das 20,1fache des Trockengewichtes, die auf wasserfreie Substanz berechnet sich noch erhöht und vielleicht das 22fache ausmachen dürfte, während die von mir gewonnenen Zahlen für *S. acutifolium* auf lufttrockenes Gewicht berechnet etwa auf 16 zurückgehen würden. Da die von diesen Autoren angegebenen Zahlen für *S. cuspidatum* und *cymbifolium* einigermaßen mit den meinigen für diese Sphagnen gefundenen übereinstimmen, so glaube ich, daß die Autoren nicht *S. acutifolium* sondern das habituell ähnliche *S. rubellum* vor sich gehabt haben, für welche die gefundene Zahl stimmen würde; ich ermittelte das 22,1fache des Gewichts an wasserfreier Substanz. Ich bin zu dieser Annahme genötigt, weil die Differenz zwischen unseren Zahlen zu groß ist, als daß bei einer und derselben Art solche Verschiedenheiten obwalten könnten, zumal die Schwankungen in meinen zwölf Versuchen nur gering waren.

Daß *S. rubellum* trotz der habituellen Ähnlichkeit einen so erheblichen Unterschied gegenüber *S. acutifolium* aufweist, mag daran liegen, daß letzteres einen starrereren Wuchs und steifere Blätter aufweist als ersteres. Die weichere Konsistenz der Membranen von *S. rubellum* bedingen eine größere Schmiegsamkeit der Blätter und Äste im nassen Zustande und ermöglichen eine größere Festhaltung des Wassers. Auch die zweizeilig einseitswendigen Blätter dieser Art scheinen für die Bildung von Kapillaren von Vorteil zu sein.

S. fuscum, das nach diesen Merkmalen in der Mitte zwischen *S. rubellum* und *acutifolium* steht, weist auch eine mittlere Wasseraufsaugung auf, nämlich das 19,3fache seines Trockensubstanzgewichtes. Was *S. fuscum* und *S. acutifolium* an Fähigkeit Wasser aufzunehmen trotz ihrer exponierten Standorte einbüßen, das ersetzen sie durch dichten Zusammenschluß der Einzelpflanzen an einander und Bildung kompakter Rasen, welche die Wasserverdunstung stark herabsetzen, wenn sich nicht außerdem bei anderer Versuchsanstellung ergibt, daß die Wasserkapazität ganzer Rasenstücke, nicht einzelner aus dem Verbande getrennter Pflanzen — wie zu unserem Versuche verwendet wurden — die von *S. rubellum* erreicht, das selten in festgeschlossenen Rasen wächst.

Aus der *Squarrosus*-Gruppe wurden beide Vertreter *S. squarrosus* (Tafel I, 3) und *S. teres* untersucht, die erstere Art nahm das 22fache, die letztere nur das 16,6fache ihres Trockensubstanzgewichtes auf. Diesen großen Unterschied kann ich mir nur durch die erhebliche Größendifferenz zwischen beiden Arten erklären; wie die Abbildung zeigt, ist *S. squarrosus* eine sehr kräftige, den Cymbifolien nahestehende Pflanze, während *S. teres* viel schwächlicher ist. Das Material von letzterer Art stammt aus dem Moore bei Paulsborn im Grunewald bei Berlin, woher ich es von Herrn L. Loeske gütigst zugesandt bekam.

Endlich wurde noch *S. recurvum* (Tafel II, 2) mit dem ihm verwandten *S. parvifolium* auf seine Wasserkapazität geprüft. Bei der großen Mannigfaltigkeit der Formen dieser beiden Arten dürften die ermittelten Zahlen kaum zuverlässig sein; sie haben nur für die zum Versuch verwandten Pflanzen Gültigkeit. Daß die Einrichtungen zur Aufnahme von Wasser in unserem Falle bei *S. recurvum* ziemlich schlecht sein müssen, geht schon aus der Abbildung hervor, die eine entfernt beästelte Wasserform darstellt; ich fand im Mittel nur das 17,7fache. Günstiger sind die Verhältnisse bei *S. parvifolium*, von der dichter beästete Pflanzen zur Verfügung standen; bei dieser Art wurde das 18,8fache ermittelt. Beide Arten haben eine wenig entwickelte Epidermis, deren Zellen sich vom Holzkörper meist kaum

