

TELMA	Band 32	Seite 37 - 50	9 Abb.	Hannover, November 2002
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

## Die *Sphagnum*-Moore in Süd-Patagonien und auf West-Feuerland, Chile

*Sphagnum* bogs in southern Patagonia and in the western part of Tierra del Fuego (Chile)

GERFRIED CASPERS

### Zusammenfassung

In Südchile wurden Verbreitung und Aufbau der *Sphagnum*-Moore untersucht. Maßgeblich für die Bildung von Hochmooren ist ein Jahresniederschlag von mindestens 500 mm. Im Wesentlichen greift die Verbreitung der *Sphagnum*-Hochmoore nicht über das Areal der sommergrünen Laubwälder hinaus, nur auf Feuerland finden sich *Sphagnum*-Hochmoore auch im Randbereich der Steppe. Die *Sphagnum*-Hochmoore im Untersuchungsgebiet sind meist kleinflächig und unter 1 km<sup>2</sup> groß. Der größte Teil der *Sphagnum*-Torfe besteht aus Weißtorf. Schwarztorf kommt meist nur geringmächtig vor. Die *Sphagnum*-Torfe werden meistens, vielleicht sogar regelmäßig, von Braunmoos- oder Radizellentorf unterlagert. Es werden Vorschläge für eine regionale Inventarisierung der *Sphagnum*-Moore Südchiles und deren anschließende botanische Bewertung erarbeitet, die als Grundlage für eine nachhaltige Nutzung der Hochmoore dienen.

### Abstract

In southern Chile investigations were carried out on the distribution and structure of *Sphagnum* bogs. The main macro-climatic condition which must be fulfilled for the formation of raised bogs is an annual precipitation of at least 500 mm. Essentially raised bogs are to be found within the area of summer-green deciduous woodland, only on Tierra del Fuego they occur also at the margin to steppe vegetation. In the study area *Sphagnum* raised bogs are of small size (<1 km<sup>2</sup>). They primarily consist of white peat, strongly decomposed black peat was only found in minor thickness. The *Sphagnum* peat is often underlain by bryales peat or root peat, which perhaps could be a common feature of bog lithostratigraphy in this area. Suggestions are made for an inventory of *Sphagnum* bogs in southern Chile. This inventory and a botanical description of the peatlands is the basis of a sustainable use of raised bogs in this region.

## 1. Einleitung

Der südliche Teil Südamerikas gehört zu den Regionen, in denen *Sphagnum*-Moore verbreitet sind (PISANO 1983). Im Rahmen eines Projektes der technischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Chile wurden die *Sphagnum*-Moore südlich des patagonischen Eisschildes in der XII. Region Chiles untersucht, um ein Konzept zur Nutzung und zum Naturschutz dieser Moore zu erarbeiten. Das weitmaschige Straßennetz im Süden Chiles erschwerte die Bearbeitung der Hochmoore Patagoniens und Feuerlands.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Oktober 1999 durchgeführt und ergänzen Geländebefunde von BLANKENBURG (1998), die im Rahmen desselben Projektes im

