

Eine landschaftsökologische Detailstudie des Bereichs der Prä-Dorset-Station Umingmak (Banks Island, Kanada)

Von Dietbert Thannheiser*

Zusammenfassung: Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine landschaftsökologische Detailstudie des näheren Bereichs um die Eskimojägerstation Umingmak, wo hauptsächlich während der Prä-Dorset-Kultur Paläoeskimos Moschusochsen jagten. Die Vielfalt der Erscheinungen innerhalb der Untersuchungsfläche von 1,25 km² wurde in neun monofaktoriellen, kartographischen Darstellungen vorgelegt. Hierbei handelt es sich um Karten mit folgendem Inhalt: Relief und ehemalige Lagerplätze, Frostbodenformen, Bodensubstrate, Bodentypen, Bodenwasserverhältnisse, Vegetationsbedeckung, Vegetationstypen, Brutvogelbestand, Wohnplätze von Lemming und Wiesel. Die vergleichende Analyse der Karten zeigt eine große Übereinstimmung der abiotischen und biotischen Kompartimente, so daß sich deckungsgleiche Areale ergeben, die als landschaftsökologische Einheiten bezeichnet werden. Zur Ausscheidung und Abgrenzung dieser landschaftsökologischen Einheiten wurde insbesondere die Vegetation herangezogen, da sie in ihrer Physiognomie und Vergesellschaftung Ausdruck der Gesamtwirkung der Standortfaktoren ist. Nach pflanzensoziologischen Kriterien werden 39 Vegetationseinheiten (Fazies, Gesellschaften und Assoziationen) aufgestellt und repräsentativ innerhalb einer Fläche von 40.000 m² mengenmäßig bewertet. Eine Gruppierung der Vegetationseinheiten führt zur Bildung von drei Vegetationskomplexen, die jeweils charakteristischen landschaftsökologischen Einheiten entsprechen. In einer kartographischen Darstellung wird die Verbreitung der landschaftsökologischen Einheiten dokumentiert, die vorrangig ähnlich gestaltete morphologische Areale einnehmen.

Summary: This paper presents the results of a detailed study of the landscape ecology carried out in the area surrounding the Inuit hunting site Umingmak on Banks Island. During the pre-Dorset period, Paleo-Eskimo mainly hunted musk-oxen at this site. The diversity of ecological features within the 1.25 square kilometer study plot are identified by nine separate monofactorial cartographic presentations. These features are relief and archeological campsites, permafrost formations, soil substrata, soil types, groundwater conditions, plant cover, vegetational types, breeding bird populations, and range of lemming and weasel. Analytical comparisons of these maps show a considerable concordance with the abiotic and biotic complexes in matching areas, which emerge as ecological units of the landscape. To identify and delimit these units, vegetational features were essential, because both their physiognomy and associations express the overall effects of the site factors. Using plant sociological criteria, 39 vegetational units (facies, plant communities and associations) were established and assessed in their quantitative value for an area of 40,000 square meters. The grouping of the vegetational units resulted in the identification of three vegetational complexes which correspond to the characteristic landscape ecological units. The distribution of these units is cartographically documented; the units preferentially colonize similarly formed morphological areas.

1. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet befindet sich hinsichtlich seiner geographischen Position im nordwestlichen Teil von Banks Island (73° 30' n. Br., 120° 15' w. L.) am Süden des Shoran Lake, der vom Able Creek durchflossen wird (Abb. 1).

Bei der archäologischen Grabungsstätte Umingmak handelt es sich um eine Fundstelle, die bereits vor 3400 Jahren von Moschusochsenjägern (Prä-Dorset-Eskimos) aufgesucht wurde. Die zahlreichen Knochenfunde in einem relativ kleinen Gebiet (ca. 10 Hektar) deuten auf Lageraufenthalte hin, die durch längere Zeiträume getrennt waren (HAHN 1977). Die Paläoeskimo-Jäger hielten sich nur in den Sommermonaten (Mai bis September) im Untersuchungsgebiet auf (MÜLLER-BECK 1979). In den Jahren 1970, 1973, 1987 und 1988 wurden vom Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Müller-Beck archäologische Untersuchungen von der bereits von TAYLOR (1967) erkundeten Prä-Dorset-Station durchgeführt. In der Untersuchung von MÜNZEL (1987) wurde nachgewiesen, daß 94% des Gesamtknochengewichts von Moschusochsen stammen. Die ehemaligen Lagerplätze mit Knochenfundkonzentrationen liegen auf sandig-kiesigen, flachen Grundmoränenkuppen und werden umgrenzt von sandig-lehmigen Terrassen und tiefergelegenen Grasmooren.

Im Untergrund des Shoran Lake liegen Kreidegesteine, die von quartären Ablagerungen überdeckt sind. Bekanntlich war Banks Island bis auf ein kleines Gebiet im Nordwesten während der ältesten Eiszeit, der Banks-Vergletscherung, von Eismassen bedeckt. Während der jüngeren Eiszeit (Thomsen-Vergletscherung) war das Untersuchungsgebiet von Eismassen überlagert, die besonders die Moränenrücken westlich des Untersuchungsgebietes aufbauten und die Großformen im weiteren Bereich des Shoran Lake bildeten. Banks Island wurde

*Prof. Dr. Dietbert Thannheiser, Institut für Geographie der Universität, Bundesstr. 55, 2000 Hamburg 13.

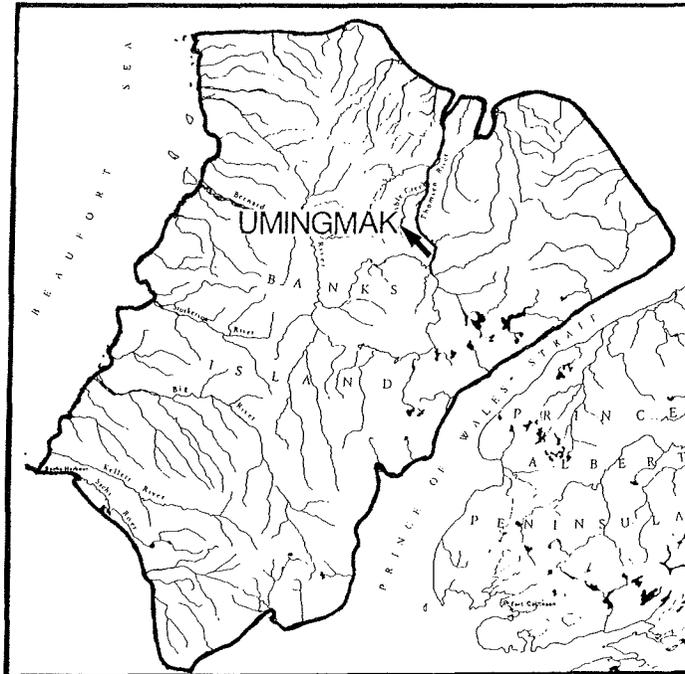


Abb. 1: Banks Island mit der Prä-Dorset-Station Umingmak.

Fig. 1: Map of Banks Island showing location of pre-Dorset station Umingmak.

noch vom kontinentalen laurentischen Eislobus während der frühen Wisconsin-Vergletscherung im Osten bedeckt. Das Untersuchungsgebiet war somit nicht mehr direkt vom Eis des M'Clure-Stadiums der Amundsen-Eiszeit berührt. Aber da sich ein großer Eisstausee ausbreitete, lagerte sich tonig-lehmiges Material (VINCENT 1983) ab.

Das Untersuchungsgebiet liegt in einer Nord-Süd verlaufenden breiten Talanlage, die im Norden vom Shoran-Lake, einer glazial geschaffenen Hohlform, eingenommen wird. Im Talgrund befinden sich Grundmoränenhügel aus Geschiebemergel mit Kieslagen, die eingebettet sind in einen Terrassensockel aus sandig-lehmigem Material; zwei Terrassenstufen in 76 m und 81 m Höhe kann man erkennen, die von wechselnden Niveaus eines Eisstausees geprägt sind.

Klimatische Daten aus dem Untersuchungsgebiet stehen nicht zur Verfügung. Im Juli 1988 konnten maximale Temperaturen von über 25 °C gemessen werden. Diese hohen Werte sind für das Innere der Insel durchaus möglich, da bereits in der einzigen Klimastation auf Banks Island, der Küstenstation Sachs Harbour, sommerliche Extremwerte von über 21 °C registriert wurden (MAXWELL 1982). Die Niederschläge fallen besonders von Juli bis September mit bis zu 50% der jährlich anzunehmenden Durchschnittsmenge von unter 100 mm (FLETCHER & YOUNG 1976).

2. METHODISCHE GRUNDLAGEN

Für die landschaftsökologischen Forschungsrichtungen haben sich bislang noch keine allgemeingültigen Methoden, vergleichbar etwa denen der Pflanzensoziologie, durchgesetzt. Es existiert zwar eine große Fülle an Arbeiten mit allgemeinen Betrachtungsweisen, aber genauere, methodische Angaben fehlen in den meisten einschlägigen Abhandlungen. Unter der Leitung von LESER & KLINK (1988) wurden im Arbeitskreis „Geoökologische Karte“

Standardverfahren für geoökologische Aufnahmen und Bewertungen erarbeitet. Nach diesem Methodenbuch angefertigte Karten (1:25.000) sollen für die dargestellten Räume die wichtigsten Informationen über ihr Basispotential bereithalten. Der Forderung nach einer Synthese eines geoökologisch behandelten Raumes wird nur zaghaft nachgegangen. Es mangelt noch an einer Anleitung, wie über die Extrapolierung punkthaft gewonnener Ergebnisse auch zu einer übersichtlichen, räumlichen Aussage gelangt werden kann. Leider existiert bis jetzt noch kein Fallbeispiel, an dem konsequent die Methoden erprobt werden.