abheben. Die hyalinen Blattzellen sind hingegen relativ weit und bilden neben den äußeren kapillaren Hohlräumen die beste Einrichtung zur Wasseraufnahme.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß in erster Linie für die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser der anatomisch-morphologische Bau maßgebend ist, daß aber auch habituelle Eigentümlichkeiten eine Rolle spielen können. Ich bin deshalb weit davon entfernt, aus diesen immerhin wenig zahlreichen Versuchen, zu denen ja stets Pflanzen eines Rasens und von gleichen Eigenschaften verwendet wurden, allzuviel folgern zu wollen. Doch möchte ich darauf hinweisen, daß die Hochmoorsphagna im allgemeinen die größte Wasserkapazität bewiesen haben, während die Flachmoorsphagna in der Regel ein geringeres Wasseraufsaugungsvermögen zeigten. Die größten Differenzen lagen zwischen *S. molluscum* mit fast dem 27 fachen und *S. platyphyllum* mit dem 16 fachen ihres Trockensubstanzgewichtes. Eine größere Zahl von Versuchen, die auch die Variationen und Standortsformen jeder einzelnen Art eingehend berücksichtigt, wird zweifellos für die Biologie der Sphagna mancherlei interessante Resultate zutage fördern.

Benutzte Literatur.

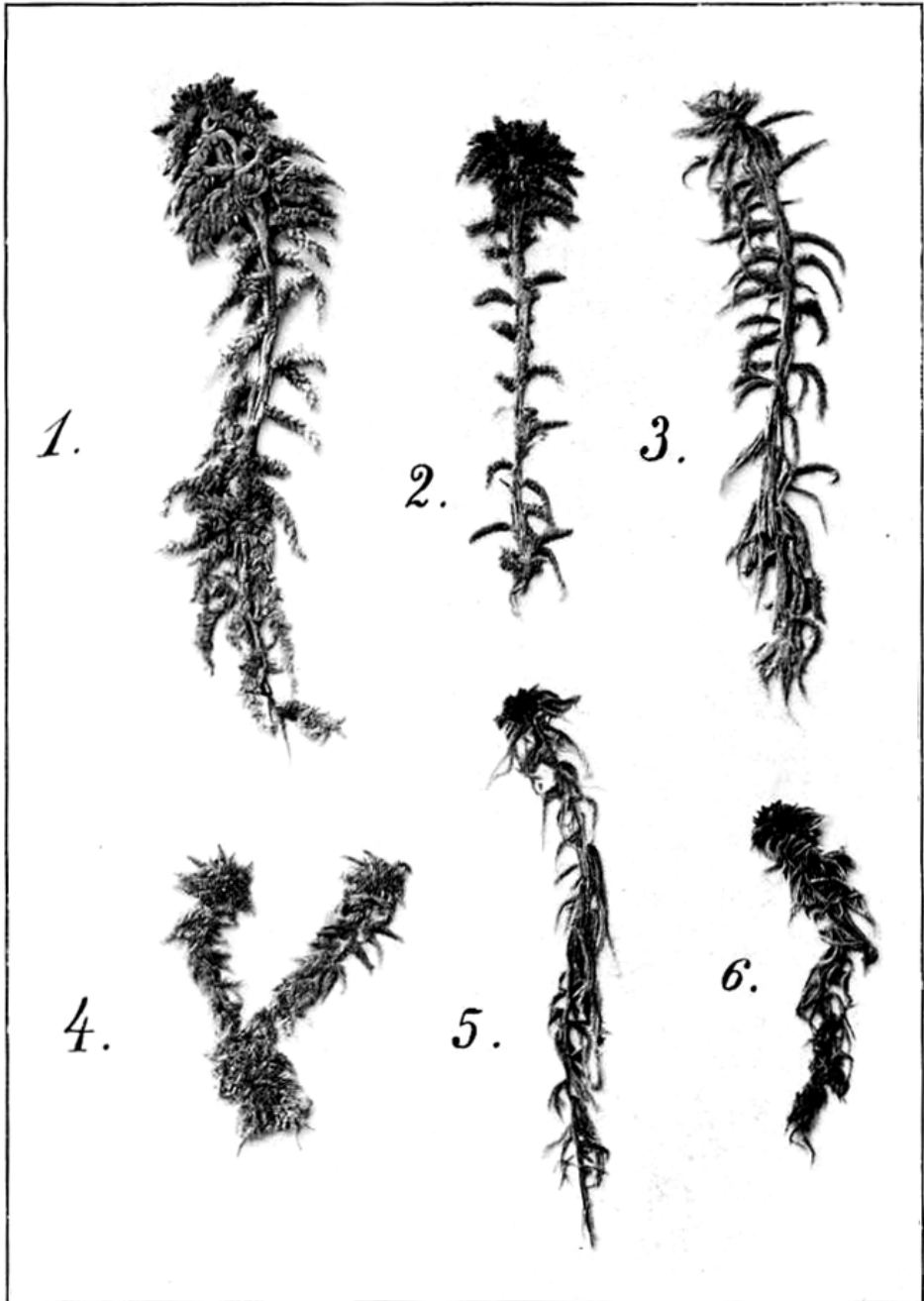
- (1) Contejean, Ch., Géographie botanique, influence du terrain sur la végétation. Paris 1881.
- (2) Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
- (3) Solms-Laubach, H., Graf zu, Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie in kurzer Darstellung. Leipzig 1905.
- (4) Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1908.
- (5) Lesquereux, Leo, Untersuchungen über die Torfmoore im allgemeinen. Übersetzt von v. Lengerke und mit Anmerkungen versehen von C. Sprengel und Lasius. Berlin 1847.
- (6) Sendtner, O., Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.
- (7) Milde, J., Übersicht über die schlesische Laubmoosflora in Bot. Zeitung 1861. Anhang.
- (8) Pfeffer, W., Bryogeographische Studien aus den rhätischen Alpen. Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften. Zürich 1871.
- (9) Ohlmann, V., Vegetative Fortpflanzung der Sphagnaceen nebst ihrem Verhalten gegen Kalk. Diss. Freiburg 1898.
- (10) Weber, C. A., Über die Moore mit besonderer Berücksichtigung der zwischen Unterweser und Unterelbe liegenden. Jahresbericht der Männer vom Morgenstern, Heimatband an Elb- und Wesermündung. Heft 3. 1900.
- (11) Graebner, P., Bildung natürlicher Vegetationsformationen im nord-deutschen Flachlande. (Arch. der Brandenburgia IV, 1898).
- (12) Graebner, P., Die Heide Norddeutschlands. Leipzig 1901.
- (13) Graebner, P., Handbuch der Heidekultur. Leipzig 1904.

