

TELMA	Band 7	Seite 77-90	1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.	Hannover, 30. November 1977
-------	--------	-------------	------------------------	-----------------------------

Humifizierungswechsel in terrainbedeckenden Mooren von Gough Island/Südatlantik

Change of Humification in the Blanket Bogs of Gough Island, South Atlantic

von JURGEN SCHWAAR *)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Humifizierungswechsel nordwesteuropäischer Hochmoore sind als Schwarztorf-Weißtorf-Kontakte, Rekurrenzflächen oder "WEBERScher Grenzhorizont" bekannt. Eine ähnliche Erscheinung wurde auf Gough Island im Südatlantik entdeckt. In den dortigen terrainbedeckenden Mooren gibt es ebenfalls einen Schwarztorf-Weißtorf-Kontakt. Diese terrainbedeckenden Moore von Gough Island sind nährstoffreicher als unsere nordwesteuropäischen Hochmoore. Ursache dieses Phänomens ist wahrscheinlich die Nährstoffanreicherung durch den Kot der zahlreichen Seevögel.

SUMMARY

The changes of humification of North-West European bogs are known as dark peat/light peat contacts, recurrence horizons or "WEBERScher Grenzhorizont". A similar phenomenon has been discovered on Gough Island in the South Atlantic. There is also dark peat/light peat contact in the blanket bogs over there. These blanket bogs on Gough Island are richer in nutrients than our North-West European bogs. The cause of this phenomenon is the accumulation of nutrients through the dropping of the numerous seabirds.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. J. SCHWAAR, Nds. Landesamt für Bodenforschung, Außeninstitut für Moorforschung und angewandte Bodenkunde, Bremen, Friedrich-Mißler-Straße 46-68, 2800 Bremen 1.

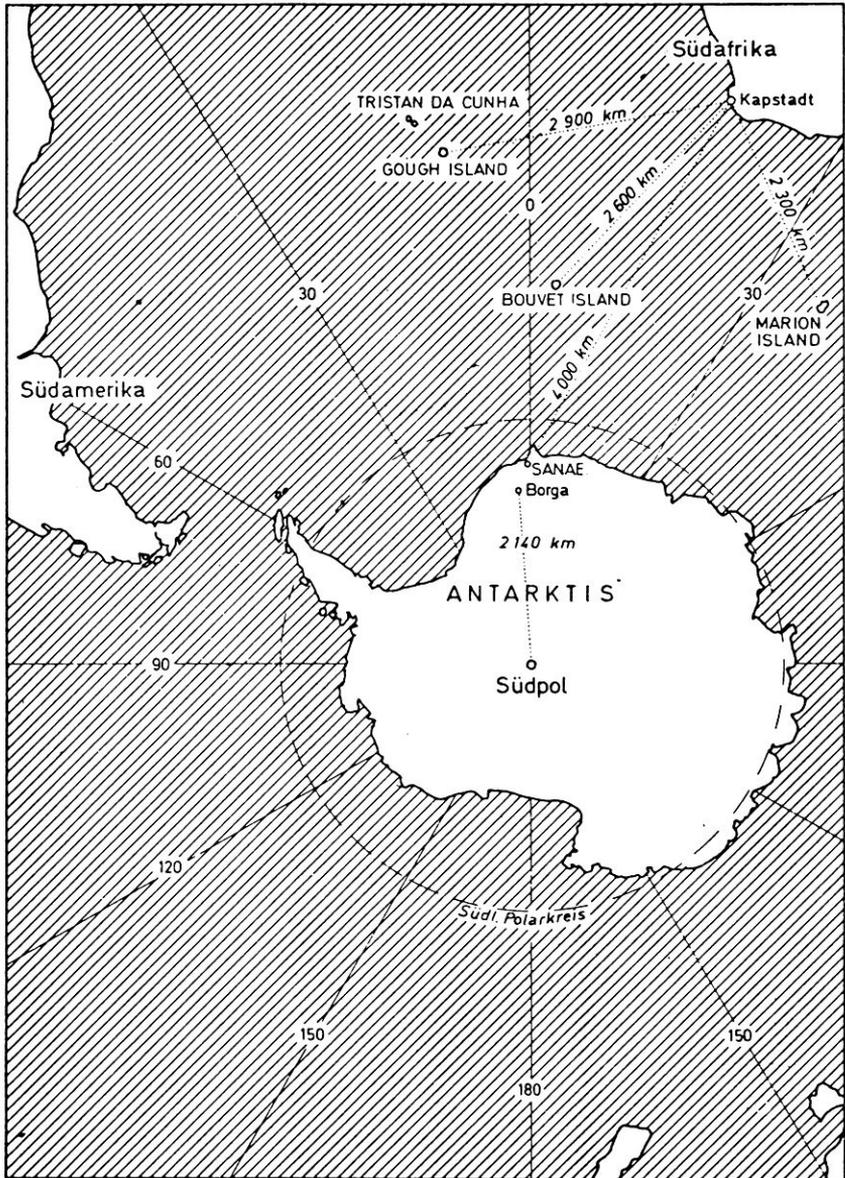


Abb. 1
 Geographische Lage von Gough Island
 Geographical situation of Gough Island

1. EINLEITUNG

Den schon gut durchforschten Mooren der Nordhalbkugel stehen die weniger bekannten der südlichen Erdhälfte gegenüber. Diese Tatsache reizt zu wissenschaftlichen Untersuchungen, um Gleichartiges aufzuzeigen oder Verschiedenheiten gegenüber unseren Mooren deutlich zu machen. Drei Forschungsreisen führten den Verfasser in die Subantarktis und die südliche temperierte Zone (SCHWAAR, 1976 a, 1976 b). Dabei wurden Vegetation und Stratigraphie dortiger Moore untersucht.