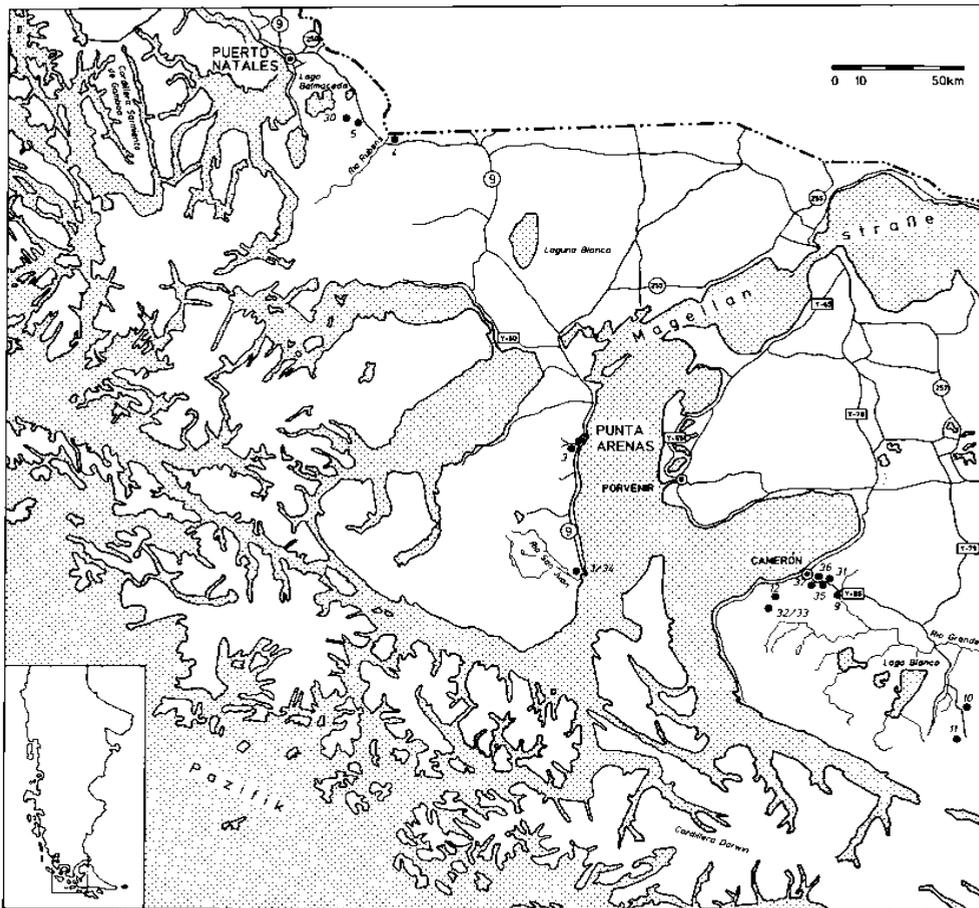


Abb. 1: Karte der untersuchten Hochmoore (schwarze Punkte mit kursiver Nummerierung)  
Map of the study area. Location of investigated bogs are marked with numbered black dots.

April/Mai 1998 erhoben wurden. Die untersuchten Hochmoore werden entsprechend der Nummerierung von BLANKENBURG (1998) mit den Ziffern 1-29 bezeichnet. Hochmoore, die im Rahmen der zweiten Geländekampagne erstmalig aufgesucht wurden, sind mit den Nummern ab 30 versehen (Abb. 1).

## 2. Klimatische Voraussetzungen für die Bildung von Mooren

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Westwindzone Südamerikas. Das Klima ist im Südwesten ozeanisch, regenreich und kaltgemäßigt und wird nach Nordosten nie-



Abb. 2: Niederschläge im chilenischen Teil Patagoniens und Feuerlands (verändert nach: DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 1988)  
Annual precipitation in the Chilean part of Patagonia and Tierra del Fuego (modified after DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 1988)

derschlagsärmer und wärmer. In der Westwindzone wirkt sich die Orographie stärker modifizierend aus als in Regionen mit wechselnden Windrichtungen. Die regenstauende Wirkung der Gebirge zeigt sich besonders deutlich im Bereich der über 2000 m hohen Cordillera Sarmiento de Gamboa. Südlich dieses Gebirges springen die Isohyeten um rund 90 km nach Osten, d.h. die Niederschläge dringen weiter ins Landesinnere vor (Abb. 2). Die weiter südlich gelegenen Gebirge sind deutlich flacher und erreichen nur noch in Gipfellagen mehr als 1200 m. Sie schirmen das Hinterland kaum noch gegen die von Westen kommenden Niederschläge ab.

In Gebieten mit weniger bewegtem Relief (Patagonien: Rio Rubens, Punta Arenas; Feuerland: Cameron) nehmen die Niederschläge kontinuierlich von den küstennahen Regionen mit 3000-4000 mm Jahresniederschlag nach Osten ab. Der Gradient verläuft relativ steil, so dass bereits rund 180 bis 200 km von der westlichen Küstenlinie entfernt, die durch Inseln gebildet wird, die Jahresniederschläge unter 600 mm sinken (Abb. 2). In diesem Bereich liegt auch die natürliche Waldgrenze, die von *Nothofagus antarctica* gebildet wird (KALELA 1941). Im festländischen Teil Südchiles kommen Wälder in Gebieten mit mindestens 500 mm Jahresniederschlag vor (SEIBERT 1996), auf Feuerland offenbar erst bei mehr als 600 mm Jahresniederschlag.

Hochmoore bilden sich im Untersuchungsgebiet bei einem Jahresniederschlag von mindestens 500 mm. Auch wenn die Klima-Messstationen weit auseinander liegen und Klimadaten über größere Entfernungen interpoliert werden müssen, kann die Verbreitung von sommergrünen Wäldern als eindeutiger Indikator für das Vorkommen von Hochmooren verwendet werden (SCHWAAR 1976). Auf Feuerland sind Hochmoore auch noch in einem Gürtel von ca. 20 bis 30 km außerhalb des Waldareals anzutreffen, wie im Gebiet südwestlich Cameron. Im feuerländischen und magellanischen Sektor sind in den Steppen und Zwergstrauchheiden ansonsten keine Hochmoore angetroffen worden.