Um die charakteristischen Leben-Umwelt-Beziehungen im Gebiet der archäologischen Grabungsstätte Umingmak zu erfassen, wurde die landschaftsökologische Forschungsrichtung vorgezogen, bei der die räumliche und synoptische Betrachtungsweise besonders stark im Vordergrund steht. Der ursprüngliche Begriff der Landschaftsökologie im Sinne von TROLL (1939) wurde in den letzten Jahren erweitert und umfaßt heutzutage die Erforschung der räumlich-funktionalen Aspekte und das Beziehungsgefüge zwischen den landschaftskundlichen Systemen (SCHREIBER 1987, THANNHEISER 1988). Die biotischen Kompartimente finden neuerdings einen verstärkten Eingang in die landschaftsökologische Arbeitsweise.

In einem Untersuchungsgebiet mit einer Größe von ca. 1,25 km² wurden durch Kartierungen der abiotischen und biotischen Kompartimente die Voraussetzungen geschaffen, die zur Kennzeichnung der landschaftsökologischen Grundeinheiten führten.

In der Zeit vom 12. Juli bis 7. August 1988 konnten 9 kartographische Darstellungen mit unterschiedlicher Thematik von dem gleichen Gebiet aufgenommen werden (Abb. 2)*. Auf neun Einzelkarten (Abb. 3—11) werden die abiotischen und biotischen Verhältnisse dargestellt:

- Relief und ehemalige Siedlungsplätze (Abb. 3)
- Frostbodenformen (Abb. 4)
- Bodensubstrate (Abb. 5)
- Bodentypen (Abb. 6)
- Bodenwasserverhältnisse (Abb. 7)
- Vegetationsbedeckung (Abb. 8)
- Vegetationstypen (Abb. 9)
- Brutvogelbestand (Abb. 10)
- Spuren von Wohnplätzen der Lemminge und Wiesel (Abb. 11)

Die Grundlage für die Kartierung bildet die verbesserte Karte von TAYLOR (1967). Im Sommer 1988 wurden im Untersuchungsgebiet von den Herren Dr. Albrecht und Dr. Berke (Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen) Vermessungen durchgeführt, so daß an der Taylorschen Karte Korrekturen bei den Umrissen der Wasserflächen und den Höhenlinien vorgenommen werden konnten. Außerdem wurden die Höhenangaben erweitert.

Die Beobachtungen der Einzelformen und Partialkomplexe im Gelände wurden begleitet von umfangreichen Grabungen, die bis in den Dauerfrostboden des Untergrundes reichten und Aufschluß über Frostbodenformen, Bodensubstrate und Bodentypen brachten. Die Ausarbeitung der Kartierung der Bodensubstrate folgte der Musterkarte der geomorphologischen Kartierung von MÄUSBACHER (1981) aus Ellesmere Island.

Bei den Kartierungen der Bodentypen (Abb. 6) und hydrogeographischen Verhältnisse (Abb. 7) wurden die Empfehlungen der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982) befolgt. Die Karte (Abb. 9) der Vegetationstypen basiert auf Gruppierungen von Vegetationseinheiten, die nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1951) erstellt worden sind.

In neun kartographischen Darstellungen (vgl. Abb. 2) werden grundlegende und weniger zentrale Parameter vorgelegt, die als Unterlagen für die Bildung der landschaftsökologischen Einheiten dienen. Das Ergebnis ist eine synthetische Karte (Abb. 12) mit der räumlichen Verteilung der landschaftsökologischen Grundeinheiten, die auf vielen deckungsgleichen Partialkomplexen basieren. Als Indikatoren werden besonders die Partialkomplexe hoher Integrationsstufen, wie die Boden- und Vegetationsverhältnisse, herangezogen, die als landschaftsökologische Hauptmerkmale der Natur-Ökosysteme gewertet werden. Zur Abgrenzung der verschiedenen landschafts-

*Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei gedankt für die Bereitstellung eines Reisestipendiums.

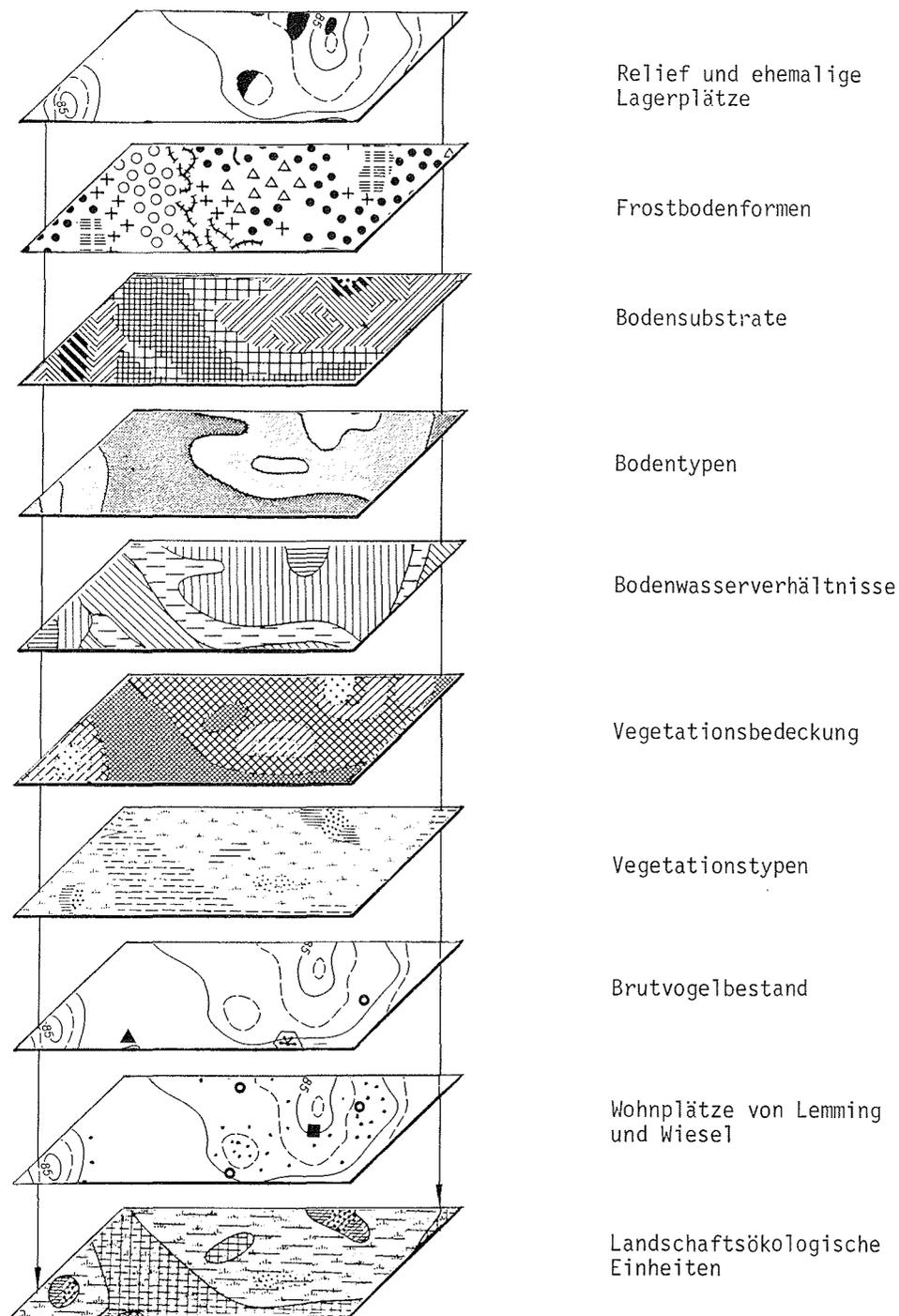


Abb. 2: Schema des Mehrblattsystems zur Erstellung der landschaftsökologischen Einheiten.

Fig. 2: Scheme of the multi-sheet technique for the identification of landscape ecological units.

ökologischen Grundeinheiten werden Vegetationskomplexe ausgewählt. Zur Erfassung dieser Vegetationskomplexe bietet sich die Forschungsmethode der Synsoziologie an (THANNHEISER 1988).

So wie die Arten (Taxa) die Bestandteile der Pflanzengesellschaft (Syntaxon) bilden, wird die Gesamtzahl aller Vegetationseinheiten in den landschaftsökologischen Grundeinheiten zu Gesellschaftskomplexen zusammengefaßt (TÜXEN 1973). Unter einem Vegetationskomplex ist die Vergesellschaftung verschiedener Pflanzengesellschaften in einem relativ einheitlichen Landschaftsteil zu verstehen. In einem Komplex können Vegetationseinheiten von verschiedenen Klassen nach dem Pflanzensoziologischen System von BRAUN-BLANQUET (1951) zusammengefaßt werden.

In den einzelnen landschaftsökologischen Raumeinheiten wurden mehrere Aufnahmeflächen mit einer Größe von 2000 m² mit der Auflage ausgewählt, repräsentative Teilareale der Vegetationskomplexe zu erfassen.

Anschließend wurden in den Aufnahmeflächen die Pflanzengesellschaften und Assoziationen in Anlehnung an das Bewertungssystem von BRAUN-BLANQUET geschätzt. Zur besseren Übersicht der jeweiligen Vegetationskomplexe wird die pflanzensoziologische Tabelle in einer Stetigkeitstabelle zusammengefaßt.

