

LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHE GLIEDERUNG DES WESTLICHEN JAMES BAY-TIEFLANDES (NORD-ONTARIO) IM BEREICH DER POLAREN WALDGRENZE

Mit 1 Beilage (V)

WOLFGANG WEISCHET und SIMSEK PALA

Summary: Biophysiological division of the western James Bay-Lowlands (Northern Ontario) in the range of the polar timberline

This paper deals with the ecological landscape pattern in the southwestern James Bay Wetlands (Northern Ontario) and the problem of the climatological position of the Forest-Tundra-Transition-Zone north of the Boreal Forest. Since up to 52° N all isolated locations with mineral soils are occupied by closed forests of black or white spruce, aspen or jackpine, this part of the wetlands must climatologically be considered an extension of the Boreal Forest Climatic Region.

The regional pattern of different wetland landscapes is explained with the enclosed map (Supplement V), based on the interpretation of LANDSAT images and a great number of ground checks. The central part of the wetlands is the Moose-River Basin. It is surrounded by bedrock uplands with boreal forests in the south and west and by interfluvial till plateaus in the northwest and southeast. Satellite images characterize the latter by numerous small pools and lakes. The subsoil consists of basal till deposits. The peat depth increases with the distance from the coast from 1.0 m to 3.0 m. In the lower plateau areas fens occupy approximately 72% of the unit, in the upper plateau areas large treed and shrub-rich bogs are the dominant types (approx. 65% coverage).

The subsoil of the Moose Basin consists of marine sediments. The dominant physiographic units are the levees along the abandoned and present drainage channels of the main rivers, the young tamarack fens, the tamarack + black spruce fens with shrub undergrowth (*muskegs sensu stricto*), the *muskegs* with extended treed bogs, and the bog + fen-border to the interfluvial plateaus.

Die James Bay als südliche Ausbuchtung der Hudson Bay ist eingefaßt von einem 100 bis 200 km breiten Tieflandssaum, mit dem der Begriff *muskeg* in seiner indianischen Bedeutung als Regionalbegriff verbunden wird. Er bezeichnet ein natürliches unzugängliches Sumpfbereich, das einen lückigen Bestand von buschigen Holzformationen aufweist („open growth of shrubby timber“; STANEK 1977, S. 46). Im engeren Sinn wird der Begriff für Schwarzfichten-Sumpfwald mit Sphagnum-Moos und niedrigen Büschen im Unterwuchs benutzt (STANEK 1977, S. 46). Andererseits ist er auf jedes Moorland mit organogener Bodenbedeckung (*peatland* oder *organic terrain*) ausgeweitet worden. Wie man den Begriff

auch anwendet, es muß, ökologisch gesehen, eine Reihe unterschiedlicher *muskegs* geben. STANEK (1977) gibt eine klassifizierte Übersicht, in der auch die Synonyma in Englisch und anderen Sprachen aufgeführt werden. Die meisten kanadischen Experten ziehen jedoch inzwischen für eine Systematisierung den regional umfassenden Begriff *wetlands* vor. Nässe ist in der frostfreien Jahreszeit in der Tat die absolut dominierende und auch ökologisch entscheidende Eigenschaft des Tieflandes. Offene Wasserflächen einerseits und trockenes Land andererseits nehmen jeweils nur wenige Prozent der Oberfläche ein¹⁾. Das Normale ist, daß man beim Verlassen des Hubschraubers bis zur Wade oder zum Knie im Wasser steht, gleichgültig ob das Landgebiet von oben wie ein lichter Wald, ein buschbestandenes Hoch oder ein offenes Niedermoor aussieht.

Auf die physiognomisch und ökologisch zu unterscheidenden Wetland-Typen, die in ihrer jeweilig unterschiedlichen räumlichen Anordnung (areal pattern) die ökologischen Kleinlandschaften des Tieflandes zusammensetzen, wird noch zurückzukommen sein. Zunächst muß die makrogeographische Einordnung des Gebietes im Hinblick auf Klima und natürliche Vegetationsregionen beschrieben werden. Wenn man das Übereinstimmende in den unterschiedlichen Benennungen bei relativ geringfügigen Abweichungen in der Abgrenzung herausstellt, so kommt das m. E. am besten in der Bezeichnung „Forest-Tundra-Transition“-Zone zum Ausdruck (Karte 4.4 in WATTS 1968). HARE a. THOMAS (1974) hatten bei fast gleicher Grenzziehung von „Boreal Forest Tundra and Woodland“ gesprochen. Bei ROBINSON (1983) ist es die „Transitional Coniferous and Tundra“ Region, bei HOLTMEIER (1979) die „Forest-Tundra-Ecotone“, die „Sumpfige Wald-tundra“ bei TRETER (1990)²⁾. Dabei ist die Grenzziehung gegen den südlich anschließenden Boreal Forest so, daß sie in deutlichem Abstand von der

¹⁾ Den prozentualen Flächenanteil von wetland types an den verschiedenen naturräumlichen Einheiten des Tieflandes gibt Tab. I in PALA a. WEISCHET (1982).

²⁾ Abb. 5 in TRETER (1990) gibt in einer Farbkarte eine relativ großmaßstäbige Übersicht über die borealen Waldformationen Nordamerikas.

Küstenlinie um das Süden der James Bay herumzieht, auf der Ostseite der James Bay aber nach Norden bis fast an den Ansatz der James an die Hudson Bay verläuft. Die Polargrenze der Forest-Tundra-Transition Zone ist mit der arktischen Baumgrenze zu identifizieren, die von einigen Autoren, so HARE a. THOMAS (1974), bereits etwas landeinwärts vom Südwestufer der Hudson Bay, von anderen weiter nördlich an der westlichsten Stelle der Hudson Bay angesetzt wird (WATTS 1968). Jedenfalls liegt das zu behandelnde westliche James Bay-Tiefland nach den angeführten Darstellungen in jenem Bereich, in welchem der boreale Nadelwald nicht mehr, die baumfreie Tundra noch nicht vorherrschen. Da beide Vegetationsgürtel für Klimagürtel (Boreales Waldklima, Tundrenklima)³⁾ stehen, ergibt sich die Frage, wie die Forest-Tundra-Transition Zone klimatisch einzuordnen ist. Nach den im Sommer 1979 bei einer Geländekampagne auf Einladung des *Ontario Centre of Remote Sensing* (OCRS)⁴⁾ gesammelten Erfahrungen steht die Antwort in engem Zusammenhang mit der ökologischen Differenzierung der Naturlandschaften in diesem Bereich, welche den Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit darstellen soll.