Gebiete mit noch deutlich höheren Jahresniederschlägen wurden nicht bereist. In den küstennahen Regionen spielt *Sphagnum* aber nur noch eine untergeordnete Rolle (AUER 1933, PISANO 1983). Im Gebiet der immergrünen *Nothofagus*-Wälder sind vor allem *Donatia*-Moore verbreitet (RABASSA et al. 1996, SEIBERT 1996), dort kommen aber auch *Marsippospermum*-, Radizellen- und Braunmoostorfe vor (AUER 1933).

Durch die Evapotranspiration werden im Untersuchungsgebiet ca. 300 bis 400 mm Wasser pro Jahr verdunstet. Die Evapotranspiration folgt einem flachen Gradienten und ändert sich kleinräumig kaum. Nur im Nordosten Feuerlands und in der Umgebung der Laguna Blanca, nahe der Grenze zu Argentinien, sind die Werte mit 200 bis 300 mm geringer (Abb. 3). Für die Humidität sind die Niederschläge bestimmend, die im Süden Chiles wesentlich steilere Gradienten aufweisen als die Evapotranspiration.

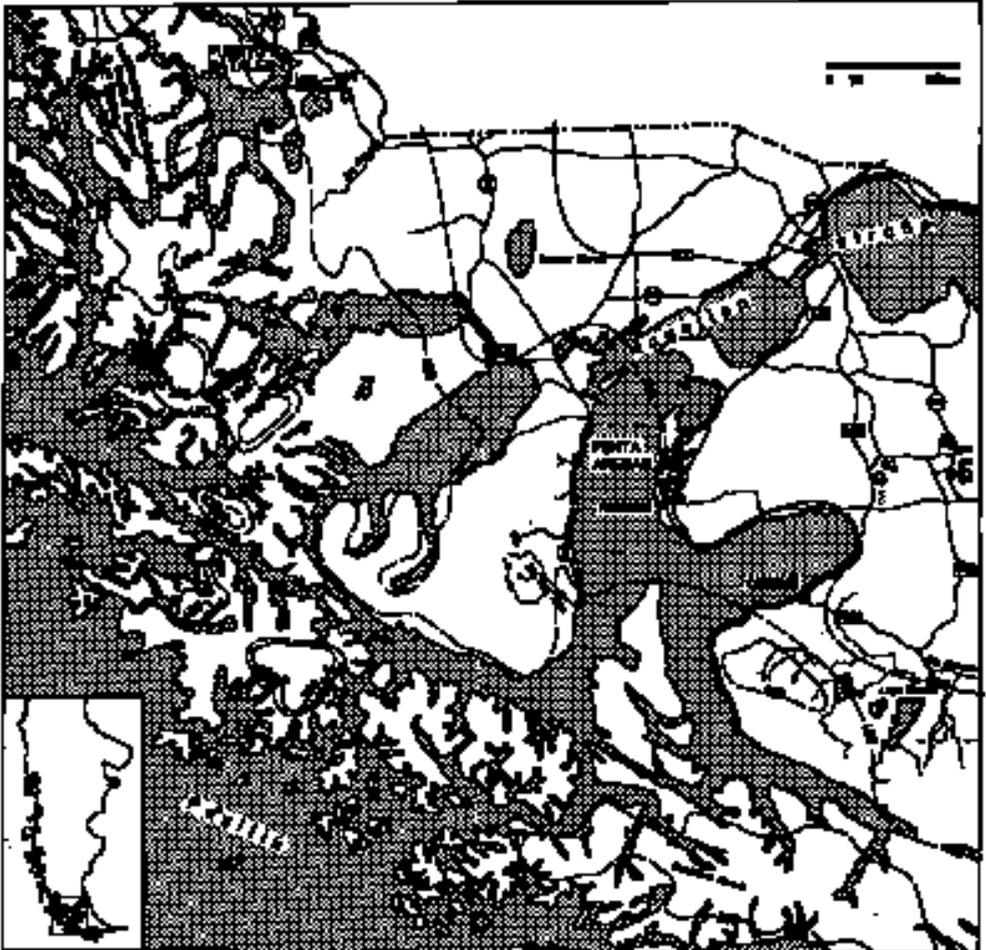


Abb. 3: Evapotranspiration im chilenischen Teil Patagoniens und Feuerlands (verändert nach: DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 1988)  
 Evapotranspiration rates in the Chilean part of Patagonia and Tierra del Fuego (modified after DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 1988)