- (14) Düg geli, M., Pflanzengeographie und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Diss. Zürich 1903. Separatabdruck aus der „Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich. Jahrg. 48 (1903) Heft 1 und 2.
- (15) Fröh, J. und Schröter, C., Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern 1904.
- (16) Ramann, E., Organogene Ablagerungen der Jetztzeit. Neues Jahrb. für Mineralogie etc. Beil. Bd. X, 1895.
- (17) Paul, H., Vorläufige Mitteilung über die Kalkempfindlichkeit der Sphagna (Bericht über die Arbeiten der k. b. Moorkulturanstalt im Jahre 1903). München 1904.
- (18) Paul, H., Zur Kalkfeindlichkeitsfrage der Torfmoose. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1906. XXIV.
- (19) Warnstorf, C., Leber- und Torfmoose. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. I. Bd. Leipzig 1903.
- (20) Katic, D. Lj., Beitrag zur Kenntnis der Bildung des roten Farbstoffes (Anthocyan) in vegetativen Organen der Phanerogamen. Diss. Halle a. S. 1905.
- (21) Crone, G. von der, Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Phosphorsäure auf die höhere Pflanze und eine neue Nährlösung. Diss. Bonn 1904. Ref. im Bot. Zentr.-Bl. 1905.
- (22) Leiningen, W., Graf zu, Die Waldvegetation präalpiner bayrischer Moore insbesondere der südlichen Chiemseemoore. Naturw. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft. 1907.
- (23) Zailer, V. und L. Wilk, Über den Einfluß der Pflanzenkonstituenten auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Torfes. Zeitschr. für Moorkultur und Torfverwertung. Wien 1907.
- (24) Lorenz, J. R., Allgemeine Resultate aus der pflanzengeographischen und genetischen Untersuchung der Moore im präalpinen Hügellande Salzburger Flora. Regensburg 1858.
- (25) Sitensky, Fr., Über die Torfmoore Böhmens. Prag 1881.
- (26) Timm, R., Die Moosflora einiger unserer Hochmoore, insbesondere die des Himmelmoores bei Quickborn.
- (27) Timm, R., Unsere Torfmoore und ihre Moose. Zweiter Bericht des Hamburgischen Lehrer-Vereins für Naturkunde. 1906.
- (28) Weber, C. A., Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstunim im Memeldelta. Berlin 1902.
- (29) Goebel, K., Organographie der Pflanzen. Jena 1898.
- (30) Oltmanns, F., Über die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluß auf die Wasserverteilung im Boden. Cohn's „Beiträge zur Biologie der Pflanzen.“ Bd. IV. 1884.
- (31) Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. II. Auflage. 1897. Leipzig.
- (32) Sachs, R., Lehrbuch der Agrikulturphysik. Leipzig 1888.
- (33) Baumann, A. (Ref.) und E. Gully, Über die freien Humussäuren im Hochmoor und ihre Bestimmung. Naturw. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft. VI. 1908.
- (34) Schreiber, H., Leitpflanzen der Moore Österreichs. Österr. Moorzeitschrift. 8. Jahrg. 1907.

