

Typen von Torfhügeln im Gebiet der Oobloyah Bay, N-Ellesmere Island, N.W.T., Kanada

Von Lorenz King*

Zusammenfassung: Im Gebiet nördlich der Neil Peninsula, N-Ellesmere Island (rund 81° N, 83° W) treten auffallende Torfhügel mit Höhen zwischen 30 cm und 2 m auf. Systematische Grabungen zeigen, daß die äußerlich ähnlichen Bildungen in drei verschiedene Typen unterschieden werden müssen:

1. Die größten Hügel sitzen auf stark exponierten, trockenen Stellen. Große Vogelkotmengen, Knochen und Gewölle von Schnee-Eulen weisen darauf hin, daß sie als Vogelsitzplätze benutzt werden. Sie entstehen über einem vorhandenen Kern aus sandigem Kies oder einem großen Stein. Dieser überzieht sich dank der starken Düngung mit einer im Vergleich zum umgebenden Gebiet wesentlich mächtigeren Torfdecke. Eislamellen können vorkommen.
2. In Mooren treten Torfhügel häufiger auf. Notwendige Voraussetzung für die Hügelbildung ist die primäre Zerlegung des Untergrundes der Moore durch Kontraktion und Bildung von Eiskeilen. Linsen von Segregationseis sind für die stärkere Heraushebung der Hügel verantwortlich. Diese Torfhügel sind dem Eiskeilformenschatz zuzuordnen.
3. In schlecht drainierten Mulden sind Torfhügel selten. Der hier vorkommende dritte Typ ist kuppelförmig und weist im Innern einen massiven Eiskern auf. Die Hügel entstehen in der Auftauschicht durch Aufpressung von gefrierendem Wasser in einem geschlossenen, allseits von Dauerfrostboden umgebenden System. Dieser Typ ist genetisch mit den wesentlich größeren Pingos verwandt.

Die Vegetation der Torfhügel ist, insbesondere beim ersten Typ, infolge der Nitrat- und Phosphatzufuhr (Kot) überraschend dicht und artenreich. Neben zahlreichen Blütenpflanzen sind insbesondere einige hier regelmäßig auftretende Moosarten, die in N-Ellesmere Island sonst sehr selten vorkommen, von besonderem Interesse, so *Dicranum fuscescens*, *Dicranum angustum*, *Calliergon trifarium*, *Drepanocladus badius* und *Calliergon sarmentosum*. *Polytrichum strictum* wurde erstmals in N-Ellesmere Island gefunden.

Summary: North of Neil Peninsula, Ellesmere Island, at roughly 81° N / 83° W peat mounds with a height between 30 cm and 2 m occur (cf. Fig. 1). Systematic diggings in the frozen mounds of similar appearance show that they must have different origins. Some conspicuous mounds are located on terraces and raised deltas at places that are strongly exposed to the wind (Fig. 2). Their thick peat cover is crossed by ice veins that formed after contraction. A few small ice lenses may occur. The core always consists of sandy gravel or even boulders. Droppings, bones and retched wool of snowy owls indicate that these places, that remain free of snow even in winter, are used as observation points by many animals. The formation of these „bird perches“ is due to fast peat growth favoured by manure. Mainly shield-shaped mounds occur very frequently in some peat bogs and show lenses of segregation ice that must be responsible for their upheaval. A dissection of the peat bog by contraction polygons and formation of ice wedges seems to be an initial and necessary condition (Fig. 3). The mounds themselves have similarities with some palsa forms of the subarctic.

In badly drained and shallow depressions a few dome-shaped mounds show a core of pure ice (Figs. 4, 5). The formation of these mounds is due to cryostatic pressure of freezing water in a closed system. There may be some genetic similarity with closed-system pingos (Fig. 7). Despite wind exposure, there is a rich vegetation on all mounds. Some rare mosses could be found here regularly; *Polytrichum strictum* has been found here for the first time in northern Ellesmere Island. *Dicranum angustum* and *Calliergon trifarium* are known only from one more place and *Dicranum fuscescens*, *Drepanocladus badius* and *Calliergon sarmentosum* are rare elsewhere in northern Ellesmere Island.

1. EINLEITUNG

Während der Heidelberg-Ellesmere Island-Expedition 1978 (vgl. BARSCH & KING 1981) haben einige in der Nähe des Basislagers gelegene auffallende Kleinformen das Interesse mehrerer Expeditionsteilnehmer gefunden. Es handelte sich um einzelne, größere und kleinere Torfhügel, die eine Höhe von ein bis zwei Metern erreichten. Die Auftautiefe betrug rund 20 cm. Von der Größe und Form her erinnerten diese Erscheinungen an gewisse Palsatypen der Subarktis (SEPPÄLÄ 1972, 1982). Da bisher diese Formen aus der Hocharktis kaum beschrieben worden sind, erschien es sinnvoll, im Gelände ihre Verbreitung, Struktur und Genese genauer zu untersuchen.

2. LAGE UND BESCHREIBUNG DER TORFHÜGEL

Bei der Form vieler vorgefundener Torfhügel ist bemerkenswert, daß sie bei einer Höhe von 30 cm bis maximal 2 m einen oft kreisförmigen Grundriß mit einem Durchmesser zwischen 2 und 8 m aufweisen. Einige der Torfhügel sind mehr oval oder gar langgestreckt mit Längen zwischen 4 und ca. 15 m und Brei-

* Dr. Lorenz King, Geographisches Institut der Universität, Im Neuenheimer Feld 348, 6900 Heidelberg.

ten von 1,5 bis ca. 10 m. Die kreisförmigen bis ovalen Hügel sind im Aufriß alle schild- bis kuppelförmig. Von der Lage her sind grundsätzlich zwei Standorte verschiedener ökologischer Prägung zu nennen: trockene Kuppen, Geländerrücken, Terrassen- und Deltakanten sowie schlecht drainierte, vermoorte Senken. Die Lage der untersuchten Objekte ist auf Abb. 1 skizziert.