### 3. Torfe und Moortypen

In den Gebieten mit ca. 500 bis 900 mm Jahresniederschlag bildeten sich zunächst Niedermoore. Sie befinden sich in mehr oder weniger breiten Tälern oder auf pleistozänen Verebnungsflächen mit Grundmoränen und Beckenablagerungen, seltener auch auf glaziofluviatilen oder fluviatilen Ablagerungen (Abb. 4). Diese initialen Niedermoore wurden durch Radzellentorfe (z.B. die Moore Nr. 1, 3, 5, vgl. zur Lage der Moore Abb. 1)

(Abb. 5) oder Braunmoostorfe (Moore 34 bis 37) mit nachfolgenden Radizellentorfen aufgebaut. Sobald die Torfakkumulation den Grundwasserspiegel erreichte oder der Einfluss von mineralreichem Wasser zurückging, beeinflusste zunehmend nährstoffarmes Regenwasser die Vegetation. Torfmoose der Gattung *Sphagnum* siedelten sich an, und Hochmoore bildeten sich. Diese Sukzession läuft in vielen Mooren auch gegenwärtig noch ab. Der *Sphagnum*-Torf ist überwiegend sehr schwach bis schwach zersetzt; verbreitet ist Weißtorf mit einem Humifizierungsgrad von 2 bis 3 nach VON POST (1924). Stark zersetzter *Sphagnum*-Schwarztorf mit Humifizierungsgraden von 6 bis 10 unterlagert den Weißtorf meist als geringmächtige Schicht oder ist in dünnen Lagen in den Weißtorf eingeschaltet (Abb. 5).

Grundsätzlich sind Hochmoore bei 500 bis 900 mm Jahresniederschlag nur in ebenem Gelände zu finden. Sie transgredieren dort in dem Maße, wie sie durch Torfakkumulation kleinere Reliefunterschiede ausgleichen können. Die Hochmoore dieser Region werden meist nicht größer als 80 ha und sind in der Regel nicht wurzelecht. Die Oberfläche dieser Hochmoore ist morphologisch durch Bulte und Schlenken reich gegliedert; in den zentralen Bereichen sind die Schlenken oft mit Wasser gefüllt (Abb. 6, 7).



Abb. 4: Hochmoor Nr. 35 in einem weiten Tal auf Feuerland außerhalb der sommergrünen Laubwälder  
 Raised bog No. 35, situated in a broad valley on Tierra del Fuego outside the area of summergreen deciduous woodland.

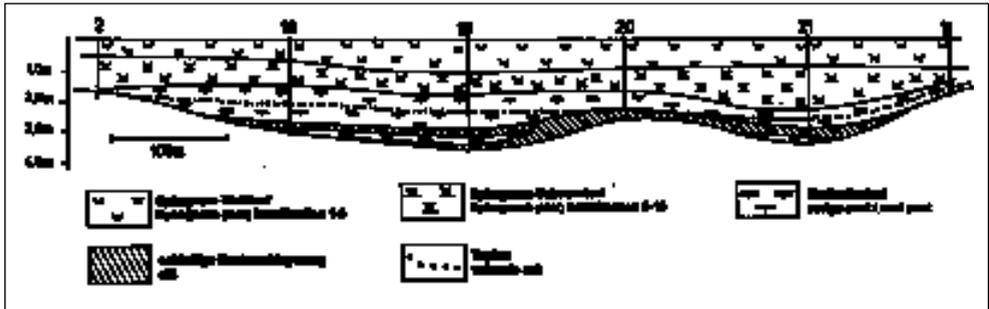


Abb. 5: Profilschnitt durch das Hochmoor Nr. 5  
Cross section of raised bog No. 5

Bei mehr als 800 bis 900 mm Jahresniederschlag wurde ein weiterer Hochmoortyp angetroffen. Er dürfte mit einem ausgeprägten Randgehänge am ehesten mit einem Plateauhochmoor zu vergleichen sein. Auf Feuerland südöstlich Cameron wurden zwei ca. 7 und 10 ha große Hochmoore dieses Typs angetroffen (Hochmoore Nr. 32, 33), die auf flachen, pleistozänen Erhebungen entstanden sind. Deren höchster Bereich ist relativ eben, so dass das Niederschlagswasser nur langsam abfließt und es daher zu einer Ver-



Abb. 6: Hochmoor Nr. 5 in Patagonien mit ausgeprägten Bult/Schlenken-Komplexen im nicht vom Torfabbau betroffenen Bereich  
Raised bog No. 5 in Patagonia, showing the part of the bog which is not affected by peat cutting. A distinct complex of hummocks and bog hollows is clearly visible.