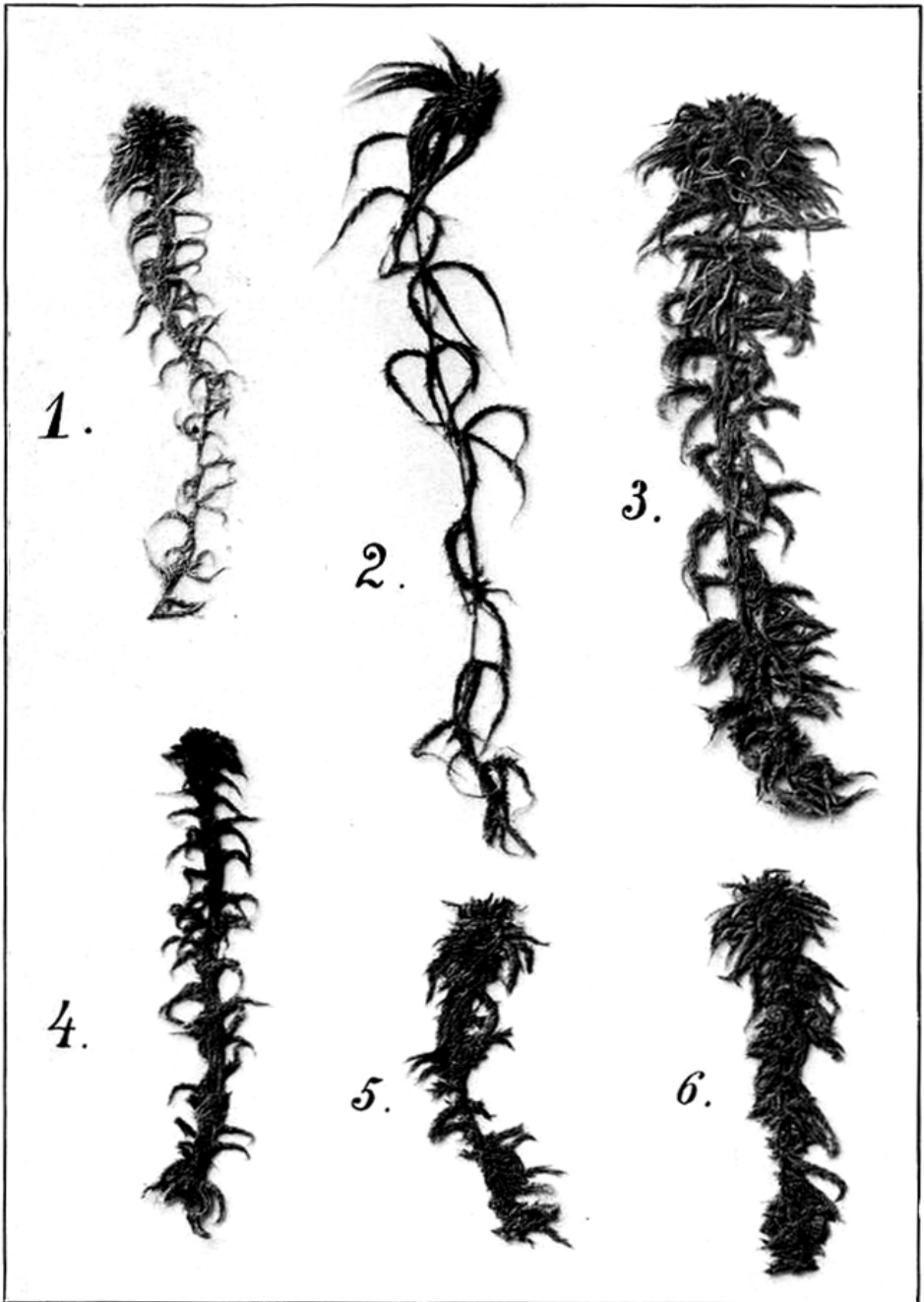
Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung	61
II. Historisches	61
III. Beschreibung der Versuche	65
A. Versuche ohne Rücksicht auf den Säuregehalt	65
a) Kalksalze	65
1. Kohlensaurer Kalk	65
2. Schwefelsaurer Kalk	71
3. Salpetersaurer Kalk	73
b) Kali- und Natronsalze	73
1. Kohlensaure Salze	73
2. Schwefelsaure Salze	74
c) Chloride	75
d) Phosphorsäure und phosphorsaure Salze	76
e) Magnesiumsulfat	77
f) Säuren und Alkalien	77
B. Versuche mit Rücksicht auf den Säuregehalt	78
a) Kohlensaurer Kalk	78
b) Natronlauge	91
IV. Biologische Bedeutung der Säure und ihre Beziehung zur Kalkfeindlichkeit	93
Anhang: Wasseraufsaugungsvermögen der Sphagnumarten	108
Literaturübersicht	114