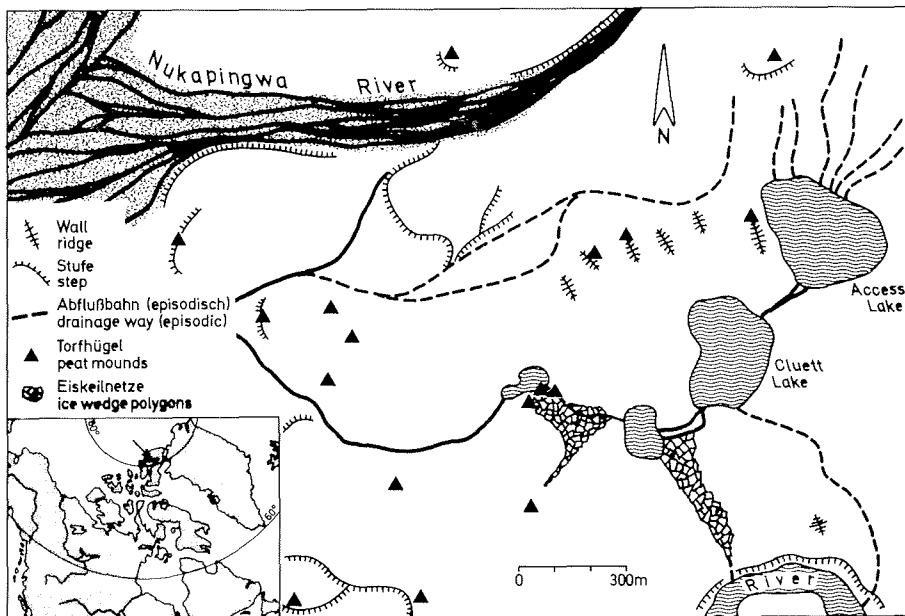


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in der kanadischen Hocharktis und Situation der Torfhügel im Gebiet NE der Oobloyah Bay (Torfhügel in Eiskeilnetzen sind nicht einzeln dargestellt).

Fig. 1: Location of the area and situation of the investigated peat mounds north-east of the Oobloyah Bay, Borup Fiord area, northern Ellesmere Island, N. W. T., Canada.

2.1 Trockene Standorte (Geländekuppen und -kanten)

Das Vorkommen von Torfhügeln an vorwiegend trockenen Standorten ist in auffallender Weise an windexponierte Lagen gebunden. So befindet sich eine größere Zahl an Terrassenkanten und an den Rändern und Eckpunkten der fossilen Deltas des Heidelberg- und des Nukapingwa-Flusses *. Ökologisch vergleichbare Standorte bilden auch Moränenkuppen, so z. B. die Kuppenreihe westlich des Access-Sees (Abb. 1), sowie exponierte Stellen verschiedener Art in glazifluvial stark überformten Gletschervorfeldern des Perkeo- und Gnome-Gletschers östlich des hier behandelten Raumes (KING 1981b). Auch die erhöhten Ränder der Eiskeilpolygone in der Ebene vor dem Carl Troll-Gletscher sind an einigen Stellen von Torfhügeln besetzt, jedoch fehlen Torfhügel an den höchsten Punkten, da diese aus sehr steil aufragenden, instabilen Schotterhaufen bestehen. Ausnahmsweise sind Torfhügel auch inmitten von Terrassenflächen oder Deltaflächen zu finden (Abb. 2).

Allen Lagen gemeinsam ist naturgemäß, daß sie wahrscheinlich auch im Winter keine bzw. nur eine sehr geringe Schneebedeckung aufweisen oder im Frühsommer als erste ausapern. Auffallend ist auch, daß auf allen Torfhügeln in großer Menge Vogelkot und zumeist auch Kot von Wölfen, Füchsen und vermutlich Hasen zu finden ist **; um sie herum konnte im Umkreis von wenigen Metern eine größere Zahl von

* Die meisten der hier verwendeten geographischen Namen sind vom Canadian Permanent Committee on Geographical Names, Ottawa, anerkannt worden (vgl. KING 1981a).

** Obwohl von keinem der Expeditionsteilnehmer während der Expedition lebende Hasen gesehen worden sind, wurden Knochen sowie Kot von Hasen gefunden.



Abb. 2: Blick über den Cluett-See und die Oobloyah Bay zu den Blackwelder Mountains (im Hintergrund). Links vom See heben sich Torfhügel markant aus den exponierten Verflachungen heraus.

Fig. 2: View over Cluett Lake and Oobloyah Bay towards the Blackwelder Mountains. Although relatively small, the peat mounds show up prominently on the flat and exposed terraces.