Eine besondere Erscheinung nordwestdeutscher und anderer nordseener Moore ist die ein- oder mehrmalige Aufeinanderfolge von schwächer zersetztem Hochmoortorf (Weißtorf) und stärker zersetztem Hochmoortorf (Schwarztorf). Diese Kontaktzonen (Taf. I/3) werden "WEBERscher Grenzhorizont" (WEBER, 1926, 1930), Rekurrenzflächen (GRANLUND, 1932) oder Schwarztorf-Weißtorf-Kontakte (AVERDIECK, 1957) genannt. Auf Gough Island, einer abgelegenen Insel im Südatlantik, gibt es ebenfalls Schwarztorf-Weißtorf-Kontakte (Taf. I/4).

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

Über Grundsätzliches wurde bereits (SCHWAAR, 1976 a) an anderer Stelle berichtet. Hier soll nur das Wichtigste noch einmal zusammenfassend wiederholt werden.

Gough Island liegt auf 40° südlicher Breite (Abb. 1) und ist 2900 km von Südafrika und 3000 km von Südamerika entfernt. Die Längenausdehnung beträgt 13 km, die Breite liegt bei 6 km. Die Insel (britisches Territorium) ist vulkanischen Ursprungs und entstand nach Ansicht der Geologen im Jungtertiär (MITCHELL-THOME, 1970). Bis auf das Personal einer meteorologischen Station ist die Insel unbewohnt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt in den tieferen Lagen $11,7^{\circ}$ C. Das absolute Maximum liegt dort bei 23° C, das Minimum bei $+5^{\circ}$ C. Die Jahresniederschläge sind mit 3250 mm außerordentlich hoch und haben die Moorbildung stark begünstigt.

3. HUMIFIZIERUNGSWECHSEL NORDWESTEUROPÄISCHER HOCHMOORE

Die stratigraphischen Probleme der nordwesteuropäischen Hochmoore können im Rahmen dieser Arbeit zum Vergleich nur kurz angedeutet werden. In den Originalarbeiten von ALETSE (1959), AVERDIECK (1957), BORNGÄSSER (1941), ERNST (1934), FIRBAS u. LOSERT u. BROIHAN (1939), GAMS u. RUOFF (1929), GROSS (1933), HAYEN (1966), JONAS (1933), KLINGER (1968), NIETSCH (1934, 1953), PLUM (1952), OVERBECK (1952), OVERBECK u. GRIEZ (1954), PFAFFENBERG (1930, 1953), RUDOLPH u. FIRBAS (1924), SCHMEIDL (1940), SCHNEEKLOTH (1963, 1968, 1970), SCHNEIDER (1962), SCHRÖDER (1930), STECKHAN (1961), WEBER (1926, 1930), WILLUTZKI (1962) wird hierüber ausführlich berichtet. Bei OVERBECK (1975) gibt es eine zusammenfassende Darstellung. Wir wollen nur darauf hinweisen, daß großklimatische Änderungen den Rahmen für diese Hu-

mifizierungswechsel abgaben. Örtliche hydrologische Ursachen oder andere uns noch nicht bekannte Gegebenheiten haben diesen Umschlag räumlich-zeitlich beschleunigt, verzögert oder überhaupt nicht stattfinden lassen. Denn der als "WEBERScher Grenzhorizont" bekannte Humifizierungswechsel ist nach ^{14}C -Datierungen kein für Nordwestdeutschland allgemein gültiger, synchroner Leithorizont. Auch innerhalb eines Moores ist der Umschlag nicht zeitgleich. Überdies gibt es Hochmoore, die ausschließlich aus stärker zersetztem Hochmoortorf (Schwarztorf) bestehen.