1. *Sphagnum papillosum* Lindb. 2. *S. medium* Limpr. 3. *S. squarrosum* Pers. 4. *S. molluscum* Bruch. 5. *S. rubellum* Wils. 6. *S. acutifolium* (Ehrh.) Warnst.



1. *Sphagnum cuspidatum* (Ehrh.) Warnst. 2. *S. recurvum* (P. B.) Warnst. 3. *S. Dusenii* C. Jens
4. *S. subsecundum* (Nees) Limpr. 5. 6. *S. platyphyllum* (Sull., Lindb.) Warnst.

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt.

Herausgegeben von Direktor Dr. A. Baumann.

Heft I.

- Inhalt:** I. Ueber 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 bayrischen Moore. Von J. Bauer, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

Preis geheftet M 5.—.

In Form von Abhandlungen sollen die ausgeführten Arbeiten in den „Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt“ beschrieben werden. Dabei werden einerseits die Arbeiten, die mehr wissenschaftlichen Charakter haben, andererseits 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.

Die Waldvegetation präalpinen bayr. Moore,

insbesondere der südlichen Chiemseemoore. Eine Studie über die Abhängigkeit der Holzarten von den Bodenverhältnissen des Moores mit Berücksichtigung der Mooraufforstung. Mit Tafeln, Profilen und Karten.

Von Dr. W. Graf zu Leiningen, Privatdozent an der Kgl. Universität München. Preis M 2.80.

Exkursionsflora für Württemberg und Hohenzollern. Anleitung zum Bestimmen der einheimischen höheren Pflanzen, nebst Angabe ihrer Verbreitung. Von Dr. O. Kirchner, Professor der Botanik an der K. landw. Hochschule Hohenheim und Professor Jul. Eichler, Kurator am Kgl. Naturalien-Kabinett in Stuttgart. 470 Seiten. Eleg. in Leinw. geb. M 4.80.

Flora von Stuttgart und Umgebung mit besonderer Berücksichtigung der pflanzenbiologischen Verhältnisse. Von Prof. Dr. O. Kirchner, Hohenheim. Preis brosch. M 7.—, gebd. M 7.80.

Exkursionsflora für das Königreich Bayern. Von Prof. Dr. R. Prantl. 2. Ausgabe. Eleg. in Leinw. geb. M 3.80.

Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. Von Hofrat Prof. Dr. M. Seubert. 6. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. Klein. Elegant in Leinwand gebunden M 4.50.

Beiträge zur Biologie der Blüten. Von Prof. Dr. O. Kirchner. M 1.80.

Die Gallenbildungen (Cecidien) der Pflanzen, deren Ursachen, Entwicklung, Bau und Gestalt. Ein Kapitel aus der Biologie der Pflanzen. Von Dr. J. Koss, Kgl. Kurator am botan. Museum in München. Mit 52 Figuren im Text. Preis M 2.—.

Die Raupen der Tagfalter, Schwärmer und Spinner des mitteleuropäischen Faunengebietes. Von Dr. A. Freiherr von Döbened. Mit 96 in den Text gedruckten Abbild. Preis brosch. M 9.—. In Leinw. geb. M 10.—.

