

TELMA	Band 27	Seite 75 – 90	9 Abb.	Hannover, November 1997
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

# Der Einfluß der Entwicklung eines Hochmoores auf die Ausbildung der Pollenspektren am Beispiel des Nigula-Hochmoores (SW-Estland)

The influence of the bog development on the formation of the pollen spectrum  
on the example from Nigula Bog (SW-Estonia)

TIIU KOFF\*)

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus drei nahe beieinander liegenden Profilen aus dem Hochmoor Nigula im südwestlichen Teil Estlands wurden Torfproben pollenanalytisch untersucht. Aus den so gewonnenen Ergebnissen und ihrer informations-statistischen und Clusteranalyse wurde zusammen mit den Ergebnissen der Radiokarbondatierung versucht, die Vegetation aus der Zeit vor 500 und 1000 Jahren zu rekonstruieren. Das Hauptziel dieser Untersuchung war, den Einfluß der Moorentwicklung und Moorausdehnung auf das Pollenspektrum zu erforschen.

## SUMMARY

Three peat cores situated closely to each other in the Nigula Bog SW-Estonia were palynologically analysed. Based on these data and their informational-statistical and clusteranalyses together with radiocarbon data the reconstructions of vegetation were made for different timespans: 500 and 1000 years ago. Main aim of this investigation was to see the influence of the expansion and the development of the peat bog on the formation of the pollenspectra.

---

+) Anschrift der Verfasserin: T.KOFF, Senior-Researcher, Institut für Ökologie, Kevade 2, EE001 Tallinn, Estonia

## 1. EINFÜHRUNG

Estland gehört zu einer Region in Europa, in der man noch fast unzerstörte Hochmoore finden kann. 22% der Gesamtfläche Estlands ( 47 100 km<sup>2</sup>) sind mit Mooren bedeckt. 174 262 ha (ILOMETS et al. 1995) sind unter Schutz gestellt. Trotz Torfabbau und landwirtschaftlicher Nutzung gibt es in Estland noch reichlich Moore mit intensivem Torfzuwachs. Der Torf als ein wichtiger regenerierender Naturschatz ist von vielfältigem Interesse für die Wissenschaft. Die Torfhorizonte sind wie Archive der Natur, in denen Informationen über die Veränderungen in der Landschaft gespeichert sind. Mit Hilfe der im Torf konservierten Pollen hat man die Entwicklung der Wälder im Postglazial sowie die von menschlicher Tätigkeit bedingten Veränderungen in der Pflanzendecke rekonstruiert.

In den Forschungsarbeiten der letzten Zeit hat besonders der obere Teil der Torfschichten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Weil das Hochmoor hauptsächlich atmosphärisch ernährt wird und nicht vom Grund- oder Bodenwasser beeinflusst ist, hat man die zeitliche Verteilung der Schwermetalle in den Torfschichten untersucht und diese mit Forschungsergebnissen bezüglich der Umweltverschmutzung (GÖRRES et al. 1995, MÜLLER & LAMERSDORF 1995) verglichen. Bei der Ausführung derart detaillierter Untersuchungen spielt eine präzise Zeitskala zum Vergleich der Schichten eine wesentliche Rolle. In solchen Forschungsarbeiten werden bei der Zusammenstellung der Altersskala oft die Pollendiagramme benutzt. Sie gründen sich auf Zunahme- und Abnahme-Korrelationen des Pollengehaltes einzelner Arten in verschiedenen Torfprofilen (MÜLLER & LAMERSDORF 1995). Man kann das auch aufgrund des Vorkommens eines bestimmten (meist mit menschlicher Tätigkeit verbundenen) Indikatorartaxons der Pollen (TALLIS & LIVETT 1994) tun, das als zeitlich synchron betrachtet wird. In Estland, wo die Besiedlung in der Nähe von Mooren und Wäldern verhältnismäßig dünn ist, kann man in der Regel die Ablagerungen der mit menschlicher Tätigkeit verbundenen Pollenindikatorartaxa zeitlich nicht so gut korrelieren. Auch ist zu beachten, daß die Gestaltung des Pollenspektrums, d.h. des Art- und Mengenbestandes in einer Probe, von vielen Faktoren wie z.B. der Größe des Untersuchungsobjekts oder dessen Entfernung von der Waldgrenze (JACOBSON & BRADSHAW 1981) abhängt. Während des Holozäns konnten wesentliche Veränderungen in der Vegetation vorkommen, wenn das Moor genügend mächtig war und sich zum großen Hochmoorgebiet ausweitete. Das hat Folgen für die Gestaltung der Pollenspektren (KOFF 1994).

Bei der Durchführung von Untersuchungen der Moorablagerungen in einer Detailskala muß man auch mit den Torfbildungsprozessen, die unter dem Einfluß verschiedenartiger Variablen ablaufen, rechnen. Auf dem Makroniveau bezogen, handelt es sich um äußere globale und regionale Einflüsse wie z.B. Temperatur, Niederschlagsregime, atmosphärische Pollution.

Auf dem Mesoniveau sind es von der eigenen Hochmoorentwicklung bedingte Veränderungen wie die Ausdehnung des Hochmoores oder umgekehrt. Auf dem Mikroniveau handelt es sich um die Entwicklung der Bulten-Schlenken-Komplexe und um Unterschiede im Zersetzungsgrad des Torfes.

Man kann verschiedene und kostspielige Analysen der Torfprofile, aus denen die Proben beständig nach kurzen Zeitintervallen genommen sind, vornehmen. Doch wenn man nicht auf verschiedenen Niveaus befindliche Variablen in Betracht zieht, kann man aus solchen Analysedaten leicht fehlerhafte Schlußfolgerungen ziehen. Es ist wesentlich, möglichst genau die Stelle jeder Probeschicht in Raum und Zeit zu wissen. Man muß feststellen, wie lange die Schichtbildung dauerte, ob man es mit Bulten oder Schlenken zu tun hatte, wie weit der Waldrand entfernt lag und ob sich die Landschaft veränderte.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war, die Wirkung der Hochmoorentwicklung auf die Pollenspektrumgestaltung zu erklären. Von der Hochmoorentwicklung wurden die Folgen der Ausdehnung des Moores mit zunehmendem Wachstum und die möglichen Veränderungen, so auch die Veränderungen in den Bult-Schlenken-Komplexen, in Betracht gezogen. Zur Klärung dieser Fragen wurden drei in der Nähe liegende Profile im Nigula-Hochmoor in Südwest-Estland untersucht.

## 2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Nigula-Hochmoor mit einer Fläche von 2 342 ha (VALK 1988) wurde 1957 unter Staatsschutz genommen, um dieses Gebiet in seiner vielfältigen Natur zu bewahren. Die Abgrenzung des Schutzgebietes wurde so gewählt, daß weitere Untersuchungen zur Moorentwicklung und zur Torfbildung möglich waren.

