

TELMA	Band 38	Seite 79 - 100	7 Abb., 1 Tab.	Hannover, November 2008
-------	---------	----------------	----------------	-------------------------

Vegetationsgeschichte eines Talmoores in Nordost-China

History of the vegetation of a valley mire in Northeast China

ANNETT THIELE, CHRISTIAN SCHRÖDER
und DIERK MICHAELIS

Zusammenfassung

Mit Hilfe einer Makrofossilanalyse wird die Vegetationsgeschichte eines Talmoores im temperaten Nordosten Chinas rekonstruiert. Für die Abgrenzung und Beschreibung verschiedener Entwicklungsphasen wurden neben der Interpretation der Makroreste statistische Methoden angewendet.

Die Vegetationsentwicklung zeigt Parallelen aber auch Unterschiede zur Genese der nordostdeutschen Talmoore. Das Moor ist nach einer initialen Versumpfung und kurzen Gewässerphase als Verlandungsmoor entstanden, auf dem anschließend ein braunmoosreiches Durchströmungsmoor aufwuchs. Die Makrofossilien lassen auf konstante schwammsumpfige Bedingungen schließen. Eine natürliche Störung (Überflutung) führte zur Ablagerung einer mineralischen Schicht und einer Veränderung des Standortes. Nach der Bildung weiterer Torfe etablierte sich ein Seggenried mit Arten, welche stabile und gleichmäßig nasse Verhältnisse indizieren. Im oberen Drittel des fast neun Meter mächtigen Torfkörpers kommt es zu einem Anstieg von Indikatorarten sauer-armer Standorte sowie zu einer Zunahme von Gehölzresten. Eine Veränderung des Klimas oder das natürliche Herauswachsen des Moorkörpers aus dem Grundwassereinflussbereich werden hierfür als Ursache angenommen.

Die obersten Torfe lassen keine Veränderung in Zusammensetzung und Zersetzungsgrad erkennen und verdeutlichen den naturnahen Zustand des Moores. Aufgrund dieser geringen anthropogenen Beeinflussung hat das Moor einen sehr hohen Schutzwert und eignet sich als Referenzobjekt für einen ehemals in der Region weit verbreiteten Moortyp.

Abstract

Macrofossil-analytical methods were used to reconstruct the vegetation development of a valley mire in temperate Northeast China. Statistical methods supported the differentiation of various developmental stages. The vegetation development shows parallels but also differences with the formation of northeast German valley mires. The mire originated as a result of paludification followed by a stagnant water body that terrestrialized. Subsequently a brownmoss rich sedge mire established. The macrofossils indicate a loose and highly permeable peat. After a natural disturbance (flooding), resulting in the sedimentation of clastic material, it took some time until stable wet conditions re-established. In the upper three meters of

the nearly nine meters thick peat layer, the composition of peat shows a marked increase of macrofossil types indicating acid-poor conditions and woody plants. Possible autogenous and allogenic reasons for this change are discussed.

As the uppermost peat is similar to that of the upper three metres of peat, we conclude that the mire is still in a near natural condition. This emphasises its conservation value as a representative of a former widespread mire type and as a reference site to study the valley mires that were typical for this region.

1. Einleitung

Talmoore waren einst der dominierende Moortyp der temperaten Zone (JESCHKE et al. 2001). Durch die Jahrhunderte währende Nutzung sind ungestörte Moore dieses Typs in Mitteleuropa nicht mehr zu finden (SUCCOW 1988). Eingebettet in einer großflächigen Waldlandschaft im temperaten Nordosten Chinas ist ein naturnahes Talmoor erhalten geblieben. Die vorliegende Arbeit rekonstruiert die Vegetationsgeschichte dieses Moores und beschreibt die verschiedenen Entwicklungsphasen. Des Weiteren werden mögliche Ursachen für die unterschiedlichen Phasen im Detail diskutiert sowie Parallelen und Unterschiede zur Genese Nordostdeutscher Talmoore gezogen.

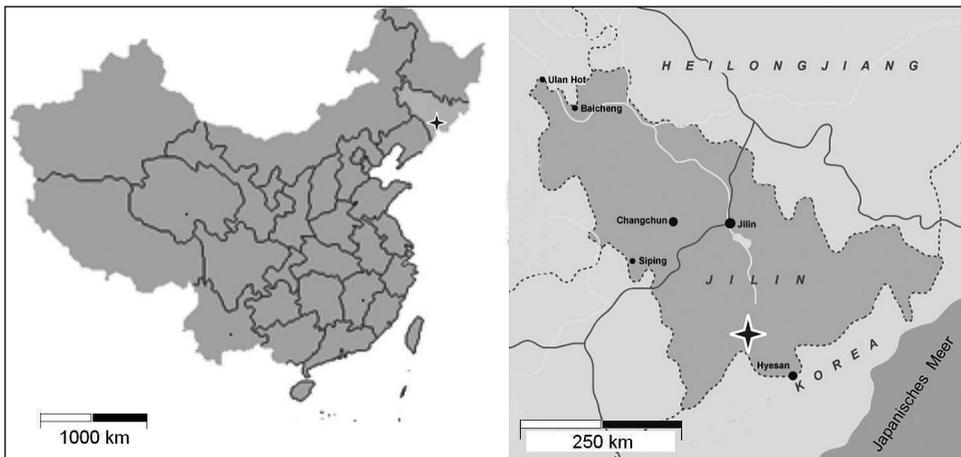


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Quellen: www.china-tour.cn; verändert)
Location of the study site (References: www.china-tour.cn; changed)

