

## Zur Problematik des Grenzhorizonts europäischer Sphagnummoore

Von H. Nietsch, Loccum

Als Grenzhorizont bezeichnete C. A. WEBER in Nordwestdeutschland die Schichtgrenze jener auffälligen Überlagerung eines stark humifizierten „Älteren Sphagnumtorfes“ durch einen wenig zersetzten „Jüngeren Sphagnumtorf“, die, oft noch betont durch eine Zwischenlage besonders starker Zersetzung, so bezeichnend für den Aufbau unserer ombrogenen Hochmoore ist. Rekurrenzflächen nannte GRANLUND (1932) ganz allgemein derartige Bildungen, deren er in Schweden nach der Altersstellung mehrere unterschied; seine Rekurrenzfläche III vom Ende der Bronzezeit entspricht dem Grenzhorizont WEBER'S. Dessen Entstehung ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, die jedoch bisher zu keiner wirklich überzeugenden Lösung geführt haben. Auch die nachstehenden Ausführungen, das sei gleich vorausgeschickt, kommen zu keinem endgültigen Ergebnis. Sie sollen lediglich einige Punkte zur Sprache bringen, die in diesem Zusammenhang Berücksichtigung erfordern, ganz gleich, von welcher Seite aus man an ihn herantritt.

Die weite Verbreitung des Grenzhorizonts in seiner typischen Beschaffenheit und als annähernd gleichzeitige Bildung — mögen im einzelnen auch noch manche Zweifel über die Zuordnung bestehen — von den Britischen Inseln über die Niederlande und Nordwestdeutschland bis nach Dänemark und Südschweden läßt nur eine allgemein wirksame Ursache annehmen, und es herrscht wohl ziemliche Übereinstimmung darüber, daß diese Ursache ganz oder überwiegend im klimatischen Bereich zu suchen ist. Da sich der wenig zersetzte Jüngere Sphagnumtorf innerhalb des ganzen Gebietes noch gegenwärtig überall bildet oder bilden kann, soweit das nicht durch Kulturmaßnahmen verhindert wird, so engt sich die Frage zur Hauptsache daraufhin ein, welche andersartigen Bedingungen die Beschaffenheit des Älteren Sphagnumtorfes hervorriefen. Es dürfte heute weitgehende Einigkeit darüber bestehen, daß er im wesentlichen schon während seiner Entstehung, primär, seinen hohen Zersetzungsgrad erhielt. Die Rolle, die dabei das Klima spielte, stellt man sich in verschiedener Weise wirksam vor: 1.) mittelbar, durch Hemmung der Wachstumsbedingungen für die Pflanzendecke des Moores, so daß die verhältnismäßig geringen alljährlich gebildeten Pflanzenstoffe umso nachhaltiger von der Verwitterung erfaßt werden konnten, und 2.) unmittelbar, durch eine Steigerung der klimatischen Zersetzungsbedingungen an sich. Gern wird beides miteinander verbunden angenommen, jedenfalls steht die Voraussetzung eines nur langsamen Wachstums des Älteren im Vergleich zum Jüngeren Sphagnumtorf mit im Vordergrund der Überlegungen. Es fragt sich jedoch, ob das berechtigt ist.

In dem von verschiedenen Autoren pollenanalytisch bearbeiteten Hochmoor von Dannenberg bei Bremen erreicht der Ältere Sphagnumtorf eine ansehnliche Mächtigkeit: NILSSON (1948) gibt in seiner Profilaufnahme 2,90 m hochzersetzen ombrogenen Sphagnumtorf mit nur unbedeutenden Zwischenlagen etwas geringerer Zersetzung an; eine in der Nähe des Grenzhorizontes entwickelte *cuspidatum*-reiche Wechsellagerung und eine mäßig zersetzte Schicht am Grund des Älteren Sphagnumtorfes ist dabei nicht mit eingerechnet. Dessen Entstehung

fällt nach der Zoneneinteilung NILSSON's in die Zeit zwischen Zone IIIc (Bronzezeit) und die ältere Hälfte der Zone VI, also ungefähr zwischen 1000 und 6000 v. Chr. Dann haben sich durchschnittlich rund 0,6 mm Torf im Jahr gebildet. Das von OVERBECK & SCHNEIDER (1938) bearbeitete Profil weist im ganzen etwa 4 m Älteren Sphagnum- und Sphagnum-Eriophorumtorf, z. T. etwas geringerer Zersetzung, auf, für dessen Entstehung sich 0,7—0,8 mm im Jahr errechnen lassen. Zu ähnlichen Werten, etwa 0,6—0,9 mm, gelangt man in gut ausgebildeten Profilen bei Berechnung des jährlichen Torfzuwachses für denjenigen Abschnitt des Älteren Sphagnumtorfes, der zwischen dem Beginn der zusammenhängenden Buchenkurve und dem Grenzhorizont entwickelt ist, wenn man jenen mit PFAFFENBERG (1947) etwa auf 2000 v. Chr. und den Grenzhorizont oder sein pollenanalytisches Äquivalent, wie üblich, auf spätestens 500 v. Chr. ansetzt.