Tierknochen gefunden werden. Als besonders schönes Beispiel sei dazu ein Torfrücken an der Kante eines fossilen, auf 50 m ü. M. gelegenen Deltas SE des Carl Troll-Gletschers erwähnt. Der Torfhügel erreicht in dem mit einer kleinen Stufe leicht nach W abfallenden Gelände eine relative Höhe von nur 10 cm hangaufwärts bzw. 60 cm hangabwärts. Der elliptische Grundriß weist einen Durchmesser von 4 auf 3 m auf. Der Torfhügel ist trotz seiner geringen Höhe, dank seiner exponierten Lage an einem Eckpunkt des fossilen Deltas, schon auf weite Distanz zu sehen. Weitere benachbarte Torfhügel in vergleichbarer Lage weisen Höhen von 25 cm bzw. 175 cm bei einem Durchmesser von 1 m bis 3 m auf, im Mittel 40 cm Höhe bei einem Durchmesser von 2 Metern. Im Umkreis von 5 m lagen zahlreiche Knochen, darunter ein Schlüsselbein eines Moschusochsen, 3 Moschus-Wirbel, 3 Beinknochen (Moschus), je ein kleinerer Wirbel bzw. Beinknochen (wahrscheinlich Karibu) und ein Karibu-Kiefer. Die große Zahl von Knochen, die in etwas geringerer Menge auch um andere Torfhügel herum anzutreffen ist, weist darauf hin, daß die Hügel ein von Tieren bevorzugter Rast- und Aufenthaltsort sind; das reiche Auftreten von Vogelkot und Gewölle von Schnee-Eulen zeigt, daß die Hügel auch als Vogelsitzplätze sehr beliebt sind (z. B. als Beobachtungspunkt für Raubvögel).

Die meisten der aufgefundenen achtzehn Torfhügel dieses Typs wurden zwischen dem 20. Juli und 6. August bis zur Basis aufgegraben. Aus arbeitstechnischen Gründen wurden die Grabungen stückweise im Abstand von mehreren Tagen durchgeführt. Bei der herrschenden schönen Witterung begünstigte das natürliche Auftauen unsere Arbeit sehr. Bei einer Auftautiefe von 15 bis 25 cm wurden, selbst bei größeren Hügel mit einer relativen Höhe von etwa 1 m, Torfmächtigkeiten von nur 40 bis 45 cm angetroffen. Darunter lag meist gefrorener Sand mit Geröllen. Dies bedeutet, daß die aufgegrabenen Torfhügel über schon primär vorhandenen, anorganischen Erhebungen entstanden sind. An einigen Stellen wurden größere Steine und Blöcke in sandig-kiesiger Matrix als Hügelkern gefunden. Die Torfmächtigkeit betrug in diesen Fällen 10 bis 20 cm. Bei einem 70 cm hohen Torfhügel etwa 1 km SSW des Basislagers zeigte sich beim Aufgraben, daß dieser in seinem Kern aus einem kantigen, rund 50 cm über die Oberfläche der Umgebung herausragenden Felsblock bestand, der von einer 20 cm mächtigen Torfschicht überzogen wurde. Auch diese Stelle, obwohl inmitten einer ebenen Terrassenfläche gelegen, war mit viel Vogelkot bedeckt. Die Grabungen zeigen sowohl im Torf als auch im mineralischen Untergrund kleinere horizontale Eislinien, die von zahlreichen gegen den Hügelkern zu verlaufenden Eislamellen (Spaltfüllungen) geschnitten

werden. In der Regel überschreitet das kristalline Eis der Klüfte und Linsen nirgends eine Mächtigkeit von 4 cm, sondern zeigt bei Längen von oft über 50 cm eine Dicke von 2 mm bis 10 mm.

Der Torf größerer Hügel ist oft polygonartig zerlegt. Rein morphographisch erinnern daher diese Hügel trotz völlig anderer Lage an gut entwickelte Formen von Palsas (vgl. KING 1979: 147 f). Losgelöste Torfblöcke sind jedoch ebenso wie Spuren von Schneeschliff und abgestorbene Torfstellen nur selten zu sehen.

2.2 Feuchte Standorte (Moore und verlandende Seen)

Rund 700 m S bzw. SW des Basislagers der Expedition befinden sich zwei kleinere, feuchte Moore. Sie werden durch Eiskeilnetze in Flächen unterteilt, die von Polygonen begrenzt werden (vgl. Abb. 1). Da insbesondere dieser Typ bislang kaum beschrieben worden ist, soll die Situation in Abb. 3 anhand eines mit Theodolith, Maßband und Nivellierlatte eingemessenen Moores verdeutlicht werden.

Entlang den Tiefenlinien im Moor können unter rund 25 cm Torf größere, 10 bis 30 cm breite sowie kleinere 2- bis 3 cm breite Eiskeile verfolgt werden. Weitere Eiskeile können die Polygone ihrerseits unterteilen. Höhere Torfhügel ragen vor allem an den Eckpunkten der Polygone markant aus der Umgebung her-

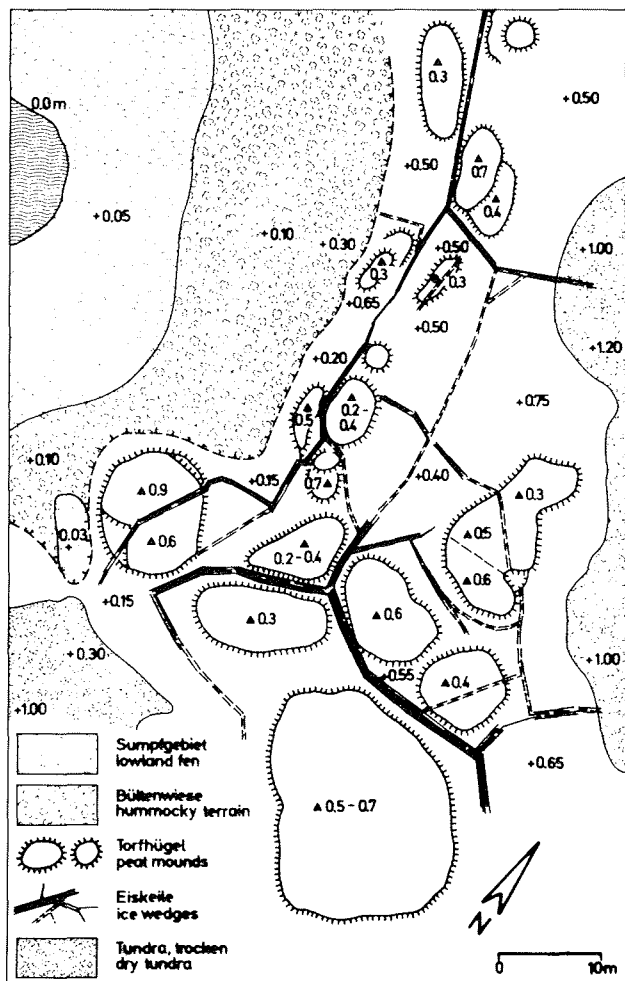


Abb. 3: Die Karte zeigt die Anordnung von Eiskeilen und Torfhügeln sowie deren relative Höhe (Geländeaufnahme mit Theodolith).