3. DIE ABIOTISCHEN UND BIOTISCHEN VERHÄLTNISSE

a) Relief und ehemalige Lagerplätze

In der Karte (Abb. 3) sind die Isohypsen in Abständen von 2,5 m eingetragen. Es zeigt sich ein leicht bewegtes Relief, denn die Gesamthöhendifferenz beträgt nur etwas mehr als 20 m, wobei sich inmitten der Untersuchungsfläche ein Erhöhungskomplex von terrassenartigem Charakter mit zwei Niveaustufen in 76 m und 81 m Höhe ausbreitet. Außerdem ragen einige konische Moränenhügel bis über 85 m auf. Das gesamte Untersuchungsgebiet ist eingebettet in eine breite Talanlage und wird durch Talhänge im Westen und Osten begrenzt. Von Süden her wird das Gebiet von einem Bach (Able Creek) durchflossen, der ein weites Einzugsgebiet hat und im Frühsommer

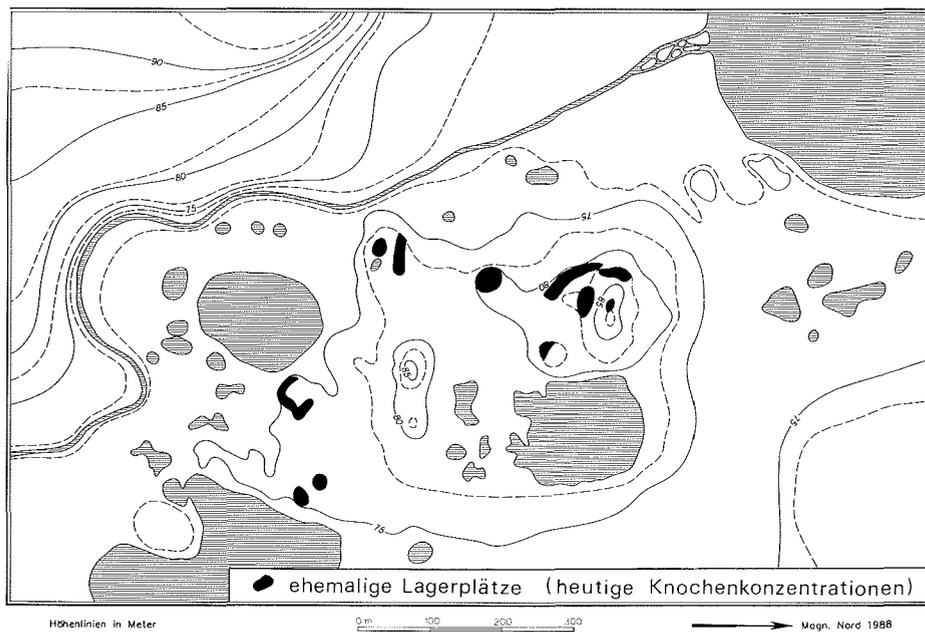


Abb. 3: Relief und ehemalige Lagerplätze.

Abb 3: Relief and location of ancient camp sites.

dem See (Shoran Lake) im Norden große Wassermengen zuführt, wie ehemalige Flutmarken am Bachufer zeigen. Der Bach versiegt im Spätsommer fast ganz und zeigt sich nur als kümmerliches Rinnsal. In die Verebnungen sind mehrere Seen und Tümpel von unterschiedlicher Größe eingebettet, deren Wassertiefe unter 2 m liegt.

Für das Untersuchungsgebiet läßt sich aus archäologischen Quellen rekonstruieren, daß vor 3400 Jahren während der Prä-Dorset-Kultur Paläoeskimos Moschusochsen jagten (TAYLOR 1967, MÜLLER-BECK 1979). Das Fundareal der Eskimojägerstation Umingmak befindet sich inmitten der Untersuchungsfläche und umfaßt mehrere hundert Quadratmeter mit zwölf verschiedenen Knochen- und Artefaktkonzentrationen.

Während dreier Grabungskampagnen in den Jahren 1970, 1973 und 1975 unter der Leitung von Prof. Dr. Müller-Beck wurden Tierknochen ausgegraben und im Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen analysiert. Die Faunenreste stammen zu 85% von Moschusochsen, die restlichen Knochen sind unterschiedlichen Tierarten (Karibu, Vogel, Fuchs und Hase) zuzuordnen (MÜNZEL 1987).

Die Stellen mit den Knochenkonzentrationen sind leicht erkennbar, da an der Oberfläche Moschusochschenschädel und Knochen liegen, die nach ^{14}C -Datierungen über 3000 Jahre alt sind. TAYLOR (1967) vermerkte in seinem Tagebuch 73 Moschusochschenschädel funde. Wahrscheinlich wurden während der Prä-Dorset-Kultur mehrere hundert Moschusochsen getötet, und da bei den Knochen auch Artefakte aus dieser Zeit gefunden worden sind, kann angenommen werden, daß hier ehemalige Sommersiedlungsplätze (Mai—September) der Paläoeskimos existieren.

b) Frostbodenformen

Der periglaziale Formenschatz ist trotz der relativ kleinen Untersuchungsfläche vielfältig. Das Formeninventar

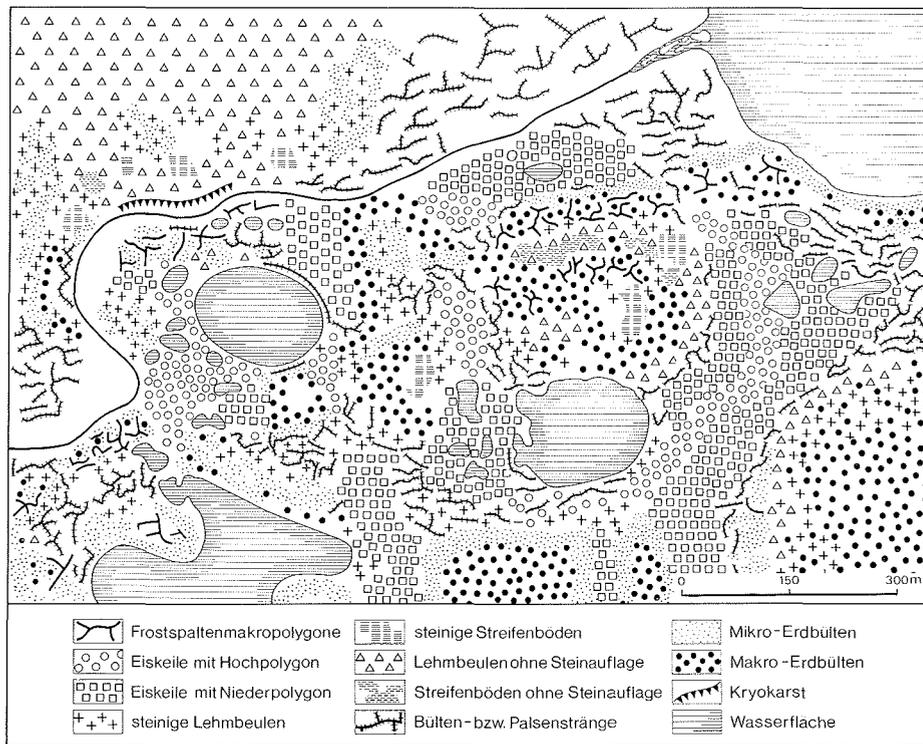


Abb. 4: Verteilung der Frostbodenformen.

Abb. 4: Distribution patterns of structure grounds.

entsteht durch frostdynamische Vorgänge infolge Gefrier-, Regulations- sowie Auftaumechanismen an der Bodenoberfläche und im oberflächennahen Substrat.

Frostspaltenmakropolygone

Im Untersuchungsgebiet sind die Frostspaltenmakropolygone durch Vegetationsbedeckung nicht deutlich zu erkennen. Die Formen treten vorzugsweise auf gut drainierten Standorten auf und sind nur auf wenige Stellen beschränkt. Die Spaltenmakropolygone besitzen im Sommer im Auftauboden kein Spalteneis und können auch als fossile Eiskeile bezeichnet werden. Die Spaltenfüllung besteht aus anorganischem Feinmaterial und ist mit organischem Substrat angereichert. In feuchten Gebieten können Übergänge zu den Eiskeilen vorkommen, doch ist dies nicht ohne genaue Untersuchung feststellbar und zudem im Untersuchungsgebiet nur an wenigen Stellen möglich. Im Gelände ist eine klare Trennung von rezent-aktiven und subrezent-inaktiven Formen nicht immer durchzuführen, jedoch scheinen die Formen im Untersuchungsgebiet fossil zu sein (Abb. 4).

Eiskeile mit Hoch- und Niederpolygon

Die Ausprägungsform mit einem Hochpolygon wird durch ein hochliegendes Zentrum charakterisiert (FRENCH 1976). Die konvexen Wölbungen erreichen Höhen von 1 m und werden von Eiskeilen umrahmt, die im Frühsommer mit Wasser bedeckt sind. Die Füllungen der Spalten bestehen aus kompaktem Spalteneis. Im Innern der palsenähnlichen Wölbungen befindet sich unter der Seggentorfschicht ein minerogener Permafrostkern mit Bändereislagen. Eiskeile mit Niederpolygone stellen Frostbodenerscheinungen dar, die durch Eiskeilpolygone mit einem konkaven Zentrum gekennzeichnet sind. Die Eiskeile werden von Aufwülstungen begleitet, die eine Höhe von 0,2–0,5 m erreichen. Die Ausdehnungen der Vertiefungen innerhalb der Eiskeilpolygone variieren zwischen 5–10 m und sind somit größer als bei den Hochpolygone. Eiskeile mit Hoch- und Niederpolygon befinden sich im Untersuchungsgebiet vorrangig in den wasserzügigen Niederungen.