Die Mächtigkeit des J ü n g e r e n Sphagnumtorfes überschreitet in Nordwestdeutschland nur selten 2,00 m. Allerdings sind die Profile oft unvollständig, und es läßt sich vielfach nicht feststellen, um welchen Betrag ihre ursprüngliche Mächtigkeit bereits durch Torfstich, Brandkultur und den natürlichen Schwund nach der Entwässerung verringert wurde. Immerhin geben einzelne Profile, in deren obersten Lagen sich bereits die neuzeitlichen Kulturspektren abheben, die Möglichkeit einer Nachprüfung. So sind im Profil „Zu den drei Pütten“ (OVERBECK & SCHMITZ 1931, Fig. 29) nur 170 cm gering zersetzter Sphagnumtorf zwischen dem Grenzhorizont und den Kulturspektren gebildet worden, der jährliche Zuwachs belief sich also auf 0,7—0,8 mm, je nachdem, ob man in den oberen Lagen schon mit verlangsamttem Zuwachs rechnet. Im Profil „Edewechterdamm“ kommen OVERBECK & SCHNEIDER (1942) unter Berücksichtigung der erfolgten Abtragung, Verwitterung usw. auf eine Gesamtmächtigkeit des Jüngeren Sphagnumtorfes von 180 cm als wahrscheinlichste Schätzung, und da sie den Beginn seiner Entstehung bereits um 1000 v. Chr. annehmen, so entfallen auf den jährlichen Durchschnitt kaum mehr als 0,6 mm. Berechnungen der Autoren für einen Teil des Profils im Jüngeren Sphagnumtorf variieren zwischen 0,56 und 0,75 mm jährlicher Neubildung.

Schon diese wenigen Beispiele geben zu erkennen, daß sich die mittleren Zuwachsgeschwindigkeiten der beiden verglichenen Torfarten in einem weiten Bereich überschneiden, unbeschadet ihrer typischen Beschaffenheit. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß für den Aufbau einer bestimmten Schichtmächtigkeit des stark zersetzten Torfes eine erheblich größere Pflanzenmasse als für die gleiche Mächtigkeit des wenig zersetzten Torfes als Ausgangsstoff vorausgesetzt werden muß. So gesehen, kehrt sich in nicht wenigen Fällen das Bild geradezu um zugunsten der Bestätigung eines lebhaften Wachstums der Pflanzengesellschaften, aus denen der Ältere Sphagnumtorf entstand. Die trotzdem erfolgte hohe Humifizierung kann also nur das Ergebnis unmittelbarer Einwirkung bestimmter Klimaeigenschaften gewesen sein, die wir allerdings noch viel zu wenig kennen.

Im Grunde bewegten sich die Erwägungen darüber, so verschieden auch ihre Ergebnisse waren, auf dem Boden an sich zutreffender Feststellungen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß höhere Wärmegrade, wie sie für die postglaziale Wärmezeit angenommen werden, in Verbindung mit ausreichender Feuchtigkeit, ohne die ja Hochmoorbildungen nicht denkbar sind, förderlich für die Humifizierung waren. Entscheidend war aber außer der Art, in der sich Wärme und Feuchtigkeit auf dem Hochmoor miteinander verbanden, auch die Mitwirkung einer dritten Voraussetzung verstärkter Humifizierung, nämlich eines weder zu hohen noch zu geringen Luftzutritts zu der oberflächennahen Schichtlage,

in der sich die Umbildung der abgestorbenen Pflanzenteile vollzog. Da in der Gegenwart erst ein gewisses Trockenheitsstadium des Moores diese Bedingungen vereint zur Wirkung bringt, wie die Beobachtung an entwässerten Torfschichten erkennen läßt, so liegt an sich der Schluß nahe, daß die Moore des Älteren Sphagnumtorfes im allgemeinen trockener waren als die lebenden Sphagnummoore der Gegenwart, oder mindestens durch häufigere Trockenperioden heimgesucht wurden, deren Spuren man — außer in den eigentlichen Rekurrenzflächen — auch in dem ganz allgemein stärkeren Hervortreten von Wollgräsern und Ericaceen zu erkennen glaubt. Hier ergibt sich aber ein gewisser Widerspruch zu der oben begründeten Feststellung, daß wenigstens in einem Teil der wärmezeitlichen Hochmoore die Wuchsgeschwindigkeit des Torfes nicht geringer war als in denen der Nachwärmezeit und trotzdem die bezeichnende hohe Huminität zustande kam. Es muß also möglich gewesen sein, daß bei einem Überschuß an Feuchtigkeit, wie ihn ein normales oder gar optimales Wachstum der Moorvegetation erforderte, doch auch eine gewisse Durchlüftung der Mooroberfläche nicht verhindert wurde. Man könnte etwa daran denken, daß ein besonders gleichmäßiger, kurzweiliger Rhythmus von Niederschlag und schneller oberflächlicher Verdunstung die Voraussetzungen dafür gab, vielleicht kamen auch andere, vom heutigen Zustande abweichende Eigenschaften des meeresnahen Klimas hinzu, deren Voraussetzungen und Auswirkungen sich noch der Beurteilung entziehen; jedenfalls hätte es manches für sich, wenn angenommen werden könnte, daß irgend eine allgemeine Veränderung des Klimatyps innerhalb des ganzen Hochmoorraums die erhebliche Abstufung der absoluten Niederschlagshöhen und Temperaturen überlagerte, die auch dort ehemals ähnlich so wie in der Gegenwart vorausgesetzt werden müssen.