2. Einführung in das Gebiet

2.1 Lage

Das untersuchte Talmoor liegt im Chang Bai Gebirge im Nordosten Chinas, nahe der Grenze zu Nordkorea (Abb. 1). Es liegt auf einer Höhe von ca. 900 m ü. NN im Long Gang-Vulkangebiet, in einem 5 km langen und 2 km breiten Tal. Dieses wird von sanften Hügeln um etwa 100 m überragt (Abb. 2). Das Tal wird von dem gleichnamigen Fluss Hani durchflossen, der im Nordosten in das Tal fließt und es im Nordwesten wieder verlässt. Weitere Bäche teilen das Moor in 3 bewaldete und 2 offene Bereiche welche die einzigen natürlich waldfreien Flächen in dieser montanen Landschaft sind. (Abb. 3). Die Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte wurde an einem Bohrkern aus der größten Offenfläche im nördlichen Teil des Tals durchgeführt.



Abb. 2: Blick in das Hani-Talmoor
View in Hani valley mire

2.2 Klima

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist humid kontinental mit monsonalem Charakter (SCHROEDER 1998). Die Sommer sind warm und feucht, die Winter kalt und trocken. An der nächstgelegenen Wetterstation Jingyu (25 km nordöstlich des Untersuchungsgebietes, Messungen zwischen 1955-1977) beträgt die mittlere Januartemperatur $-18,1^{\circ}\text{C}$ und die mittlere Julitemperatur $20,7^{\circ}\text{C}$ (SCHETTLER et al. 2006a). Der mittlere Jahresniederschlag liegt bei 775 mm. Etwa 85 % des Jahresniederschlages fallen zwischen Mai und Oktober (661 mm), dabei wird das Maximum im Juli/August erreicht. Das gemessene Maximum

des Niederschlags im Sommerhalbjahr liegt bei 1197 mm, das Minimum bei 402 mm. Im Winterhalbjahr wurden maximale Niederschlagswerte von 196 mm und minimale von 56 mm gemessen (SCHETTLER et al. 2006b). Die Frostperiode dauert von November bis April (SCHETTLER et al. 2006a). Im Winter und Frühjahr wird Löß aus den Steppengebieten Innerasiens in das Gebiet eingetragen (SCHETTLER et al. 2006b).

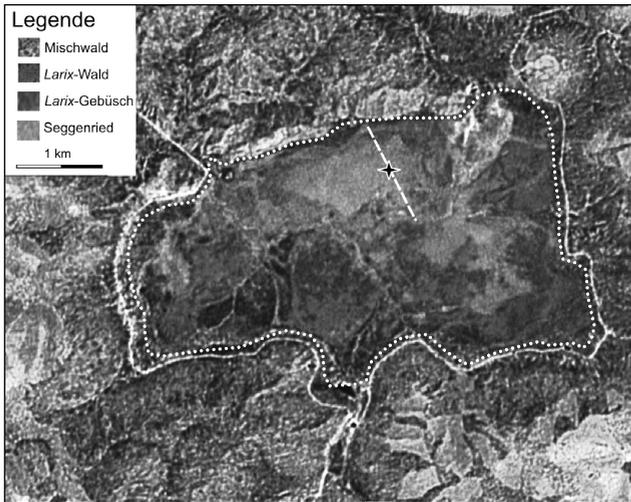


Abb. 3: Untersuchungsgebiet. Punktlinie: Hani-Talmoor, Stern: Lage des analysierten Bohrkerns; gestrichelte Linie: Bohrtrasse; Position: $42^{\circ} 13' N$, $126^{\circ} 30' O$; Quelle: Google Earth, Abbildungserlaubnis 299613728, verändert
Study site. dotted line: Hani, Asterix: sampling site for macrofossil analysis; broken line: Transect; position: $42^{\circ} 13' N$, $126^{\circ} 30' E$; Reference: Google Earth print permission 299613728, changed

2.3 Geologie und Relief

Das Chang Bai-Gebirge ist aus präkambrischen Metamorphiten der nordchinesischen Masse, sowie einem reich gegliederten paläo- bis känozoischen Deckgebirge aufgebaut (MEYERHOFF et al. 1991). Die heutige Oberflächengestalt ist durch Vulkanismus geprägt, der mit verstärkten Krustenbewegungen im Tertiär einsetzte und bis heute andauert (WANG et al. 2003). Quartäre alkalibasaltische Decken bilden das Long Gang-Gebiet, in dem ca. 150 Vulkankegel und acht Maare liegen (MINGRAM et al. 2004). Eine Vereisung während des Weichsel-Glazials fand nicht statt (SCHROEDER 1998). Auf pleistozänem Löß (NEEF 1981) bildeten sich in den Tallagen Gleysole und Histosole, an den Hängen Cambi-sole.