Der Schutz der Naturdenkmäler insbesondere in Bayern. Von G. Gigner, Kgl. Polizeirat in München. Preis M 1.—.

Pflanzenpathologische Wandtafeln.

Eine Sammlung kolorierter Tafeln für den Unterricht.

Herausgegeben von

Dr. Carl Freiherr von Tubeuf,

o. ö. Professor an der K. Universität München.

Grösse der farbigen Tafeln 80:100 cm.

Preis der **einzelnen Tafel**: Ausgabe auf **Papier** M 4.—

„ „ **Papyrolin** (Leinen) M 5.—

Preis jedes **Textheftes** 60 $\frac{3}{4}$

(Mit Stäben versehen kostet jede Tafel Mk. 1.— mehr.)

Bereits erschienen sind:

Tafel 1: **Die Mistel** (*Viscum album* L.). Bearbeitet von Professor
Dr. von Tubeuf-München.

„ 2: **Die Fusicladien unserer Obstbäume.** Von Dr. Rud. Ader-
hold, Geh. Regierungsrat und Direkt. der Kais. Biolog. Anstalt.

„ 3: **Die Schuppenwurz**, *Lathraea Squamaria*. Von Dr. E. Heinricher,
Professor der Botanik an der k. k. Universität Innsbruck.

„ 4: **Mehltauipilze** (*Erysipheen*). Von Dr. Fr. W. Neger, Professor
an der Kgl. Sächs. Forstakademie Tharandt.

„ 5: **Die Rostarten des Getreides.**

I. Die wirtswechselnden Rostarten.

„ 6: **Die Rostarten des Getreides.**

II. Die nicht wirtswechselnden Rostarten

Von Professor
Dr. J. Eriksson, Albano
bei Stockholm.

Ferner haben ihre Mitwirkung bereits zugesagt die Herren Regierungsrat
Dr. Appel-Berlin, Professor Dr. Kirchner-Hohenheim u. a.

Die von Universitätsprofessor Dr. Freiherr von Tubeuf in München heraus-
gegebenen **pflanzenpathologischen Wandtafeln** sind für den Schulgebrauch an höheren
und mittleren Lehranstalten, sowie an landwirtschaftlichen, forstlichen und gärt-
nerischen Fachschulen bestimmt. Sie enthalten **Habitusbilder der Parasiten im**
Kampfe mit der Wirtspflanze und biologisches wie anatomisches Detail in weit
sichtbarer, farbiger Darstellung.

Eine Erklärung sowohl wie eine Ergänzung gibt der Text, dem nicht nur eine Repro-
duktion der Tafel, sondern auch weitere Abbildungen beigelegt sind. Er soll den Anschluss
an die nächst verwandten Parasiten klar machen, eine Naturgeschichte der auf der Tafel dar-
gestellten Schädlinge, ihre praktische Bedeutung und Bekämpfung darlegen.

Als **Gegenstände** für die **Tafeln** sind einerseits **Repräsentanten der verschie-
denen Parasitengruppen** (*Loranthaceen*, *Cuscuten*, *Rhinanthaceen*, *Orobanchen* etc. von
den phanerogamen Parasiten, *Myxomyceten*, *Bakterien*, *Peronosporaeen*, *Ascomyceten*, *Ustilagi-
neen*, *Uredineen*, *Hymenomyceten* von den kryptogamen Parasiten), andererseits **die**
durch praktische Bedeutung besonders hervorragenden Schädlinge in Aus-
sicht genommen.

Besonders zu bemerken ist noch, dass zwar eine grössere Zahl der Tafeln von dem
Herausgeber selbst hergestellt werden wird, dass aber andere Tafeln durch verschiedene
Spezialforscher, von denen oben bereits einige aufgeführt sind, bearbeitet werden sollen.

Die Lagerung der Getreide.

Entstehung und Verhütung mit besonderer Berücksichtigung der Züchtung auf Standfestigkeit.

Von Professor Dr. C. Kraus in München

(Landwirtschaftl. Laboratorium und Versuchsfeld der Kgl. techn. Hochschule in München und Kgl. Saatgutanstalt in Weihenstephan).

Preis brosch. M 12.—, in Weinwand geb. M 13.—.