Gerade darin liegt ja eine der Hauptschwierigkeiten für das Verständnis des Grenzhorizontes, daß innerhalb des gesamten Raumes nicht geringere, z. T. sogar größere Unterschiede der einzelnen Klimawerte nebeneinander bestehen, als sie für die mit dem Übergang von der Wärmezeit zur Nachwärmezeit verbundenen Änderungen angenommen werden können. Das gilt sowohl hinsichtlich der Niederschläge, die heute innerhalb der ganzen nordwesteuropäischen Hochmoorregion zwischen etwa 500 und mehr als 1000 mm Jahresmittel liegen, und zeigt sich ebenso bei einem Vergleich der Temperaturen, namentlich des Winters. Während in Irland, dem am stärksten dem Meereseinfluß ausgesetzten Teil der Britischen Inseln, die Mitteltemperaturen des kältesten Monats, als der dort meistens erst der Februar auftritt, etwa zwischen 5 und 7° C liegen, sinken sie in Nordwestdeutschland auf 0,5 bis 1,0° ab und bewegen sich im ombrogenen Hochmoorgebiet Schwedens zwischen -0,6° (Göteborg, Februar) und -3,4° (Karlstadt). Das bedeutet eine Spannweite von reichlich 10° C. Weniger weit liegen die Julitemperaturen auseinander, sie betragen 14 bis annähernd 16° in Irland, 16 bis 17,5° im nordwestdeutschen Flachland und kommen im südlichen Schweden mit etwa 16 bis 17° den nordwestdeutschen sehr nahe.

Bringt man die aus den Verschiebungen pflanzengeographischer Grenzen nach dem Beispiel G. ANDERSON's berechneten höheren Sommertemperaturen der Wärmezeit mit einem Mehr von 2,5 bis 3° C gegenüber dem heutigen Zustand in Ansatz, was bereits einen Höchstbetrag darstellt (vgl. FIRBAS 1949a, S. 289, 1949b nach IVERSEN), so ergibt sich eine Julitemperatur von etwa 17—20° für den Höhepunkt der postglazialen Wärmezeit im Gesamtgebiet des Älteren Sphagnumtorfes. Wenn auch über die Abweichungen der Wintertemperaturen keine derartigen zahlenmäßigen Angaben aufgrund von Berechnungen vorliegen, wenigstens nicht für die mittlere Wärmezeit (für die späte Wärmezeit vgl. IVERSEN,

nach FIRBAS 1949 b), so liegt es immerhin nahe, das für die Sommertemperaturen veranschlagte Plus von 2,5—3° C in ähnlicher Höhe auch für die Wintermonate voranzusetzen. Das würde es erlauben, auch im schwedischen Verbreitungsgebiet des ombrogenen Älteren Sphagnumtorfes um 0° oder höher liegende Januartemperaturen anzunehmen und so trotz der auffallend großen Spanne der winterlichen Monatsmittel innerhalb des in Frage kommenden Gebietes doch in der Vermeidung von unter 0° liegenden Monatstemperaturen eine Gemeinsamkeit zu sehen, die den Vorstellungen über eine der Vorbedingungen der regionalen Entstehung hoch zersetzter Sphagnumtorfe entgegenkommt<sup>1)</sup>.

Aber sowohl die Winter- wie die Sommertemperaturen, die sich so für die Entstehungszeit des Älteren Hochmoortorfes errechnen lassen, überschneiden sich immer mit denjenigen, unter denen sich in der Gegenwart Jüngerer Sphagnumtorf bildet, und beide Klimabildungen müssen sich um so mehr überdecken, je mehr mit dem allmählichen Absinken der Temperaturen zur späten Wärmezeit auf einen den heutigen Verhältnissen schon angenäherten, regional im Sommer vielleicht sogar darunter liegenden Stand (vgl. NIETSCH 1952 a) gerechnet werden muß. Deshalb wird man auch bei der Frage nach den Entstehungsbedingungen des Älteren Sphagnumtorfes den Blick vor allem auf die mittlere Wärmezeit, das Atlantikum, richten, die ihn am gleichmäßigsten in seiner bezeichnenden Beschaffenheit in dem ganzen Gebiet entstehen ließ, während sich in der späten Wärmezeit diese Einheitlichkeit teilweise schon durch Abwandlung zu geringeren Huminitätsgraden auflockerte, einem Übergangscharakter des Klimas der Endwärmezeit dadurch offenbar Rechnung tragend. Die Schwierigkeit, zu einem Verständnis des Grenzhorizontes zu gelangen, erhöht sich noch angesichts dessen, daß die regionale Verbreitung des Älteren Sphagnumtorfes beispielsweise in Nordwestdeutschland keinen wesentlichen Unterschied gegenüber derjenigen des Jüngerer Sphagnumtorfes ombrogenen Hochmoore erkennen läßt. Beobachtungen über das Fehlen eines Grenzhorizontes in einem Teil der ombrogenen Hochmoore deutscher Mittelgebirge (vgl. u. a. PERSCH-OVERBECK 1950) oberhalb einer offenbar mit der kontinentalen Lage sich hebenden Höhengrenze, andererseits die Entstehung eines gering zersetzten hochgewölbten „Jüngerer“ Sphagnumtorfes trotz milder Winter- und hoher Sommertemperaturen, aber unter ungewöhnlich hohen Niederschlägen (über