Das Nigula-Hochmoor liegt in einem Kleindrumlingegebiet, und dieses bestimmt den Charakter des Reliefs und der umgebenden Landschaft. Ein sich in nord-südlicher Richtung erstreckender und größtenteils überwachsener Drumlin (Abb. 1), von dem heute nur noch einzelne Mineralbodeninseln zu sehen sind, teilt das Hochmoor in zwei Teile, ein schmales, höheres Westgebiet und ein breites, flacheres Ostgebiet, an dessen Rande der größere Nigula-See liegt (Abb. 2). Die Mineralbodeninseln sind eine Besonderheit im Nigula-Hochmoor und ermöglichen eine nieder-moorartige Vegetation an ihren Rändern. Auf der größeren, 1400 m langen und 300 m breiten Mineralbodeninsel Nr. 4 (Abb. 2) wächst ein artenreicher Laubmischwald (Abb. 3). Die frühere Insel Nr. 2 ist schon vollkommen unter dem Torf begraben. Auf dem eigentlichen Hochmoor wächst die für westestnische Moore typische Vegetation (Abb. 4). An den Moorrändern kann man stellenweise schmale Zonen einer Übergangsmoorpflanzendecke finden.

Die Entwicklung des Nigula-Hochmoores ist ziemlich gut untersucht worden (PIRRUS 1963, ILOMETS 1988). Dorthin haben auch deutsche Moorforscher (STAMER 1995) und Teilnehmer der



Abb. 1: Nigula-Hochmoor. Im mittleren Teil der Mineralbodeninsel Nr. 4 überwächst das Hochmoor den schilfreichen Erlenbruchwald und läßt die Bäume absterben (Foto R. STAMER)

Nigula Bog. In the middle of the mineralsoil-isle nr.4 the bog is overgrowing the Phragmites-Alnus glutinosa-forest. The trees are dying (Foto: R. STAMER)

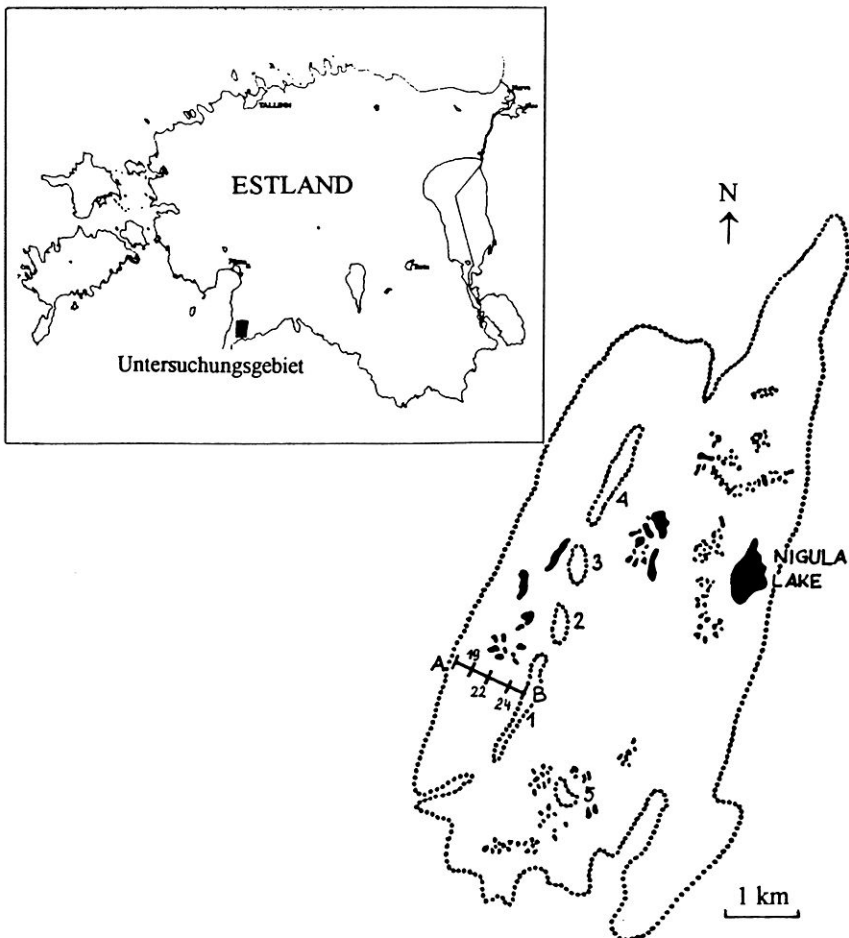


Abb. 2: Lageplan des Untersuchungsgebietes und Übersichtskarte vom Nigula-Moor mit dem Profil-Querschnitt A-B

Location map of the study area and scheme of the Nigula Bog and studied profile A-B



Abb. 3: Nigula-Hochmoor. Blick zur Drumlinreihe. Im Vordergrund Bulten-Schlenken-Komplexe. Im Hintergrund die Mineralbodeninsel Nr. 4 mit natürlichem Laubwald (Foto: R.STAMER)

Nigula Bog. A view to the row of drumlins. In the foreground hummock-hollow-komplexes. In the background the mineralsoil-isle nr.4 with natural deciduous forest (Foto: R.STAMER)

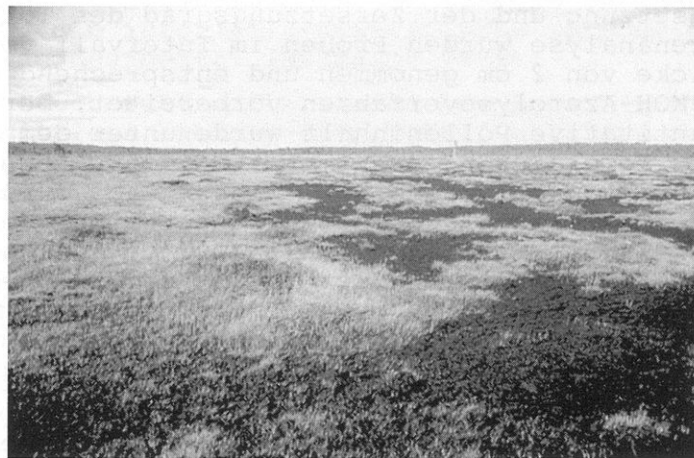


Abb. 4: Nigula-Hochmoor. Rhynchospora alba-reiche Vegetation mit offenen Torfflächen (Foto: R.STAMER)

Nigula Bog. Rhynchospora alba-rich vegetation with open peat surface (Foto: R.STAMER)