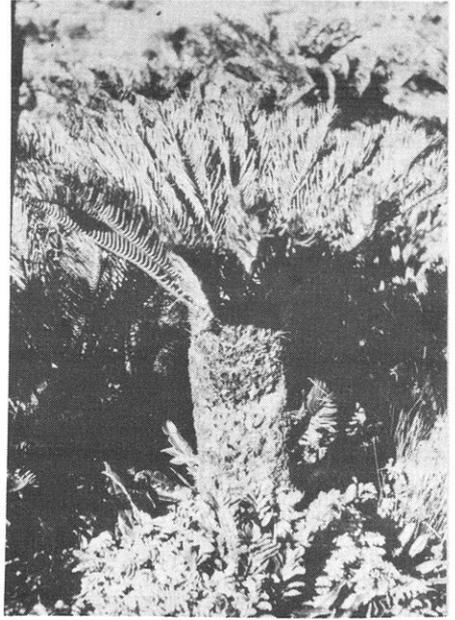
Über die geographische Streuung von Humifizierungswechseln ombrogener Sphagnummoore berichtet - die Untersuchungen anderer Autoren zusammenfassend - OVERBECK (1975). Danach beginnt sich die scharfe Grenze zwischen den verschieden stark zersetzten Hochmoortorfen im küstennahen Gebiet von Schleswig-Holstein und Niedersachsen zu verwischen. Das gleiche wird von den Hochmooren Irlands berichtet. In den terrainbedeckenden Hochmooren der Britischen Inseln ist eine zersetzungsbedingte Zweiteilung nachgewiesen worden (BOATMANN, 1957; PEARSALL, 1956; PEARSALL u. LIND, 1941): Zwischen 3000-5000 v.Chr. entstanden stark zersetzte Torfe mit viel *Eriophorum vaginatum*; im Subatlantikum folgten schwächer zersetzte Sphagnumtorfe. Die Moore des Hohen Venn haben keine Humifizierungswechsel. In den übrigen europäischen Mittelgebirgen erscheinen sie teils deutlich (Erzgebirge), teils weniger scharf ausgeprägt (Solling). In den östlichen Hochmooren (Ostpreußen, Baltikum) konnte eine zersetzungsbedingte Zweigliederung ombrogener Sphagnummoore nur sehr selten nachgewiesen werden. Dagegen zeigen CHOTINSKIJ (1968) und NEUSTADT (1965) für Rußland Wechsel von Hochmoor- und Kiefernbruchwaldtorfen. Den deutlichsten Wechsel zwischen schwächer und stärker zersetzten Hochmoortorfen haben wir in der "Mittelzone" mit schon etwas abgeschwächter Ozeanität. Paläogeobotanische Untersuchungen bestätigen viele floristische Gemeinsamkeiten von stärker und schwächer zersetzten Hochmoortorfen.

Tafel I/Plate I

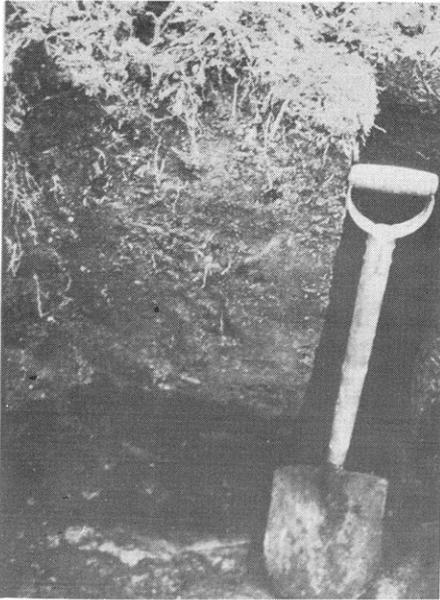
- I/1 Terrainbedeckendes Moor mit Farn-Hochstaudenfluren und *Phylica arborea*-Buschwald auf Gough Island
Blanket bogs with fern-associations and *Phylica arborea*-shrub
- I/2 Auch der Baumfarn *Blechnum palmiforme* gehört zur Vegetation terrainbedeckender Moore auf Gough Island
Also the fern-tree *Blechnum palmiforme* belonged to the vegetation of the blanket bogs
- I/3 Humifizierungswechsel in einem terrainbedeckenden Moor 200 m nördlich der meteorologischen Station (Gough Island)
Dark peat/light peat contact in a blanket bog 200 m northerly of the meteorological station
- I/4 Humifizierungswechsel im Teufelsmoor bei Bremen (Bundesrepublik Deutschland)
Dark peat/light peat contact in the Teufelsmoor (Federal Republic of Germany)



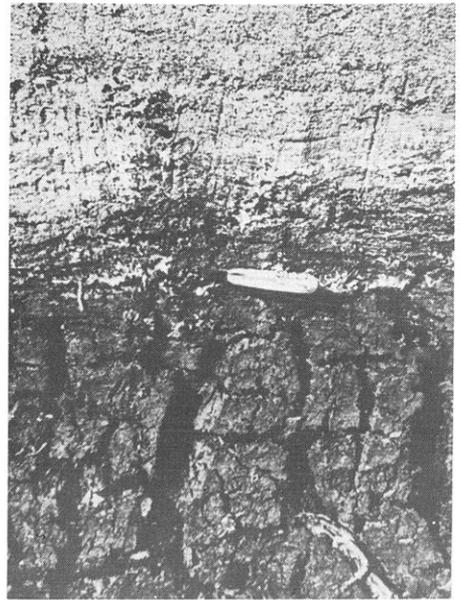
1



2



3



4

4. HUMIFIZIERUNGSWECHSEL IN MOOREN VON GOUGH ISLAND

4.1 ALLGEMEINES

Gough Island ist fast völlig von Mooren bedeckt. Eine Ausnahme bilden die steilen Hanglagen, auf denen sich keine organische Substanz anhäufen kann. Es gibt Hoch- und Niedermoore. Der größte Teil gehört zu den terrainbedeckenden Mooren, die sich den Oberflächenformen des mineralischen Untergrundes anschmiegen und auf diese Weise Berge und Täler mit einem "Moormantel" umhüllen (Taf. I/1).

200 m nördlich der meteorologischen Station wurde im terrainbedeckenden Moor eine Grube bis zum anstehenden Gestein (Taf. I/3) ausgehoben und Proben im Abstand von 5 cm entnommen. Die Großrestanalysen (Tab. 1) geben Auskünfte über die torfbildenden Pflanzengesellschaften. Mit dem Mikrotom angefertigte Torfdünnschnitte gewähren Einblicke in die mikromorphologische Struktur (Taf. II). Über Methoden und Mengenangaben kann bei GROSSE-BRAUCKMANN (1962) und SCHWAAR (1971) nachgelesen werden. Zusätzliche chemische Untersuchungen gestatten eine Einordnung in das Schema Hochmoor-Niedermoor.