Fig. 3: The map shows the distribution of ice wedges and peat mounds with their relative height in a peat bog (survey with theodolite).

vor. Stellenweise ziehen längliche Torfhügel den Polygonseiten entlang. Sie unterscheiden sich vom in Kapitel 2.1 genannten Typ vor allem durch die beschriebene Lage. Zudem sind sie im Querschnitt sehr verschieden (Kuppel-, Schild- oder Plateauform); auch zeigt die Oberfläche dieses Hügeltyps nur ausnahmsweise Risse.

Mehrere Hügel wurden aufgegraben. Unter rund 20 cm aufgetautem Torf zeigte der gefrorene Torf, neben kleineren und größeren Eiskristallen, zahlreiche etwa horizontal liegende Eislamellen. An einigen Stellen zeigten sich auch radial verlaufende Kluftfüllungen mit Eis, die meist unter Stellen mit aufgerissener Torfdecke lagen (vgl. Abb. 7). Im gegen E anschließenden Bültengebiet bzw. auf der Westseite im Flachmoorteil fehlen Torfhügel der beschriebenen Art, mit Ausnahme eines isolierten größeren Torfhügels, der jedoch wiederum auf dem Rand eines in den seichten See hineinziehenden Eiskeiles sitzt (vgl. MACKAY 1978).

Rund 500 m WNW dieser Stelle befindet sich ein verlandender kleiner See, an dessen Rand einige kuppelförmige Torfhügel aus dem Schwingrasen hervorragen. Die Grabungen ergaben, daß es sich hier um einen weiteren, dritten Typ handeln muß. Ein 70 cm hoher, fast halbkugelförmiger Torfhügel zeigte unter rund 20 cm Torf einen stark asymmetrisch gelegenen, bis 25 cm mächtigen klaren Eiskern mit über 20 cm Durchmesser. Ein weiterer Schnitt im nachfolgenden Hügel ergab unter rund 50 cm Torf einen 5 bis 30 cm mächtigen, gegen 1 m langen Eiskern (Abb. 4), dessen zentraler Teil aus weißem, lufthaltigem Eis bestand (Abb. 5). Ein dritter Torfhügel besaß einen rund 15 cm mächtigen Eiskern. Es scheint, daß an diesen nassen Standorten die Hebung durch Bildung eines Eiskerns größerer Mächtigkeit stattfindet. Möglichkeiten dieser Entstehung werden später diskutiert.



Abb. 4: Am Rande eines verlandenden Sees zeigen die kuppelförmigen Torfhügel einen Kern aus massivem Eis (Länge des Maßstabs = 60 cm).

Fig. 4: Dome-shaped peat mounds located in a badly drained depression show a core of massive ice (length of scale = 60 cm).



Abb. 5: Detailaufnahme eines Eiskerns. Nur das luftreiche Eis im Zentrum des Eiskerns (Umriß gestrichelt) erscheint weiß. Die gefrorenen Torfschichten (p) enthalten zahlreiche kleine Eislamellen.

Fig. 5: The massive ice core (cf. contours) shows in its center white ice that contains air. Small ice lamellas show up in the frozen peat (p).

Die Auftautiefe auf den Torfhügeln des zweiten und dritten Typs erreichte Ende Juli nur 15 bis maximal 25 cm, wohingegen in der umgebenden Tundra des Moores eine Auftautiefe von rund 40 cm, in den verumpften Stellen am See von rund 80 cm und gegen den See hin von über 150 cm gemessen wurde. Diese Unterschiede demonstrieren eindrücklich die stark isolierende Wirkung einer sehr trockenen Moosschicht, in der stellenweise ein Temperaturabfall von 20 ° C auf 20 cm gemessen wurde.

3. DIE MOOSE DER TORFHÜGEL

Wie für hocharktische Gebiete üblich, führen auch hier die erhöhten Nitrat- und Phosphatvorkommen zu einer auffallend reichen Vegetation (BRASSARD & LONGTON 1970: 361). Beim großen Reichtum an Blütenpflanzen im Umkreis der Torfhügel fallen vor allem auf *Polygonum viviparum*, *Taraxacum pumilum*, *Pedicularis hirsuta*, *Oxyria digyna*, *Papaver radicum*, *Androsace septentrionalis*, *Silene acaulis*, *Saxifraga oppositifolia* und *S. caespitosa* neben Ubiquisten wie *Cassiope tetragona*, *Dryas integrifolia*, und *Salix arctica* (vgl. dazu auch SCHWEINGRUBER 1977: 87 f). Die obersten Teile der Hügel zeigen Arten, die saures Milieu bevorzugen und daher an anderen Stellen des Gebietes nicht verbreitet vorkommen. Die Bestimmung durch G. R. BRASSARD zeigte folgendes: Die beiden am häufigsten vorkommenden Arten sind *Polytrichum strictum* und *Dicranum fuscescens*; sie wurden auf allen trockenen Torfhügeln gefunden und kommen oft als reine Bestände vor (Proben Nr. 1, 9, 11; vgl. dazu Abb. 1 in KING 1981c). Neben diesen beiden Arten enthielt eine Probengruppe aus trockenen Standorten noch *Pohlia nutans* (mit Sporophyten), *Rhacomitrium lanuginosum*, *Chandonanthus setiformis*, *Polytrichastrum alpinum*, *Ptilidium ciliare*, Spuren von *Aulacomnium turgidum* (Proben 7, 10, 12) und *Abietinella abietina* (Probe 2 am Fuß von Torfhügel).