1) Allerdings braucht es sich nicht unbedingt um eine allgemein gleichmäßige Verschiebung der Temperaturen gehandelt zu haben. Die Übertragung der gegenwärtig bestehenden Klimaabstufungen innerhalb größerer Gebiete auf die im ganzen gleichmäßig verändert gedachten Klimaperioden der postglazialen Wärmezeit hat zwar im allgemeinen ihre Berechtigung; sie kann sich darauf berufen, daß die für die regionalen und örtlichen Klimaunterschiede maßgebenden geographischen Gegebenheiten, insbesondere Morphologie und Lage zum Meer, in der in Frage kommenden Zeit, also etwa vom Ende des Boreals ab, keine oder nur geringe Änderungen erfahren haben. Doch einige Einschränkungen sind geboten; beispielsweise läßt sich bei etwaigen Intensitätsänderungen des Golfstroms in ihrer innerhalb des Gesamttraumes sich abschwächenden Auswirkung daran denken, daß im Lauf der nacheiszeitlichen Entwicklung auch Verlagerungen der den Einfluß des Golfstroms darstellenden Isanomalien zueinander (HAHN 1911, S. 215, ALT 1932, S. M 41) im einzelnen erfolgt sein können, die sich heute nicht mehr rekonstruieren lassen, und das gilt vor allem für Schweden mit den dort durch das vorgelagerte Hochgebirge besonders komplizierten Anomalien. Außerdem brachten in Skandinavien die mit den nacheiszeitlichen Höhenänderungen verbundenen klimatischen Nebenwirkungen eine gleitende Verschiebung für Rückschlüsse aus dem heutigen Klima auf den früheren Zustand der verschiedenen Zeitabschnitte mit sich, deren an sich zwar nur geringe Beträge insofern mehr ins Gewicht fallen, als die mit dem Aufsteigen des Landes verbundene zusätzliche Temperaturabnahme und Erhöhung der Niederschläge sich in der Auswirkung auf die Hochmoorbildungen gegenseitig steigerten.

2000 mm) nördlich von Batum (DOKTUROWSKY 1938) sind aufschlußreich für die Möglichkeit weitgehender Variationen in dem Verhältnis der Hauptklimafaktoren zueinander bei äußerlich nur wenig geänderter Wirkung auf die Torfbeschaffenheit. So sehen sich alle Versuche, die Stärke und Schnelligkeit der Verrottungsvorgänge auf bestimmte Klimaeigenschaften zurückzuführen, einer noch großen Lückenhaftigkeit der Kenntnis ihrer Vorbedingungen gegenüber. Erst systematische quantitative Untersuchungen, namentlich über die wirkungsvollste Dosierung der einzelnen Einwirkungen nach Dauer und Stärke in den verschiedenen Möglichkeiten ihrer Verknüpfung, könnten hier weiter führen. Im folgenden soll nun von einer weiteren Erörterung über die Ursachen der hohen Humifizierung des Älteren Sphagnumtorfes abgesehen werden. Wir beschränken uns vielmehr darauf, unter der Voraussetzung einer primären, klimabedingten hohen Huminität des Älteren Sphagnumtorfes einige Folgerungen zu überlegen, die sich daraus für die Beurteilung des Grenzhorizontes ergeben.

Zuerst muß hierbei auf die bekannte, für das Verständnis der Hochmoore wichtige Untersuchung von GRANLUND (1932) eingegangen werden. GRANLUND erbrachte darin den Nachweis eines gesetzmäßigen Zusammenhanges zwischen der Niederschlagshöhe und der größtmöglichen Aufwölbung eines Hochmoores in dem Niederschlag proportionaler Steigerung. Die Entstehung der Rekurrenzflächen wurde in enger ursächlicher Verbindung damit gesehen. Durch Vergleich der Wölbung bestimmter Rekurrenzflächen mit den der Gegenwart entnommenen Verhältniszahlen für Niederschlag und Aufwölbung von Hochmooroberflächen versuchte GRANLUND Rückschlüsse auf die Höhe der früheren Niederschläge zu ziehen. Unter Berücksichtigung sonstiger Anzeichen, z. B. von Versumpfungerscheinungen, entwarf er ein Bild wellenförmiger Entwicklung der Klimafeuchtigkeit mit einem Tiefstand vom späten Atlantikum bis zum Ende des Subboreals und einem durch kleinere Wellen gegliederten Hochstand während des Subatlantikums. Die Hauptzüge der Klimatheorie BLYTT-SERNANDERS'S fanden somit scheinbar eine erneute Bestätigung. Der auf die Durcharbeitung eines sehr reichhaltigen Stoffes gestützte Versuch GRANLUND'S enthält zweifellos Bestechendes. Aber man wird fragen, ob die Rekurrenzflächen in einem Moorprofil überhaupt die ehemalige Oberflächenwölbung des Moores wiedergeben. Es ist eher anzunehmen, daß durch das Gewicht der aufgelagerten Torfschichten Deformationen eingetreten sind, die die Berechnungen auf eine unsichere Grundlage stellen. Vor allem aber muß grundsätzlich die Vergleichbarkeit von Hochmooroberflächen über Torfen sehr verschiedener Huminität für Schlüsse auf die zugehörigen Niederschlagsmengen bezweifelt werden, besonders die Vergleichsfähigkeit der Rekurrenzfläche III, also des WEBER'Schen Grenzhorizontes über dem stark zersetzten Älteren Sphagnumtorf, mit den heutigen Hochmoorwölbungen an der Oberfläche des Jüngeren Sphagnumtorfes, und zwar aus folgenden Gründen.