Tab. 1: Gough Island/Südatlantik/South Atlantic
Ergebnisse der Großrestuntersuchungen
Results of macrofossil investigations

Tiefe in cm im Profil	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	100-102,5	102,5-105,0	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	102,5	105,0		
	-----Phyllica-Radizellentorf-----										-----Radizellentorf-----													
Radizellen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Carex-Schläuche	H	-	-	-	-	-	-	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farnblätter	2	-	3	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farnsporangien	5	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Holz von Phyllica arborea	1	-	-	-	-	2	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-----Schwächer zersetzter Torf-----										-----Stärker zersetzter Torf-----													

4.2 ERGEBNISSE DER GROSSRESTUNTERSUCHUNGEN

Bereits HAFSTEN (1960), der über Gough Island und Tristan da Cunha pollenanalytische Untersuchungen anfertigte, erwähnt Wechsel von stärker und schwächer zersetzten Torfen. Das von ihm untersuchte Profil lag auf der Albatros-Ebene, rd. 3 km vom eigenen Untersuchungsstandort entfernt.

Die Ergebnisse der Großrestanalysen zeigen eine deutliche Zweiteilung des Moorkörpers. Zwischen 0-45 cm (Tab. 1) sind zahlreiche Radizellen, deren Arten- bzw. Sippenzugehörigkeit

nicht ermittelt werden konnte, *Carex*-Schläuche, unbestimmbare Farnblätter und -sporangien zu finden. Dazu kommt stellenweise Holz von *Phyllica arborea* (Rhamnaceae). Bei den Radizellen war nicht immer sicher zu entscheiden, ob schon abgestorbenes Material der Jetztzeit oder fossile Reste vorlagen. Offenbar erfolgt im gleichmäßig humiden Klima der Insel ein schneller primärer Abbau, dem nur die widerstandsfähigsten Teile der Wurzeln (Epidermen) widerstehen.

Eine detaillierte pflanzensoziologische Studie wird an anderer Stelle (SCHWAAR, 1977) veröffentlicht werden. Wir wollen aber darauf hinweisen, daß die aus den fossilen Resten rekonstruierte, torfbildende Artenkombination an die aktuelle Vegetation gut anzuschließen ist; denn der überwiegende Teil der "Lowlands" wird von Farn-Hochstaudenfluren mit eingestreuten *Carex*-Arten (*C. insularis*, *C. thourarsii*) und *Phyllica arborea*-Buschwäldern bedeckt. Eigentümlicherweise konnten Bryophyten fossil nicht nachgewiesen werden, obwohl sie in der rezenten Vegetation häufig vorkommen. In den hiesigen Mooren zählen die Moose zu den erhaltungsfähigsten Großresten. Ob sie bei der Torfbildung auf Gough Island abgebaut wurden oder ob Moose in der torfbildenden Vegetation früherer Zeiten tatsächlich fehlten, ist erst nach Vorliegen eigener pollenanalytischer Untersuchungen zu entscheiden.

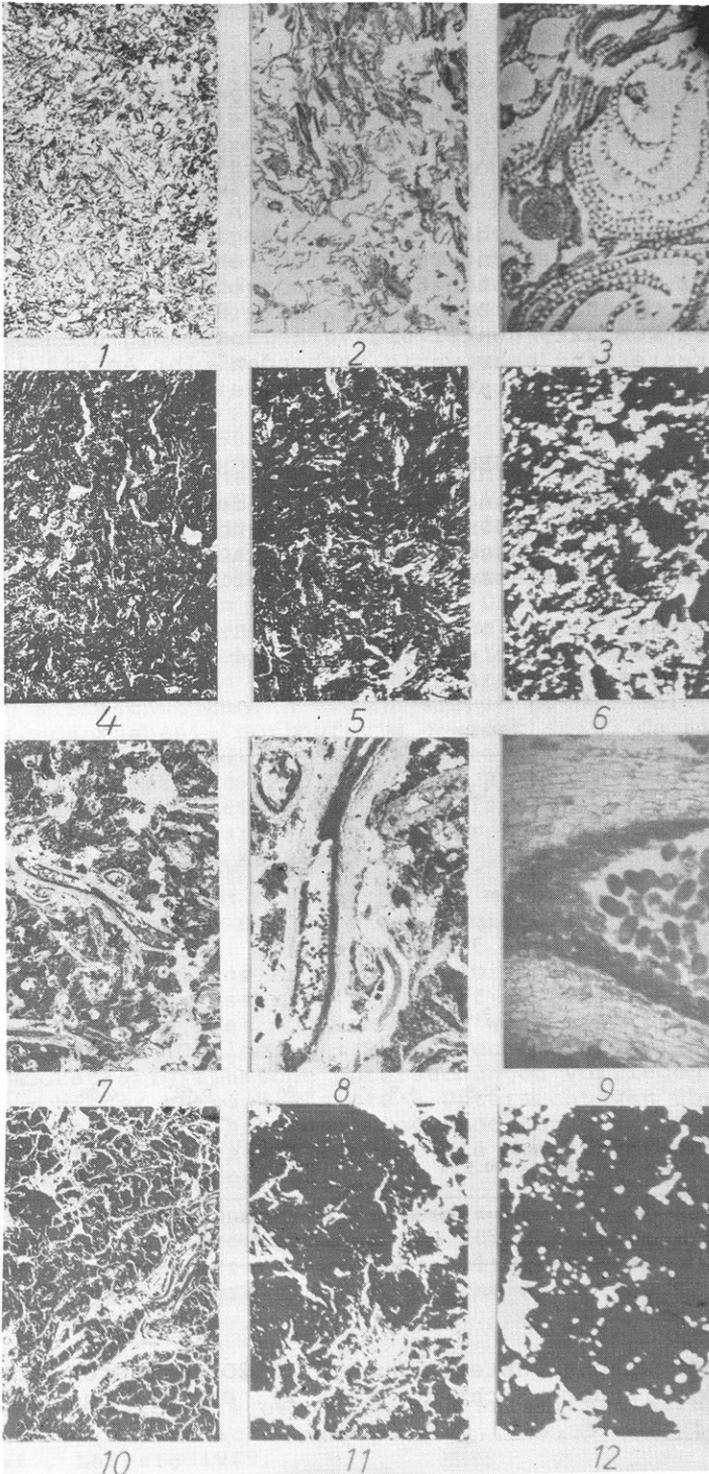
Der Humifizierungswechsel fällt nicht mit einer Änderung der fossilen Pflanzenreste (Tab. 1) zusammen. Zwischen 45-70 cm Tiefe bildete zunächst noch eine andere fossile Artenkombination, die fast nur aus Radizellen bestand, einen schwach zersetzten Torf. Unterhalb 70 cm haben wir stark zersetzten Torf (Taf. I/3, Tab. 1), der aus denselben Pflanzenresten wie der darüberliegende Torf besteht. Dieses stark zersetzte Material könnte den fossilen Resten zufolge aus derselben torfbildenden Pflanzengesellschaft hervorgegangen sein wie die darüberliegende, schwächer zersetzte Schicht zwischen 45-70 cm Tiefe. Hier muß aber einschränkend betont werden, daß eine stattgefundene Zersetzungs- auslese gleichartige floristische Strukturen vortäuschen kann. Immerhin ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß die den Humifizierungswechsel bestimmenden Ursachen die torfbildenden Pflanzengesellschaften nicht oder zumindest nicht so schnell geändert haben.