Lehmbeulen und Streifenböden

Bei den Lehmbeulen handelt es sich um Kahlstellen innerhalb der Pflanzendecke. Die fladenförmigen Flecken können einen Durchmesser von 30 cm bis zu 1,5 m haben. Die Lehmbeulen treten selten isoliert auf und sind oft zu Polygonfeldern vergesellschaftet, wobei die Polygonränder von Vegetationsbändern eingenommen werden. Lehmbeulen mit kahlen Innenflächen ohne Anzeichen von Pflanzenwuchs sind noch aktiv. Im Untersuchungsgebiet treten Lehmbeulen aus tonigem Material häufiger auf als solche mit kleinen Steinresten. Bei den steinigigen Lehmbeulen ist zu beobachten, daß nur auf der Oberfläche fingernagelgroße Steinchen in lockerer Verbreitung angetroffen wurden: Bei Grabungen konnte in der Tiefe der Lehmbeulen nie Steinmaterial beobachtet werden. Auf geneigtem Gelände bilden die Lehmbeulen mit und ohne Steinauflage Streifenböden.

Bülten- und Palsenstränge

Bültenstränge unterscheiden sich nicht nur durch ihre langgestreckte Form von den Erdbülten, sondern bestehen auch hauptsächlich aus Seggentorf ohne minerogenen Kern und sind an Grasmoores gebunden. Palsenstränge sind voluminöser als Bültenstränge und beherbergen gewöhnlich einen Permafrostkern mit minerogenem Material. Sie erstrecken sich an Seeufern und Wasserabflüssen.

Erdbülten

Diese Erscheinungen sind Kleinhügelbildungen aus wasserhaltefähigem, minerogenem Feinmaterial mit einer Vegetationsbedeckung, die besonders von *Dryas integrifolia* geprägt ist. Im Untersuchungsgebiet konnte man die Erdbülten in Mikro- und Makro-Formen einteilen. Die Makro-Erdbülten erreichen eine Höhe von 60 cm, bei den Mikro-Erdbülten, die weniger als 20 cm hoch sind, handelt es sich oft um Pionier- bzw. Degenerationsstadien oder um Formen auf Sandmaterial. Die Makroformen sind auf homogenem pelitischem Feinmaterial stärker ausgebildet, es fehlt bei ihnen ein perennierender, gefrorener Kern aus Frostboden oder Bodeneis. Frostdynamische Prozesse sind verantwortlich für die Genese der Erdbülten, wobei das Zusammenwirken von Bodentextur, Feuchtigkeit und klimatischen Verhältnissen eine wichtige Rolle spielt. Die Erdbülten sind neben den Lehmbeulen im Untersuchungsgebiet die häufigste Frostbodenerscheinung.

Kryokarst

Unter Kryokarst (Thermokarst) werden karstähnliche Oberflächenformen in Permafrost-Bereichen verstanden, die durch Abschmelzen von Grundeis bei der Degradation des Permafrostes infolge Einsackens der Oberfläche entstehen (FRENCH 1976, WASHBURN 1979). Das Auftreten von Dauerfrost-Degradation ist nur an einem

ostexponierten Prallhang am Bach (Able Creek) zu beobachten. Es kommt hier außerdem zu Rutschungen von tonigem Material auf reinen Permafrosteislinen. Die Abschmelzvorgänge können mit dem Ansteigen der Temperatur während der sommerlichen Auftauzeit und mit einer Zunahme der Niederschlagsmenge in Verbindung gebracht werden.

c) *Bodensubstrate*

Für den oberflächennahen Untergrund wurden im Untersuchungsgebiet die Bodensubstrate analysiert. Die Aufnahme im Feld und die Wiedergabe der bodenkundlichen Informationen in Form einer Karte (Abb. 5) der Bodensubstrate erfolgte nach der Legende der Geomorphologischen Karte 1:25.000 Oobloyah Bay aus dem Gebiet von Ellesmere Island (MÄUSBACHER 1981).

Im Untersuchungsgebiet ist eine mehr oder weniger mächtige Lockermaterialdecke anzutreffen, die durch fluviatile, glaziofluviatile und periglaziale Prozesse entstanden ist.

In den großen flachen Ebenen trifft man Torflagen und tonigen Lehm mit Torfpolsterresten an. Auf den großen Talhängen im Westen und Osten ist toniger Lehm mit geringem steinigem Material und tonigem Sand vorhanden. Die Moränenhügel und Terrassenkanten bestehen an der Oberfläche aus schluffigem Sand mit geringem Steinanteil. Der Übergangsbereich der unteren Hangpartien wird von tonigem Sand mit geringem steinigem Material eingenommen. Sand und Geröll sind am Seeufer des Shoran Lake und in unmittelbarer Nähe zum Bachbett des Able Creek anzutreffen.

d) *Bodentypen*

Das Bodentypenmuster ist im Untersuchungsgebiet teilweise sehr kleinräumig, so daß die Bodentypen zu

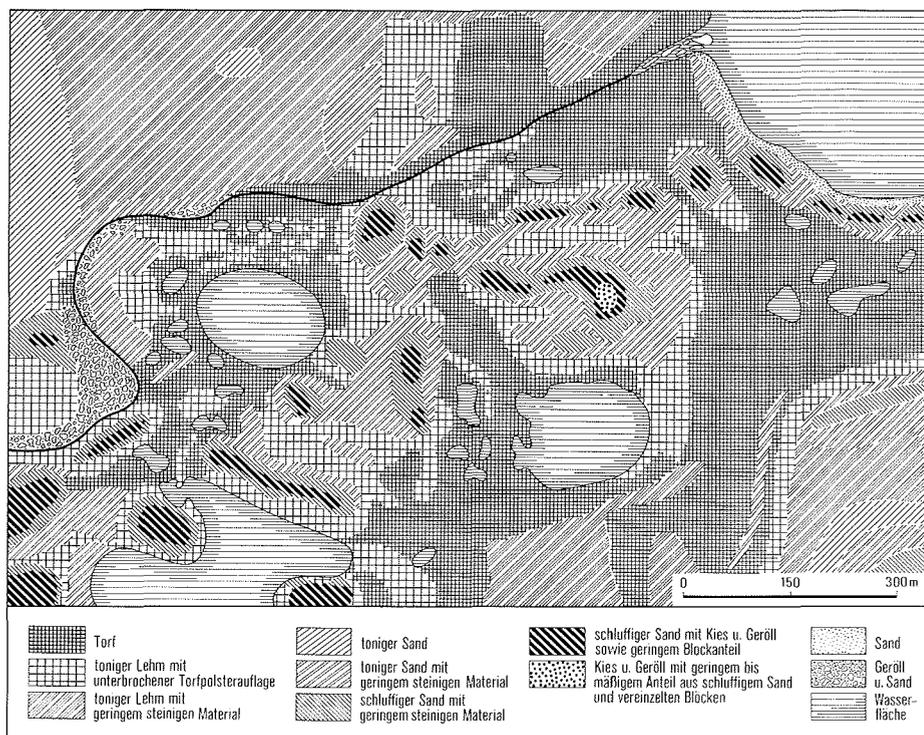


Abb. 5: Verteilung der Bodensubstrate.

Fig. 5: Distribution of soil substrates.

landschaftscharakteristischen Bodentypengesellschaften zusammengefaßt wurden. Da die Bodenbildung vom Relief, vom Substrat, vom Bodenwasser sowie von der Pflanzendecke abhängig ist, treten klar umgrenzte Areale mit charakteristischen Bodentypen auf, die sehr oft aber eine Abgrenzung nicht zulassen (vgl. THANNHEISER 1988). Zur Systematisierung der Bodentypen dienten KUBIENA (1953), TEDROW (1977) sowie die bodenkundliche Kartieranleitung der Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland.

Abb. 6 zeigt drei Bodentypengesellschaften, die in erster Linie durch den Bodenbildungsfaktor der wechselnden Reliefverhältnisse geprägt sind. Von diesem hängen auch andere Faktoren wie Bodenwasser, Substrat und Vegetation ab und verursachen unterschiedliche Bodenausprägungen.

Auf den Moränenhügeln und Terrassenkanten wurde eine Bodentypengesellschaft ausgeschieden, die sich folgendermaßen zusammensetzt:

- arktischer Rohboden
- arktische Råmark
- Tundraanker
- Tundraanker/arkt. Braunerde

Auf den mehr oder weniger drainierten Hängen mit mehr Feinmaterial zeigen sich Formen der Solifluktion (Streifenböden) und der Kryoturbation (Mikro- und Makrobülten).

Es wurde eine Bodentypengesellschaft ausgeschieden, die durch dominierendes Auftreten von *Dryas*

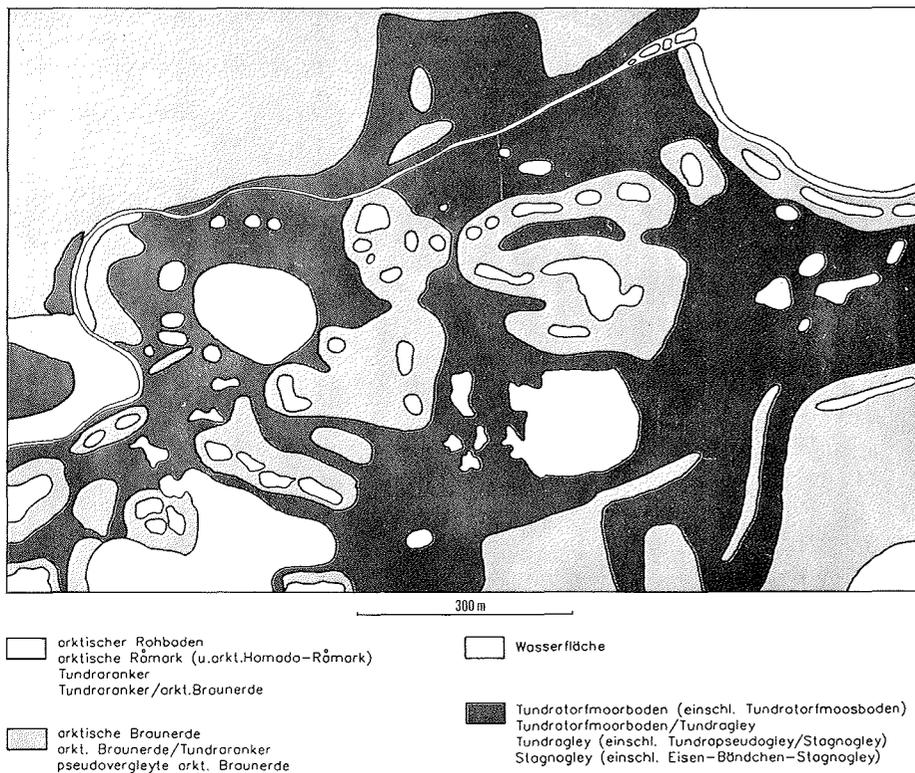


Abb. 6: Vergesellschaftung von Bodentypen.