GRANLUND gibt selbst nach der Literatur und eigenen Versuchen ausführliche Hinweise auf die Unterschiede im hydrologischen Verhalten stark und gering zersetzter Torfarten. Im wenig humifizierten J ü n g e r e n S p h a g n u m t o r f ist neben frei beweglichem vorwiegend kapillares Wasser enthalten; die kapillare Steighöhe beträgt nach GRANLUND bis zu etwa 50 cm und entspricht der Kapillarität eines feinen Sandes von 0,1—0,2 mm Korngröße. Der Jüngere Sphagnumtorf vermag also an der Mooroberfläche die Niederschläge, soweit sie nicht oberflächlich ablaufen und unmittelbar oder mittelbar durch die Pflanzenwelt verdunstet werden, leicht aufzunehmen, er leitet sie zum Teil durch eingeschaltete Wasserkissen hindurch in langsamer Bewegung über seiner mehr oder weniger



undurchlässigen Unterlage nach den Rändern des Moores hin ab. Darin verhält er sich also wie ein grundwasserführender Mineralboden. Man kann, den von GRANLUND nachgewiesenen Zusammenhängen zwischen Hochmoorwölbung und Niederschlagshöhe Rechnung tragend, die Oberflächenwölbung eines aus Jüngerem Sphagnumtorf bestehenden Hochmoores geradezu als einen durch das Wachstum des Moores selbst fixierten Grundwasserhorizont auffassen, der denselben Gesetzmäßigkeiten unterliegt wie ein in einem Sandhügel von gleicher Durchlässigkeit sich bildender Grundwasserspiegel. In stark zersetzten Torfarten dagegen, also besonders im typischen Älteren Sphagnumtorf, treten freie und kapillare Beweglichkeit des Wassers ganz oder doch in hohem Grade zurück zugunsten kolloidaler Bindung an allerfeinste Humusteilchen, die die Hauptmasse eines solchen Torfes aufbauen. Dieser ist also einem undurchlässigen Mineralboden vergleichbar, etwa einem Lehm, der zwar eine große Wassermenge kolloidal festhält, in dem sich aber kein Grundwasserhorizont im üblichen Sinn bilden kann. Schon daraus geht hervor, daß die Aufwölbung der Oberfläche eines solchen Torfes, soweit eine Wölbung zustande kommt, in ihrer besonderen Gesetzmäßigkeit auch ein anderes Verhältnis zur Höhe der Niederschläge haben muß.

Das wird in Anbetracht des engen Zusammenhanges, der zwischen Klima, lebender Pflanzendecke und Aufwölbung eines Hochmoors besteht, noch besser ersichtlich, wenn man sich die ökologische Bedeutung im einzelnen vergegenwärtigt, welche dem nach dem Huminitätsgrad differenzierten hydrologischen Verhalten der die Mooroberfläche tragenden Torfschicht für die lebende Pflanzendecke zukommt, nicht anders als in dem Wechselspiel zwischen einem Mineralboden und seiner Pflanzendecke. Wir sehen dabei von den Übergängen ab, durch die in der Natur die hier einander gegenübergestellten Gegensätze der Torfbeschaffenheit ebenso verbunden werden wie die damit verglichenen Mineralbodenarten in ihrer hydrologischen Gegensätzlichkeit; für sie gilt das Gesagte in sinngemäßer Abwandlung. In dem ersten der beiden eben betrachteten Beispiele, einer Mooroberfläche auf Jüngerem Sphagnumtorf, vermag die lebende Moosdecke aus der obersten Torfschicht auf kapillarem Wege Wasser leicht nachzuziehen, solange der Grundwasserspiegel des Moores nicht tiefer als etwa 3—5 Dezimeter unter die Oberfläche des Moores bzw. der Bulte gesunken ist. Sie ist also von den Schwankungen der Niederschläge und der Luftfeuchtigkeit innerhalb des Jahreslaufes verhältnismäßig unabhängig und wird regenarme Perioden normalen Ausmaßes leichter überstehen.

In dem entgegengesetzten Beispiel wird die stark humifizierte Oberfläche besonders bei vorübergehender Abtrocknung ihr kolloidal gespeichertes Wasser an die auf ihr lebenden *Sphagnen* nur schwer oder garnicht abgeben<sup>2)</sup>. Diese leben sozusagen von der Hand in den Mund und sind in viel höherem Maße als im ersten Beispiel auf besonders reichliche, gleichmäßig verteilte Niederschläge, also auf ein ausgesprochen ozeanisches Klima angewiesen. In niederschlagsärmeren Perioden, unter Umständen nur im Ausmaß einzelner Jahre, werden ihnen gegenüber solche Pflanzen im Vorteil sein, die sich durch ein aus-

<sup>2)</sup> Eine gewisse Bestätigung dessen kann man in den von M. HUMMEL (1949) beobachteten Verhältnissen eines Regenerationskomplexes im Eifelmoor „Strohner Märchen“ erblicken, in dem sich die sommerliche Austrocknung vor allem in den von lokalerem *Sphagnum recurvum* bestandenen Schlenken auswirkte, während die in den Bulten lebenden *Sphagnum*arten, mit Ausnahme derjenigen auf den der Austrocknung am stärksten ausgesetzten Bultkuppen, am wenigsten unter der Trockenheit gelitten hatten. Die Verfasserin führte diese Erscheinungen ebenfalls auf Unterschiede im kapillaren Wasseraufstieg zurück.