Datengrundlage

Das OCRS hat 1978 bis 1982 unter Leitung von Dr. SIMSEK PALA ein interdisziplinäres Forschungsprogramm „Biophysical Classification of the Hudson-James Bay Lowlands“ im Norden Ontarios auf der Grundlage der Interpretation von Luftaufnahmen (1:60 000), LANDSAT-Daten (ca. 1:500 000) und Feldarbeiten durchgeführt. Planung und Untersuchungsansatz sind von PALA a. BOISSONNEAU (1980) dargelegt worden. Grundlage der Feldarbeiten war ein Netz von rund 500 Aufnahmestandorten, 200 davon im Bereich der James Bay.

Das ground checking umfaßte in Moorgebieten neben einer allgemeinen Charakterisierung des Standortes nach der dominierenden Vegetation eine Aufnahme der Pflanzengesellschaften nach den bezeichnenden Arten, die Messung der pH-Werte des Wassers, die Feststellung der Mächtigkeit der organogenen Auflage, Nachprüfung evtl. Vorkommens von Bodengefrorenis an dafür geeigneten Gelände-

punkten sowie Erbohrung und Klassifikation des mineralischen Untergrundes im Liegenden der organogenen Auflage. Über mineralischem Untergrund wurden die Höhenlage und die Beschaffenheit des Untergrundes festgestellt, eine Klassifikation der geomorphologischen Situation durch Interpretation von Aufschluß- und Bohrmaterial vorgenommen, ein Bodenprofil freigelegt und klassifiziert sowie die Bestandscharakteristika des Waldes festgestellt.

Beobachtungsfakten und Folgerungen bezüglich der Polargrenze des Borealen Nadelwaldes

Eine erste Skizze der naturräumlichen Großeinheiten wurde 1982 veröffentlicht (PALA a. WEISCHET 1982). Grundlage der nunmehr vorgelegten landschaftsökologischen Einzelgliederung (vgl. Beilage V) waren neben den Standortaufnahmen LANDSAT Images im ungefähren Maßstab von 1:500 000 und Verkleinerungen der Topographischen Übersichtskarte von Kanada 1:250 000, aus welcher die Höhenlinien übernommen wurden. In der verkleinerten kartographischen Übersicht sind numeriert die Standorte des ground checking, z. T. unter Angabe der Mächtigkeit der organogenen Auflage, eingetragen. Durch Kreise hervorgehoben sind die Standorte, auf welche sich die Profilskizzen beziehen und an denen Waldbestände vorgefunden wurden, die nach Bestandszusammensetzung, -dichte und -höhe weitgehende Ähnlichkeit mit Beständen am Nordsaum des borealen Nadelwaldes aufweisen, von den Sumpfwäldern der *muskegs* aber grundsätzlich verschieden sind. Dazu werden nachfolgend die Aufnahmefakten genannt, die im Hinblick auf das Problem der Polargrenze des borealen Nadelwaldes und der klimatischen Einordnung der Forest-Tundra-Transition-Zone wichtig sind.

1) Standort: Hochufer des Moose River auf der Nordseite von Factory Island gegenüber Moosonee.

In der ca. 5,5 m hohen Böschung des frisch unterschnittenen Steilufers ist im Liegenden grauer, mariner Schluff (Ablagerungen der postglazialen Tyrrell Sea⁵⁾), in den oberen 1,5 m gelbes, fluviatiles Feinsediment mit Kreuzschichtung und eingepackten Holzresten aufgeschlossen. Darüber folgt die Vegetationsdecke aus harten Büschelgräsern und Weidensträuchern, in die Zweige, Äste sowie grobe Schotterblöcke eingestreut sind als Hinweis auf rezente Hochflut-

³⁾ Klimadiagramme dazu in der Arbeit von TRETER (1990).

⁴⁾ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem OCRS danke ich verbindlich für finanzielle und materielle Unterstützung.

⁵⁾ Über die postglaziale Entwicklung und isostatische Hebung vgl. LEE (1960) und MARTINI (1981).

sedimentation, die nur im Zusammenhang mit Eisblockaden im Mündungsgebiet des Moose River zu verstehen ist. Torfauflage fehlt.

Abseits des direkten Einflusses des Eisganges steht ein mehrere Hektar großer Bestand aus Pappeln (*Populus tremuloides*) und Schwarzfichten (*Picea mariana*). Die größten Fichten sind ca. 30 m hoch. Bei den Pappeln sind Stämme von 20 bis 30 cm, bei den Fichten bis 40 cm Durchmesser vertreten. Stümpfe früher gefällter Bäume haben noch etwas größere Durchmesser. Der Unterwuchs besteht aus weitständigem Jungwuchs der genannten Baumarten und einem dichten Krautteppich. An den Bestandsrändern sind keine Hinweise auf Windbeanspruchung in Form von Kronendeformationen festzustellen.

2) Der Standort auf dem Hochufer des Harrikaw River (Punkt 40) entspricht nach Untergrund und Vegetationsbestand weitgehend dem unter 1) genannten.

3) Standort auf der Nordostecke des großen fossilen Strandwalles (Punkt 44, big beach ridge) nordwestlich des Kwataboahagan in einer Meereshöhe von ca. 350 ft.

Der Strandwall ist ca. 2 m hoch und besteht aus schlecht gerundetem Feinkies mit Kalksteinfragmenten. An der Oberfläche ist ein Podsolprofil mit 10 cm Moosauflage ausgebildet. Auf dem Rücken stockt ein Bestand aus Pappeln (aspen, *Populus tremuloides*); Schwarzfichten (black spruces, *Picea mariana*) und Balsamtannen (balsam fir, *Abies balsamea*) in Form eines dichten Urwaldes mit viel Jungwuchs im Untergrund. Die Pappeln befinden sich vornehmlich am Außenrand hinter dem Strauchgürtel, welcher aus Weiden (*Salix sp.*) und Leatherleaf (*Chamaedaphne calyculata*) zusammengesetzt ist und den Übergang zum Seggensumpf bildet. Die Pappelstämme sind in Brusthöhe bis 50 cm dick. Die Schwarzfichten haben Stammdurchmesser bis 35 cm, die Balsamtannen bis 25 cm.

4) Standort im zentralen Teil des gleichen fossilen Strandwalles (Punkt 46).