Internationalen Konferenz "Torfindustrie und Umwelt" (BECKER-PLATEN 1996) den Weg gefunden. Die Angaben aus Pollendiagrammen des Nigula-Hochmoores hat man für die paläoklimatischen Rekonstruktionen verwendet (KOFF et al. 1983, KLIMANOV et al. 1986). Die Untersuchungsergebnisse beweisen, daß vor 10 000 Jahren im Präboreal, im damaligen See die Sedimentation einer Mudde einsetzte. Der Verlandungsprozess hat an der Westseite angefangen und war am Ende des Boreals abgeschlossen. Die Entwicklung eines Übergangsmoores zum Hochmoor begann im Subboreal, also vor ca. 4 500 Jahren. Während der letzten 2 500 Jahre folgte die horizontale Ausdehnung des Hochmoores, vorwiegend in westlicher Richtung

In den vorliegenden Untersuchungen hat man vor allem den Veränderungen der letzten 1000 Jahre Aufmerksamkeit geschenkt. Der in diesem Zeitabschnitt entstandene Ablagerungskomplex hat in allen Profilen einen ziemlich homogenen Sphagnumtorfbestand und ist durch relativ schnellen und ununterbrochenen Zuwachs gekennzeichnet.

### 3. MATERIAL UND METHODEN

#### 3.1. Feldarbeiten und Pollenanalyse

Um die Forschungsziele zu erreichen, wurden drei Torfkerne mit Hilfe eines russischen Kammerbohrers gezogen. Das Profil N-19 liegt am nächsten (ca. 100 m) zum Hochmoorwestrand. N-22 befindet sich in der Mitte und N-24 in der Nähe zur Mineralbodeninsel (ca. 150 m, siehe Profilquerschnitt A-B in Abb. 2). Aus allen Torfkernen wurden Proben für die Pollenanalyse und den Radiokarbondatentest genommen. Im Feld wurden von M. ILOMETS die Zusammensetzung und der Zersetzungsgrad des Torfes bestimmt. Für die Pollenanalyse wurden Proben im Intervall von 10 cm mit einer Dicke von 2 cm genommen und entsprechend dem traditionellen KOH-Azetolyseverfahren vorbereitet. Der qualitative und quantitative Polleninhalte wurde unter dem Mikroskop mit 400facher Vergrößerung bestimmt. In jeder Probe hat man mindestens 250 Baumpollen gezählt. Diese Zahl wurde auch als Basis für die Berechnung des Pollenprozentages genommen. Um die Pollendiagramme zu korrelieren, wurde das Datenverarbeitungsprogramm CONISS aus dem TILIA-Programm benutzt.

#### 3.2 Datierung des Profils

Im Botanischen und Zoologischen Institut wurde mit Hilfe des Radiokarbondatentests das Alter der Proben bestimmt. Zum Korrigieren des Alters ist das Programm Cal-15 Groeningen, Version vom Jahre 1993, verwendet worden. Bei jeder Radiokarbondatierung wurden minimal-maximal kalibrierte Alter in die Liste eingetragen (Tab. 1).

Aus den Ergebnissen wird klar, daß es schwierig ist, und zwar wegen der Korrekturen, das Alter einer konkreten Torfschicht genau festzulegen.

Der Abstand zwischen dem maximal-minimal korrigierten Alter kann 200-300 Jahre sein (Tab. 1). Außerdem muß man beim

Tab. 1: Verwendete Radiokarbondatierungen mit Alterskorrekturen  
Used radiocarbon dates with dendrocorrections

Bohrpunkt	Tiefe in cm	Labor- Nr.	Alter BP	Mindest- alter(AD)	Maximal- alter(AD)
<b>Nigula - 19</b>	92-97	TA-1150	280±60	1499	1950
	97-102	TA-1158	300±60	1494	1662
	180-190	TA-1151	420±60	1433	1662
	204-214	TA-1152	940±60	1027	1181
<b>Nigula - 22</b>	130-140	TA-1116	500±60	1303	1621
	236-246	TA-1115	1820±60	75	381
<b>Nigula - 24</b>	71-76	TA-1197	360±60	1440	1634
	163-168	TA-1198	870±60	1029	1278

Interpolieren des  $^{14}\text{C}$ -Alters auch den Zersetzungsgrad des Torfes berücksichtigen (Abb. 5). So ist z.B. die Zersetzung der drei oberen Proben des Profils N-19 8-10% die Zersetzung der Probe aus der Tiefe 204-214 cm aber 40% (TJUREMNOV et al. 1977).

Als eine Möglichkeit für die genauere Korrelierung der Ablagerungen und die Entdeckung der synchronen Veränderungen hat V.KLIMANOV die informativ-statistische Methode der Pollenanalysedaten ausgearbeitet (KLIMANOV 1976).

Diese Methode beruht auf klimatischen Daten (mittlere Juli-Temperatur, mittlere Februar-Temperatur, mittlere Jahrestemperatur und -niederschläge) und den entsprechenden gegenwärtigen Pollenspektren aus verschiedenen biogeographischen Regionen. Nach der statistischen Bearbeitung der Daten ist es dann möglich, die ungefähren Temperaturen und Niederschlagsmengen festzustellen, die in der Umgebung der untersuchten Profile während der Formierung der einzelnen Pollenspektren herrschten. So bekommt man für die untersuchten Profile z.B. eine oszillierende Temperaturkurve mit Erwärmungen und Abkühlungen.

Der Vorzug diese Methode ist, daß man durch statistische Bearbeitung der Angaben eine einzige Kurve erhält, die die integrierten Veränderungen des Diagramms kennzeichnet. Damit sind mehrere verschiedene Taxa der Pollengehaltskurven, die bei allem noch durch Prozentwerte voneinander abhängig sind, ersetzt.

Die Korrelation der Profile vom Nigula-Hochmoor wurde auf der Basis der mittleren Juli-Temperaturkurven durchgeführt. Die aus den Pollenanalysen des Nigula-Hochmoors gewonnenen Ergebnisse zeigen, daß die Temperaturkurven der drei Profile eine sehr ähnliche Morphologie haben (KLIMANOV et al. 1986).