2.4 Vegetation

Das Chang Bai-Gebirge liegt in der sinojapanischen Florenregion (MEUSEL & JÄGER 1992). Das Hani-Moor ist von artenreichen submontanen Laubmischwäldern umgeben, in denen boreal-montane Nadelhölzer (*Pinus koraiensis*, *Abies holophylla*, *Picea jezoensis*) neben Laubbäumen, wie *Ulmus*, *Quercus* und *Acer*) vorkommen. Die Primärwälder wurden nach der nahezu flächendeckenden Abholzung während der japanischen Besatzungszeit zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch Sekundärwälder ersetzt.

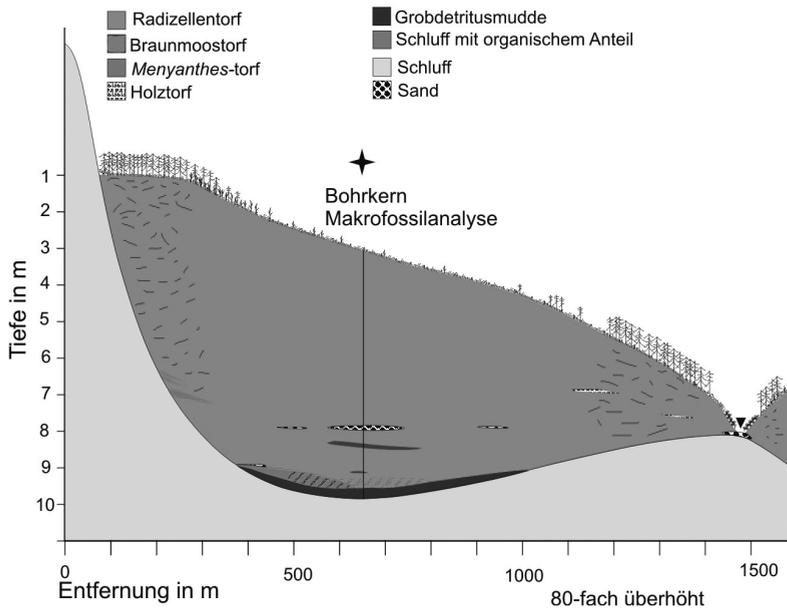


Abb. 4: Vereinfachter Profilschnitt.
Simplified cross section.

2.5 Das Moor

Die Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Vegetation und den stratigraphischen Aufbau des Moores entlang eines Transektes vom Rand zum Vorfluter. Die Vegetation des Hani-Talmoores weist eine deutliche Zonierung auf. Die Randbereiche sind mit *Larix gmelinii* subsp. *olgensis* bewaldet, welche mit zunehmender Distanz zum Moorrand niedriger werden und schließlich nur noch in Krüppelform vorkommen. Die offenen Bereiche des Moores werden von einem Mosaik aus niedrigwüchsigen Seggenrieden mit *Trichophorum alpinum*, *Rhynchospora alba*, *Parnassia palustris* und großen *Sphagnum*-Bulten mit einer sauer-armen Vegetation aus *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum centra-*

le, *Sphagnum fuscum*, *Aulacomnium palustre*, *Vaccinium oxycoccus* und *Ledum palustre* eingenommen. Ausserdem kommen die Zwergsträucher *Potentilla fruticosa* und *Betula fruticosa* mit hohen Stetigkeiten vor (Abb. 5). Die stärker geneigten Bereiche am Vorfluter sind wiederum mit *Larix gmelinii* subspec. *olgensis* bestanden. Staudenreiche Seggenriede oder Gebüsch kommen in den überflutungsbeeinflussten Bereichen direkt am Fluss vor.

Auf der Länge von 1300 m hat der Transekt ein Gefälle von 0,5 % und variiert zwischen kaum geneigt (0,02 %) in den Randbereichen und stärker geneigt (1,23 %) in der Nähe des Vorfluters.

Der Torfkörper ist dominiert von gering bis mäßig zersetzten Feinradzellentorfen (H3-6, AG BODEN 1994) und erreicht eine maximale Mächtigkeit von 880 cm. Der Untergrund besteht aus vermutlich periglazial abgelagertem Schluff. In den tiefsten Bereichen des Moores kam es vor der Bildung des Moores zur Ablagerung von Grobdetritusmudden. Darauf lagern *Menyanthes*-Torfe, denen die mächtigen Feinradzellentorfe folgen. Im zentralen Bereich des Torfkörpers wurde eine Schicht aus Sanden und Kiesen gefunden.



Abb. 5: Seggenried mit lückigem Bestand von *Betula fruticosa* und *Potentilla fruticosa*.
Sedge reed with thin stand of *Betula fruticosa* and *Potentilla fruticosa*.

2.6 Nutzungsgeschichte

Alle Moore Chinas sind bis zu einem gewissen Grad durch menschliche Aktivitäten gestört (YANG 2000). Im Chang Bai-Gebirge bedeckten die Moore einst 5 bis 10 % der Landfläche (KUNSHU 1985). Der prozentuale Anteil naturnaher Moore ist durch den gestiegenen Bevölkerungsdruck ähnlich gering wie in den anderen dichter besiedelten Gebieten Chinas (YANG 2000). Obwohl eine dauerhafte Siedlungsaktivität in dieser Region erst ab 1910 nachgewiesen wurde (MINGRAM et al. 2004), werden die Moore heute nahezu vollständig zum Anbau von Reis und Mais genutzt.