Fühlings landwirtschaftl. Zeitung 1907, No. 19:

In allen Abschnitten ist mit außerordentlicher Gründlichkeit verfahren und neben den umfassenden eigenen Untersuchungen die vorhandene, irgendwie wichtige Literatur berücksichtigt, ohne daß dadurch die Benutzung des Buches für den erschwert wird, der der praktischen Seite der Frage das größte Interesse entgegenbringt; das Unterbringen der Literaturnachweise in den Anmerkungen am Schlusse jedes Kapitels erleichtert das Lesen sehr.

„ . . . Alle Landwirte, besonders aber die Getreidezüchter werden in dem trefflich ausgestatteten Buch einen Schatz wertvoller Darstellungen und Anregungen finden und allen, die sich wissenschaftlich mit den Fragen des Getreidebaues und der Getreidezüchtung zu beschäftigen haben, wird das Kraus'sche Werk unentbehrlich sein.“

Professor Dr. Edler, Jena.

Die Gliederung des Gersten- und Haferhalmes und deren Beziehungen zu den Fruchtständen.

Ein Beitrag zu den wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung.
Mit 18 Abbildungen.

Von Professor Dr. C. Kraus in München.

(Landwirtschaftl. Laboratorium und Versuchsfeld der Kgl. techn. Hochschule in München und Kgl. Saatgutanstalt in Weihenstephan.)

Preis broschiert M 5.50.

Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

(Getreide, Hülsenfrüchte, Futter-Gräser und -Kräuter, Wurzelgewächse, Handelsgewächse, Gemüse- und Küchenpflanzen, Obstbäume, Beerenobstgewächse, Weinstock).

Eine Anleitung zu ihrer Erkennung und Bekämpfung für Landwirte und Gärtner.

Von Dr. Oskar Kirchner,

Professor der Botanik an der Kgl. württ. landw. Hochschule Hohenheim.

2. vollständig umgearbeitete Auflage.

Preis broschiert M 14.—. * Gebunden M 15.50.

Besprechung in Fühlings landwirtsch. Zeitung:

Die zweite Auflage des Kirchnerschen Werkes liegt nun vollständig vor. Wie wir bereits bei Besprechung der ersten Lieferungen betonten, besitzen wir kein Buch, das die sichere Orientierung auf dem weiten Gebiete der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenbeschädigungen so leicht macht wie das Kirchnersche. Die Feststellung der Ursachen beobachteter Beschädigungen ist mit Hilfe des Buches dem einigermaßen Erfahrenen nicht schwer und die Bekämpfungsmittel, die uns zur Verfügung stehen, sind bei den einzelnen Krankheiten u. f. w. ausführlich behandelt.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart.

Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas.

Spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Deutschlands,
Österreichs und der Schweiz.

Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner
herausgegeben von Dr. O. Kirchner, Prof. der Botanik an der K. landw.
Hochschule Hohenheim, Dr. E. Loew, Prof. am K. Kaiser Wilhelm-Real-
gymnasium Berlin und Dr. C. Schröter, Prof. der Botanik am eidgen.
Polytechnikum Zürich.

Vollständig in 5 Bänden von ca. je 40 bis 50 Druckbogen.

— Erscheint in Lieferungen von je 6 Druckbogen. —

Einzelpreis M 5.—. Subskriptionspreis für jede Lief. M 3.60.

Bereits erschienen sind Lieferung 1—8 (Bogen 1—48).

Inhalt: Einleitung. Übersicht über die ökologischen Erscheinungen bei den mitteleuropäischen Blütenpflanzen. Verzeichnis der wichtigsten zusammenfassenden Schriften über die spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Erklärung der für die ökologischen Einrichtungen der Blütenpflanzen gebrauchten Kunstaussdrücke. Embryophyta siphonogama, Blütenpflanzen. I. Unterabteilung Gymnospermæ. 1. Taxaceæ. 2. Pinaceæ. 3. Gnetaceæ. II. Unterabteilung Angiospermæ. 4. Typhaceæ. 5. Sparganiaceæ. 6. Potamogetonaceæ. 7. Najadaceæ. 8. Juncaginaceæ. 9. Alismaceæ. 10. Butomaceæ. 11. Gramineæ.

— Mit mehreren 100 Abbildungen. —

Die Coniferen und Gnetaceen Mitteleuropas.

in ihren gesamten Lebenserscheinungen, mit einer allgem. ökol. Einführung.
(Bd. I, Abt. 1 der Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas.)