gebildetes Wurzelsystem den an sich hohen kolloidalen Wassergehalt der oberen Torflagen nutzbar machen können, also *Ericaceen*, *Eriophora* usw. Das zwischen diesen und den *Sphagnen* sich herstellende labile Gleichgewicht liegt in seiner Abhängigkeit von den nie fehlenden Schwankungen der Niederschlagshöhen auf einer ganz anderen klimatischen Ebene als etwa das auf der Oberfläche eines wenig zersetzten Torfes. Die zu geringe Beachtung dieser Relativität in dem Feuchtigkeitshaushalt der verglichenen Moortypen auf verschiedenen stark zersetzten Torfen kann leicht zur Überschätzung des wirklichen Ausmaßes etwaiger trockenerer Perioden führen, soweit sie sich in Profilen des Älteren Sphagnumtorfes, beispielsweise in Gestalt von Brandhorizonten oder im Hervortreten von *Eriophorum*- oder *Callunalagen* anzeigen, und hierin liegt wohl eine der Ursachen der so weit auseinander gehenden Meinungen über die klimatischen Bedingungen der Entstehung des Älteren Sphagnumtorfes und damit auch des Grenzhorizontes.

Einige weitere Überlegungen schließen sich hier an. Gesetzt der Fall, es sei durch irgendeine Änderung in den Lebensbedingungen eines Moores eine Unterbrechung seines Wachstums eingetreten, also etwa in der von GRANLUND erläuterten Weise durch Erreichung der dem durchschnittlichen Niederschlagsüberschuß entsprechenden Höchstwölbung der Mooroberfläche oder durch eine trockene Klimaperiode oder auf andere Weise. Es sei dabei ferner an eine stark zersetzte Mooroberfläche auf Älterem Sphagnumtorf gedacht. Auch wenn die Bedingungen für ein Weiterwachsen des Moores wieder hergestellt sind, also entweder eine zeitweilige Erhöhung der Niederschläge die Überschreitung der erreichten Wölbungsgrenze erlaubt oder eine Trockenperiode wieder von normaler Klimafeuchtigkeit abgelöst worden ist, so werden die Nachteile der stark humifizierten Unterlage, die durch erhöhte Zersetzung an der Oberfläche unter Umständen noch verstärkt wurden, eine Regeneration der Sphagneten erschweren, und es ist nicht ausgeschlossen, daß auf der zum Teil entblößten Oberfläche verstärkte Niederschläge sogar eine Erosion hervorrufen, die nun ihrerseits wieder die Belebung der Mooroberfläche hintanhält. Die von OVERBECK & SCHNEIDER auf kolorimetrischem Wege gemachte Beobachtung, daß am Grenzhorizont die stärkste Humifizierungszone, wenn auch dem bloßen Auge unkenntlich, schon mehr oder weniger unterhalb des Kontakts mit dem Jüngeren Sphagnumtorf zu liegen pflegt, könnte so ihre Erklärung finden. Bei Voraussetzung einer Trockenperiode als Ursache einer Rekurrenzfläche wird man die gegenüber den früheren Vorstellungen von der Dauer der subborealen Trockenzeit schon sehr eingeschränkten Schätzungen noch weiter einengen können und sogar mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß anstelle einer Klimaschwankung schon ein mehr zufälliges Zusammentreffen einiger besonders niederschlagsarmer Jahre die Voraussetzungen für die Entstehung einer Rekurrenzfläche schaffen konnte. Selbstredend soll damit die Möglichkeit wirklicher Trockenperioden nicht in Abrede gestellt werden, aber man muß sich darüber klar sein, daß sie noch längst nicht bewiesen sind und ihre Annahme zur Erklärung der Rekurrenzflächen — abgesehen von deren sonstigen Möglichkeiten — nicht unbedingt erforderlich ist. Das Fehlen von Anzeichen für ihr Auftreten in den walddeschichtlichen Belegfände so wohl seine nächstliegende Erklärung.

Ebenso wie die Entstehung einer Austrocknungsfläche durch verhältnismäßig geringfügige Anlässe ausgelöst worden sein kann, spricht manches dafür, daß auch die Regeneration der Moore durch an sich wenig bedeutende Änderungen in den äußeren Bedingungen zustande kommen konnte. Welche Rolle beim Übergang zum Moortyp des Jüngeren Sphagnumtorfes das Häufiger- und Stärker-

werden der Fröste gespielt hat, läßt sich nur vermuten; man wird jedenfalls eine erhöhte Frostwirkung spätestens mit dem Übergang zum Subatlantikum in Rechnung stellen dürfen. Sie kann sich außer durch Herabdrückung der Intensität der Humifizierung auch durch Auflockerung der hochzersetzten Torfoberfläche und Erhöhung ihrer Kapillarität förderlich für die Regeneration ausgewirkt haben. Kam dann den Sphagneten, nachdem sie schon eine günstigere Ausgangsstellung gewonnen hatten, eine wenn auch nur kurze Periode erhöhter Niederschläge gewissermaßen als „Anlasser“ zu Hilfe, was die Beobachtungen über den Vorlaufstorf C. A. WEBER's nahelegen, so konnte sich der Übergang zur Bildung des Jüngeren Sphagnumtorfes von nun an schnell vollziehen. Hatte sich erst eine Lage des porösen, wenig zersetzten Torfes einschließlich der lebenden Moossschicht nur auf wenige Dezimeter aufgehöhrt — und die Beobachtungen über die Erhaltung von dem Grenzhorizont gelegentlich aufgesetzten Kiefernstubben bis auf mehr als Fußhöhe zeigen, daß das sehr schnell gehen konnte —, so war das neubelebte Moor von der Höhe der Niederschläge weniger abhängig als vorher, vorausgesetzt, daß eine vielleicht nur geringe Änderung des Klimatyps die Humifizierungsstärke herabsetzte.