Aus palynologischen Untersuchungen ist eine merkliche Waldnutzung für die letzten 150 Jahre, eine ackerbauliche Nutzung erst für die letzten 70 Jahre belegt (MINGRAM et al. 2004). Das Hani-Talmoor und seine Umgebung blieben bis heute von einer landwirtschaftlichen Nutzung unberührt.

Während der japanischen Besatzung (1904-1945, BREMM 2004) fand eine intensive Nutzung der Landschaft statt. Es wurde ein Bahndamm um das Hani-Moor gebaut und das Moor als einzige offene und ebene Fläche zeitweise zur Lagerung von Holz und Maschinen genutzt. Davon zeugen Reste alter Bahnanlagen im nordöstlichen Teil des Moores. Das Schienennetz in der Umgebung wurde später zurückgebaut und durch Straßen ersetzt. Am südwestlichen Rand des Moores liegen die Reste des Raketenstartplatzes Jinngyu, der in den 1980er Jahren betrieben wurde (astronautix.com).

Der aktuelle Nutzungsdruck auf das Moor ist gering. Flussaufwärts gibt es eine kleine Teichanlage zur Froschzucht, deren Wasser saisonbedingt abgelassen wird. Im Herbst sammelt die lokale Bevölkerung Moor-Heidelbeeren (*Vaccinium uliginosum* subsp. *alba*) und verkauft diese an eine Brennerei. Unregelmäßig werden Torfmoose als Nistmaterial für die Ziervogelzucht sowie Farne zum Verzehr gesammelt. Die staatliche Forstbehörde nutzt die umliegenden Wälder durch kleinflächige Kahlschläge und Einzelstammnahme. Eine geregelte Aufforstung findet nicht statt, so dass sich in großen Bereichen Sekundärwälder aus Naturverjüngung etabliert haben. Die lokale Bevölkerung nutzt die Wälder als Brennholzquelle und betreibt Waldweide. Im Spätsommer werden Zapfen von *Pinus koraiensis* geerntet.

Das Moor und direkt umliegende Wälder sind seit dem 30.12.2002 unter Schutz gestellt (28,63 km²). Einzelheiten über die Schutzauflagen sind leider nicht bekannt.

3. Methoden

Die Stratigraphie wurde entlang eines Transektes quer zum Tal (Abb. 3) mit Hilfe einer Polnischen Klappsonde untersucht. Torfarten, Zersetzungsgrade, Beimengungen und Sedimenttypen wurden in der Feldansprache nach SUCCOW (2001a), STEGMANN et al. (2001), SUCCOW & STEGMANN (2001) und AG BODEN (1994) an neun Bohrungen beschrieben. Für die Analyse der Makrofossilien wurde ein 950 cm langer Bohrkern aus dem Zentrum des offenen Seggenriedes alle 20 cm (n=46) untersucht. Die Proben wurden in einer 10 %-igen KOH-Lösung für 10 min gekocht, um die Huminsäuren zu zerstören. Das aufbereitete Material wurde durch drei Siebe in Fraktionen getrennt (>1 mm, >0,5 mm, >0,2 mm) und ihr Volumen in Kubikzentimeter geschätzt. Der prozentuale Anteil der Morphotypen wurde auf das gesamte Probenvolumen (15,9 cm³) bezogen. Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse der Makrofossil-Analyse wurden die Software-Programme TILIA (Version 1.12) und TILIA-GRAPH Version 2.02 (GRIMM 1992) verwendet. Das in Abbildung 6 dargestellte verkürzte Diagramm wurde in 12 Zonen untergliedert (Hani A-L), wobei 25 von insgesamt 113 Typen, bzw. Typengruppen zur Rekonstruktion der Vegetation herangezogen wurden.

Für die Ansprache der Makrofossilien wurde folgende Literatur genutzt: AALTO (1970), BEIJERINCK (1947), BERGGREN (1969), BERTSCH (1941), BIRKS (1980), ELLIS & ELLIS (1997), FLATBERG (1984), FRAHM & FREY (1992), GAO et al. (1999), GROSSE-BRAUCKMANN (1963, 1972, 1974, 1979, 1990), GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ (1992), IGNATOW & IGNATOWA et al. (2003, 2004), KATZ et al. (1965, 1977), KATZ & KATZ (1933), KÖRBERGROHNE (1964), MATJUSCHENKO (1924), MICHAELIS (2001), MOLISCH & HÖFLER (1954), NILSSON & HELMQUIST (1967), NOGUCHI (1987) und TOMLINSON (1985).