Fig. 6: Distribution of soil types.

integrifolia gekennzeichnet ist und folgende Bodenausprägungen umfaßt:

- arktische Braunerde
- arkt. Braunerde/Tundraanker
- pseudovergleyte arkt. Braunerde

Die Bodentypen in den tiefen Lagen, wo Bodensubstrate aus Torf und tonigem Material vorkommen, wurden zu einer Bodentypenvergesellschaftung zusammengefaßt, die aus folgenden Gruppierungen besteht:

- Tundratorfmoorboden (einschl. Tundratorfmoosboden)
- Tundratorfmoorboden/Tundragley
- Tundragley (einschl. Tundrapseudogley/Stagnogley)
- Stagnogley

Am Bachufer des Able Creek existieren Terrassen mit sandig-kiesigen Schmelzwassersedimenten und Auenlehmen, die durch einen Bodentyp geprägt sind, den BLEICH (1978) als arktischen Bändchen-Stagnogley beschrieben hat.

e) Bodenwasserverhältnisse

Das Wasser im Boden ist sowohl Teil der stofflichen Substanz als auch Faktor des den landschaftsökologischen Komplex prägenden Wirkungsgefüges. Eine Einordnung der Eigenschaften des Bodenwasserhaushaltes ist ein brauchbares Merkmal für eine landschaftsökologische Analyse. Aus diesem Grund wurden definierte Typen der Bodenwasserformen bei der flächenhaften Ermittlung der landschaftsökologischen Einheiten mit herangezogen. Die gewählte vierstufige Klassifikation der Bodenwasserverhältnisse richtet sich nach den Empfehlungen der bodenkundlichen Kartieranleitung (ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982).

Im Untersuchungsgebiet ist die Wasserform Sickerwasser auf den höchsten Erhebungen der Moränenrücken und Terrassen anzutreffen (Abb. 7). An den Hangpartien tritt im Frühsommer kurz nach der Schneeschmelze Hangstauwasser auf, weil die Auftauschicht noch dünnbackig ist. Im Spätsommer sind je nach Bodensubstrat Sickerwasser bzw. Haftwasser anzutreffen. An den unteren oft flachen Hängen tritt nach der Schneeschmelze

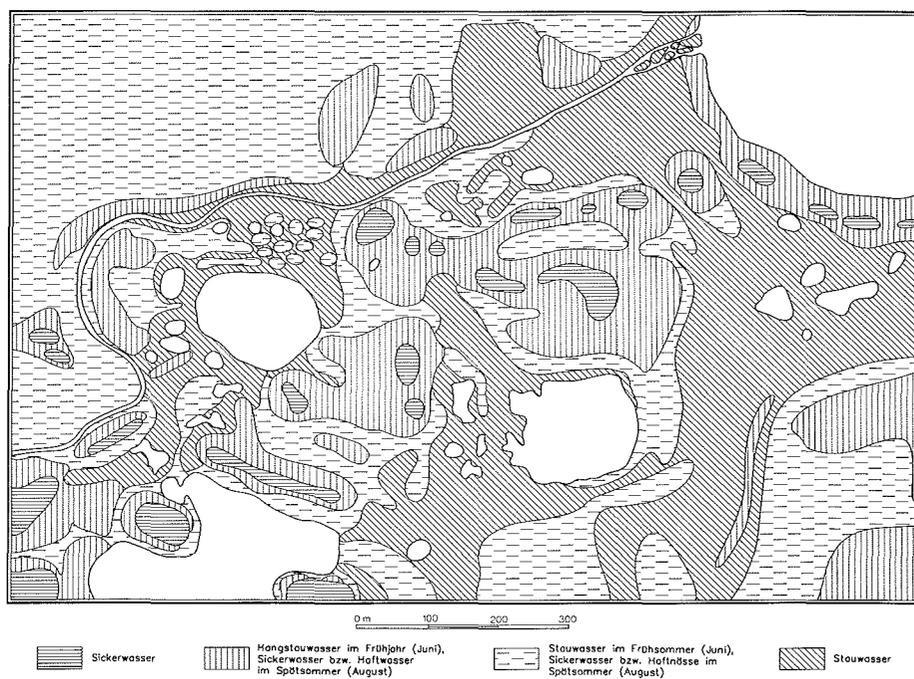


Abb. 7: Bodenwasserverhältnisse.

Fig. 7: Distribution of soil water types.

Stauwasser auf, aber viele Stellen sind aufgrund des auftretenden Thermokarstwassers sowie der Quellerscheinungen noch wesentlich länger vernäßt. Die flachen Niederungen sind durch tonigen Lehm gekennzeichnet, so daß sich hier Stauwasser über die gesamte Sommersaison hält.

Das relativ starke Auftreten von Bodenwasser ist darauf zurückzuführen, daß das Untersuchungsgebiet in eine große Talanlage eingebunden ist und durch Wasser von den Hängen profitiert; außerdem bestehen die wasserstauenden Bodensubstrate in den Niederungen vorrangig aus Auenlehmen und lehmigen Schmelzwassersedimenten sowie tonigen Eisstaueablagerungen. Der Jahresniederschlag liegt höchstwahrscheinlich knapp unter 100 mm: in Sachs Harbour (Südteil von Banks Island) wurden 102 mm (1955—1970), in Mould Bay (Prince Patrick Island) dagegen nur 86 mm gemessen.

f) Vegetationsbedeckung

Bei der Betrachtung der Pflanzendecke ist es möglich, nach dem stark vom Relief und den Bodensubstratverhältnissen abhängenden Grad der Vegetationsbedeckung ein typisches Verteilungsmuster zu erkennen.

In Anlehnung an die Schätzungsskala der Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET (1955) wurde eine fünfstufige Klassifikation vorgenommen (weniger als 5%, 5—25%, 26—50%, 51—75% und mehr als 75% der Fläche deckend) und im Untersuchungsgebiet die Pflanzendecke bewertet.

Eine schütterere Vegetation mit einem Bedeckungsgrad bis zu 25% ist auf den Moränenhügeln und den oberen Terrassenkanten anzutreffen (Abb. 8). Die Vegetationsbedeckung zwischen 26—75% nimmt die mittleren Höhen und Hangpartien ein, und nur in den Mulden und Vertiefungen in der Umgebung der Wasseransammlungen übersteigt die Vegetationsdichte 75%.

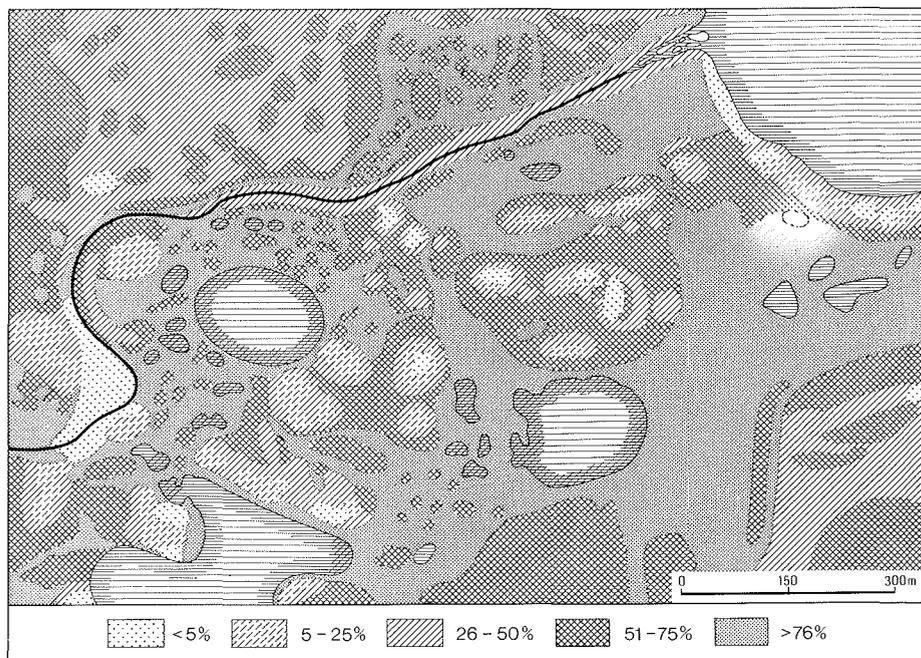


Abb. 8: Vegetationsbedeckung.