Die topographische Erhebung beträgt 3 bis 4 m über dem sumpfigen Vorland. Sie besteht in den höheren Teilen aus fast reinem Quarzsand, der von sehr gut gerundeten Feinschottern unterlagert ist. Der Boden hat ein sehr deutlich ausgeprägtes Podsolprofil und trägt ca. 10 cm Moosauflage. Der Wald ist ein reiner Jackpine (*Pinus banksiana*)-Bestand von 15 m Höhe. Wie allgemein bei Jackpine-Beständen haben die im Abstand von 1,5 bis 2 m verteilten Bäume fast alle den gleichen Stamm-

durchmesser. In diesem Fall sind es 25 cm. Darunter befinden sich die Reste vertrockneter kleiner Kiefern, die im jungen Alter abgestorben sind.

Der Grund für den reinen Kiefernbestand ist das sehr nährstoffarme Quarzsandsubstrat. Die Ursache der gleichförmigen Stammdicke hängt mit der speziellen Art der Bestandserneuerung zusammen. Neuwuchs von Jackpines entsteht nur im Anschluß an die Vernichtung des Altbestandes durch einen Waldbrand. Durch die Hitze öffnen sich die Kiefernzapfen und es erfolgt eine Neuaussaat des ganzen Bestandes zur gleichen Zeit.

5) Standort auf einer alten Strandplattform in 3 m Höhe unmittelbar an der Küste der James Bay südlich der Mündung des Albany River (Punkt 30).

Der Untergrund besteht aus Kalkstein mit einem Rendzina-Boden. Soweit die arealmäßig begrenzte Anhöhe aus Kalkstein reicht, stockt auf ihr ein dichter Bestand aus Weißfichten (white spruces, *Picea glauca*) von ungefähr 15 m Höhe. Es gibt fast kein Unterholz und nur wenig alte verrottete Stämme. Der Unterwuchs wird von Buschwindröschen gebildet, die als Erstbesiedler nach einem möglichen Brand aufgefaßt werden müssen. Die Bäume sind fast alle gleich dick und haben einen Stammdurchmesser von 20 bis 25 cm. Brandschäden lassen sich in den untersten Verzweigungen der großen Fichten sowie an einzelnen mannhohen abgestorbenen Exemplaren beobachten. Am Rande des Bestandes gegen die James Bay zeigen die Baumkronen keine Deformation durch Windeinfluß.

Die genannten Beobachtungen geben in der Zusammenfassung folgenden Befund und führen zu nachstehenden Folgerungen:

a) Die Grenzen der inselhaft auftretenden Bestände vom Typ borealer Nadelwald im James Bay-Tiefeland werden durch die Grenzen des mineralischen gegen den organogenen Untergrund bestimmt. Diese Gesetzmäßigkeit läßt sich an vielen anderen fossilen Strandwällen (beach ridges) bestätigen, die in der Übersichtskarte eingetragen sind. (Beach ridges als geomorphologische Phänomene lassen sich geradezu mit Hilfe der Jackpine-Bestände auf Satellitenbildern ausmachen und abgrenzen.)

b) Die in kleinmaßstäbigen Übersichtskarten angegebene Nordgrenze des borealen Nadelwaldes südlich der James Bay ist nicht als klimabedingte Grenze zu interpretieren. Sie hat rein edaphische Ursachen als Grenze zwischen den Vegetationsformen über dem mineralischen Untergrund des Grundgebirges im Süden und denen über den

organogenen Oberflächen des Tieflandes⁶⁾. Wie entscheidend die Untergrundbeschaffenheit und wie scharf die Grenzziehung möglich ist, läßt sich noch durch folgende Beobachtung unterstreichen: An einer Stelle am Rande der Tieflandsbucht am Parridge River hatte ein Waldbrand über einem Rundbuckel aus Kristallin, der aus einem Moor herausragt, den Baumbestand über dem Felsen sowie dem angrenzenden Moor vernichtet. In der Brandschneise stand, deutlich gegen das Nebengelände abgrenzbar, der Neuwuchs aus black spruces. Auf dem Rundbuckel waren die ca. 15jährigen Fichten ungefähr mannshoch, dort, wo die Mooraufgabe begann, noch ca. 1 m und 5 m weiter über dem Moor weniger als 30 cm hoch, die Stämmchen dünner als ein kleiner Finger.

Die Waldbestände auf den inselhaften Vorkommen von Mineralböden in den Wetlands sind Auslieger des geschlossenen Borealen Nadelwaldes.

Die landschaftsökologische Differenzierung innerhalb der James Bay-Lowlands

Die in der beigegebenen Karte (Beilage V) eingetragene Gliederung ist nach dem Gesichtspunkt vorgenommen worden, daß einerseits für die Grenzräume und andererseits für die Lowlands selbst die innere Differenzierung in verschiedene Einheiten mit unterschiedlichem Aufbau physiognomisch erfäßbarer und ökologisch begründbarer Bauelemente (unterschiedliches landscape pattern) berücksichtigt wurde. Bauelemente sind die ökologisch bedingten wetland types. Bezüglich deren klassifizierender Übersicht muß auf JEGNUM et al. (1974), STANEK (1977) und PALA a. BOISSONEAU (1982) verwiesen werden. Die zur Charakterisierung der landschaftsökologischen Einheiten notwendigen Typen sind im Text unter Angabe der englischen Bezeichnung beschrieben.

Daß in der Übersichtskarte für die Benennung der naturräumlichen Einheiten meist auf englische Nomenklatur zurückgegriffen wurde, ist Konsequenz der Tatsache, daß die englischen Fachausdrücke kürzer als die entsprechenden deutschen sind

⁶⁾ SJÖRS (1963) rechnet das ganze Gebiet zur „subarctic woodland region“, die nach Norden bis zum Severn reichen soll. Der Bereich an der südlichen Hudson Bay im Hinterland von Fort Severn und Winisk (ca. 56° N) wird noch als „well wooded“ charakterisiert. Weiter polwärts beginnt an der Südwestseite der Hudson Bay erst die „hemiarctic woodland tundra region“.

und sich so in der Karte besser unterbringen lassen. In der nachstehenden Übersicht sind zudem die deutschen Umschreibungen hinzugefügt.