Um die Interpretation der Ergebnisse der Makrorestanalyse zu unterstützen, wurde eine Korrespondenzanalyse (DCA - detrended correspondencse analysis) mit dem Software-Programm PC-ORD durchgeführt (MCCUNE & MEFFORD 1999). Hierfür wurden die Daten der Makrorestanalyse in anwesend-abwesend-Daten überführt und Makroreste mit einer Stetigkeit \leq fünf aus dem Datensatz entfernt. Zur Verdeutlichung des Entwicklungsablaufes wurden die Proben ihrer Tiefe nach miteinander verbunden. Um eine Vorstellung über die möglichen Umweltvariablen zu erlangen, welche die Achsen der Korrespondenzanalyse erklären können, wurden ökologische Artengruppen gebildet. Hierbei wurden Arten, welche unter ähnlichen ökologischen Bedingungen vorkommen, in eine Gruppe zusammengefasst (Tab. 1). Für jede Probe wurde die Anzahl der Nachweise aus einer ökologischen Artengruppe ins Verhältnis zur Artengruppengröße gesetzt und somit indirekt eine „Umweltvariable“ gewonnen. Die Korrelationen dieser „Umweltvariablen“ mit den Achsen (Tab. 1) wurden als Vektoren in der Graphik dargestellt. Es wurden vier Artengruppen gebildet, welche die Verhältnisse Gewässerphase und Verlandung, permanent nasse Bedingungen, sauer-arme Bedingungen, sowie die Fähigkeit für die Existenz von Laubgehölzen anzeigen.

Tab. 1: Makroreste der ökologischen Gruppen und die Korrelation der Gruppen mit der ersten und zweiten Achse (Pearson-Korrelation). (In Klammern: Anzahl der Nachweise der Makroreste)
 Macrofossils of ecological groups and correlation of groups with first axis and second (Pearson correlation). (In brackets: Number of occurrences of macrofossils)

Gewässer/Verlandung (V)	permanent nass (N)	sauer- arm (S)	Laubgehölze (L)
Achse 1: 0,455 Achse 2: -0,116	Achse 1: 0,117 Achse 2: 0,461	Achse 1: -0,486 Achse 2: 0,215	Achse 1: -0,462 Achse 2: -0,414
<i>Nuphar</i> spec.-Samen (1) <i>Cicuta virosa</i> -Früchte (2) <i>Menyanthes trifoliata</i> -Samen (4) <i>Potentilla palustris</i> -Nuss (3) <i>Sagittaria</i> spec.-Samen (2)	<i>Meesia triquetra</i> -Blättchen (4) <i>Meesia triquetra</i> -Stämmchen (6) <i>Eleocharis palustris</i> -Nuss (1) <i>Carex limosa</i> -Typ Radzellen (23) <i>Rhynchospora alba</i> -Nuss (9) <i>Calliergon giganteum</i> -Blättchen (1) <i>Scheuchzeria palustris</i> -Rhizom (1)	<i>Sphagnum</i> sect. <i>Cuspidata</i> -Blättchen (19) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Sphagnum</i> -Blättchen (1) <i>Sphagnum imbricatum</i> -Blättchen (17) <i>Eriophorum vaginatum</i> -Stengelbasis (1) <i>Sphagnum palustre</i> -Blättchen (1) <i>Sphagnum</i> -Blättchenfragment (33) <i>Sphagnum magellanicum</i> -Blättchen (4) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Acutifolia</i> -Blättchen (19) <i>Sphagnum centrale</i> -Blättchen (3) <i>Eriophorum vaginatum</i> -Niederblatt (12) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Acutifolia</i> -Stämmchen (4) <i>Sphagnum capillifolium</i> -Trieb (1) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Rigida</i> - Blättchen (3) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Cuspidata</i> -Stämmchen (2) <i>Sphagnum</i> sect. <i>Sphagnum</i> -Stämmchen (2)	<i>Betula fruticosa</i> -Hymenium (1) <i>Betula</i> -Holzfragment (9) Holzwürzelchen (14) Laubholzperiderm (14) Knospenschuppe (3) <i>Betula</i> -Periderm (14) <i>Ericaceae</i> -Stämmchen (1) <i>Ericaceae</i> -Wurzel (3) <i>Oxycoccus</i> -Blättchen (2) <i>Betula</i> -Knospe (1) <i>Betula fruticosa</i> - Blattfragment (1) <i>Potentilla fruticosa</i> -Blattfragment (2) Holzkohle (3) <i>Ericaceae</i> -Periderm (1)

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Zeitliche Einordnung der Moorgenese

Während des letzten Maximums des Weichselglazials (26.100-18.800 cal a BP, STEBICH et al. 2007) war der ostasiatische Wintermonsun deutlich stärker. In weiten Teilen der ostasiatischen Monsungebiete herrschten kühle und trockene Bedingungen (AN et al. 1991). Für die Region wurde anhand von Pollenbefunden aus Ablagerungen eines 6 km entfernten Maarsees eine typische Steppenvegetation mit Waldinseln an Sonderstandorten aus *Betula*, *Larix* und *Picea* rekonstruiert (STEBICH et al. 2007). Das Tal des heutigen Hani-Moores könnte eines der wenigen gut mit Wasser versorgten Gebiete in einer sonst kalt-trockenen Region gewesen sein und somit einen Waldbestand aufgewiesen haben.