Fig. 8: Distribution of vegetations coverage.

g) *Vegetationstypen*

Im Untersuchungsgebiet wurde versucht, die Vegetation mit der floristisch-soziologischen Methode (BRAUN-BLANQUET) zu analysieren. Aufgrund von 350 Bestandsaufnahmen wurden 39 Vegetationseinheiten aus-
 geschieden. Die Phytozönosen (Assoziationen und Gesellschaften) wurden wegen der begrenzten kartographischen
 Darstellungsmöglichkeit nach physiognomisch-soziologischen Merkmalen, die hauptsächlich durch edaphische
 und klimatische Faktoren geprägt sind, in acht Vegetationstypen geordnet. Bei diesen Vegetationstypen handelt
 es sich um Vegetationstypengruppierungen von bedingter homogener Struktur und fast einheitlicher Synökologie.
 Die Einteilung der Vegetationstypen nach dem äußeren Habitus ist zugleich eine Gruppierung von mehr oder
 weniger soziologisch verwandten Vegetationseinheiten.

In der kartographischen Darstellung (Abb. 9) wurde das Verteilungsmuster der verschiedenen Vegetationstypen
 festgehalten, wobei je nach Standortökologischen Gründen zusammenhängende bzw. räumlich zersplitterte Areale
 sichtbar wurden.

Die Fleckentundra wird von einem schüttereren Bewuchs und einzelnen Vegetationsinseln eingenommen und ist
 bevorzugt auf den Moränenhügeln und Terrassenkanten anzutreffen. Die Vegetationsbedeckung liegt unter 50%,
 und die Vegetation wächst nicht in Büldenform.

Es handelt sich um folgende Phytozönosen: *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft, *Puccinellia angustata*-Gesellschaft,
Potentilla vahliana-Gesellschaft, *Epilobium latifolium*-Gesellschaft, *Astragalus alpinus*-Gesellschaft,
Salix arctica-Gesellschaft, *Dryas integrifolia*-Fazies, *Saxifraga tricuspidata*-Gesellschaft und *Potentilla rubri-*
caulis-*P. nivea*-Fazies.

In der Untersuchungsfläche umfaßt die anthropogene-biotische Vegetation nur fleckenhaft verbreitete Areale.

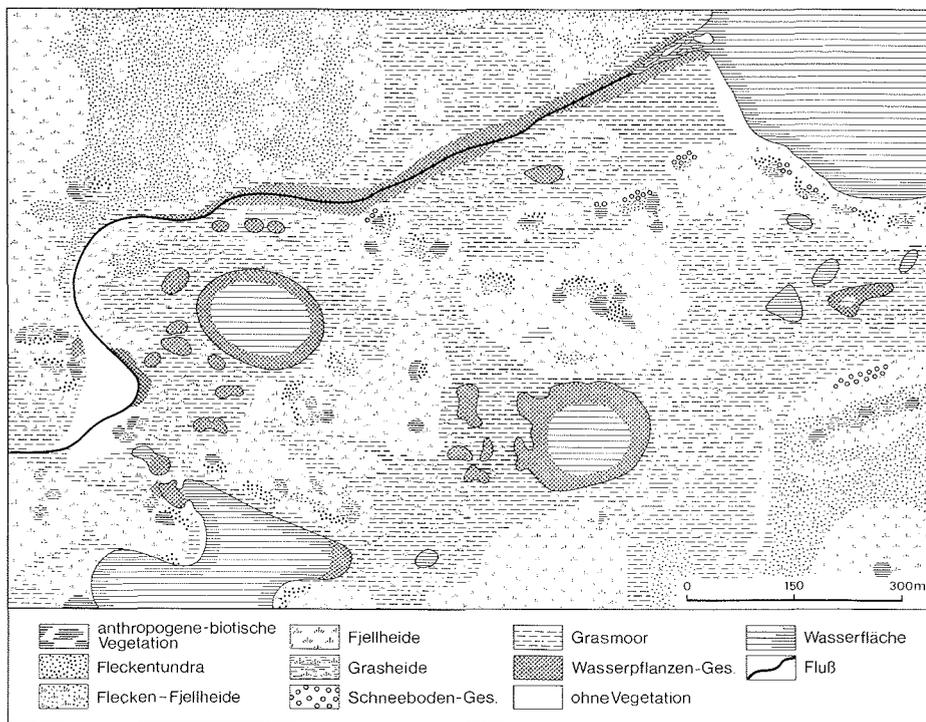


Abb. 9: Vegetationstypen.

Fig. 9: Distribution of vegetations types.

Hierbei handelt es sich um folgende Phytozönosen: *Alopecurus alpinus*-Fazies, *Poa glauca*-Fazies, *Stellaria laeta*-Fazies und *Puccinellia andersonii*-Gesellschaft. Es sind dies Pflanzengemeinschaften, die sich auf alten archäologischen Grabungsflächen, Vogelrastplätzen, Wieselbaueingängen und Moschusochsenstandorten auf Palsen einstellten. Auf den nur einige Quadratmeter großen, ehemaligen archäologischen Grabungsfeldern entwickelte sich auf dem Rohboden seit 1970 bzw. 1973 eine üppige *Alopecurus alpinus*-Fazies, die wahrscheinlich erst nach vielen Jahrzehnten von der umgebenden Fjellheide verdrängt wird. Die Flecken-Fjellheide kommt besonders stark an den Talhängen vor, wo Auffrierungserscheinungen auf tonigem Untergrund diesen Vegetationstyp entstehen lassen. Die Vegetationsbedeckung ist selten höher als 50%. Charakteristisch für diesen Typus ist die *Salix arctica-Deschampsia brevifolia*-Gesellschaft.

Die Fjellheide ist im Untersuchungsgebiet am weitesten verbreitet und stellt eine fast zusammenhängende Vegetationsdecke dar. Der Vegetationstyp wird von der Polsterpflanze *Dryas integrifolia* geprägt und besiedelt vorrangig Bülden. Es kommen sechs Phytozönosen vor:

- *Dryas integrifolia-Salix arctica*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia-Carex rupestris*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia-Astragalus alpinus*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia-Oxytropis arctica*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia-Carex misandra*-Gesellschaft

Die Grasheide, eine arktische Steppe, ist an trockene Standorte gebunden und zeigt im Untersuchungsgebiet eine geringe Verbreitung. Die *Carex rupestris*-Gesellschaft beschränkt sich auf wenige Standorte und die *Kobresia myosuroides*-Gesellschaft bevorzugt windexponierte Terrassenkanten.

Die Schneeboden-Gesellschaften sind aufgrund des lokalen Reliefs an die unteren Partien der flachen Hänge gebunden, wo Schneeflecken länger liegen bleiben. Entsprechend der Tiefe und Dauer der Schneebedeckung kann man in Mulden eine Zonierung der Vegetation feststellen. In Schneetälchen, wo im Winter eine starke Schneedecke liegt, die jedoch nicht extrem lange anhält, gedeihen eine *Cassiope tetragona*-Gesellschaft und eine *Dryas integrifolia-Cassiope tetragona*-Fazies. Wo die Schneeflecken länger liegen bleiben und die Vegetationszeit auf 3—4 Wochen beschränkt ist, überwiegen nur noch die *Dryas integrifolia-Salix polaris*-Fazies und die *Salix polaris*-Gesellschaft.

Im Untersuchungsgebiet bieten die Niederungen und die Randbereiche von Wasseransammlungen auf schlecht entwässerten Standorten gute Voraussetzungen für das Gedeihen von Grasmooren und Sumpfwiesen. Die Vegetationsdecke ist dicht und besitzt eine tiefreichende, verfilzte Wurzelschicht. Nach Feuchtigkeitsstufen (von feucht bis naß) konnten folgende Vegetationsstufen ausgedehnt werden:

- *Dryas integrifolia-Carex membranacea*-Fazies
- *Carex membranacea*-Gesellschaft
- *Dryas integrifolia-Carex stans*-Fazies
- *Carex stans-Dryas integrifolia*-Gesellschaft
- *Carex stans-Salix arctica*-Gesellschaft
- *Carex physocarpa*-Gesellschaft
- *Tomenthypnum nitens*-Gesellschaft
- *Carex stans-Tomenthypnum nitens*-Gesellschaft
- *Caricetum stantis*
- *Bryo-Dupontietum fisheri*

Der Vegetationstyp der Wasserpflanzen-Gesellschaften besitzt wie die Flecken-Fjellheide eine geringere Verbreitung. Das *Arctophiletum fulvae* besiedelt die Uferländer der kleineren, stehenden Gewässer sowie den Bachlauf. Nur einige Quadratmeter große Flächen werden von der *Ranunculus gmelini*-Gesellschaft und der *Pleuropogon sabinei*-Gesellschaft eingenommen.

h) Zoologische Bestandserhebungen

Die Lage der ausgewiesenen Testfläche erwies sich als günstig, da sie eine Lücke zwischen bislang untersuchten Gebieten im Norden der kanadischen Arktis und im Süden der Northwest Territories schließt (THANNHEISER

1988). Mit einer Brutdichte von 13 Paaren pro 100 ha nimmt sie eine Zwischenstellung zwischen den Gebieten hoher Produktivität (Cambridge Bay 82 Paare pro 100 ha) und niedriger Produktivität (Ellesmere Island 1,9 Paare pro 100 ha) ein.

Über die Hälfte des Brutbestandes fällt dabei auf die Spornammer, ein Bild, das von einigen Ornithologen bestätigt wird. Auffällig ist das relativ hohe Auftreten von Arten, deren Lebensraum an wasserführende Bereiche gebunden ist. Bei den meisten Arten liegt die Nestanlage in trockeneren Phytozönosen. Bei einigen Spezies (Eismöwe, Schwalbenmöwe und Sterntaucher) lag eine Bindung der Nestlage an die Uferlinie der Gewässer mit Grasmooren und Wasserpflanzen-Gesellschaften vor.