A James Bay Wetlands (James Bay-Tiefland)

AI Moose-(Harrikanaw)River-Basin

- I1 Former islands with bedrock exposure (Grundgebirgsinseln)
- I2 River levees (fossile Dammufer-Wälle)
- I3 Young tamarack fens (junge Lärchen-Nieder Moore)
 - a) With spruce galleries and willow shrub in the seasonally flooded valley bottoms (mit Galeriewald aus Fichten und Weidengebüsch an Hochwasser-Auen)
 - b) Gramenoid opens fens (von Gräsern bewachsenes offenes Niedermoor)
- I4 Tamarack + black spruce fens with shrub undergrowth („muskegs“ sensu stricto) (Lärchen- und Schwarzfichten-Niedermoor mit Buschunterwuchs)
- I5 Muskegs with extended treed bogs (muskegs mit eingeschalteten Hochmooren mit lichthem Bestand aus Schwarzfichten)
- I6 Bog + fen-border to Albany-Moose River-Interfluvial Plateau (Grenzsäum mit verzahnten Hoch- und Niedermooren)

AII Till-Plateaus (Moränenlehm-Plateaus)

- II1 Moose-Harrikanaw-Interfluvial Plateau
- II2 Albany-Moose-Interfluvial Plateau
 - a) Fen rich with shallow pools near the coast line (reich an Niedermooren und seichten offenen Wasserflächen)
 - b) Increasing water surfaces, increasing bog surfaces, patterned fens (Zunahme der offenen Wasserflächen und des Hochmoor-Anteils, Struktur-Niedermoor)
 - c) Maximum water surfaces, well established bogs, decreasing fen surfaces (ausgedehnte offene Wasserflächen und Hochmoore bei geringerem Niedermoor-Anteil)

B Grenzsäume

BI Küste⁷⁾

- I1 Hochwasser-Plattform
- I2 Rezentens Marschland

⁷⁾ Die geomorphische Gliederung der James Bay-Küste in Abhängigkeit von den verfügbaren Sedimentquellen und der Dynamik der Resedimentationsprozesse ist eingehend von MARTINI (1981) beschrieben worden.

BII Upland Border (Rand des höheren Landes mit Felsuntergrund)

- II1 Bedrock upland (höheres Land aus Grundgebirge)
- II2 Escarpment slope, upper part (Abfall zum Tiefland, oberer Teil)
- II3 Escarpment slope, lower part (Abfall zum Tiefland, unterer Teil)

Die Einzelbeschreibung wird am besten mit den *muskegs im eigentlichen Sinne* begonnen (AI4). Repräsentiert wird der reine Typ vor allem auf der schwach geneigten Muskeg-Ebene an den linken Nebenflüssen des Cheepash River bis an den SE-Rand des fossilen 300 Fuß-Strandwalles sowie in der Fortsetzung nördlich des fossilen Dammufers am unteren Moose River. Es handelt sich um Sumpfwälder aus Schwarzfichten (black spruce, *Picea mariana*) und Lärchen (tamarack, *Larix laricina*). Die Bestandsdichte ist so, daß zwischen 80 und 90% Kronenschluß erreicht wird. Die Schwarzfichten sind mit 10–12 m durchweg etwas höher als die Lärchen. Der Stammdurchmesser der Fichten liegt bei 10–15 cm, derjenige der Lärchen bei 8–10 cm. Im Unterwuchs herrscht eine Strauchschicht, in der die Zwergbirken (*Betula glandulifera*) dominieren. Zwischen den Sträuchern finden sich Sumpfgräser (*Carex sp.*). Beim Betreten des Waldes wadet man überall fast kniehoch im Moosumpf und Wasser. Der pH-Wert des Wassers schwankt zwischen 4,8 und 5,5. Die Dicke der organogenen Auflage ist weithin rund 1,5 m, kann aber auch mehr als 2 m betragen. Sie besteht im wesentlichen aus Moosen. Sphagnen sind im allgemeinen relativ wenig vertreten. Es gibt aber Inseln mit großem Sphagnenanteil. Dann sind die Baumbestände kleiner und lichter. Das kann so weit gehen, daß man die Areale als baumbewachsene Hochmoore (treed bogs) klassifizieren muß. Andererseits werden zu den größeren Flüssen hin die Waldbestände höher und fast ausschließlich aus Schwarzfichten gebildet (black spruce galleries). Grund dafür ist die bessere Drainage. Entlang der kleineren Bäche ziehen sich Seggen-Auen mit Weidenbuschrändern. In diesen Auen befinden sich viele Biberdämme und Biberfarmen.

Unter der organischen Auflage (peat) wird normalerweise grauer sandiger Ton (marines Sediment) erbohrt. Ökologische Bedingungen der muskegs sind eine im ganzen noch wirksame Dainage und ein gewisser Einfluß mineralhaltigen Wassers. Quelle des Mineraleinflusses sind am Cheepash die langgestreckte beach ridge im Quellgebiet der Nebenflüsse, im Einflußbereich des Onakwahagan beach ridges und fluviale Erosion in Kalksedimenten am Oberlauf des Flusses.

(AI 3) In den topographisch tieferen Teilen beiderseits des untersten Moose und Harrikanaw River ändert sich der Vegetationscharakter in Richtung auf *Tamarack-Niedermoore* (young tamarack fens). Schwarzfichten (8–10 m hoch) kommen nur noch als Galerien entlang der Drainagerinnen vor. Die Lärchen (*Larix laricina*, ca. 6 m hoch) stehen in einzelnen Inseln, umgeben von Niedermoor aus Gras, Moos und Schachtelhalmen. Der pH-Wert ist mit 6,2 relativ niedrig. Die Mooraufgabe erreicht 70 bis 80 cm Dicke. In den jahreszeitlich überfluteten Auen entlang der kleinen Bäche finden sich wieder die Säume aus Weidengebüsch sowie die Augen aus Seggen und Gras mit Biberfarmen.

(BI 2) Jenseits eines Grenzsauces von 100 bis 200 m Breite aus dominierendem Weidengebüsch wird das junge Tamarack-Niedermoor vom *rezenten Marschland* abgelöst. Wichtigster Standortfaktor ist, daß, mit wenigen Ausnahmen von kleinen Verlandungsmooren in den vom Wasser entferntesten Teilen, der Untergrund aus mineralischem Material ohne Mooraufgabe besteht. Je nach der mikrotopographischen Höhenlage, dem Salzgehalt, der Überschwemmungsdauer und der Korngrößenzusammensetzung des Bodensubstrates gibt es eine Vielzahl von Standortdifferenzierungen. Dominierend sind hohe Binsen, hohe Büschelgräser mit schweren Samenrispen sowie eine Vielzahl von Kräutern. Alle bewirken eine üppige Kleinlebewelt und mit den zahlreichen Vogelschwärmen einen frappanten Gegensatz zu den an Tieren armen Mooregebieten.