Diese Überlegungen erbringen zwar für sich keinen Beweis für einen bestimmten Klimagang, doch sie können dazu beitragen, den im Aufbau der Hochmoore so scharf ausgeprägten Wechsel der Torfarten mit denjenigen Beobachtungen in Einklang zu sehen, die einen nur sehr allmählichen Übergang von der Wärme- zur Nachwärmezeit erkannten, der erst im Mittelalter seinen Abschluß fand (FIRBAS u. a. 1951, S. 105), und schließlich sprechen sie auch mit für eine Lösung der Klimafragen, die im Sinne von GROSS (1930, 1933), OVERBECK (1931) und in Übereinstimmung mit Beobachtungen beispielsweise von BORNGÄSSER (1941) die Entstehung des Älteren Sphagnumtorfes mit einem nicht nur wärmeren, sondern auch feuchteren, im ganzen ozeanischeren Zeitabschnitt verbunden sieht und den Jüngeren Sphagnumtorf als Äquivalent einer kontinentaleren Klimaperiode auffaßt. Aus einer pollenanalytisch erkennbaren Verzögerung in der ersten Ausbreitung der Weißbuche (*Carpinus*) in Nordwestdeutschland gezogene Folgerungen (NIETSCH 1952 a) weisen in dieselbe Richtung.

Es wurde bisher davon abgesehen, sonstige, nicht oder nicht unmittelbar klimatisch bedingte Einflüsse der Moorumgebung, namentlich mit Schwankungen des Meeresspiegels verknüpfte Änderungen der Grundwasserstände und der Abflußverhältnisse in Betracht zu ziehen, da die Entstehung des Älteren Sphagnumtorfes ohne das Übergewicht unmittelbarer klimatischer Einwirkung nicht zu denken ist. Wohl aber spielten solche Beziehungen wahrscheinlich in dem Übergangszustand der späten Wärmezeit für die Herausbildung der Verschiedenheiten der Huminität und für gewisse Unregelmäßigkeiten in der Zeitlage des Grenzhorizonts (vgl. u. a. NILSSON 1948) eine größere Rolle. Es liegt nahe, besonders in der Nähe der Nordseeküste eine Übertragung der in der jüngeren Nacheiszeit erfolgten Änderungen in der Lage zum Meeresspiegel auf die Grundwasserstände und weiterhin auf die Lebensbedingungen der Hochmoore auch dann anzunehmen, wenn ein unmittelbarer Zusammenhang aus den Moorprofilen nicht ersichtlich ist. Zweifellos haben sich diese Vorgänge auch weiter landeinwärts vor allem von den Flußtälern aus geltend gemacht, zur Hauptsache also, der überwiegend sinkenden Tendenz der Küste entsprechend, durch Rückstau des Wasserabflusses und Erhöhung der Grundwasserstände, was auch aus beträchtlichen Aufhöhungen der Flußbetten zu erschließen ist (u. a. DEWERS 1941). Neuerdings konnte im Tal der Vechte, dicht vor der holländischen Grenze, eine aus 12 m Tiefe unter dem heutigen Vechtespiegel erbohrte humose Einlagerung



als nicht älter als neolithisch bestimmt werden (NIETSCH 1952). Trotzdem wäre es falsch, die Auswirkungen solcher Einflüsse zu sehr zu verallgemeinern. Grundwasserbewegungen, die durch Änderungen der Wasserstände in den Flußtälern hervorgerufen werden, schwächen sich erfahrungsgemäß in einiger Entfernung schnell ab. Es ist also durchaus möglich, daß bei einer den Änderungen der Entwässerungsbasis entgegengesetzten Auswirkung von Klimaschwankungen zeitweise gleichzeitig nebeneinander sowohl Anstieg wie Absenkung des Grundwassers bestanden hat. Schwierig sind die Verhältnisse namentlich dort zu beurteilen, wo in geringer Tiefe Geschiebelehm in größerer Ausdehnung ansteht. Hier wird man auch bei sonst erheblicher Beeinflussung des Grundwasserstandes durch allgemeinere Veränderungen des Wasserabflusses vielfach mit nur geringen oder gar keinen Einwirkungen zu rechnen haben.

Berücksichtigung erfordern auch die schon durch den vorgeschichtlichen Menschen hervorgerufenen Verheidungen in ihrer Auswirkung auf die Grundwasserstände und somit auch auf die Moore, sofern damit gerechnet werden darf, daß die entstandenen Heideflächen einige Ausdehnung gehabt haben. In solchen Fällen bedingte die Entwaldung eine Verringerung des Wasserverbrauchs aus dem Boden, zugleich den volleren Genuß der Niederschläge, von denen das Kronendach des Waldes einen nicht unerheblichen Teil zurückhält und sogleich wieder der Verdunstung zuführt. Aber es fragt sich, wie sich die einsetzende Ortsteinbildung bemerkbar machte. Durch Stauung der einsickernden Niederschläge ergaben sich je nach Neigung des Geländes und anderen örtlichen Bedingungen Abänderungen der Grundwasserstände, für die sich keine allgemeinen Regeln aufstellen lassen. Man wird immerhin die durch die Heidepodsolierung der Böden und Ortsteinbildung stellenweise sicherlich vermehrten Vorbedingungen schneller Versumpfung beachten müssen.