Abb. 7: Hochmoor Nr. 30 als unberührtes Hochmoor in Patagonien mit ausgeprägten Bult/Schlenken-Komplexen

Raised bog No. 30 is an untouched bog complex in Patagonia, showing the typical pattern of hummocks and bog hollows.

nässung dieser Bereiche gekommen ist. Das größere der beiden Moore ist äußerst vital und weist *Sphagnum magellanicum*-Bulte auf, die im Randbereich des Moores bis zu 80 cm hoch werden (Abb. 8). Im Zentrum des Moores finden sich wassererfüllte Schlenken.

Das kleinere Moor befindet sich in einem degenerativen Stadium; es sind nur noch vereinzelt *Sphagna* vorhanden. Die Randgehänge werden bereits durch Viehtritt und Wasser erodiert. Torfbildung findet in weiten Bereichen dieses Hochmoors nicht mehr statt. In Südchile sind bei diesem Moortyp im Liegenden der Hochmoortorfe geringmächtig Niedermoortorfe verbreitet. Da nur ein kleines Gebiet auf Feuerland mit Niederschlägen über 800 mm pro Jahr bereist wurde, sind die Angaben zu diesem Hochmoortyp in anderen Bereichen Patagoniens und Feuerlands zu überprüfen.

In einem ca. 1,5 km breiten Nebental des Rio Grande auf Feuerland haben sich an den Talrändern auf Flussterrassen verbreitet Niedermoore gebildet, die durch Sicker- und Quellwasser von den umgebenden Bergen gespeist werden (Moor Nr. 10). Es handelt sich um Durchströmungsmoore (SUCCOW & JOOSTEN 2001), die teilweise mehr als 4 m Torf akkumuliert haben. Dort, wo der Einfluss des nährstoffhaltigen Wassers nachlässt,



Abb. 8: Hochmoor Nr. 32 auf Feuerland mit bis zu 80 cm hohen *Sphagnum magellanicum*-Bulten im Bereich des Randgehänges  
 Raised bog No. 32 on Tierra del Fuego with *Sphagnum magellanicum* hummocks on the marginal slope.

ca. 30 bis 50 m vom Talrand entfernt, sitzen den Niedermooren einige hundert bis tausend Quadratmeter große Hochmoore auf, die überwiegend sehr jung sein dürften und bisher nur 2-3 dm *Sphagnum*-Torf gebildet haben.

Noch weiter im Gebirge befindet sich in einem kleinen Tal ein sehr gut wüchsiges Hochmoor (Nr. 11), das in vergangenen Zeiten mehrfach, vielleicht sogar regelmäßig überschwemmt worden ist. Es wurden Lagen von feinklastischen Sedimenten erbohrt, die das Moorbewuchs mehrfach unterbrochen haben.

Außerhalb der Gebirge sind die *Sphagnum*-Torfe in der Regel frei von eingeschwemmtem Schluff oder Ton. Als synchrone Leithorizonte sind jedoch vulkanische Aschelagen

weit verbreitet. Bereits AUER (1966) beschrieb drei Tephralagen, die er in zahlreichen Mooren nachgewiesen hatte. Nach neueren  $^{14}\text{C}$ -Datierungen fanden die dazu gehörigen Eruptionen gegen 12480 BP, 6700 BP und 3770 BP statt (STERN 1990, 1992). In den Hochmooren Nr. 5, 33, 34 wurde ebenfalls mindestens eine Tephralage von bis zu 5 cm erbohrt (Abb. 9). Da weder die Tephralagen selber noch die über- bzw. unterlagernden Torfschichten datiert wurden, können sie bislang keiner der bekannten Eruptionen zugeordnet werden.