(BI 1) Während das rezente Marschland nur noch bei extrem hohen Wasserständen (aufländiger Sturm) vom Wasser der James Bay überflutet wird, liegt die *Hochwasser-Plattform* bei normalem Wind unter einer 10–30 cm mächtigen Wasserschicht. Der Untergrund besteht aus Anstehendem, nicht aus Wattensediment. Nördlich der Moose River-Mündung wurden plattige Kalke, vor der Harrikanaw-Mündung grauer Moränenlehm mit dicken Geschiebeblöcken angetroffen. Merkwürdig ist, daß vom Moränenmaterial nur die obersten 3–4 cm durch Wasserbewegung verschwemmt und umgelagert waren. Darunter folgt die normale Moränentextur.

(AI 2) Die Grenze zwischen den echten muskegs und dem jungen tamarack-Niedermoor bilden nördlich des unteren Moose River die Ausläufer und *Reste des früheren Dammufers* des Flusses (river levees). Im Satellitenbild stellen sie sich gegenüber den umliegenden Gebieten als in einer Kette angeordnete rela-

tiv helle Flecken dar, die sich flußauf als den Moose, Mattagami und Abitibi River begleitende Bänder verfolgen lassen. Es sind Hochmoore (bogs), die allenfalls mit kleinen Schwarzfichten (vereinzelt oder in Inseln) übersät sind. Die helle Farbe rührt von den hellgrünen bis gelbgrünen Sphagnen und z. T. vom Isländischen Moos (*Cetraria islandica*). Daß es sich bei den Hochmoorstandorten um fossile Dammufer handelt, läßt sich mit der Anordnung des hydrographischen Systems beweisen. In der Karte (Beilage V) sind die Verhältnisse am Moose- und Abitibi-River aus den entsprechenden Luftaufnahmen herausgezeichnet. Die Hochmoore liegen mit ihrer 1 bis 1,5 m mächtigen organogenen Deckschicht hinter einem Galerie-Wald aus starken Schwarzfichten und Balsampappeln (*Populus balsamifera*), der den gut drainierten, nur wenig Torfaufgabe aufweisenden Abfall zum Fluß begleitet.

(AI 5) *Muskegs mit ausgedehnten Hochmooren*, die ihrerseits einen Schwarzfichtenbewuchs aufweisen (extended treed bogs), zeichnen die Gebiete beiderseits des mittleren Kwataboahegan bis zum Onakwahagan, vom unteren Cheepash nördlich des Moose nach SW bis nördlich des Mattagami sowie das Gebiet westlich von Moose und Abitibi bis zum Partridge River aus. Die treed bogs sind echte Sphagnum-Hochmoore, die entweder einerseits in ein Mosaik aus zimmergroßen Schlenken und ca. 0,5 m hohen wellenartigen, trockenen Bulten gegliedert sind, und andererseits überstreut sind mit Inseln aus Schwarzfichten (spruce islands). Die Schlenken sind fast reine Bestände verschiedener Sphagnum-Arten mit wenigen Gräsern und Krautpflanzen. Oft sind sie so wassergetränkt, daß man bis über die Knie einsinkt und die breiten Kufen des Hubschraubers erst 30 bis 40 cm unter Wasser Halt finden. pH-Werte des Wassers von 4,8 bis 4,2 sind normal, 3,6 ist als Extremwert gemessen worden. Die Bultenwälle beginnen an den Rändern häufig mit Isländischem Moos und verschiedenen echten Moosen und weisen zum Zentrum hin mehr und mehr Heidekraut, Preiselbeeren und Blaubeeren auf. Diese Bulten sind als Standorte so trocken, daß man sich hinsetzen kann, ohne naß zu werden. Auf den Bultenwällen stehen häufig auch kleine Schwarzfichten.

Die andere Form des treed bog sind relativ große Sphagnum-Moosflächen, aus denen im Abstand von 50–100 m Inseln aus Schwarzfichtenbeständen als schwache topographische Erhebungen von 10–20 m Durchmesser herausragen. Am Rand dieser Inseln beginnt es wieder mit den Polstern aus Isländischem Moos und Vaccinien; dann folgen kleinere, nach dem

Zentrum zu höhere Fichten (maximale Baumhöhe zwischen 4 und 8 m). Die organogene Auflage übersteigt fast immer 2 m. Zuweilen lassen sich unter den Fichteninseln mehr als 3 m Torf erbohren.

Die Standortbedingungen und die Gründe für die große Ausdehnung solcher treed bogs sind im großen klar; über das „warum gerade dort“ bleibt man häufig im Zweifel. Sicher ist, daß jeder Einfluß von Gewässern mit Nährstoffmineralien ausgeschlossen sein muß, daß die Hochmoore deshalb häufig auch topographisch relativ hoch über einem Vorfluter liegen. Dabei darf aber die relative Erhebung nicht durch mineralische Ablagerungen (z. B. alte Strandwälle) vorbestimmt sein.

(AI 6) *Der Hoch- und Niedermoor-Rand zum Albany-Moose River-Interfluvial Plateau* (bog + fen border) läßt sich am besten im Zusammenhang mit dem prinzipiell ähnlichen Rand vor dem Abfall (escarpment slope) vom höhergelegenen kristallinen Festland (bedrock upland) zur James Bay-Niederung mit ihren dominierenden organogenen Deckschichten erläutern. (In der Karte sind ein Profil A-B und eine Verteilungsskizze eingezeichnet.) Es handelt sich um eine regelhafte Anordnung von Hoch- und Niedermoorstreifen mit einer Breite von mehreren hundert Metern und einer Länge von 1–2 km, wobei die Längsrichtung immer ungefähr senkrecht zu einem höheren Gelände aus mineralischem Material verläuft. Die Niedermoore begleiten als patterned fens mit Beständen aus kleinen Lärchen die Sumpfauen kleiner Bäche und werden von Hochmooren mit kleinen Fichten in den bachfernten Arealen abgelöst.

In dieser Anordnung werden zwei Standorteigentümlichkeiten repräsentiert: erstens der Einfluß des mineralreichen Wassers und zweitens das relativ starke Gefälle vom mineralischen Untergrund zum Tiefland hin, wodurch der Abzug des mineralreichen Wassers auf schmale Drainage-Kanäle konzentriert und das Gelände zwischen ihnen von Mineraleinfluß freigehalten wird⁸⁾.