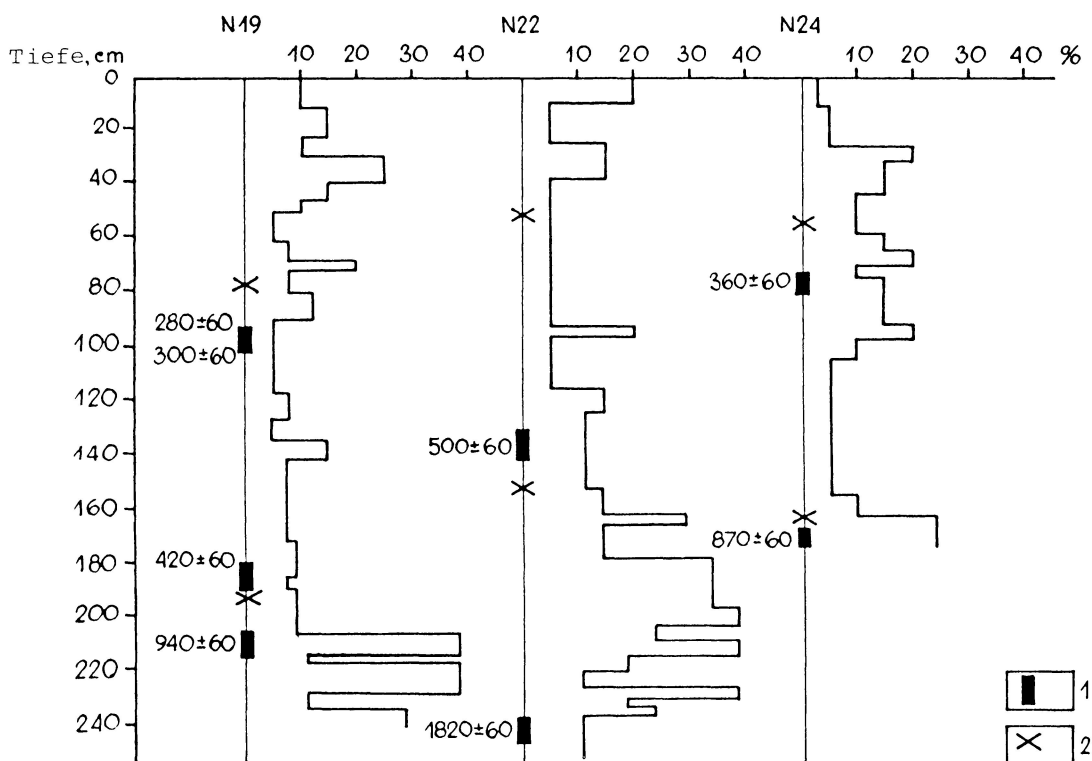


Abb. 5: Zersetzungsprozente der Torfe in den Profilen in N-19, N-22 und N-24. 1 -  $^{14}\text{C}$ -Datierungen; 2 - paläoklimatisch synchrone Schichten im Torf nach KLIMANOV et al. (1986)

Degree of humification in cores N-19, N-22 and N-24. 1 -  $^{14}\text{C}$ -datings; 2 - synchronous layers of palaeoclimatic reconstructions after KLIMANOV et al. (1986)

Die Extrema der Erwärmungen (Abb. 5) wurden als Vergleichsbasis zwischen den drei Profilen benutzt. Weiterhin konnte man in der Tiefenskala diesen Erwärmungen entsprechende Datierungen benutzen, und auch die anderen Maxima der Erwärmung und Minima der Abkühlung korrelieren.

Aufgrund der korrigierten Altersmaxima der  $^{14}\text{C}$ -Datierung und der Daten aus der informativ-statistischen Analyse wurde das Alter einer jeden Pollenprobenschicht festgestellt (Abb. 6, 7, 8).

#### 4. ERGEBNISSE

##### 4.1 Verteilung der Pollen

Schon aus der informativ-statistischen Analyse (KLIMANOV et al. 1986) wurde klar, daß in allen Profilen gewisse synchrone Veränderungen als Folge von Klimaschwankungen zu beobachten sind. So zeigen sich beim vorläufigen Vergleich nach der Clusteranalyse zwei größere Cluster (Abb. 6, 7, 8), deren Altersgrenzen in den verschiedenen Profilen synchron sind; sie spiegeln deshalb die allgemeine, auf Regional- oder Makroniveau stattgefundene Veränderung wider. In allen drei Profilen zeigt sich eine derartige Veränderung vor 450-550 Jahren.



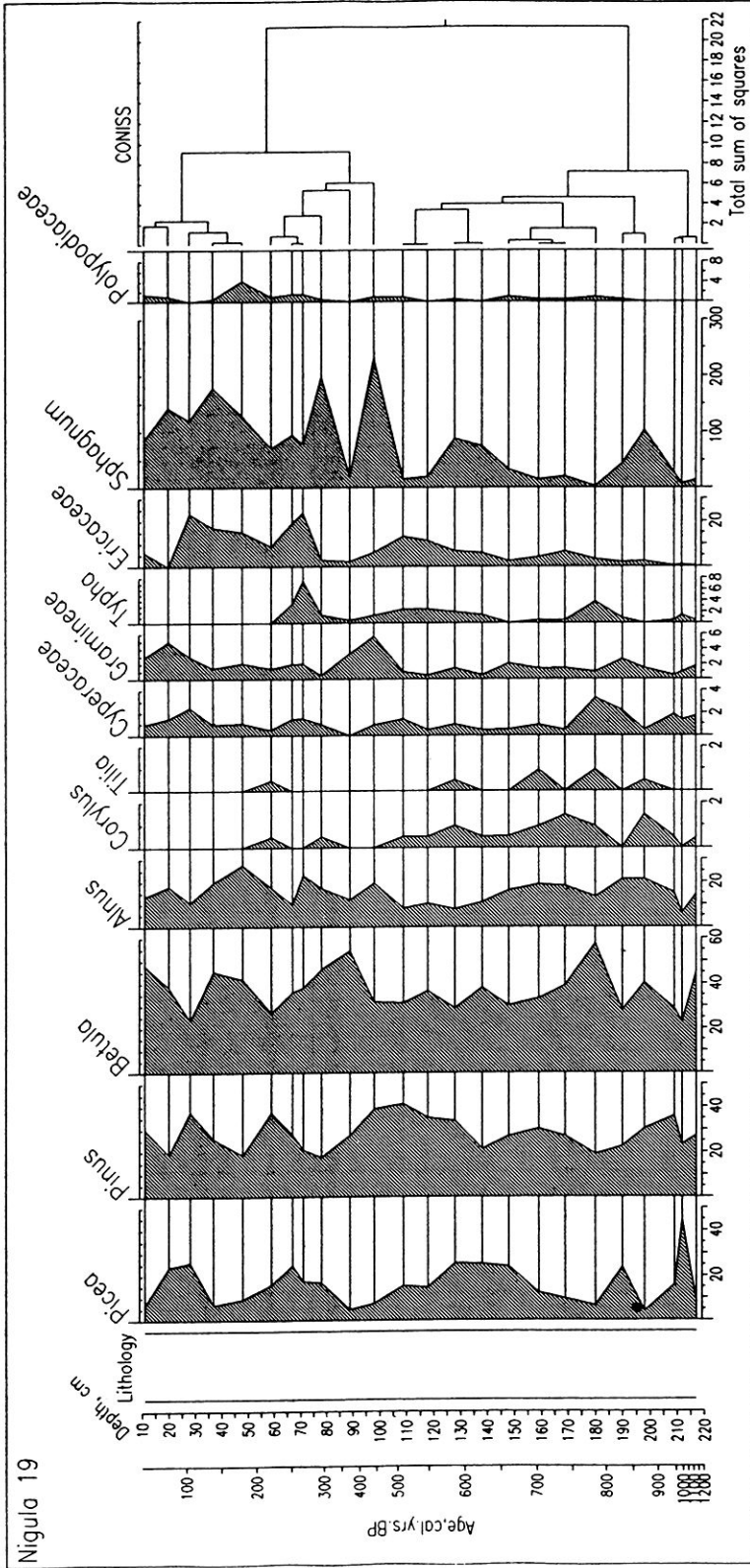


Abb. 6: Pollendiagramm des Profils N-19 aus dem Nigula-Moor  
Pollendiagram of the peat core N-19 from the Nigula Bog