4.3 ERGEBNISSE DER MIKROMORPHOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Die visuell wahrgenommenen (Taf. I) und mit der Quetschmethode nach von POST ermittelten Zersetzungsunterschiede wurden durch mikromorphologische Untersuchungen ergänzt bzw. vertieft. Um die Feinstrukturen der Torfe von Gough Island besser beurteilen zu können, fertigten wir von verschiedenen stark zersetzten Torfen hiesiger Hochmoore zusätzliche Dünnschnitte an (Taf. II). Wir beschränken uns hier auf vier Beispiele verschieden stark zersetzter Torfe. Ein schwach zersetzter Hochmoortorf (174-181 cm Tiefe) aus einem Hochmoor bei Bramel, Krs. Wesermünde, zeigt völlig erhaltene Sphagnen (*Sph. papillosum*, *Sph. imbricatum*);

Tafel II/Plate II

- II/1 Schwächer zersetzter Hochmoortorf mit völlig erhaltenen Sphagnen (*Sph. papillosum*, *Sph. imbricatum*) und fehlender humifizierter Substanz; 174-181 cm Tiefe; Bramel, Krs. Wesermünde, Bundesrepublik Deutschland; Vergrößerung 4 x. Light peat with complete Sphagnum mosses (*Sph. papillosum*, *Sph. imbricatum*) and missing humified substance; depth 174-181 cm; Bramel, Krs. Wesermünde, Federal Republic of Germany; Enlargement 4 x.
- II/2 Wie vor; Vergrößerung 10 x. Like II/1; Enlargement 10 x.
- II/3 Wie vor; Vergrößerung 30 x. Like II/1; Enlargement 30 x.
- II/4 Stärker zersetzter Hochmoortorf, nahezu völlig humifiziert; nur sehr wenige, nicht näher bestimmbare Pflanzenreste; 62,5-65,0 cm Tiefe; Königsmoor, Krs. Harburg-Land, Bundesrepublik Deutschland; Vergrößerung 4 x. Dark peat, completely humified with only few undetermined plant fossils; depth 62,5-65,0 cm; Königsmoor, Krs. Harburg-Land, Federal Republic of Germany; Enlargement 4 x.
- II/5 Wie vor; Vergrößerung 10 x. Like II/4; Enlargement 10 x.
- II/6 Wie vor; Vergrößerung 30 x. Like II/4; Enlargement 30 x.
- II/7 Schwächer zersetzter Torf, der neben vielen Radizellen auch schon humifizierte Substanz enthält; 40-45 cm Tiefe; Gough Island/Südatlantik; Vergrößerung 4 x. Light peat with many roots and humified substance; Gough Island/South Atlantic; Enlargement 4 x.
- II/8 Wie vor; Vergrößerung 10 x. Like II/7; Enlargement 10 x.
- II/9 Wie vor; einzelne Wurzel mit tierischer Losung; Vergrößerung 30 x. Like II/7; single root with dropping; Enlargement 30 x.
- II/10 Stärker zersetzter Torf, nahezu völlig humifiziert, nur sehr wenige strukturierte Pflanzenreste; 85-90 cm Tiefe; Gough Island/Südatlantik; Vergrößerung 4 x. Dark peat, completely humified, only few conserved plant fossils; depth 85-90 cm; Gough Island/South Atlantic; Enlargement 4 x.
- II/11 Wie vor; Vergrößerung 10 x. Like II/10; Enlargement 10 x.
- II/12 Wie vor; Vergrößerung 30 x. Like II/10; Enlargement 30 x.