Zwischen der Höhe der jährlichen Niederschläge und der Mächtigkeit des *Sphagnum*-Torfes scheint, bei vergleichbarer Höhenlage der Moore, eine Abhängigkeit zu bestehen. Der *Sphagnum*-Torf wurde bei rund 600 mm Jahresniederschlag im Gebiet um das Hotel Rubens durchschnittlich 0,9 (Hochmoor Nr. 4) bis 1,6 m (Hochmoore Nr. 5, 30) und bei Punta Arenas und auf Feuerland südöstlich Cameron durchschnittlich 2,0 m mächtig. In Gebieten mit ca. 800 mm Niederschlag (Rio San Juan) erreichen die *Sphagnum*-Torfe 2,3 bis 3,0 m. Bei einem Jahresniederschlag von 900 bis 1000 mm wie südöstlich Cameron bildeten sich sogar 3,7 m *Sphagnum*-Torf. Da die Torfmächtigkeit noch von anderen Faktoren wie dem Alter der Vermoorung oder dem Relief abhängt, können die Torfmächtigkeiten von diesem generellen Schema in einzelnen Hochmooren abweichen. AUER (1933: 233) beschrieb für das westliche Feuerland *Sphagnum*-Torf, der in großen Hochmooren vereinzelt 7 bis 8 m mächtig sein kann, i. d. R. aber nur die 1 bis 2 m dicke Deckschicht der Moore bildet.

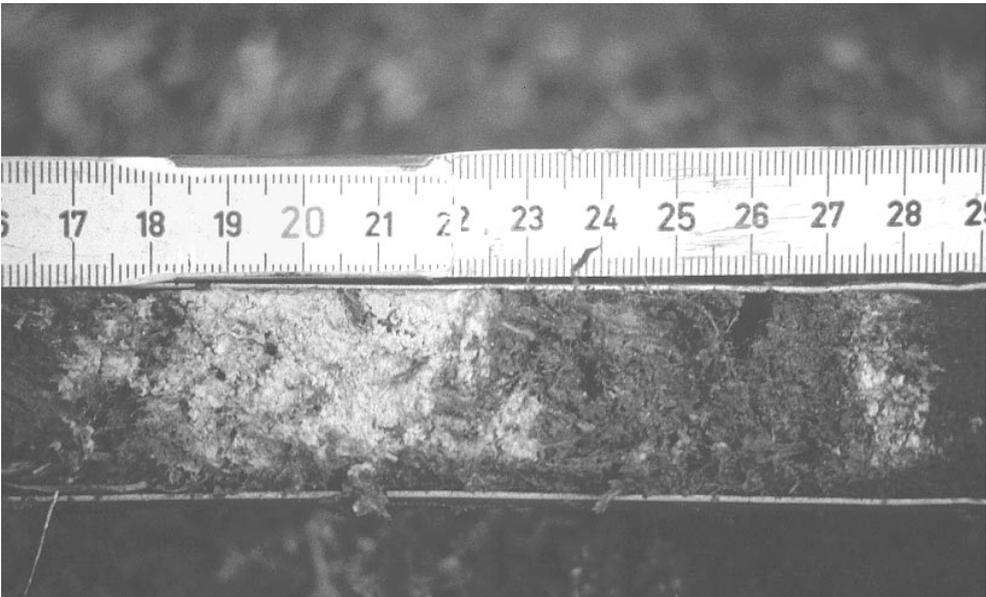


Abb. 9: Tephra-Lage aus dem in Abbau befindlichen Hochmoor Nr. 34 in Patagonien  
Volcanic ash layer embedded in the peat of raised bog No. 34; Patagonia.

Generell scheint sich nach den vorliegenden Untersuchungen anzudeuten, dass bei gleichbleibendem Jahresniederschlag die Torfmächtigkeiten auch von Nordwest nach Südost zunehmen. Das ist vermutlich durch abnehmende Temperaturen zu erklären, die einen geringeren mikrobiellen Abbau der organischen Substanz bewirken. Auch die Verschiebung der Waldgrenze auf Feuerland in Richtung auf höhere Niederschläge dürfte durch tiefere Temperaturen begründet sein. Die größte Gesamtorfmächtigkeit der untersuchten Moore wurde in Moor Nr. 34 mit 6,58 m festgestellt. RABASSA et al. (1996) erwähnen maximal bis zu 11 m mächtige Torfsequenzen, die Niedermoor- und Hochmoortorf umfassen.

#### 4. Naturschutz und Torfabbau

In Südpatagonien wurden 1999 lediglich die Moore mit den Nummern 1, 3, 5 und 34 abgebaut. Der Torf musste von den Produzenten zu den Verbrauchern über große Entfernungen bis nach Mittelchile transportiert oder in andere Staaten exportiert werden. Der Einsatz von Torf im Erwerbsgartenbau und Hobbybereich war nahezu unbekannt. Die jährlich produzierten Torfmengen waren gering. Seit 2001 zeichnet sich ab, dass der Torfabbau in Südpatagonien zunimmt, und es entstehen neue Torfabbaufirmen. Umso wichtiger ist es, ein Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Hochmoore in Südchile zu erarbeiten und umzusetzen, um ungewollte Entwicklungen zu vermeiden.