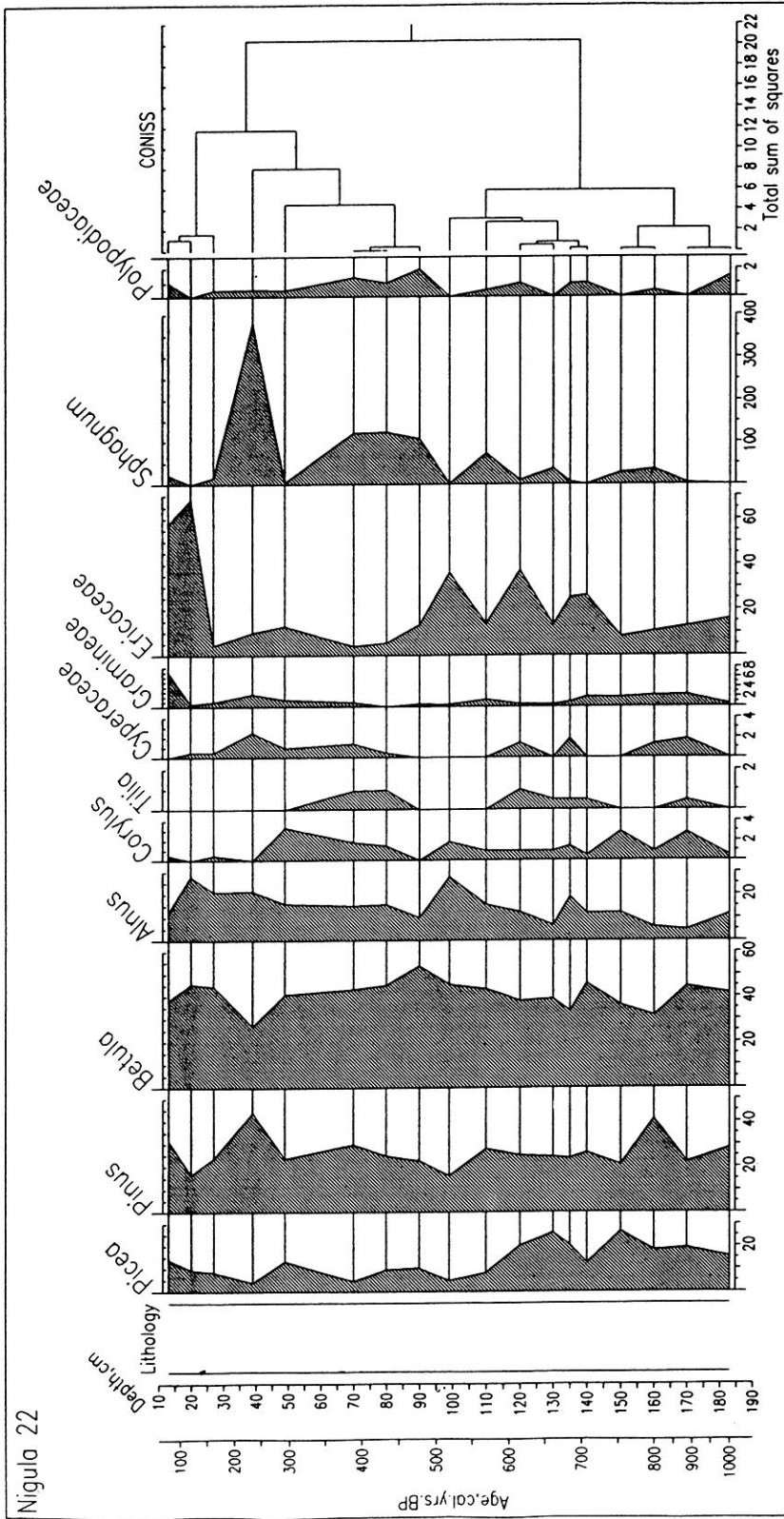


Abb. 7: Pollendiagramm des Profils N-22 aus dem Nigula-Moor  
 Pollendiagram of the peat core N-22 from the Nigula Bog