Anteile an humifizierter Substanz sind nicht vorhanden (Taf. II/1). Demgegenüber weist der schwächer zersetzte Torf von Gough Island (40-45 cm Tiefe) neben gut identifizierbaren Radiellen, die teilweise tierische Lösung enthalten, bereits Anteile einer locker humifizierten Substanz auf (Taf. II/7). Der hiesige Torf hat einen Humositätsgrad (Quetschmethode nach von POST) von H 2, der von Gough Island von H 4. Korrelationen zwischen Humositätsgrad und mikromorphologischer Feinanalyse werden deutlich. Diesen unterschiedlich schwächer zersetzten Torfen beider Standorte stehen die recht einheitlichen, stärker zersetzten gegenüber. Die humifizierte Substanz (Taf. II/4 und II/10) ist kompakt, dunkel und verhältnismäßig dicht gelagert. Pflanzenreste sind sehr wenig vorhanden. Ihr Anteil liegt unter 10%. Der Humositätsgrad liegt in beiden Fällen bei H 9.

4.4 ERGEBNISSE BODENCHEMISCHER UNTERSUCHUNGEN

Die ombrogene Entstehung der terrainbedeckenden Moore von Gough Island ist - reliefbedingt - nicht zu übersehen. Topogene und soligene Einflüsse müssen - wenn überhaupt vorhanden - nach Beobachtungen des Verfassers als sehr gering eingestuft werden.

Tab. 2: Vergleich von bodenchemischen Ergebnissen verschiedener Moore / Comparison from results of chemical analysis of different peatlands

	Asche	pH in HCl	N	P	K	Ca	Mg
<u>Hochmoor</u> Dahldorf/Krs. Bremervörde Bundesrepublik Deutschland	1,0	2,8	0,5-1,0	0,02	0,01	0,10	0,09
<u>Hochmoor</u> Ushuaia/Feuerland Argentinien	-	3,1	0,59	0,02	0,06	0,25	0,12
<u>Niedermoore</u> Ushuaia/Feuerland Argentinien	-	3,8	0,83	0,03	0,07	0,41	0,14
<u>Niedermoore</u> Gough Island/Südatlantik 40° südlicher Breite	2,2	3,1	2,10	0,09	0,14	0,30	0,19
<u>Niedermoore</u> Laugarvatn Island	52,9	4,9	0,88	0,02	0,08	1,32	0,70
<u>Niedermoore</u> Sellstedter See/Krs. Wassermünde Bundesrepublik Deutschland	20,5	4,3	2,57	0,10	0,14	1,20	0,16
Die Bestimmung geschah nach trockener Veraschung im HCl-Auszug. Die Angaben beziehen sich auf % Trockensubstanz.							

Die bodenchemischen Untersuchungen (0-20 cm Tiefe) weisen jedoch in eine andere Richtung (Tab. 2). Der geringe Aschengehalt

(2,2%) schließt einen Einfluß oder eine Überschwemmung durch sedimentbeladenes Wasser aus. Die hohen N-Gehalte (2,10%) würden eine Einstufung als Niedermoortorf erlauben, während Ca- und pH-Werte an echte Hochmoore erinnern. Die übrigen bodenchemischen Kennwerte tendieren zum Niedermoor und machen die Übergangssituation deutlich.

Der Verfasser beobachtete eine starke Guanotrophierung durch den Kot der Seevögel. Diese und der beim Besuch der Insel festgestellte Salz-Sprühregen der starken Brandung könnten für das Übergangsphänomen verantwortlich gemacht werden. Der bodenchemische Vergleich mit anderen Mooren (Tab. 2) unterstreicht diese Zwischenstellung.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In unseren nordwestdeutschen Hochmooren sind die Gegensätze zwischen stärker und schwächer zersetzten Torfen schärfer als in Gough Island ausgeprägt. Dieses bestätigt die von der Nordhalbkugel bekannte und eingangs erwähnte Tatsache, daß die Humifizierungswechsel in stark ozeanisch getöntem Klima keine extrem unterschiedlich zersetzten Torfe trennen. Diesen Gemeinsamkeiten von Nord und Süd stehen Unterschiede gegenüber. Auf Gough Island erfolgte nach pollenanalytischen Untersuchungen von HAFSTEN (1960) in den letzten 5000 Jahren keine Vegetationsänderung. Daher müssen Klimaschwankungen - wenn sie in dieser Zeit trotzdem stattgefunden haben - geringfügig gewesen sein, da sie keinen Einfluß auf die Vegetation hatten. Ältere Klimaschwankungen sind bislang nicht bekannt geworden. Wenn auch unmittelbare Auswirkungen südlicher Kaltzeiten auf Gough Island (MITCHELL-THOME, 1970) nicht nachweisbar waren, sind weiter zurückliegende Klimaänderungen nicht völlig auszuschließen.