Auch die in einem feuchten Tümpel bzw. verlandenden See vorkommenden Torfhügel weisen in ihrem trockenen Oberteil *Polytrichum strictum* und *Dicranum fuscescens* auf und — neben rötlichen Lebermoosen — noch Spuren von *Aulacomnium turgidum* und *Drepanocladus revolvens*. Am Fuß dieses Torfhügels fehlten *Polytrichum strictum* und *Dicranum fuscescens* weitgehend — es treten *Aulacomnium*

turgidum, *Tomenthypnum nitens*, *Dicranum angustum* und *Hylocomium splendens* auf (Probe Nr. 4). Nur zwei Meter davon entfernt konnten aus einem wassergefüllten Tümpel bzw. verlandenden See Exemplare von *Meesia triquetra*, *Calliergon sarmentosum*, *Drepanocladus revolvens*, *Cinclidium arcticum*, *Calliergon trifarium* und *Drepanocladus badius* entnommen werden (Proben 5 und 6). Ein stark davon abweichender Bestand wurde auf einem im Torfhügel eingewachsenen Karibu-Skelett gefunden: *Drepanocladus uncinatus*, *Philonotis fontana*, *Tetraplodon mnioides* (mit Sporophyten), *Aulacomnium palustre*, Spuren von *Calliergon giganteum*, *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium splendens*, *Aplodon wormskioldii* und *Orthohecium chryseum*.

Die zwei am häufigsten vorkommenden Arten der Sammlung, *Dicranum fuscescens* und *Polytrichum strictum* sind von besonderem Interesse, da die erste Art auf Nord-Ellesmere Island nicht häufig ist, die zweite Art hier zum ersten Mal gefunden wurde. Weiter sind *Dicranum angustum* und *Calliergon trifarium* nur je von einem Fundort in Nord-Ellesmere Island bekannt, und auch *Drepanocladus badius* und *Calliergon sarmentosum* sind selten (BRASSARD 1976 u. schriftl. Mitt.). Eine alphabetische Liste der Moose mit Angaben zur Fundhäufigkeit findet sich in KING (1981c).

4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Frostwirkung kann in Torf oder Mineralboden zu verschiedensten Formen führen. Zu nennen sind kleinere, oft bülfenartige Hügel, die z. T. mit, meist aber ohne gefrorenen Kern auftreten und bei kleinem Durchmesser (max. 1- bis 2 m) eine Höhe von maximal 50 cm erreichen (vgl. WASBURN 1979: 147, „earth hummocks“, „turf hummocks“, „thúfur“ in Island). In der nordamerikanischen Literatur wird zudem klar zwischen polar/subpolaren und hochpolaren Bülfenformen unterschieden. Unsere Erscheinungen erinnern durch die größeren Ausmaße der Hügel und ihren regelmäßigen, gefrorenen Kern mehr an Palsas. Diese Formen sind schon anfangs des Jahrhunderts eingehend beschrieben und als Palsas bezeichnet worden (vgl. FRIES & BERGSTRÖM 1910). Seit TABER (1930) und BESKOW (1935) wird die überwiegende Bedeutung von Segregationseis bei der Entstehung von Palsas hervorgehoben. Bis in die jüngste Zeit haben diese Palsas das Interesse von Geomorphologen (ÅHMAN 1977), Botanikern (VORREN 1979) und Hydrologen (RYDEN & KOSTOV 1977) gefunden. In der Regel liegt ihr Hauptverbreitungsgebiet jedoch im Übergangsbereich zwischen Arktis und Subarktis (vgl. CAILLEUX & LAGAREC 1977: 10), d. h. rund 2500 km südlich unseres Untersuchungsgebietes. Während Beschreibungen von kleinen Torfbülfen und Erdhügeln für die Hocharktis (hochpolare Bülfenformen) zumindest in Gebieten mit starker Vegetationsbedeckung recht bekannt (z. B. HABRICH 1968) und ihre Bildungsmechanismen herausgearbeitet worden sind (z. B. BARRETT 1979, TARNOCAI & ZOLTAI 1978, SCHUNKE 1979: 7), sind Untersuchungen an größeren Formen — sieht man von Pingos ab (vgl. MACKAY 1978 und dort zitierte Literatur) — doch recht selten. Hochpolare Palsiformen sind nur von Spitzbergen genauer beschrieben worden (ÅKERMAN 1980, SALVIGSEN 1977, SEPPÄLÄ 1982). Eine Herausarbeitung der gemeinsamen und unterschiedlichen Merkmale unserer Formen soll erlauben, ihre Genese abzuklären.

Den von uns beschriebenen Standorten ist gemeinsam, daß sie gegenüber Wind und winterlicher Kälte ungeschützt sind, da die winterliche Schneedecke unter den herrschenden Bedingungen nur sehr dünn sein kann oder in der Regel wahrscheinlich sogar fehlt. Kältebedingte Kontraktionserscheinungen und die Füllung der entstehenden Klüfte mit Eis sind die Folge (Abb. 6). Am extremsten exponiert sind die Torfhügel an trockenen Standorten, was die hier zusätzlich auftretenden mechanischen Beanspruchungen durch Schnee- und Sandschliff erklärt. Ebenfalls allen Torfhügeln gemeinsam ist eine starke Düngung durch Kot, was nach unseren Beobachtungen am stärksten wiederum für die Torfhügel an trockenen Standorten zutrifft; die vorhandene Nitrat- und Phosphatzufuhr fördert das Mooswachstum und führt auch zu dem großen Pflanzenreichtum auf den und um die Torfhügel. Eine Beschreibung des hocharktischen, kontinental geprägten Sommerklimas mit ausführlichen Literaturangaben gibt KING (1981d).