(AII) Durch ein deutlich verschiedenes Landschaftsgefüge heben sich innerhalb des James Bay-Tieflandes die Plateaus zwischen dem Moose und Harrikanaw River (AII 1) einerseits und zwischen Moose und Albany River (AII 2) andererseits von den bisher beschriebenen Landschaften des Moose River-Beckens ab. Sie werden als „interfluvial plateaus“ klassifiziert und zeichnen sich durch folgende Cha-

⁸⁾ Fig. 6 in PALA a. WEISCHET (1982) zeigt einen Landschaftsausschnitt als Luftbildschrägaufnahme.

rakteristika aus, von denen einige schon in Satelliten- und Luftaufnahmen deutlich werden. Es sind:

- Einbeziehen von offenen Wasserflächen (small lakes and pools) in das Landschaftsgefüge.
- Kleinräumiges Mosaik des Landschaftsgefüges aus Wasserflächen, Hoch- und Niedermooren sowie fossilen Strandwällen, alle in einer Vielzahl unterschiedlicher Ausprägungen.
- Außerdem paust sich, vor allem im Albany-Moose-Interfluvial Plateau, in der Anordnung der Landschaftszellen und des Gewässernetzes der Einfluß der Untergrundstrukturen durch. Die Wasserflächen zeigen in der Vergrößerung der Satellitenaufnahme und in Luftaufnahmen eine allgemeine Anordnung, die aus der Kreuzung von zwei Richtungen resultiert. Die eine ist gebogen und gibt die Struktur des Felsuntergrundes wieder, die andere ist offenbar die N-S-Schürfrichtung des Eises (Kombination von bedrock structures und icecarving effects).

Bei den Aufnahmen im Gelände kommen folgende Charakteristika hinzu:

- An der Oberfläche gibt es viele Hinweise auf Moränenablagerungen in Form von Erratica oder auch Moränenlehm am Rande von kleinen Seen.
- Unter der organogenen Deckschicht von 1,5 bis 2,5 m Dicke gibt es keine marinen Sedimente. Das Liegende besteht aus grauem Moränenlehm, der nur oberflächlich verwaschen ist. Folgerichtig werden die Plateaus auch als Moränenplateaus (*till plateaus*) bezeichnet.
- Die Niedermoore treten häufig in Form von Strukturmooren (patterned fens) auf.
- In Hochmooren sind unter den spruce islands mit ihrem relativ dicken und als Isolierung wirkenden Polster aus Isländischem Moos und Zwergsträuchern unter einer Auftauschicht von ca. 0,5 m noch Eislinien von 40 bis 50 cm Mächtigkeit erhalten. Unter ihnen lagert wieder nichtgefrorener Torf. Die Häufigkeit der Eislinien nimmt von N nach S ab. Es gibt sie aber vereinzelt auch im Moose-Harrikanaw-Interfluvial Plateau.

Die Oberfläche des Moose-Harrikanaw-Interfluvial Plateaus und die östlichen Teile des Moose-Albany-Plateaus liegen unterhalb der 300 Fuß-Niveaulinie. Trotzdem konnte immer nur Moränenmaterial, kein marines Sediment als Liegendes der organogenen Auflage erbohrt werden. Der Grund hierfür ist noch unklar.

(AII 1) Im Moose-Harrikanaw-Till-Plateau ist im Vergleich zum Albany-Plateau der Untergrundeinfluß auf das Gefüge der Landschaftseinheiten nur

gering. Hier dominieren Anordnungen von Wasserflächen, Hoch- und Niedermooren mit radialen Strukturen. Es scheint so, als ob es sich um flache Erhebungen mit Hochmooren handelt, die radial von Niedermooren durchzogen sind, wobei die Niedermoore aus einem Wechsel offener Wasserflächen mit 2–3 m breiten Stegen aus Moorvegetation bestehen, die quer zur allgemeinen Drainagerichtung verlaufen (string fens).

(AII 2) Vom Moose-Albany-Plateau wurde bereits gesagt, daß sein Landschaftsgefüge weitgehend von der Untergrundstruktur mitbestimmt wird. Außerdem gibt es eine Abfolge unterschiedlicher Landschaftsausprägung von den topographisch tiefer gelegenen Zonen nahe der James Bay-Küstenlinie bis zu den höheren Gebieten im Westen und unmittelbar nördlich der big beach ridge bei den Punkten 44 und 46. In der küstennahen Region sind nur kleine, flache Tümpel mit allen Stadien der Verlandung vorhanden⁹⁾. Den flächenmäßig größten Teil des Arealen nehmen offene Niedermoore in Form der string fens ein. Niedrige Tamaracks und wenige kleine Schwarzfichten sind auf Hochmoorinseln oder auf den schmalen Stegen der Niedermoore zu finden. Die organogene Deckschicht ist hier mit 0,5–1 m relativ dünn. Nach W zu nimmt einerseits das Areal der offenen Wasserflächen von Seen und Tümpeln und andererseits das der Hochmoore einen wachsenden Anteil der Oberfläche ein. Der Bestand der Hochmoore mit Fichteninseln und die Fichtengalerien entlang der Flüsse nehmen ebenfalls zu. Die organogene Deckschicht ist normalerweise um 2 m dick. In den Hochmooren sind extreme pH-Werte von 3,6–4 relativ häufig. Die Hochmoore umgeben meistens die Seen. Deren Umrisse sind relativ regelmäßig geformt. Sie machen nicht den Eindruck, als ob es sich um Moränenseen oder Exarationsbecken handelt. Vielmehr sehen sie aus wie nicht verlandete Reste im Hochmoor¹⁰⁾.

(BII) Der Übergang von den Lowlands zum höheren Land mit vom Eis überformten oder von Moränen bzw. fluvioglazialen oder äolischen Ablagerungen bedecktem festen Gesteinsuntergrund ist in seiner

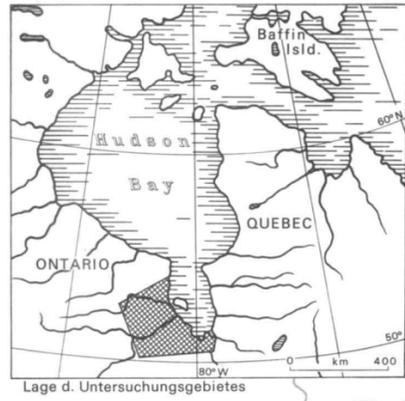
⁹⁾ Fig. 3A in PALA a. WEISCHET (1982).