Bisher ist über die genaue Anzahl und exakte Ausdehnung der *Sphagnum*-Moore auf Feuerland und in Patagonien wenig bekannt. Im Hinblick auf ein Gesamtkonzept für Torfabbau und Naturschutz ist es notwendig, die Hochmoore in Südchile zu inventarisieren. Deshalb sollte in Gebieten, in denen *Sphagnum*-Moore verbreitet sind, mittels Luftbildern zunächst versucht werden, diese Moore zu erkennen und abzugrenzen. Sie zeichnen sich in der Regel dadurch aus, dass sie waldfrei sind und durch Schlenken und Bulne eine rauhe Oberflächenstruktur aufweisen. Nach diesen Vorerkundungen sollten die Befunde im Gelände verifiziert werden. Dabei ist der Schichtaufbau eines jeden Moores durch Bohrungen zu erkunden, und die Vorräte an *Sphagnum*-Torf sind abzuschätzen.

Die Auswertung vorhandener Unterlagen wie Luftbilder und die Geländearbeiten sind jedoch umfangreich und dürften mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Solange die Inventur der Hochmoore in Südchile noch nicht vorliegt, besteht die Gefahr, dass bestimmte Moortypen in gut zugänglichen Regionen sehr stark durch Abbau betroffen werden und möglicherweise aus der Landschaft verschwinden. Deshalb wurden im Rahmen des Projektes folgende vorläufige Konzepte erarbeitet:

1. Es ist ein Genehmigungsverfahren notwendig, in dem über den Torfabbau in jedem einzelnen Hochmoor entschieden wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die Hochmoore planvoll abgebaut oder dauerhaft nicht genutzt werden.

2. An die Vergabe einer Torfabbau-Genehmigung sollte gekoppelt sein, dass alle Hochmoore in dem Gebiet bekannt sind (regionale Inventarisierung), in dem ein Torfabbau beantragt wird.
3. Auf der Basis der regionalen Inventarisierung müssen die Hochmoore nach biotischen Gesichtspunkten bewertet werden. Dazu sollten Botaniker, z.B. von der Magellanes-Universität in Punta Arenas, eingeschaltet werden. Der Aufwand einer solchen Bewertung ist gering, da pflanzensoziologische Aufnahmen meist nicht notwendig sind, um entscheiden zu können, welche der bei der regionalen Inventarisierung erfassten Hochmoore für den Abbau freigegeben werden können und welche geschützt werden sollen.
4. Aufgrund der regionalen Inventarisierung und der biologischen Bewertung der Hochmoore wird im Rahmen der Landesplanung und Raumordnung durch staatliche Institutionen abgewägt, welche Hochmoore erhalten werden müssen und welche für den Torfabbau zur Verfügung stehen.
5. In Abbauanträgen sollte in jedem Fall die Planung des Abbaus ausgearbeitet sein. Durch Nivellements muss geklärt werden, wie die Entwässerung erfolgen soll und bis in welche Tiefe das Moor überhaupt zu entwässern ist, d.h. auch die Höhenlage der in der Nähe befindlichen Vorfluter ist in die Planungen mit einzubeziehen. Des Weiteren sollte ein Abbauantrag Angaben über die Abbautiefe und die Nutzung bzw. Herrichtung der Flächen nach beendigtem Torfabbau enthalten.
6. Begleitend zu den vorgeschlagenen Maßnahmen sollten Schulungen angeboten werden, in denen Bohrmethoden und die Ansprache der verschiedenen Torfarten vermittelt werden. Auch für die Torfabbauer ist eine verlässliche Torfansprache wichtig, da ansonsten schlecht oder nicht zu vermarktende Torfe in Abbau genommen werden könnten, wie es bereits in Moor Nr. 4 (Abb. 1) geschehen ist. Hier begann die Torfgewinnung, indem 0,6 m breite Gräben in ca. 20 m Abstand angelegt wurden, die aber in weiten Bereichen bereits mit dem ersten Stich den schwach zersetzten *Sphagnum*-Torf durchteuften und auch den Radzellentorf im Liegenden angeschnitten haben. Der Abbau wurde danach eingestellt; die hochmoortypische Vegetation ist jedoch weitestgehend abgestorben.