In mehreren palynologischen Untersuchungen aus dem temperaten Raum Chinas wurde ein markanter Wandel im Klima um 15.000 cal. a BP nachgewiesen (STEBICH et al. 2007). Ein schwächerer Wintermonsun und ein stärkerer Sommermonsun bedingten steigende Jahresdurchschnittstemperaturen und höhere Sommerniederschläge, sowie eine Abnahme der Schluffeinwehungen (LITTMANN 1991). Die verbesserte Wasserversorgung und der damit verbundene Grundwasseranstieg könnte das Einsetzen der Torfbildung zu dieser Zeit initiiert haben. ¹⁴C-Datierungen belegen ein Mindestalter des Moores von 12.336 cal a BP (HONG et al. 2005), wobei die Proben aus einer Tiefe von 745 cm gewonnen wurden. In unseren Untersuchungen haben wir Torfmächtigkeiten bis 880 cm gefunden, womit ein früheres Einsetzen der Vermoorung möglich ist aber auch unterschiedliche Akkumulationsraten vorliegen können.

Die sich aus der Datierung und der Torfmächtigkeit ergebende Akkumulationsrate von 0,6 mm a⁻¹ liegt im Bereich der Akkumulationsraten, welche für nordostdeutsche entwässerte und gesackte Durchströmungsmoore errechnet wurde (0,56 mma⁻¹ nach COUWENBERG et al. 2001).

4.2 Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Makrofossilanalyse dargestellt (Abb. 6) und diskutiert.

Die tiefste Zone (Hani-A, 890-860 cm u. Geländeoberfläche (GOF)), mit 2 Proben, ist von Schluff dominiert. Die erste Probe in 890 cm Tiefe besteht aus reinem Schluff, dem eine 20 cm mächtige schluffige Grobdetritusmudde aufliegt. In der zweiten Probe liegen einige *Equisetum*-Wurzeln und Cyperaceen-Gewebe sowie Braunmoosstengel vor. Diese „**Schluff-Zone**“ dokumentiert die Situation vor der initialen Moorbildung. Die Schluffe sind vermutlich als Löß während des letzten Glazials angeweht worden (NEEF 1981). Die

Senkenlage ermöglichte wahrscheinlich schon während des Spätglazials das Wachstum von Sauergräsern und Schachtelhalmen. Die auf dem Schluff liegende Mudde deutet auf einen Anstieg des Wasserspiegels und die Bildung eines offenen flachen Gewässers hin (SUCCOW 2001b). Dies könnte das Resultat der Veränderung des Klimas um 15.000 cal. a BP sein (STEBICH et al. 2007).

Die darüber liegende „**Larix-Zone**“ (Hani-B, 860-800 cm u. GOF) enthält keine sichtbaren Schluffbeimengungen, was mit der Verringerung des Schluffeintrages und der Entwicklung einer geschlossenen Vegetationsdecke im Einzugsgebiet oder durch ein beschleunigtes Torfwachstum erklärt werden kann. Der Fund von gut erhaltenen *Larix*-Nadeln weist auf einen Bestand von Lärchen hin. In einer Tiefe von 860 cm unter der heutigen Mooroberfläche zeigt die Zunahme von Radizellen den Beginn der Torfbildung an. Die Makroreste von *Nuphar*, *Menyanthes* und *Potentilla palustris* indizieren eine nasse Umgebung mit langsam fließendem bis stagnierendem Wasser (ROTHMALER 2002). *Potentilla palustris* ist ein regelmäßiger Bestandteil von Schwingdecken (MICHAELIS 2002), wohingegen die Teichrose (*Nuphar spec.*) offene Wasserflächen indiziert (ROTHMALER 2002). Sowohl *Menyanthes trifoliata*, *Cicuta virosa* als auch *Nuphar spec.* wachsen rezent unter meso- bis eutrophen Bedingungen (ROTHMALER 2002). Die initiale Phase des Moores stellt sich aus einem flachen Gewässer mit Schwingdeckenverlandung und umliegendem Lärchenbewuchs dar.

In der folgenden „**Meesia-Zone**“ (Hani-C, 800-760 cm u. GOF), mit einer Torfmächtigkeit von 60 cm, ermöglichen die Makroreste die Rekonstruktion einer seggenreichen Vegetation mit *Carex limosa*, *Menyanthes trifoliata* und Braunmoosen wie *Meesia triquetra* und *Drepanocladus sect. Adunca*. Diese Artenkombination weist auf ständig wassergesättigte, ausgeglichene Bedingungen mit semiaquatischer Torfbildung hin (STEGMANN et al. 2001). *Meesia triquetra* ist im sehr nassen Rasenniveau solcher Vegetation zu finden, wobei *Drepanocladus* im Teppich- und Rasenniveau wächst (MICHAELIS 2002). Diese Artenkombination erinnert an den in nordostdeutschen Durchströmungsmooren gefundenen Krummmoos-Schlammseggentorf, der als Indikator für schwammsumpfige Bedingungen beschrieben wird (MICHAELIS 2002). Bei einer Torfmächtigkeit von 60 cm der heutigen Lagerungsdichte, könnte hier eine Übergangsphase von Schwingdecken-Verlandung zum initialen Durchströmungsmoor vorliegen. Der exakte Übergang vom Schwingdecken-Verlandungsmoor zum Durchströmungsmoor ist schwierig abzugrenzen, da in beiden Moortypen ähnliche Bedingungen mit permanenter Wassersättigung vorherrschen. Anhand von Zeigerarten wie *Carex limosa* und *Meesia triquetra* ist dieser Wandel nicht nachweisbar, da diese an beiden Standorten vorkommen (MICHAELIS 2002, OSVALD 1923).