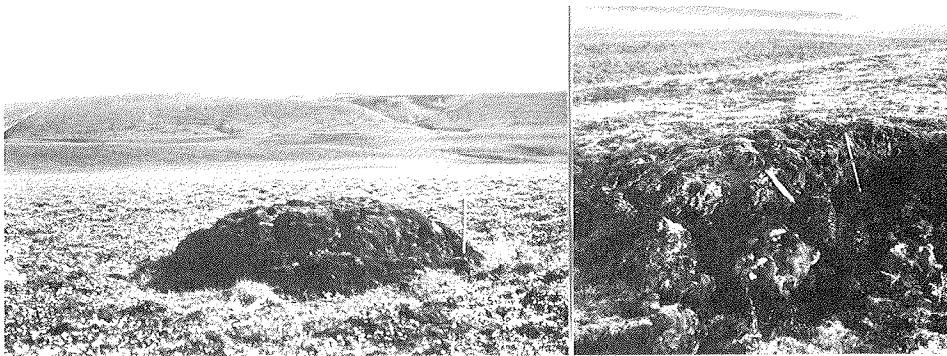


Abb. 6: Überblick und Detail der polygonartig zerlegten Oberfläche eines Torfhügels (Vogelsitzplatz). Länge des Maßstabs = 50 cm.

Fig. 6: The active layer of many „bird perches“ is cut in polygonal peat blocks (scale = 50 cm).

Unterscheiden lassen sich die Torfhügel durch ihren inneren Aufbau, der auch auf die Genese hinweist (Abb. 7). Der erste beschriebene Typ liegt an sehr trockenen, exponierten Standorten und zeichnet sich dadurch aus, daß meist schon in überraschend geringer Tiefe Sand, Steine oder Blöcke gefunden wurden. Dieser anorganische Kern scheint primär für die Entstehung dieses Typs verantwortlich zu sein. Das Torfwachstum wird hier durch Düngung besonders stark begünstigt. Kleine Eislinsen können, trotz Trockenheit, zur zusätzlichen Aufhöhung beitragen. Das regelmäßige Vorkommen von Torfhügeln der

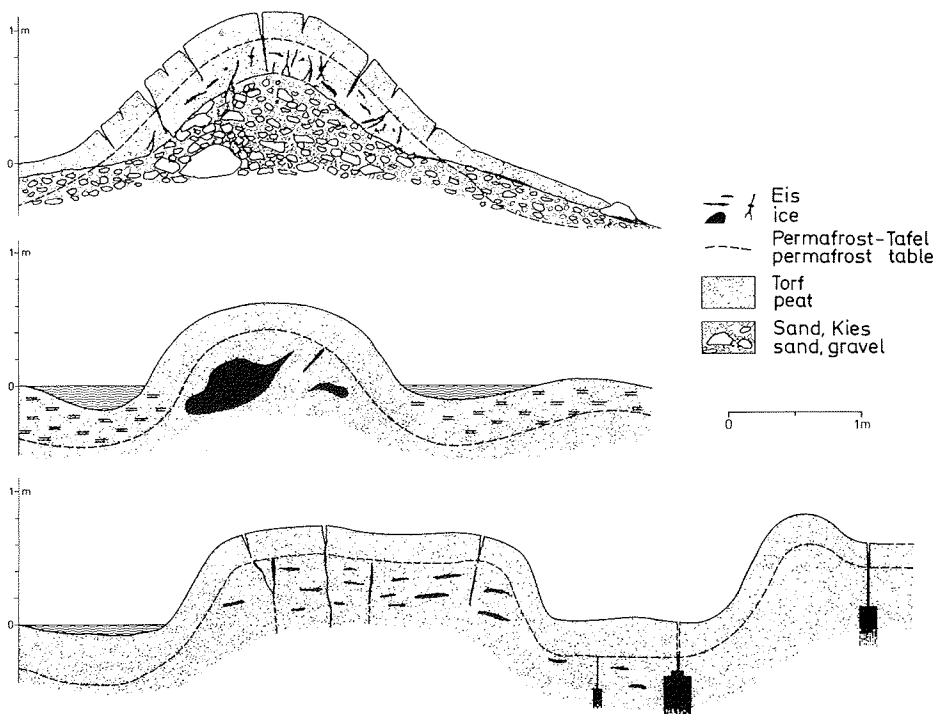


Abb. 7: Querschnitt durch charakteristische Vertreter der drei beschriebenen Torfhügeltypen.

Fig. 7: Cross-section through three characteristic peat mounds of different types.

von uns beschriebenen Art und Ausmaße wurde unseres Wissens in der Fachliteratur noch nicht beschrieben. Dieser Typ könnte zumindest teilweise den von BLEICH (1977) angeführten Vogelsitzplätzen („bird perches“) entsprechen, die jedoch nicht genauer untersucht wurden. Die Torfmächtigkeit mit 30 bis 50 cm und auch die relative Höhe von bis zu 200 cm ist bei unserem Typ sicher wesentlich größer (Abb. 8). Diese Formen müssen von Palsas klar getrennt werden und haben genetisch mit diesen auch nichts gemeinsam. SCHWEINGRUBER (1977) bezeichnet zahlreiche andere Formen wie Torfstränge, Bülden im Uferbereich oder die „pingo-like uprisings“ von BLEICH (1977) als „bird perches“. Diese deskriptive Zuordnung des Begriffes wurde aus botanischer Sicht vorgenommen, werden doch BLEICHs Stellen von SCHWEINGRUBER als „*Salix arctica/Oxytropis arctica* knolls . . . with bird excrements“ bezeichnet, wobei in einem Fall die Hügel aus Steinen ohne Torfdecke bestehen.