Bei einer Gesamtbetrachtung ist zu sagen, daß nur bei wenigen Ausnahmen eine Bindung an eine Pflanzengesellschaft im soziologischen Sinne gegeben ist. Gewöhnlich ist eine Bindung an eine Vegetations- oder Habitatstruktur unter physiognomischen Aspekten zu beobachten (Abb. 10).

Gleiches kann für die Anlage der Wohnplätze von Lemming und Wiesel gesagt werden, die hauptsächlich in trockeneren Böden zu finden waren. Wie aus der Karte (Abb. 11) zu ersehen ist, hängt die Verteilung der Spuren von Wohnplätzen stark von der Art der Bodensubstrate (Abb. 5) ab. Die Anlagen von Wohnbauten häufen sich bevorzugt an Hängen mit tonigem und schluffigem Sand. Bei den zahlreichen Lemming-Sommerbauten handelt es sich um Schlupflöcher, die in den letzten Jahren angelegt wurden. Im Jahr 1988 konnte nur eine geringe Populationsdichte von Lemmings beobachtet werden. Bei den Lemming-Winterbauten handelt es sich um Reste von nestartigen Zusammenballungen aus Gräsern und Seggen mit rezenten Kotanhäufungen, die unter dem Schnee im Winter 87/88 angelegt wurden und nach der Schneeschmelze zerfallen.

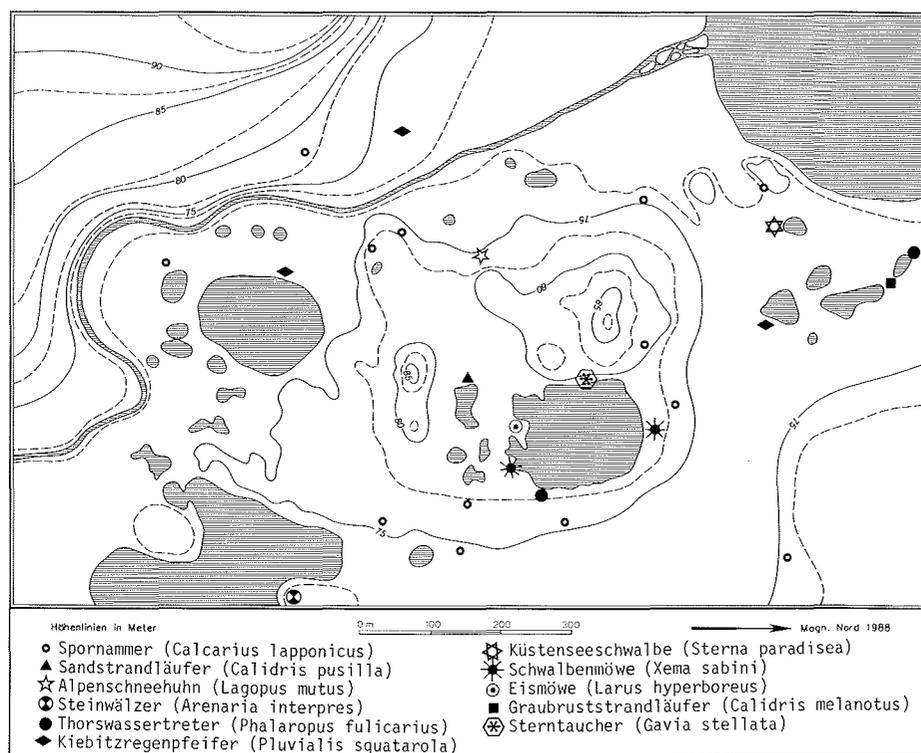


Abb. 10: Brutvogelbestand.

Fig. 10: Stock of breeding birds.

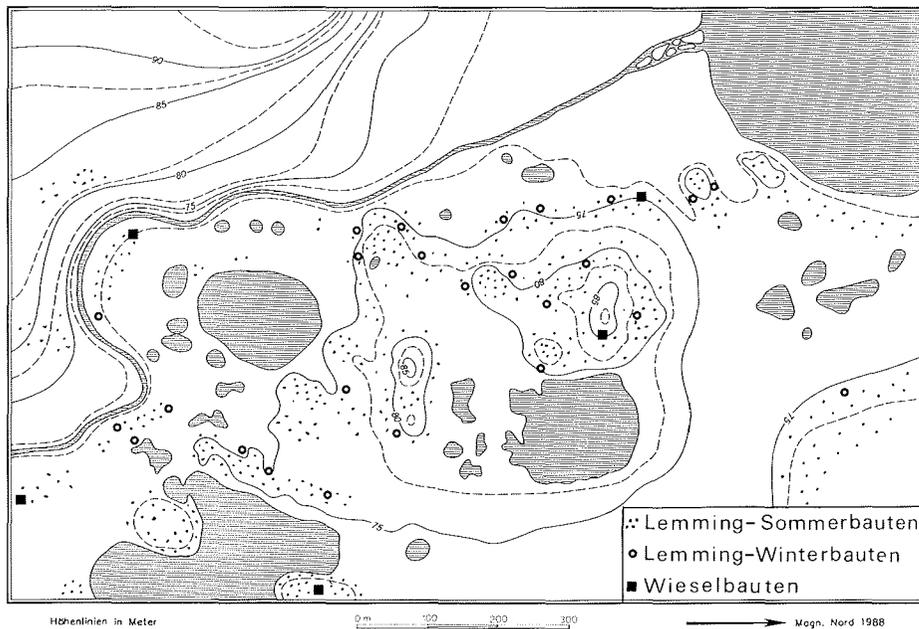


Abb. 11: Spuren von Wohnplätzen der Lemminge und Wiesel.

Fig. 11: Traces of burrows of lemmings and weasels.

Die Dichte der Wiesel schien im Jahr 1988 für das Gebiet relativ hoch zu sein.

4. Landschaftsökologische Betrachtung

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Karten mit den abiotischen und biotischen Verhältnissen fällt auf, daß immer an denselben Stellen eine Übereinstimmung von Mustern auftritt. Oft stellen diese Raummuster Natursysteme dar, in denen die abiotischen Kompartimente überwiegen; beim Vergleich der neun monofaktoriellen Karten kann aber auch eine große Übereinstimmung der abiotischen mit den biotischen Partialkomplexen festgestellt werden. Auf diese Weise ergeben sich deckungsgleiche Areale, die als landschaftsökologische Raumeinheiten bezeichnet werden.

Im Untersuchungsgebiet konnten drei landschaftsökologische Einheiten ausgeschieden werden, und die Grenzziehung liegt dort, wo sich das Gefüge durch Ausfall bestimmter Partialkomplexe und das Auftreten anderer ändert (Abb. 12).

Bei der Gruppierung der abiotischen und biotischen Partialkomplexe zu landschaftsökologischen Einheiten werden insbesondere Indikatoren mit hoher Integrationsstufe wie Bodensubstrat, Bodentypen sowie die Vegetationsbedeckung und die Vegetationstypen berücksichtigt.

Zur Abgrenzung der ökologischen Raumeinheiten ist die Vegetation bevorzugt heranzuziehen, da sie in ihrer Physiognomie und Vergesellschaftung Ausdruck der Gesamtwirkung der Standortfaktoren ist.

Die drei landschaftsökologischen Einheiten, die man bereits nach floristisch-physiognomischen Merkmalen unterscheiden kann, werden von charakteristischen Vegetationskomplexen geprägt. Die jeweiligen Vegetationskomplexe zeigen eine fast einheitliche Struktur der Vegetation und besiedeln vorrangig ähnlich gestaltete morphologische Einheiten. Für die Betrachtung der Gesellschaftskomplexe (syn.: Vegetationskomplexe) bietet sich die seit über 15 Jahren bewährte Methode der Synsoziologie an.

Innerhalb der einzelnen landschaftsökologischen Raumeinheiten wurden anteilmäßig 20 Aufnahmeflächen mit

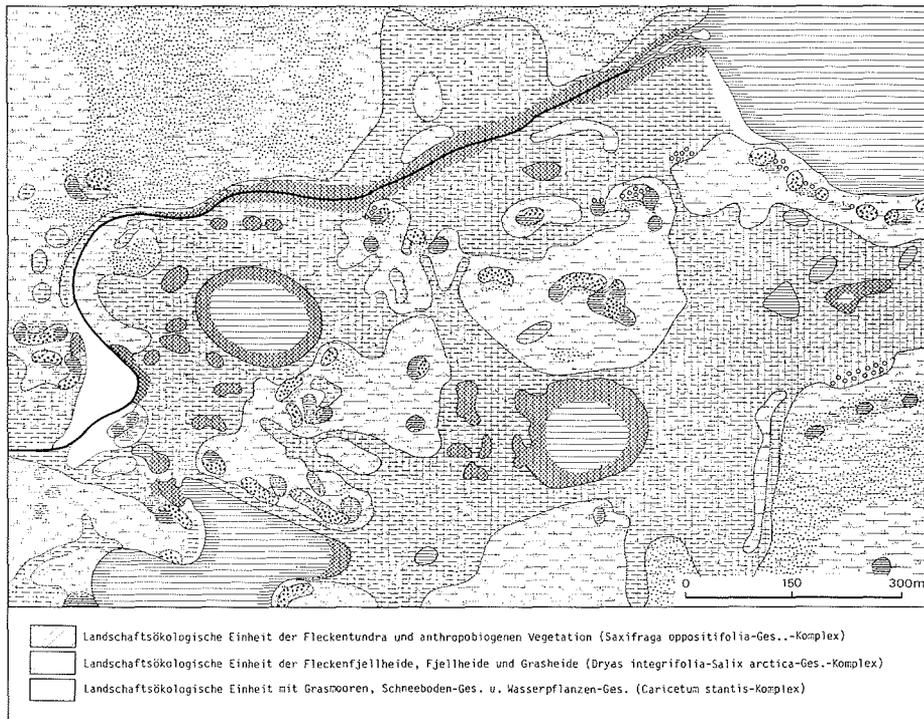


Abb. 12: Landschaftsökologische Einheiten.