Die nächste Zone (Hani-D, 740-640 cm u. GOF) wird durch Reste von *Calliargonella cuspidata* mit bis zu 80 %, sowie *Carex limosa*- und *Carex rostrata*- Gewebe gekennzeichnet. Die Artenkombination und die gute Erhaltung der Torfe (H3-4 AG BODEN 1994) wei-

sen auf weiterhin ständig wassergesättigte, schwammsumpfige Bedingungen hin. Es findet ein Wechsel von einer seggendominierten, zu einer braunmoosreichen Phase statt. Ein ähnlicher Wandel der Vegetation wird auch für Durchströmungsmoore in Nordost-Deutschland beschrieben (SUCCOW 2001a, MICHAELIS 2002). Die Mächtigkeit dieser „**Calliergonella-Zone**“ von 100 cm weist auf langfristig stabile Umweltbedingungen hin bzw. auf die Fähigkeit des Ökosystems klimatische Veränderungen abzupuffern. Die zuvor akkumulierten 120 cm Fieberklee-Feinradizellentorfe könnten ein ausreichendes Oszillationsvermögen besessen haben, um Wasserstandsschwankungen abzupuffern. Die pH-Werte der Torfe liegen im mesotroph-schwach sauren Bereich (4,6-4,8) (vgl. SUCCOW & STEGMANN 2001, MICHAELIS 2002).

Die darauf folgende „**Grobsand-Zone**“ (Hani-E, 640-600 cm u. GOF) zeichnet sich durch ein Gemisch aus Mittelsanden mit Fein- und Mittelkiesen sowie einigen Resten von Cyperaceen und *Equisetum* spec. aus. Diese können nach der Sedimentation der Kiese in das Substrat gewachsen sein. Die Störung könnte fluviatile Gründe haben oder indirekte Folge eines Vulkanausbruches sein (SHIYING 1993). Da keine Hinweise auf einen Vulkanausbruch (Tephra) gefunden wurden und dieser Bereich tiefer liegt als der heutige Vorfluter, nehmen wir an, dass diese Störung das Resultat eines sich verlagernden Vorfluters ist. Die darauf folgende „**Equisetum-Zone**“ enthält neben *Equisetum*-Rhizomen Reste von *Sphagnum* sect. *Acutifolia*. Diese können als erste Arten auf diesem neu entstandenen Substrat gesiedelt haben (Hani-F, 600-560 cm u. GOF).

Der Anstieg der Radizellen markiert den Übergang zur „**Rhynchospora-Zone**“ (Hani-G, 560-300 cm u. GOF). Weitere Großreste von *Carex limosa*, *Carex rostrata*, *Sagittaria* spec. und *Rhynchospora alba* machen deutlich, dass sich wieder ein seggendominiertes System eingestellt hat. Die Artenkombination ist typisch für Durchströmungsmoore (SUCCOW 2001a) und weist Bezüge zur rezenten Vegetation des Hani-Moors auf. Der pH-Wert der Torfe von 4,7, sowie die gefundenen Makroreste deuten auf sauer-arme Bedingungen hin (vgl. SUCCOW & STEGMANN 2001). Die folgenden Zonen (Hani H-L, 300-0 u. GOF) ähneln sich, bis auf die sukzessive Abnahme der Radizellen. Die Kombination aus *Sphagnum*-Resten, *Eriophorum vaginatum*- und *Betula*-Nachweisen lässt auf eine Vegetation schließen, welche an das rezent vorherrschende Mosaik aus kleinräumigen *Sphagnum*-Bulten mit *Betula fruticosa*- oder *Potentilla fruticosa*-Sträuchern und Schlenken mit typischer Kleinseggenriedvegetation erinnert.

Die Zonen **Hani-I** bis **Hani-L**, zeichnen sich durch ein vermehrtes Auftreten von Hinweisen auf Laubgehölze aus. Die Abfolge der Zonen könnte auf ein räumlich variierendes Mosaik aus strauchbestandenen *Sphagnum*-Bulten und seggendominierten Schlenken hinweisen (SUCCOW 2001a). Es kann darin aber auch eine allmähliche Veränderung in Richtung trockenerer Bedingungen gesehen werden. Die Ausgliederung der Zone Hani-L wurde durch die Armut an Makrofossilien notwendig.

Zusammenfassend sind alle Zonen, bis auf die Grobsand-Zone, und eine Braunmoos-Zone (Hani-D) von Radizellen dominiert. Bis auf zwei Gefäßpflanzen (*Sagittaria spec.*, *Eleocharis spec.*), zwei Moose (*Meesia triquetra*, *Sphagnum imbricatum* ssp. *imbricatum*), eine Wasserpflanze (*Nuphar spec.*) und einen Farn (*Athyrium spec.*) findet man alle in den Makroresten gefundenen Taxa in der rezenten Vegetation an diesem Standort wieder. Die Schwankungen in den Radizellenanteilen und der pH-Werte sind gering. Die Torfe sind im gesamten Profil gering zersetzt. Diese Umstände lassen auf langfristig gleichmäßige äußere und/oder innere Bedingungen schließen. Die Gesamtheit der bestimmten Arten und die geringe Zersetzung der Torfe weisen typische Merkmale eines Durchströmungsmoores auf. In den obersten Zentimetern wird keine Veränderung der Torfzusammensetzung ersichtlich, die auf eine anthropogene Beeinträchtigung des Untersuchungsgebietes zurückgeführt werden könnte.