Die Torfhügel an feuchten Standorten müssen aufgrund ihrer Verteilungsmuster und der äußeren Form in zwei Typen unterschieden werden. In Torfmooren treten Torfhügel stark gehäuft auf. Die zahlreich auftretenden Linsen aus Segregationseis müssen zwangsläufig zur starken Aufwölbung beigetragen haben. Düngung durch Kot kann auch hier zusätzlich das Torfwachstum fördern. Die primäre Ursache für die Entstehung von Hügeln scheint die Bildung mächtiger Eiskeilpolygone zu sein, die ihrerseits wiederum durch Kontraktionsspalten weiter unterteilt werden können. CAILLEUX & LAGAREC (1977: 12) beschreiben aus Québec einen Palsatyp, der durch „Sekundärwachstum einer polygonalen Zerschneidungsanlage“ entsteht; eine Verwandtschaft mit unseren Formen ist möglich. Dieser „Palsatyp“ ist in den Bereich des Eiskeilformenschatzes zu stellen.

Der dritte Hügeltyp kommt nur in verlandenden Seen und überschwemmten, flachen Mulden vor. Auffallend ist das isolierte Auftreten der Hügel und deren Kuppelform. Der große Eiskern scheint hier für die



Abb. 8: Blick nach N gegen die Zunge und Stauchmoräne des Carl Troll-Gletschers mit den Van Royen Ridges (hinten links). Bei Vogelsitzplätzen (Vordergrund) kann eine mehrere Dezimeter mächtige Torfdecke selbst Felsblöcke völlig überdecken.

Fig. 8: In some cases „bird perches“ can even be formed by a rock that is overgrown with a peat cover (10 to 30 cm thick). The snout of Carl Troll-Glacier with its push-moraine and the Van Royen Ridges can be seen in the background.

Bildung verantwortlich zu sein. Kleine Auftriebs Hügel (hydrolaccoliths) aus dem südlichen Banks Island beschreibt FRENCH (1971) und deutet ihre Entstehung durch Aufpressung von gefrierendem Wasser in einem geschlossenen, allseitig von Dauerfrostboden umgebenen System. Die von FRENCH (1971) untersuchten Hügel besitzen eine Höhe von bis zu 50 cm und liegen ausschließlich im zentralen Bereich von großen Kontraktionspolygonen („low centered polygons“). Die durch Eiskeile aufgebogenen Polygonränder bilden beim fortschreitenden Gefrieren die Systemgrenzen. Ein ähnlicher Vorgang könnte auch in den von uns untersuchten Fällen stattgefunden haben, wobei die Ränder der Mulden sowie kleine, zuerst durchfrierende Torfrücken als Systemgrenzen dienen können. Regelmäßig auftretende Moorstränge etwa in der Art der von HENOCH (1960) beschriebenen „fingerprint-bogs“ konnten nicht gefunden werden. BARRETT (1979: 75 f.) weist darauf hin, daß Kontraktionsspalten sehr stark verbreitet sind und selbst in flache Seen reichen können. Einige Torfhügel in unseren Mulden müssen als derart entstandene Auftriebs Hügel („ice cored mounds“, vgl. FRENCH 1971: 32) gedeutet werden.

Alle Torfhügel zeigen mit 15 bis 25 cm eine geringere Auftautiefe als die umgebenden Gebiete im Moor und in der Tundra, was die stark isolierende Wirkung von trockenem Torf zeigt (vgl. ÅHMAN 1977, KING 1979). Diese Isolationswirkung trägt das ihre zur Erhaltung der Torfhügel bei: Eislinsen und Eiskerne können zu Beginn des Winters, beim raschen Gefrieren der Auftauschicht von oben nach unten, an oder wenig über der Permafrosttafel entstehen und bewirken eine Heraushebung des Torfhügels. Der exponierte Torfhügel weist eine geringere winterliche Schneedecke auf, was die Auskühlung des Untergrundes fördert. Im nachfolgenden Sommer, vielleicht durch eine niedrige Wärmesumme unterstützt (KING 1981d), kann der im Winter gebildete Eiskern nicht mehr oder höchstens randlich auftauen. Das durch die beschriebene Düngung stark geförderte Torfwachstum wird das nicht geschmolzene Eis endgültig konservieren.

DANK

Die Heidelberg-Ellesmere Island-Expedition wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn, finanziert und erhielt logistische Unterstützung durch das Polar Continental Shelf Project, Ottawa. Prof. Dr. Günther Hell, Karlsruhe, leitete die Vermessung der Torfmoore. Die gesammelten Moosproben wurden durch Prof. Guy R. Brassard, St. John's, Nfld., bestimmt. Prof. Dr. D. Barsch, Heidelberg, gab Anregungen bei der Durchsicht des Manuskripts, Prof. Dr. H. J. Müller-Beck, Tübingen, und Prof. Dr. M. Seppälä, Helsinki, diskutierten mit dem Verf. Ergebnisse dieser Arbeit. Den genannten Personen und Organisationen sei herzlich gedankt.