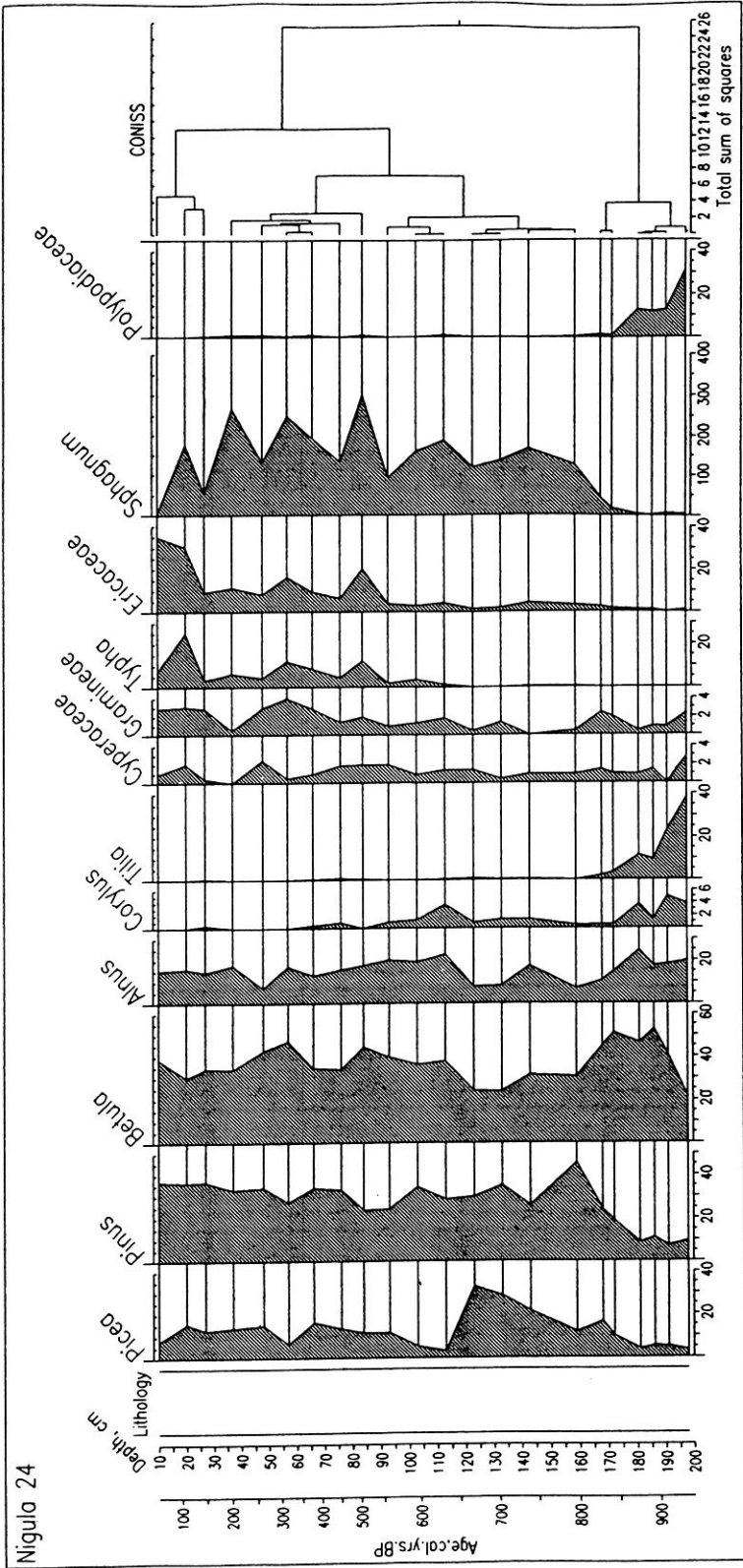


Abb. 8: Pollendiagramm des Profils N-24 aus dem Nigula-Moor  
Pollendiagram of the peat core N-24 from the Nigula Bog

Andererseits finden sich Cluster, deren Pollengehalte in den drei Profilen unterschiedlich sind. Im Profil N-19 (Abb. 6) kennzeichnet z.B. der große *Picea*-Pollengehalt den untersten Cluster, der den vor 1000-1200 Jahren gebildeten Torfschichten entspricht, im Profil N-24 (Abb. 8) aber der maximale *Tilia*-, *Betula*- und *Corylus*-Pollengehalt. Im Profil N-22 (Abb. 7) sind derartige Veränderungen in Pollengehalt nicht vorhanden.

Bei den vor 900 Jahren gebildeten Torfschichten ist in dem Pollendiagramm von Profil N-24 (Abb. 8) das beinahe völlige Verschwinden der *Tilia*-Pollen auffallend. Gleichzeitig ist die starke Zunahme von *Sphagnum*-Sporen und von *Pinus*-Pollen erkennbar. Im Profil N-19 (Abb. 6) bleibt im selben Zeitraum der *Pinus*-Anteil völlig gleich, aber die große Variabilität des *Pinus*-*Alnus*-Gehalts ist auffällig.

Das Diagramm vom Profil N-22 (Abb. 7) ist bedeutend homogener, und derartige große Unterschiede sind nicht zu bemerken. Große Schwankungen sind nur im Gehalt von *Ericaceae*-Pollen und *Sphagnum*-Sporen zu beobachten.

Die vor 550-150 Jahren gebildeten Schichten sind in allen Profilen durch eine Zunahme von *Betula*-Pollen und dem vollkommenen Fehlen von *Tilia*-Pollen gekennzeichnet. Die Pollenspektren der letzten hundert Jahre sind ebenfalls ähnlich und durch die Zunahme der *Betula*- und *Pinus*-Pollen gekennzeichnet.

Alle diese Unterschiede in den Pollenspektren zwischen den einzelnen Profilen kann man höchstwahrscheinlich mit den durch das Moorwachstum bedingten Veränderungen, in erster Linie mit der lateralen Entwicklung des Hochmoores, in Zusammenhang bringen.

#### 4.2 Entwicklung des Mikroreliefs

Um die Veränderungen auf dem Mikroniveau (in der Mikroreliefentwicklung) zu untersuchen, wurde zunächst der Gehalt von Kräuterpollen und Sporen analysiert. Von diesen Veränderungen zeugt auch der Wandel im Zersetzungsgrad des Torfes. In allen Profilen ist in dem vor 900-1 000 Jahren gebildeten Torf ein stark zersetzter *Sphagnum*-Torf erkennbar (Abb. 6). Dann folgt im Profil N-24 ein intensiver Torfzuwachs, den die große Menge der *Sphagnum*-Sporen in den Proben und der niedrige Zersetzungsgrad bezeugen.

Im Profil N-22 nimmt im vor 750-450 Jahren gebildeten Torf der *Ericaceae*-Pollen zu (Abb. 7); um 650 erfolgt eine Abnahme des Polleninhalts, nach weiteren 50 Jahren wieder eine Zunahme, um 570 eine erneute Abnahme, schließlich um 520 eine letzte Zunahme. Genau im Gegensatz dazu verringern und vermehren sich die *Sphagnum*-Sporen. Diese Veränderung könnte man als einen Wechsel von Bulten und Schlenken ansehen.

Im Profil N-24 kann aufgrund des Vorkommens der *Typha*-Pollen angenommen werden, daß sich vor ungefähr 500 Jahren eine umfangreiche Zone des Übergangsmoores in der Nähe ausbreitete. Parallel zur *Typha*-Entwicklung wuchsen Torfmoose und *Ericaceen* auf.

Im Profil N-22 liegt der Maximalgehalt von *Sphagnum*-Sporen in der Zeit von vor 150-200 Jahren. Die verringerte Menge der *Ericaceae*-Pollen führt zu der Deutung, daß man es mit der Schlenken-Phase zu tun hat, da das Vorkommen der Heidekrautartigen in erster Linie für die Bult-Zönosen kennzeichnend ist. In den Profilen N-19 und N-24 findet man derartige Unterschiede von *Ericaceae*-Pollen und *Sphagnum*-Sporen nicht.