¹⁰⁾ Zu Hypothesen über die Ursache der Restseen vgl. LEE (1960). Einen entsprechenden Ausschnitt aus dem Upper Till Plateau nördlich der Big Beach Ridge (AII 2c), dem vorgelagerten Hoch- und Niedermoor-Rand am oberen Kwataboahagan (AI 6b) bis zu den Muskegs (AI 4) gibt als Teil einer LANDSAT-Aufnahme Fig. 7 in PALA a. WEISCHET (1982).

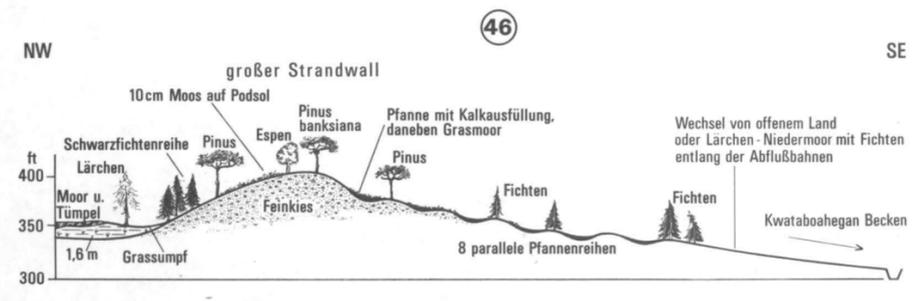
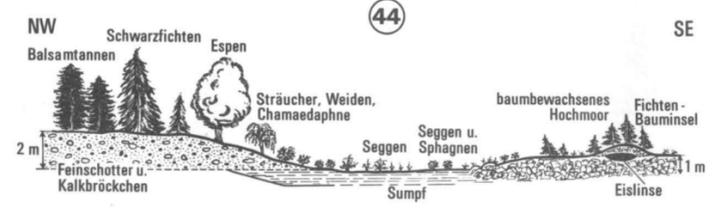
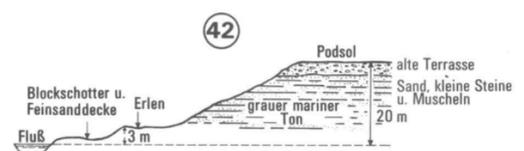
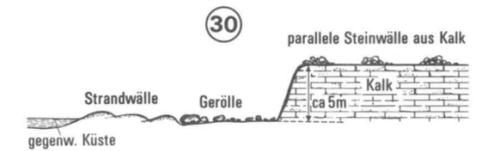
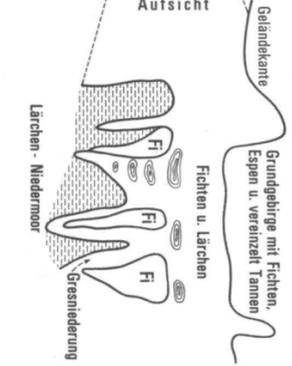
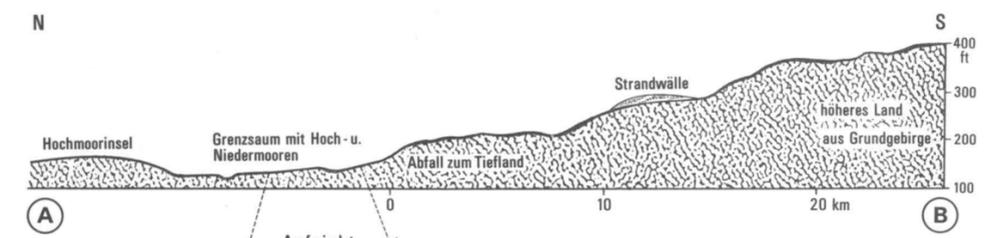
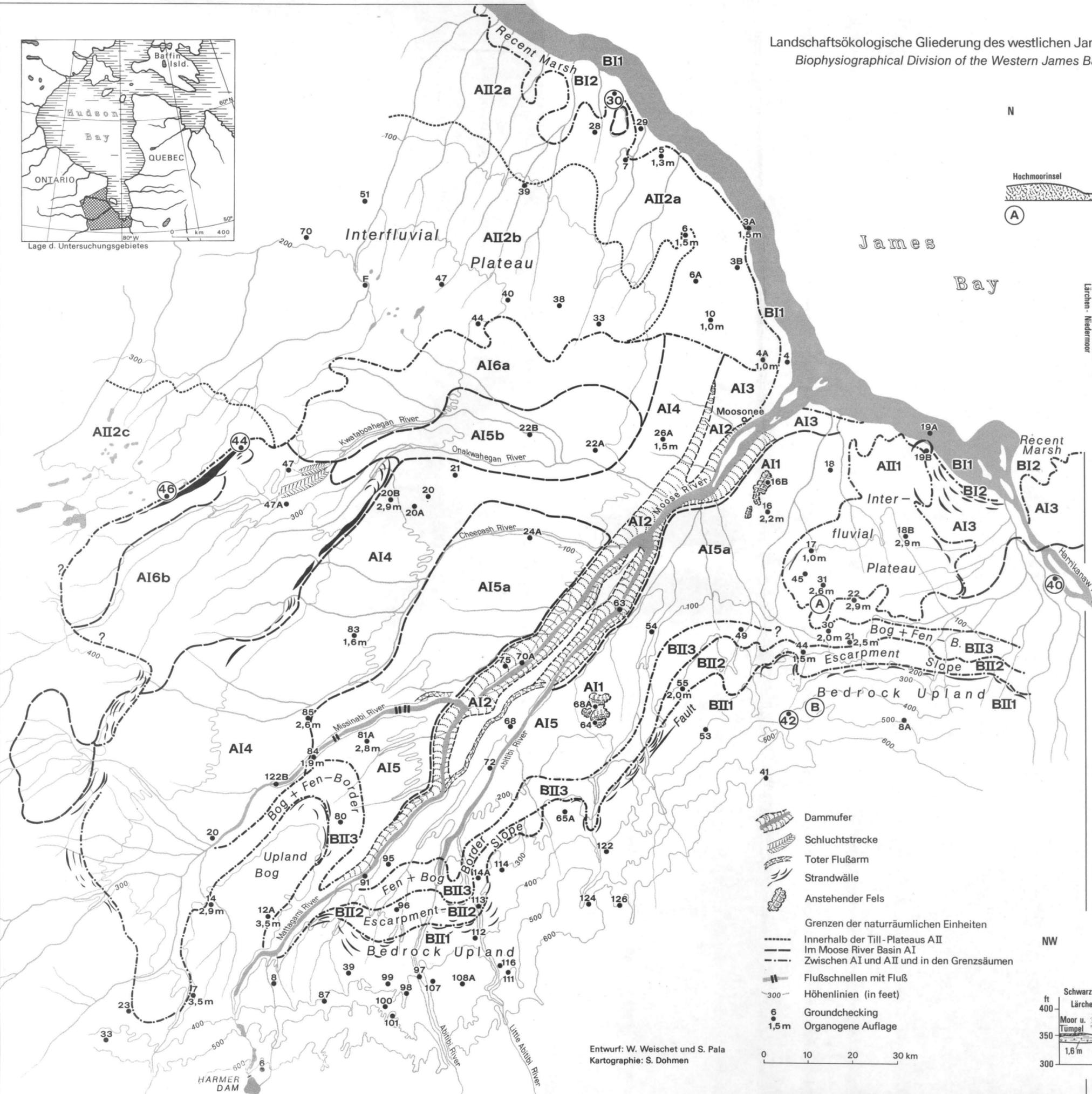
Zonierung in der Karte angegeben. Die noch zum Lowland gehörende Zone des Hoch- und Niedermoorrandgebietes ist auch bereits beschrieben. Das Vegetationsgefüge im Anstieg zum festen Land (escarpment slope) ist sehr kleinräumig differenziert. Das liegt daran, daß die Untergrundbedingungen bezüglich des vorhandenen Materials und der Drainagebedingungen sehr kleinräumig wechseln. Im Vergleich zu den Lowlands vervielfachen sich die möglichen Standortdifferenzierungen auf kleinem Raum. Und da zu den im Tiefland verbreiteten Baumarten noch einige andere mit ihren speziellen Reflektionseigenschaften hinzukommen, wird das Verteilungsmuster des Landschaftsgefüges im Satellitenbild grundsätzlich verschieden von dem in den Lowlands.