Das vorgeschlagene Konzept lässt sich mit vergleichsweise geringem personellen und finanziellen Aufwand umsetzen. Allerdings sollte ein Wissenschaftler bei der Genehmigungsstelle als ständiger Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Dieser könnte, je nach Bedarf, mit Vertretern von Universitäten und Behörden, z.B. vom Bergbauministerium, vor Ort zusammenarbeiten. Bei der Umsetzung des Konzeptes sollte darauf geachtet werden, dass ein Teil der Hochmoore tatsächlich und dauerhaft nicht genutzt wird.

Neben den vorgeschlagenen Maßnahmen sollten in jedem Fall auch die in den letzten zwei Jahren erarbeiteten Empfehlungen des „Wise use of mires and peatlands – a framework for decision-making“ (CLARKE & JOOSTEN 2002) berücksichtigt werden. Diese von der International Peat Society (IPS) und der International Mire Conservation Group

(IMCG) erarbeiteten Richtlinien geben zahlreiche Hinweise zur weltweiten Umsetzung von Moornutzungen und Moorschutz.

## 5. Danksagung

Die vorliegenden Untersuchungen wurden gemeinsam mit Arturo Hauser vom Sernageomin, dem chilenischen geologischen Dienst in Santiago, durchgeführt. Deshalb war diese Publikation ursprünglich zusammen mit Arturo Hauser geplant. Aus nicht erklärlichen Gründen ist der Kontakt jedoch abgerissen. Mein besonderer Dank gilt Arturo Hauser für die Vorbereitung und Durchführung der Geländekampagne sowie die gute Zusammenarbeit. Bei Dr. Siegfried Weber, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, bedanke ich mich für die Unterstützung während meines Aufenthaltes in Chile, bei Dr. Joachim Blankenburg, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, für zahlreiche Hinweise und die Hilfe bei der Vorbereitung des Geländeeinsatzes. Herrn PD Dr. Holger Freund gilt mein Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts, Herrn Jörn Kasch für die Anfertigung der Zeichnungen.

## 6. Literaturverzeichnis

- AUER, V. (1933): Die Moore Südamerikas, insbesondere Feuerlands. – In: DACHNOWSKI-STOKES, A.P. & AUER, V.: American Peat Deposits. Handbuch d. Moorkde. 7: 224-242; Berlin.
- AUER, V. (1966): Climatic variations in Fuego-Patagonia. – In: BLUMENSTOCK, D.I. (ed.): Pleistocene and post-pleistocene climatic variations in the pacific area. 37-55; Hawaii.
- BLANKENBURG, J. (1998): Mires in the South of Chile. – Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. 117957: 41 S.; Hannover.
- CLARKE, D. & JOOSTEN, H. (2002): Wise use of mires and peatlands – a framework of decision-making. – [im Druck].
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS-MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (1988): Balance Hídrico de Chile. – 23 p.; Santiago.
- KALELA, E. (1941): Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern Ostpatagoniens. – Ann. Acad. Scient. Fennicae A IV (2): 1-151; Helsinki.
- PISANO, E. (1983): The Magellanic tundra complex. – In: GORE, A.J.P. (ed.): Ecosystems of the world, 4. Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. B. Regional Studies, 295-329; Amsterdam.
- POST, L. VON (1924): Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. – Comité internat. d. Pédologie IV, comm. 22.
- RABASSA, J., CORONATO, A. & ROIG, C. (1996): The peat bogs of Tierra del Fuego, Argentina. – In: LAPPALAINEN, E. (ed.): Global peat resources. 261-266; Jyskä.

- SCHWAAR, J. (1976): Die Hochmoore Feuerlands und ihre Pflanzengesellschaften. – *Telma* **6**: 51-59; Hannover.
- SEIBERT, P. (1996): *Farbatlas Südamerika – Landschaften und Vegetation*. – 288 S.; Stuttgart.
- STERN, C. (1990): Tephrochronology of southernmost Patagonia. – *Nat. Geogr. Res.* **6** (1): 110-126.
- STERN, C. (1992): Tefrocronologia de Magellanes: nuevos datos e implicaciones. – *Anales del Inst. Patagonia, Ser. Cs. Hs.* **21**: 129-141.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde*. – 622 S.; 2. Aufl., Stuttgart (Schweizerbart).

Anschrift des Verfassers:

Dr. G. Caspers  
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung  
Stilleweg 2  
30655 Hannover  
E-mail: [g.caspers@bgr.de](mailto:g.caspers@bgr.de)

Manuskript eingegangen am 12. Juli 2002