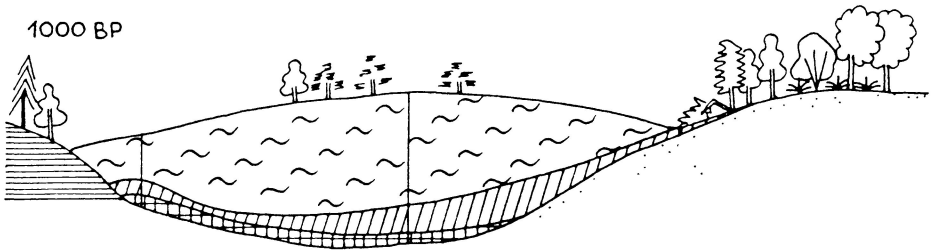
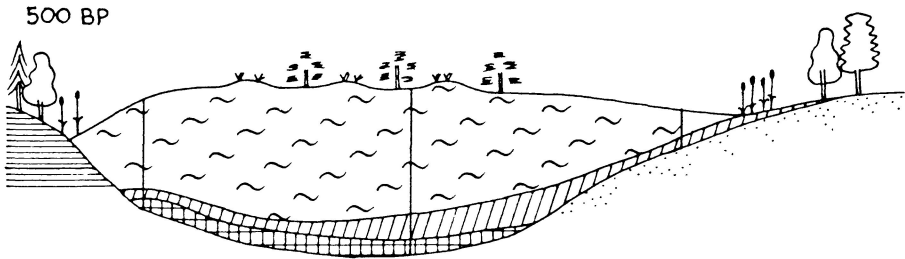
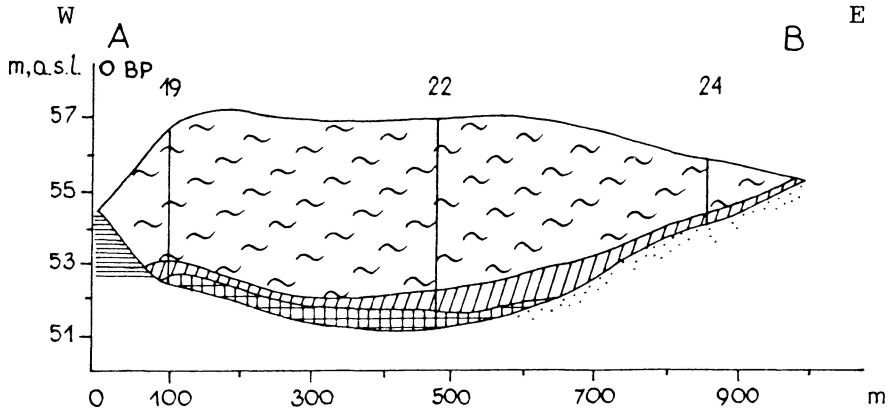
Aus den Untersuchungsergebnissen kann auf die Pflanzendeckentwicklung, die Umwandlung der Pflanzendecke vom Übergangsmoor in ein Hochmoor mit Bulten und Schlenken geschlossen werden. Aufgrund des Pollenprozentgehalts ist eine zuverlässige Abschätzung nicht möglich. Informativer könnten hierbei die Werte des Polleneintrags (pollen influx) oder der Pollenkonzentration sein. Derartige Untersuchungen sind in Zukunft beabsichtigt.

#### 4.3 Entwicklungsgeschichte des Westteils des Nigula-Hochmoores

Die Auswertung aller Daten erlaubt, die Entwicklungsgeschichte des Westteils des Nigula-Hochmoores in den Zeitabschnitten vor 1000 und 500 Jahren zu rekonstruieren (Abb. 9).

Vor 1 000 Jahren war die Torfbildung in allen Profilen durch einen hohen Zersetzungsgrad gekennzeichnet. Nach den Daten der informativ-statistischen Analyse kann die Ursache auf die Steigerung der Temperatur und Verringerung der Niederschläge zurückgeführt werden. Damals lag die Waldgrenze in westlicher Richtung um 50 m näher zu dem Profil N-19 als heute. Man kann annehmen, daß der westlich des Hochmoores auf dem Mineralboden wachsende Wald ähnlich dem gegenwärtigen war, d.h. überwiegend Fichtenwald, in dem auch Birke und Kiefer wuchsen. An der Ostseite lag die Waldgrenze dem Profil N-24 auch näher als heute. Im sich auf der Mineralbodeninsel ausbreitenden Wald wuchsen überwiegend Linde, im Unterwuchs Hasel, Birke und Farne. Wahrscheinlich war das eine ähnliche Zönose wie sie sich heute auf der Mineralbodeninsel Nr. 1 findet (Abb. 1). Die Oberfläche des Hochmoores war damals beträchtlich aufgewölbt und in der Mitte mit Moorkiefer und Birke bewachsen (Abb. 9).

Vor 500 Jahren wurde nach einer Abkühlung des Klimas der Laubwald auf der Mineralbodeninsel durch ein Birke-Weiden-Gebüsch ersetzt, und das Moor dehnte sich aus (Abb. 9). Das Torflager hat im Laufe von 500 Jahren im Profil N-19 110 cm, im Profil N-22 70 cm und im Profil N-24 105 cm an Mächtigkeit gewonnen. Also war der Torfzuwachs im Randgebiet des Moores schneller als in der Mitte, und so breitete sich das Moor auch seitlich aus. Die östliche Mineralbodeninsel war in der Nähe des Profils N-24 von einem Übergangsmoor umgeben, in dem Rohrkolben wuchsen. In der Mitte des Hochmoores, in der Nähe vom Profil N-22, breitete sich wahrscheinlich ein Bulten-Schlenken-Komplex aus, in dem auch die Moorkiefer wuchs. Nach ungefähr 100 Jahren erfolgte ein Wechsel der Bulten zu Schlenken. In den Pollenspektren vom Profil N-19 nimmt der Anteil der Fichte ab.

















- |   |   |  |  |  |  |   |
|---|---|--|--|--|--|---|
|  1 |  2 |  3  |  4  |  5  |  6  |  7  |
|  8 |  9 |  10 |  11 |  12 |  13 |  14 |

Abb. 9: Schema der Entwicklung des westlichen Teils des Nigula-Moores vor 1 000 und 500 Jahren und ein Querprofil des heutigen Moores. 1 - Ton; 2 - Sand; 3 - Niedermoortorf; 4 - Gyttja; 5 - *Sphagnum*-Torf; 6 - *Alnus*; 7 - *Betula*; 8 - *Corylus*; 9 - *Tilia*; 10 - *Picea*; 11 - *Pinus*; 12 - Polypodiaceae; 13 - *Typha*; 14 - *Calluna*

Scheme of the bog development in the western part of the Nigula Bog for timespans of 1 000, 500 years ago and the present. 1 - clay; 2 - sand; 3 - fen peat; 4 - gyttja; 5 - *Sphagnum*-peat; 6 - *Alnus*; 7 - *Betula*; 8 - *Corylus*; 9 - *Tilia*; 10 - *Picea*; 11 - *Pinus*; 12 - Polypodiaceae; 13 - *Typha*; 14 - *Calluna*

Das Wachsen und die Ausdehnung des Moores bedingten eine Veränderung im Wasserhaushalt. Vor allem die Anhebung des Wasser-niveaus hat die Fichte verdrängt und die ehemalige Waldzönose durch ein Birken-Übergangsmoor ersetzt.