Literatur

- COOMBS, D. B.: The physiographic subdivision of the Hudson Bay lowlands south of 60 degrees north. *Geogr. Bull. No. 6. Geographical Branch, Dpt. of Mines and Technical Survey.* 1934.
- ENDLICHER, W. (1982): Der peripher-zentrale Wandel des Ökotopengefüges im Hudson-Bay-Tiefland, analysiert mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden. In: *Die Erde* 113, 1982, 1-20.
- HARE, K. F. a. THOMAS, M. K.: *Climate Canada.* Toronto 1974.
- HOLTMEIER, FR.-K.: Die polare Waldgrenze (forest-tundra-ecotone) in geoökologischer Sicht. In: MÜLLER-WILLE, L. u. SCHROEDER-LANZ, H. (Hrsg.): *Kanada und das Nordpolargebiet. Trierer Geographische Studien, Sonderheft 2,* 1979, 230-246.
- JEGLUM, J. K., BOISSONNEAU, A. N. a. HAAVISTO, V. F.: Toward a wetland classification for Ontario. Great Lakes Forest Research Centre, Canadian Forestry Service, Information Report No. 0-X-215, 1974.
- LEE, H. A.: Late Glacial and Postglacial Hudson Bay Sea Episode. In: *Science* 131, 1960, 1609-1611.
- LENZ, K.: Der boreale Waldgürtel Kanadas. Erschließung und aktuelle Entwicklung. In: *Geogr. Rundschau* 42, 1990, 308-414.
- MARTINI, I. P.: Morphology and sediments of the emergent Ontario coast of James Bay, Canada. In: *Geografiska Annaler* 63 A, 1981, 81-94.
- MARTINI, I. P., COWELL, D. W. a. WICKWARE, G. M.: Geomorphology of southwestern James Bay: a low energy emergent coast. In: McCANN, S. B. (Ed.): *The coastline of Canada. Geol. Surv. Can., Paper No. 80-10,* 1980, 293-301.
- PALA, S. a. BOISSONNEAU, A. N.: Biophysical classification of the Hudson Bay/James Bay lowlands. In: *Proc. Remote Sensing Sympos. Canada-Ontario Joint Forestry Research Committee. Toronto,* 1980, 68-75.
- : Wetland Classification Maps for the Hudson Bay lowland. In: *Le Naturaliste Canadien (Revue d'écologie et de systématique)* 109, 1982, 653-659.
- PALA, S. a. WEISCHET, W.: Towards a physiographic analysis of the Hudson Bay - James Bay lowlands. In: *Le Naturaliste Canadien (Revue d'écologie et de systématique)* 109, 1982, 637-651.
- RILEY, J. L.: The flora and phytogeography of the Hudson Bay lowland. M.Sc. Thesis Dpt. of Botany University of Toronto 1980.
- SJÖRS, H.: Bogs and Fens on Atawapiskat River, North Ontario. In: *Contribution to Botany 1960-61. Natur. Museum of Canada. Bull. No. 186,* Ottawa, 1963, 45-133.
- STANEK, W.: Classification of Muskeg. In: RADFORTH, N. W. a. BRAWNER, C. O. (Eds.): *Muskeg and the Northern Environment in Canada.* Toronto, Buffalo 1977, 31-62.
- TRETER, U.: Die borealen Waldländer. Ein physisch-geographischer Überblick. In: *Geogr. Rundschau* 42, 1990, 372-381.
- WATTS, F. B.: Climate, Vegetation, Soil. In: WASKENTIN, J. (Ed.): *Canada a Geographical Interpretation.* Toronto, London 1968, 78-111.



Landschaftsökologische Gliederung des westlichen James Bay Tieflandes (Nord Ontario)
 Biophysiological Division of the Western James Bay Lowlands (Northern Ontario)



- Dammufer
- Schluchtstrecke
- Toter Flußarm
- Strandwalle
- Anstehender Fels
- Grenzen der naturräumlichen Einheiten
- Innerhalb der Till-Plateaus AII
- Im Moose River Basin AI
- Zwischen AI und AII und in den Grenzsaumen
- Flußschnellen mit Fluß
- Höhenlinien (in feet)
- 6 Groundchecking
- 1,5m Organogene Auflage

Entwurf: W. Weischet und S. Pala
 Kartographie: S. Dohmen