Unter Mitwirkung von Dr. Rikli, Privatdozent am eidgen. Polytechnikum
Zürich herausgegeben von Dr. O. Kirchner, Professor der Botanik an der
Kgl. landw. Hochschule Hohenheim, Prof. Dr. E. Loew, Berlin, Dr. C. Schröter,
Prof. der Botanik am eidgen. Polytechnikum Zürich.

Mit 186 Abbdg. Preis geb. M 16.—.

Krankheiten und Befschädigungen der Nuß- u. Zierpflanzen des Gartenbaues.

Von

Professor Dr. **Fr. Krüger**

und

Professor Dr. **G. Röhrig.**

Dozent für Pflanzentränkheiten an der
Kgl. Landwirtsch. Hochschule Berlin.

Regierungsrat an der Kgl. Biol.-Anstalt für
Land- und Forstwirtschaft Dahlem bei Berlin.

Mit 4 Farbentafeln und 224 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis in Leinwand gebunden M 6.—.

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt (Heft 1).

Inhalt: I. Über Bodentemperaturen im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen. Von Dr. F. Wager.

II. Die Schwarzerlenbestände des südlichen Oberrheingebietes. Von Dr. S. Paul, Assistent der K. Moorkulturanstalt.

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

Preis M 5.—.

Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft.

Zugleich Organ für naturwissenschaftliche Arbeiten aus der botanischen, zoologischen, chemisch-bodenkundlichen und meteorologischen Abteilung der Kgl. bayerischen Forstlichen Versuchsanstalt in München, der Kgl. bayer. Agrarbotanischen Anstalt in München, der Kgl. bayerischen Moorkulturanstalt in München, der landwirtschaftlichen Abteilung der Kgl. Bayerischen Technischen Hochschule in München, der landwirtschaftlichen Abteilung der Kgl. Bayerischen Akademie in Weihenstephan, sowie der Kgl. Bayerischen Saatgut-Anstalt in Weihenstephan.

Herausgegeben von Dr. Carl Freiherr von Cubeuf, o. ö. Professor an der Universität München.

Jährlich erscheinen 12 Hefte von je 2—3 Druckbogen mit Farbtafeln und in den Text gedruckten Abbildungen. Preis pro Jahrgang M. 14.—.

Die Jahrgänge 1903, 1904, 1905 und 1906 stehen zum ermäßigten Preis von je M 9.—, der Jahrgang 1907 zum ermäßigten Preis von M 12.— zur Verfügung.

Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz.

Organ der Kgl. Bayer.

agrikulturbotanischen Anstalt in München. Herausgegeben von Direktor Dr. E. Hiltner. Monatlich 1 Nummer mit 12 Seiten gr. 8°, mit zahlreichen Abbildungen. Preis für den Jahrgang M. 3.—, durch die Post bezogen ohne Beleggeld M. 2.80.

Die Jahrgänge 1903, 1904, 1905, 1906 und 1907 stehen zum ermäßigten Preis von je M 2.20 zur Verfügung.

Fühling's landwirtschaftliche Zeitung.

Zentralblatt für praktische Landwirtschaft. Unter Mitwirkung hervorragender

Gelehrter und Praktiker herausgegeben von Professor Dr. Edler, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Jena. Monatlich 2 Hefte à 2 bis 2½ Druckbogen. Preis pro Quartal M 3.—.

Die Jahrgänge 1900 bis 1905 stehen zum ermäßigten Preis von je M 6.—, die Jahrgänge 1906 und 1907 zu M 8.— statt M 12.— zur Verfügung.

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.

Organ für die Gesamtinteressen des Pflanzenschutzes. Mit Beilage: Internationaler

phytopathologischer Dienst (8 Druckbogen). Herausgegeben von Professor Dr. Paul Sorauer. Jährlich erscheinen sechs Hefte, je vier Druckbogen stark, mit lithographierten Tafeln und in den Text gedruckten Abbildungen. Preis des Jahrganges Mk. 20.—.

Empfohlen vom K. preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und vom K. K. österr. Ackerbauministerium.

Jahrgang I—XVII, von welchen ein geringer Vorrat noch vorhanden ist, steht zu dem ermäßigten Preis von M 210.— statt M 255.— zur Verfügung.

Deutsche Obstbauzeitung.

(Neue Folge der Pomologischen Monatshefte.) Organ des deutschen Pomologenvereins. Herausgegeben vom Vorstand

des deutschen Pomologenvereins. Jährlich 24 Hefte à 16 Seiten. Mit Textabbildungen und farbigen und schwarzen Holzschnitten.

Preis pro Jahrgang M 6.50.