Im Querprofil der jetzigen untersuchten Hochmoorfläche ist der Unterschied zwischen den Moorhängen auffallend (Abb. 9). Die Bildung des wesentlich steileren Hochmoorrandes am Westrand ist nach LOOPMANN (1966) mit der Morphologie der Mulde und der lithologischen Zusammensetzung des Mineralbodens erklärbar. Der Untergrund im Westen ist lehmig, die Versumpfung war behindert, weil das Wasser schnell abfloß und sich kein beständiger Feuchtigkeitsüberschuß bilden konnte. Damit wurde auch die Lateralverbreitung der Torfmoose behindert, und so gab es grundsätzlich nur vertikalen Torfzuwachs. Anders war die Lage auf den Mineralbodeninseln, in denen der Untergrund aus Sand besteht. Hier fällt der Moorhang leicht ab, die Versumpfung des Mineralbodens verlief schnell und das Torflager dehnte sich aus. Gegenwärtig liegen in der Mitte des Hochmoores kahle Moorteiche.

## 6. AUSBLICK

Aufgrund der lithologischen und Pollenanalyse-Daten, die aus drei beieinander liegenden Torfprofilen stammen, und auf der Basis informativ-statistischer, von Cluster- und Radiokarbon-datierungen wurde in den Pollendiagrammen festgestellt, wie sich die auf verschiedenem Niveau angesiedelten Einflüsse widerspiegeln. Dazu wurden die Veränderungen in der Einheits-skala analysiert und die Auswirkungen auf Meso- und Mikrorelief des Hochmoores in den Intervallen Gegenwart, vor 500 Jahren und vor 1 000 Jahren aufgezeigt.

Mit gewissen Einschränkungen erlauben die gewonnenen Ergebnisse Einflüsse des Klimas, das vor 1 000 und 500 Jahren verschieden war, im Makroniveau zu erkennen; eine allgemeine Tendenz zur Kühlung ist festzustellen. Im Mesoniveau hatte die vertikale und horizontale Entwicklung des Hochmoores größeren Einfluß auf die Verteilung der Pollentypen in den Pollenspektren. Diese Faktoren bestimmten auch die Veränderungen in den Anteilen der einzelnen Pollentaxa im Spektrum. Das Abwechseln des *Sphagnum*-Sporen- und des Pollengehalts der *Ericaceae* ermöglicht im Mikrorelief die Dynamik, besonders des Bulten-Schlenken-Komplexes, zu rekonstruieren.

## Danksagung

Herrn RUDOLF STAMER danke ich für die hilfreichen Anregungen. Die Arbeit wurde unterstützt durch den Grant 2873 der Estnischen Wissenschaftlichen Stiftung.

## 7. LITERATUR

BECKER-PLATEN, J.D. (1996): Bericht über die Tagung "Torfindustrie und Umwelt" in Pärnu, Estland, vom 12.-15.9.1995.- Telma 26: 247-253; Hannover.

- GÖRRES, M., FRENZEL, B. & KEMPTER, H. (1995): Das Hochmoor als Archiv - Der Elementgehalt des Torfes spiegelt die Luftverschmutzung im Mittelalter und in der Römerzeit.- *Telma* 25: 129-142; Hannover.
- ILOMETS, M. (1988): Vertical distribution and spatial pattern of Sphagnum-communities in two Estonian treeless bogs.- In: (ZOBEL, M.): Dynamics and ecology of wetlands and lakes in Estonia: 24-39; Tallinn (Acad.Sci.).
- ILOMETS, M., ANIMÄGI, J. & KALLAS, R. (1995): Estonian Peatlands.- 48 S.; Tallinn (Printall).
- JACOBSON, G.L. & BRADSHAW, R.H.W. (1981): The selection of sites for paleovegetational studies.- *Quatern.Res.* 16:80-96; Washington.
- KLIMANOV, V. (1976): On the methods of reestablishment of quantitative characteristics of the former climate.- *Proc.Moscow State Univ.* 2: 92-98; Moscow (Russisch mit englischer Zusammenfassung).
- KLIMANOV, V., KOFF, T. & PUNNING, J.-M. (1986): Climatostratigraphic study of Subatlantic sediments in the Nigula Bog (SW Estonia) and reconstruction of paleoclimatic conditions by pollen data.- In: (VIIDING, H. & RAJAMÄE, R.): Isotope-geochemical studies in Baltic countries and Bjelorussia: 117-129; Tallinn (Russisch).
- KOFF, T. (1994): The development of vegetation.- In: (PUNNING, J.-M): The influence of natural and anthropogenic factors on the development of landscape. *Inst.Ecol.Eston.Acad.Sci., Publ.* 2: 24-57; Tallinn.
- KOFF, T., ILOMETS, M. & PUNNING, J.-M. (1983): On the possibilities of the reconstruction of paleoclimatic changes through the study of dynamics of the development of vegetation (on the example of Nigula mire system, Southwest Estonia).- In: (KURVITS, J.): Man, vegetation and soil: 125-145; Tartu (Russisch mit englischer Zusammenfassung) (Acad.Sci.).
- LOOPMANN, A. (1966): Nigula and Muraka Bog and their hydrological conditions of the development.- *Proc.Tallinn hydromet.Stat.,* 4: 20-46; Tallinn (Russisch).
- MÜLLER, N. & LAMERSDORF, N. (1995): Verteilung und Mobilität von Schwermetallen in einem pollenanalytisch datierten Torfkern aus dem Roten Moor(Hochharz).- *Telma* 25: 143-162; Hannover.
- PIRRUS, R. (1963): History of the development of Nigula raised bog.- *Proc. Inst. Geol., Academ.of Sciences of the Estonian SSR* 12: 163-173; Tallinn (Russisch mit englischer Zusammenfassung) (Acad.Sci.).
- STAMER, R. (1995): Bericht über eine Exkursion in die Hochmoore Estlands im Sommer 1994.- *Telma* 25: 97-110; Hannover.
- TALLIS, J.H. & LIVETT, E.A. (1994): Pool-and-hummock patterning in a Southern Pennnine blanket mire. I, Stratigraphic profiles for the last 2800 years.- *J.Ecol.* 82: 775-778; Oxford.
- TJUREMNOV, S.N., LARGIN, J.F. EFIMOVA, S.F. & SKOBEYEVA, J.J. (1977): Moore und ihre Untersuchung (Anleitung für Laboratoriumsmethoden).- 264 S.; Moskau (Nauka).
- VALK, U. (1988): Eesti sood.- 343 S.; Tallinn (Valgus).