**Zusammenfassung.** Die Entstehung des Älteren Sphagnumtorfes und seine Wuchsgeschwindigkeit werden erörtert. Dabei werden die engen Zusammenhänge zwischen der Huminität eines Hochmoortorfes an der Mooroberfläche und seinem hydrologischen Verhalten in ihrer Auswirkung auf die Ökologie der lebenden Pflanzendecke untersucht und die sich daraus auch für die Entstehung des nordwestdeutschen Grenzhorizontes ergebenden Folgerungen besprochen.

#### Schriftenverzeichnis

- E. ALT (1932): Klimakunde von Mittel- und Südeuropa - Handb. der Klimatologie, hrsggeg. v. W. Köppen u. R. Geiger, 3. M.
- H. BORNGÄSSER (1941): Das „Große Moor“ bei Deimern, ein Hochmoor in der Lüneburger Heide - Beih. bot. Cbl., 61 B.
- F. DEWERS (1941): Alluvium - Geologie und Lagerstätten Niedersachsens 3, Känozoikum.
- W. S. DOKTUROWSKY (1938): Die Moore Nordeuropas und Nordasiens - In: K. v. Bülow (Hrg.), Handbuch d. Moorkunde 4.
- F. FIRBAS (1947): Neuere Arbeiten zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetations- und Klimageschichte der britischen Inseln - Die Naturwissenschaften 34. — (1949 a): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. — (1949 b): Systematische und genetische Pflanzengeographie. - Fortschr. Bot. 12. — (1951): Über den heutigen Stand der Pollenuntersuchungen als Hilfsmittel der Quartärforschung - Dies Jahrb. 1.
- E. GRANLUND (1932): De Svenska Högmossarnas Geologi - Sver. geol. Unders. C, 373, Arsb. 26.
- H. GROSS (1930): Das Problem der nacheiszeitlichen Klima- und Florenentwicklung in Nord- und Mitteleuropa - Beih. bot. Cbl. 47, II. — (1933): Zur Frage des Weberschen Grenzhorizontes in den östlichen Gebieten der ombrogenen Moorregion - Beih. bot. Cbl. 51, II.

- J. HANN (1911): Handbuch der Klimatologie (Auszug), III, Klimatographie - A PENCK (Herg.) Bibliothek geographischer Handbücher.
- M. HUMMEL (1949): Zur postglazialen Wald-, Siedlungs- und Moorgesichte der Vorder-eifel. - *Planta* **37**.
- K. JESSEN (1949): Studies in late quaternary deposits and flora-history of Ireland. - *Proc. Roy. Irish Acad.* **52**, B 6.
- F. LINKE (1939): Meteorologisches Taschenbuch, 3.
- H. NIETSCH (1952): Zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklung einiger Flußtäler im nordwestlichen Deutschland. - *Z. deutsch. geol. Ges.* **104**. — (1952a): Studie zur Klimageschichte der jüngeren Nacheiszeit in Nordwestdeutschland. - *Mitteil. florist. soziol. Arbeitsgem. N.F.* **3**.
- T. NILSSON (1948): Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkandinaviens. - *Medd. Lunds geol.-miner. Instit.* **112**.
- F. OVERBECK (1941): Die Moore Niedersachsens. - *Geologie und Lagerstätten Niedersachsens* **3**, Känozoikum. — (1947): Studien zur Hochmoorentwicklung in Niedersachsen und die Bestimmung der Humifizierung bei stratigraphisch-pollen-analytischen Mooruntersuchungen. - *Planta* **35**. — (1952): Das große Moor bei Gifhorn im Wechsel hygrokliner und xerokliner Phasen der nordwestdeutschen Hochmoorentwicklung. - *Schr. d. Wirtschaftsw. Ges. z. Stud. Niedersachsens N.F.* **41**.
- F. OVERBECK & H. SCHMITZ (1931): Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands I. - *Mitt. Provinzialst. Naturdenkmalpfl. Hannover* **3**.
- F. OVERBECK & S. SCHNEIDER (1938): Mooruntersuchungen bei Lüneburg und bei Bremen und die Reliktnatur von *Betula nana* L. in Nordwestdeutschland. - *Z. Bot.* **33**. (1940): Torfzersetzung und Grenzhorizont, ein Beitrag zur Frage der Hochmoorentwicklung in Niedersachsen. - *Angewandte Botanik* **22**. — (1942): Botanisch-geologische Bemerkungen zu den Moorleichenfunden von Edewechterdamm in Oldenburg. - *Abh. nat. Ver. Bremen* **32**.
- F. PERSCH (1950): Zur postglazialen Wald- und Moorentwicklung im Hohen Venn. - *Decheniana* **104** (mit Beiträgen von F. OVERBECK).
- K. PFAFFENBERG (1947): Getreide- und Samenfunde aus der Kulturschicht des Steinzeitdorfes am Dümmer. - *Festschr. naturhist. Ges. Hannover* (94.—98. Jahresber.).  
Ms. eingeg. 28. 6. 1952.

Anshr. d. Verf.: Dr. H. Nietsch, (20a) Loccum üb. Wunstorf, Nr. 243.