Diese Abweichungen und Unsicherheiten machen eine klimatische und hydrologische Deutung der dortigen Humifizierungswechsel außerordentlich schwierig. Wir hoffen, mit ¹⁴C-Datierungen dieser überseeischen Torfe das Problem südhemisphärischer Schwarztorf-Weißtorf-Kontakte besser in den Griff zu bekommen. Gesicherte Aussagen werden erst möglich sein, wenn von klimatisch ähnlichen Standorten (Chiloe, St. Paul, Neu-Amsterdam, Juan Fernandez) moorstratigraphische Untersuchungen vorliegen. Dazu müssen noch - bisher vernachlässigte - Untersuchungen über Zersetzungsunterschiede bei hiesigen Niedermoortorfen kommen, um den örtlich hydrologischen Einfluß auf die Humifizierungswechsel besser abschätzen zu können.

Dem Foreign and Commonwealth Office in London und dem Department of Transport in Pretoria danke ich für Unterstützung und Hilfe. Meinen Mitarbeiterinnen Frau R. Wolters und Frau R. Corzelius danke ich für sorgfältige technische Assistenz.

LITERATUR

ALETSE, L.: Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holstein. - Nova acta Leopold., 21, 139, 51 S., 5 Abb., 9 Taf., Leipzig 1959.

- AVERDIECK, F.R.: Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. Nova acta Leopold., 19, 130, 152 S., 75 Abb., 4 Tab., Leipzig 1957.
- BOATMANN, D.J.: An ecological study of two areas of blanket bog on the Galway-Mayo Peninsula, Ireland. - Proc. R. Irish Acad., 59 B, S. 29-42, Dublin 1957.
- BORNGÄSSER, E.: Das Große Moor bei Deimern, ein Hochmoor in der Lüneburger Heide. - Beih. Bot. Cbl., 51, S. 33-71, 11 Abb., 56 Lit., Dresden 1941.
- CHOTINSKIJ, N.A.: Bewaldungsphasen auf Hochmooren im Holozän. - Lesovedenie (Waldkunde), 3, S. 91-95, 3 Abb., 19 Lit., Moskau 1968. Übersetzt von S. Schneider.
- ERNST, O.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands, IV: Untersuchungen in Nordfriesland. - Schrft.Nat.Ver.Schleswig-Holstein, 20, 2, S. 209-334, 21 Abb., 3 Tab., 234 Lit., Kiel 1934.
- FIRBAS, F., LOSERT, H. u. E. BROIHAN: Untersuchungen zur jüngeren Vegetationsgeschichte im Oberharz. - Planta, 30, S. 422-456, 14 Abb., 29 Lit., Berlin 1939.
- GAMS, H. u. S. RUOFF: Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubruches. - Schrft. Phys.-ökon. Ges. Königsberg, 66, 193 S., 34 Abb., 28 Taf., Königsberg 1929.
- GROSS, H.: Zur Frage des Weberschen Grenzhorizonts in den östlichen Gebieten der ombrogenen Moorregion. - Beih. Bot. Cbl., 51, S. 305-353, Dresden 1933.
- : Die postglaziale Klimaverschlechterung. - Abh. Nat. Ver. Bremen, 35, 2, S. 259-278, Bremen 1958.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G.: Moorstratigraphische Untersuchungen im Niederwesergebiet (Über Moorbildungen am Geestrand und ihre Torfe). - Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochsch., Stiftung RÜBEL, 37, S. 100-119, 2 Abb., 5 Tab., 1 Taf., 16 Lit., Zürich 1962.
- GRANLUND, E.: De Svenska Högmossarnas Geologie (Die Geologie der schwedischen Hochmoore. Ihre Bildungsbedingungen, Entwicklungsgeschichte und Verbreitung sowie der Zusammenhang von Hochmoorbildung und Versumpfung). Schwedisch m. deutscher Zusammenfassung. - Sverig. Geol. Unders., Ser. C, Nr. 373, Arsbok, 26, 193 S., 150 Abb., Lit., Stockholm 1932.
- HAFSTEN, U.: Pleistocene development of vegetation and climate in Tristan da Cunha and Gough Island. - Arsbok Univ. Bergen, Math.-Naturv., 20, 45 S., 5 Abb., 8 Taf., Bergen 1960.
- HAYEN, H.: Moorbotanische Untersuchungen zum Verlauf des Niederschlagsklimas und seiner Verknüpfung der menschlichen Siedlungstätigkeit. - Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen, 3, S. 280-307, 14 Abb., 42 Lit., Hildesheim 1966.