Literatur

- Å h m a n , R. (1977): Palsar i Nordnorge. En studie av palsars morfologi, utbredning och klimatiska förutsättningar i Finnmarks och Troms fylke. — Medd. från Lunds Univ. Geogr. Inst., Avh. LXXVIII: 1—165, Lund.
- Å k e r m a n , J. (1980): Studies on periglacial geomorphology in West Spitsbergen. — Medd. från Lunds Univ. Geogr. Inst., Avh. LXXXIX: 1—297, Lund.
- B a r r e t t , P. (1979): Interaction of bryophytes and thermal cracking in the genesis of hummock and string-like microtopography in high arctic tundra meadows. — Polarforschung 49 (1): 70—79.
- B a r s c h , D. & L. K i n g , H r s g. (1981): Ergebnisse der Heidelberg-Ellesmere Island-Expedition. — Heidelberger Geogr. Arb. 69: 1—573, Heidelberg.
- B e s k o w , G. (1935): Tjälbildningen och tjällyftningen med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, 375: 1—242, Stockholm.
- B l e i c h , K. E. (1977): Soil and landscape development in the region of Umingmak. — In: H. Müller-Beck, Hrsg., Excavations at Umingmak on Banks Island, N.W.T., 1970 and 1973, Preliminary Report, Urgeschichtl. Materialh. 1: 112—131, Tübingen.
- B r a s s a r d , G. R. (1976): The mosses of northern Ellesmere Island, Arctic Canada. III. New or additional records. — Bryologist 79 (4): 480—487.
- B r a s s a r d , G. R. & R. E. L o n g t o n (1970): The flora and vegetation of Van Hauen Pass, northwestern Ellesmere Island. — Canadian Field-Naturalist 84: 357—364.
- C a i l l e u x , A. & D. L a g a r e c (1977): Aspekte des Periglazials in Kanada. — Nova Acta Leopoldina 227 (47): 9—49, Halle (Saale).

- French, H. M. (1971): Ice cored mounds and patterned ground, southern Banks Island, western Canadian Arctic. — *Geogr. Ann.* 53A (1): 32—38.
- Fries, T. & E. Bergström (1910): Några iakttagelser öfver palsar och deras förekomst i nordligaste Sverige. — *Geol. Fören. Förhandl.* 32 (1): 195—205, Stockholm.
- Habrigh, W. (1968): Vegetationshöcker auf steilgeneigten Terrassenhängen in der Frostschutzzone Nordostkanadas. — *Polarforschung* 38 (1/2): 112—115.
- Henoch, W. E. S. (1960): String-bogs in the Arctic 400 miles north of the tree-line. — *Geogr. J.* 126: 335—339.
- King, L. (1979): Palsen und Permafrost in Quebec. — In: Schroeder-Lanz, H. & L. Müller-Wille, Hrsg., Kanada und das Nordpolargebiet, *Trierer Geogr. Studien, Sonderheft 2*: 141—156, Trier.
- King, L. (1981a): Das Borup-Fjord-Gebiet in N-Ellesmere Island, N.W.T., Kanada: Entdeckung und Begehung des Gebietes, vorhandene Karten und offizielle Namen. — *Heidelberger Geogr. Arb.* 69: 15—33, Heidelberg.
- King, L. (1981b): Gletschergeschichtliche Arbeiten im Gebiet zwischen Oobloyah Bay und Esayoo Bay, N-Ellesmere Island, N.W.T., Kanada. — *Heidelberger Geogr. Arb.* 69: 233—267, Heidelberg.
- King, L. (1981c): The mosses of peat mounds, Oobloyah Bay, northern Ellesmere Island, N.W.T., Canada. — *Heidelberger Geogr. Arb.* 69: 555—558, Heidelberg.
- King, L. (1981d): Das Sommerklima von N-Ellesmere Island, N.W.T., Kanada. Eine Beurteilung von Stationswerten unter besonderer Berücksichtigung des Sommers 1978. — *Heidelberger Geogr. Arb.* 69: 77—107, Heidelberg.
- Mackay, J. R. (1978): Contemporary Pingos: A discussion. — *Biul. Perygl.* 27: 133—154.
- Rydén, B. E. & L. Kostov (1977): Ground water and the waterfrost cycle in a tundra mire. — *Striae* 4: 17—19, Uppsala.
- Salvigsen, O. (1977): An observation of palsa-like forms in Nordaustlandet, Svalbard. — *Norsk Polarinst. Årbok* 1976: 364—367, Oslo.
- Schunke, E. (1979): Rezente periglaziäre Morphodynamik auf Angmagssalik Ø, SE-Grönland. — *Polarforschung* 49 (1): 1—19.
- Schweingruber, F. H. (1977): Vegetation studies in the west Canadian tundra, Central Banks Island — Shoran Lake. — In: H. Müller-Beck, Hrsg., Excavations at Umingmak on Banks Island, N.W.T., 1970 and 1973. Preliminary Report, *Urgeschichtl. Materialh.* 1: 82—104, Tübingen.
- Seppälä, M. (1972): The term „palsa“. — *Z. Geomorph. N. F.* 16: 463
- Seppälä, M. (1982): An experimental study of the formation of palsas. — *Proc. 4th Canadian Permafrost Conf.* 1981 (in press).
- Taber, S. (1930): The mechanics of frost heaving. — *J. Geol.* 38: 303—317.
- Tarnocai, C. & S. C. Zoltai (1978): Earth hummocks of the Canadian Arctic and Subarctic. — *Arctic & Alpine Res.* 10: 581—594.
- Vorren, K. - D. (1979): Vegetational investigations of a palsa bog in Northern Norway. — *Univ. Tromsø, Inst. Biol. Geol., Tromsø, Naturvitenskap* 5: 1—182.
- Washburn, A. L. (1979): *Geocryology — A survey of periglacial processes and environments.* — London: 1—406.