Fig. 12: Distribution of landscape ecological units.

der Größe von 2000 m² ausgewiesen und alle Gesellschaften und Assoziationen bewertet und in einer Stetigkeitstabelle (Tab. 1) vereinigt. Auf diese Weise konnten 40.000 m² Fläche taxiert werden.

Innerhalb der Komplexe wird von den Vegetationseinheiten diejenige charakteristische Vegetationseinheit zur Benennung gewählt, die ihre größte Stetigkeit und ihr Optimum im jeweiligen Komplex hat.

Die vorgelegte Stetigkeitstabelle (Tab. 1) ist aus vegetationsgeographischer Sicht sehr wertvoll, weil man bei allen ermittelten Vegetationseinheiten den Grad der Verbreitung schneller taxieren kann. Mit der synsoziologischen Methode wird die quantitative Bewertung aller Einheiten in kleinräumigen Gebieten hervorgehoben, wie es nur bei einer exakten Kartierung möglich ist.

Die synthetische Karte (Abb. 12) zeigt die räumliche Verbreitung der landschaftsökologischen Grundeinheiten. Deren Abgrenzung wurde mit Linien in die Karte der Vegetationstypen (Abb. 9) eingezeichnet und die verschiedenen Areale durch Signaturen angedeutet. Aus der Karte kann man das Verteilungsmuster sowie den Grad der Verbreitung der einzelnen landschaftsökologischen Grundeinheiten entnehmen. Diese landschaftsökologischen Einheiten werden von charakteristischen Vegetationskomplexen geprägt und besiedeln vorrangig ähnlich gestaltete morphologische Areale.

Die landschaftsökologische Einheit der Fleckentundra und der anthropogen-biogenen Vegetation wird von der charakteristischen Phytozönose *Saxifraga oppositifolia*-Gesellschaft geprägt und umfaßt inselartig die höchsten Bereiche der Moränenhügel und Terrassenkanten.

Die landschaftsökologische Einheit der Fleckenfjellheide, der Fjellheide und der Grasheide nimmt als eine der beiden Haupteinheiten große, zumeist zusammenhängende Areale der Untersuchungsfläche ein. Diese land-

Areal: Prä-Dorset-Station Umingmak (Banks Island)
 Jahr : 1988
 Größe der Untersuchungsfläche: 40.000 m²
 Anzahl der Vegetationskomplexaufnahmen: 20

Saxifraga oppositifolia-Ges.-Komplex

(Landschaftsökologische Einheit der Fleckentundra und anthropo-biogenen Vegetation)

Saxifraga oppositifolia-Ges.	I
Puccinellia angustata-Ges.	+
Potentilla vahliana-Ges.	+
Epilobium latifolium-Ges.	+
Astragalus alpinus-Ges.	+
Salix arctica-Ges.	+
Dryas integrifolia-Fazies	+
Saxifraga tricuspidata-Ges.	+
Potentilla rubricaulis-P.nivea-Fazies	+
Alopecurus alpinus-Fazies	+
Poa glauca-Fazies	+
Stellaria laeta-Fazies	+
Puccinellia andersonii-Ges.	+

Dryas integrifolia-Salix arctica-Ges.-Komplex

(Landschaftsökologische Einheit der Flecken-Fjellheide, Fjellheide und Grasheide)

Dryas integrifolia-Salix arctica-Ges.	V
Dryas integrifolia-Carex rupestris-Ges.	IV
Dryas integrifolia-Ges.	IV
Salix arctica-Deschampsia brevifolia-Ges.	III
Dryas integrifolia-Astragalus alpinus-Ges.	I
Dryas integrifolia-Oxytropis arctica-Ges.	I
Dryas integrifolia-Carex misandra-Ges.	I
Carex rupestris-Ges.	I
Kobresia myosuroides-Ges.	+

Caricetum stantis-Komplex

(Landschaftsökologische Einheit mit Grasmooeren, Schneeboden- und Wasserpflanzen-Gesellschaften)

Caricetum stantis	V
Carex stans-Salix arctica-Ges.	V
Carex stans-Dryas integrifolia-Ges.	IV
Dryas integrifolia-Carex stans-Fazies	III
Arctophiletum fulvae	III
Carex stans-Tomenthypnum nitens-Ges.	II
Dryas integrifolia-Cassiope tetragona-Fazies	I
Dryas integrifolia-Salix pseudopolaris-Fazies	I
Tomenthypnum nitens-Ges.	I
Bryo-Dupontietum fisheri	I
Dryas integrifolia-Carex membranacea-Fazies	I
Salix pseudopolaris-Ges.	I
Carex membranacea-Ges.	I
Carex physocarpa-Ges.	I
Cassiope tetragona-Ges.	I
Ranunculus gmelini-Ges.	+
Pleuropogon sabiniei-Ges.	+

Tab. I: Stetigkeitstabelle der Vegetationskomplexe.

Tab. I: Constancy table of vegetation complexes.

schaftsökologische Einheit wird durch den *Dryas integrifolia-Salix arctica*-Gesellschafts-Komplex repräsentiert und umfaßt 9 Vegetationseinheiten, wobei nur vier Gesellschaften stärker hervortreten. *Dryas integrifolia* ist außer bei zwei reinen Grasheide-Gesellschaften in allen Vegetationseinheiten immer stark vertreten.

In der dritten landschaftsökologischen Einheit wurden alle Vegetationseinheiten der Grasmoores, der Schneebo-den-Gesellschaften und der Wasserpflanzen-Gesellschaften vereinigt. Dieser Komplex wird von der charakteri-stischen Assoziation *Caricetum stantis* geprägt und nimmt flächendeckend nasse bis feuchte Standorte ein.

Die vorgelegte großmaßstäbige Kartierung der landschaftsökologischen Einheiten bewegt sich im Rahmen der topologischen Dimensionen, sie zeigt jedoch Ansatzmöglichkeiten, um in die chorologische Dimension vorzu-stoßen.

Besonders bei der Bewertung großräumiger Tundragebiete ist die synsoziologische Methode vorteilhaft, weil sich auf diese Weise aneinandergrenzende oder miteinander verzahnte Kontaktgruppen von Vegetationskomplexen ausscheiden lassen, da sie über sehr große Gebiete immer wiederkehren.

Literatur

- Arbeitsgruppe Bodenkunde (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. — 3. Aufl., Hannover.
- Bleich, K. E. (1978): Ein Eisen-Bändchen-Stagnogley in der Bodengesellschaft der mittleren Arktis Kanadas. — *Eiszeitalter & Gegenwart* 28: 179—188.
- Braun-Blanquet, J. (1951): Pflanzensoziologie. — 2. Aufl., Wien.
- Fletcher, R. J. & G. S. Young (1976): Climate of Arctic Canada in maps. — Boreal Institute of Northern Studies, Occasional Papers 13, Edmonton.
- French, H. M. (1976): The periglacial environment. — London.
- Hahn, J. (1977): Besiedlung und Sedimentation der Prä-Dorset-Station Umingmak I D, Banks Island, N. W. T. — *Polarforschung* 47 (1/2): 26—37.
- Kubiena, W. L. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. — Stuttgart.
- Leser, H. & J. Link (1988): Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000. — *Forsch. z. dt. Landeskd.* 228: 1—349.
- Mäusbacher, R. (1981): Geomorphologische Kartierung im Oobloyah-Tal, N-Ellesmere Island, N. W. T., Kanada. — *Heidelberger Geogr. Abh.* 69: 413—440.
- Maxwell, J. B. (1982): The climate of the Canadian Arctic Islands and adjacent Waters. — Vol. 2, Environment Canada, Ottawa.
- Müller-Beck, H.-J. (1979): Das Ökosystem der Moschusochsenjägerstation Umingmak. — *Marburger Geogr. Schr.* 79: 97—112.
- Münzel, S. C. (1987): Umingmak, ein Moschusochsenjagdplatz auf Banks Island, N. W. T., Kanada. *Archäozoologische Auswertung des Areal* 1 D. — *Urgeschichtl. Materialhefte* 5, 2: 1—357.
- Schreiber, K.-F. (1987): Beiträge der Landschaftsökologie zur Ökosystemforschung und ihre Anwendung. — *Verh. d. Dt. Geographentages* 45: 134—145.
- Taylor, W. E., Jr. (1967): Summary of archaeological field work on Banks and Victoria Islands, Arctic Canada, 1965. — *Arctic Anthropology* 4 (1): 221—243.
- Tedrow, J. C. F. (1977): Soils of the polar landscapes. — New Jersey.
- Thannheiser, D. (1988): Eine landschaftsökologische Studie bei Cambridge Bay, Victoria Island, N. W. T., Kanada. — *Mitt. Geogr. Ges. Hamburg* 78: 1—51.
- Troil, C. (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. — *Zeitschr. Ges. f. Erdkunde Berlin* 1939: 241—298.
- Tüxen, R. (1973): Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. — *Acta Bot. Ac. Sci. Hungar.* 19: 379—384.
- Vincent, J.-S. (1983): La géologie du quaternaire et la géomorphologie de l'île Banks, Arctique Canadien. — *Geol. Survey Canada, Mem.* 405, Ottawa.
- Washburn, A. L. (1979): *Geocryology. A survey of periglacial processes and environments.* — London.