- JONAS, F.: Grenzhorizont und Vorlaufstorf. - Fedd. Repert., Beih. 76, S. 149-163, Dahlem 1933.
- KLINGER, P.U.: Feinstratigraphische Untersuchungen an Hochmooren mit Hinweisen zur Bestimmung der wichtigsten Großreste in nordwestdeutschen Hochmoortorfen und einer gesonderten Bearbeitung der mitteleuropäischen *Sphagna cuspidata*. - Unveröff. Diss., Kiel 1968.
- MITCHELL-THOME, R.C.: Geology of the South Atlantic Islands. - 1. Aufl., 367 S., 106 Abb., 95 Tab., Verlag Gebrüder Bornträger, Berlin und Stuttgart 1970.
- NEUSTADT, M.: Das absolute Alter einiger Moore der UdSSR. - Torfjanaja promyslennost, 42, 5, S. 34-39, Moskau 1965.
- NIETSCH, H.: Waldgeschichtliche Untersuchungen im westlichen Ostpommern. - Dohrniana, 13, S. 1-137, Stettin 1934.
- : Zur Problematik des Grenzhorizonts europäischer Sphagnummoore. Eiszeitalter u. Gegenwart, 3, S. 37-46, 27 Lit., Öhringen 1953.
- OVERBECK, F.: Das Große Moor bei Gifhorn im Wechsel hygrokliner und xerokliner Phasen der nordwestdeutschen Hochmoorentwicklung. - Veröff. Nds. Amt f. Landesplanung u. Statistik, 41, 63 S., 20 Abb., 5 Tab., Bremen 1952.
- : Botanisch-Geologische Moorkunde. - 1. Aufl., 719 S., 263 Abb., Karl Wacholtz Verlag, Neumünster 1975.
- OVERBECK, F. u. I. GRIEZ: Mooruntersuchungen zur Rekurrenzflächenfrage und Siedlungsgeschichte der Rhön. - Flora, 141, S. 51-94, 7 Abb., 3 Taf., Lit., Jena 1954
- PEARSALL, W.H.: Two blanket bogs in Sutherland. - J. of Ecol., 44, S. 493-516, Oxford 1956.
- PEARSALL, W.H. u. E.M. LIND: A note on a Connemara bog Type. - J. of Ecol., 29, S. 62-68, Oxford 1941.
- PFAFFENBERG, K.: Das Geestmoor bei Blockwinkel. - Jb. Pr. Geol. Landesanstalt, 51, S. 337-349, Berlin 1930.
- : Zur Frage des Grenzhorizontes in den Hochmooren des Jadegebietes. - Z. Dt. Geol. Ges., 105, S. 80-94, Stuttgart 1953.
- FIUM, G.: Zur Frage klimatisch bedingter Feuchtigkeitsschwankungen und des davon abhängigen Wechsels in der Vegetation. Stratigraphisch-pollenanalytisch-kolorimetrische Untersuchungen einiger niedersächsischer Hochmoore. - Unveröff. Diss., Bonn 1952.
- RUDOLPH, K. u. F. FIRBAS: Die Hochmoore des Erzgebirges. - Beih. Bot. Cbl., 41, S. 1-62, Dresden 1924.
- SCHMEIDL, H.: Beitrag zur Frage des Grenzhorizontes im Sebastiansberger Hochmoor. - Beih. Bot. Cbl., 60, S. 494-524, Dresden 1940.

- SCHNEEKLOTH, H.: Die Rekurrenzfläche im Großen Moor bei Gifhorn - eine zeitgleiche Bildung? - Geol. Jb. 83, S. 477-496, 7 Abb., 2 Tab., 13 Lit., Hannover 1963.
- Altersunterschiede des Schwarz-/Weißtorfkontaktes im Kehdinger Moor. - Geol. Jb., 85, S. 135-146, 3 Abb., 1 Tab., 1 Taf., 20 Lit., Hannover 1968.
- Das Ahlen-Falkenberger Moor. Eine moorgeologische Studie mit Beiträgen zur Altersfrage des Schwarz-/Weißtorfkontaktes und zur Stratigraphie des Küstenholozäns. - Geol. Jb., 89, S. 63-96, 13 Abb., 21 Lit., Hannover 1970.
- SCHNEIDER, S.: in BADEN, W., GROSSE-BRAUCKMANN, G. u. S. SCHNEIDER: Über einige Moore und Mooregebiete zwischen Niederweser und Niederelbe, in Oldenburg, Ostfriesland, dem Emsland und dem Gebiet nordwestlich Hannover. Erläuterungen zu den Exkursionen, 8. Intern. Kongreß f. universelle Moor- und Torfforschung, Bremen Oktober 1962, Intern. Ges. f. Moorforschung Vaduz, Sonderdruck 44 S., 4 Abb., 10 Tab., Bremen 1962.
- SCHRÖDER, D.: Pollenanalytische Untersuchungen in den Worpssweder Mooren. - Abh. Nat. Ver. zu Bremen, 28, S. 13-30, 10 Abb., 1 Taf., 10 Lit., Bremen 1930.
- SCHWAAR, J.: Wurzeluntersuchungen aus Niedermooren. - Ber. Dtsch. Bot. Ges., 84, S. 745-757, 3 Taf., 3 Abb., 23 Lit., Stuttgart 1971.
- Gough Island - Wissenschaftliches Neuland. - Umschau, 76, S. 718-719, 2 Abb., 1 Kt., 2 Lit., Frankfurt a.M. 1976 a.
- Die Hochmoore Feuerlands und ihre Pflanzengesellschaften. - TELMA, 6, S. 51-59, Hannover 1976 b.
- Gough Island - ein wenig bekannter Feuchtbiotop. - Veröff. in Vorb. (1977).
- STECKHAN, H.U.: Pollenanalytische-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte in Vogelsberg, Knüll und Solling. - Flora, 150, 4, S. 514-551, Jena 1961.
- TALLIS, J.H.: Studies on Southern Pennine peats. IV. Evidence of recent erosion. - J. of Ecol., 53, S. 509-520, Oxford 1965.
- WEBER, C.A.: Grenzhorizont und Klimaschwankungen. - Abh. Nat. Ver. Bremen, 26, S. 98-106, Bremen 1926.
- Grenzhorizont und älterer Sphagnumtorf. - Abh. Nat. Ver. Bremen, 28, 1, S. 57-65, Bremen 1930.
- WILLUTZKI, H.: Zur Waldgeschichte und zur Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. - Nova acta Leopold., 25, 160, 51 S., 6 Taf., Leipzig 1962.