Es liegt demzufolge ein mesotroph-schwach saures Durchströmungsmoor auf einem eutroph bis mesotroph-schwach sauren Schwingdeckenverlandungsmoor vor, welches durch eine einmalige, vermutlich fluviatile Störung in seinem Wachstum gestört wurde.

Die konstanten Gehölznachweise in den oberen 300 cm deuten darauf hin, dass sich dieses rezent im Hani-Moor vorliegende Mosaik von gehölzbestandenen Bulten und seggen-dominierten Schlenken sukzessive in den letzten Jahrtausenden eingestellt hat. In den Torfen der oberen 300 cm zeigen nur noch wenige Arten dauerhaft nasse bzw. schwammsumpfige Bedingungen an: Braunmoose spielen eine untergeordnete Rolle und Hinweise auf *Carex limosa* wurden nur noch vereinzelt nachgewiesen. Im oberflächennahen Torf fehlt sie ganz und in der rezenten Vegetation ist sie ebenfalls kaum vertreten. Dieser Rückgang von *Carex limosa* sowie die Zunahme von Gehölzen können auf den Verlust von dauerhaft nassen, schwammsumpfigen Bedingungen hindeuten (MICHAELIS 2002). Auf mögliche Ursachen für die Entwicklungsabläufe wird im Folgenden näher eingegangen.

4.3 Analyse der Entwicklungsabläufe

Die Abbildung 7 ergänzt die Beschreibung und Interpretation des Makrofossildiagramms und verdeutlicht darüber hinaus die Ähnlichkeit der Proben zueinander, sowie deren Anordnung entlang möglicher ökologischer Gradienten. Die Vektoren geben Auskunft, welche ökologischen Gradienten das Verteilungsmuster erklären könnten. Hiernach scheint die erste Achse den Gradienten Basensättigung nachzuzeichnen, während die zweite Achse den Zusammenhang zwischen permanenter Wassersättigung und Gehölzaufwuchs erklärt. Des Weiteren wurde die zeitliche Entwicklung durch Verbindungslinien verdeutlicht.

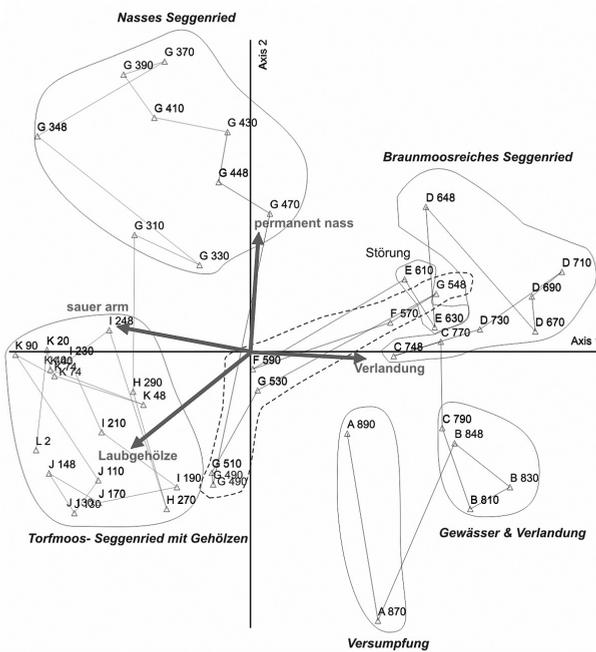


Abb.7: Korrespondenzanalyse (DCA) der Makrofossilproben. Dreiecke: Probe mit Zonenbezeichnung und Tiefenangabe; kursiv: Bezeichnung der umrandeten Entwicklungsphase; Pfeile aus Diagrammzentrum: Korrelation der ökologischen Artengruppen mit den Achsen.
 Detrended Correspondence Analysis (DCA) of macrofossil samples. Triangles: Samples with related zone and depth; italics: Name of the framed development phase; arrows in the centre: Correlation of ecological groups with the axis

Die aus der Interpretation des Makrorestdiagramms hervorgegangenen Entwicklungsphasen lassen sich ebenfalls mit Hilfe der multivariaten Analyse nachvollziehen. Die Proben, welche auf die Initiale Versumpfung, Gewässerbildung und Verlandung hindeuten, bilden im rechten unteren Bereich der Graphik zwei deutliche Gruppen. Der Übergang von der Verlandungsphase zu einem braunmoosreichen Seggenried wird in der Korrespondenzanalyse mit einer Drift der Proben nach oben rechts deutlicher als es die Interpretation des Makrofossildiagramms zuließ. Die Proben aus den Zonen Hani C und D enthalten etliche Typen, die auch für Schwingdeckenverlandung charakteristisch sind (siehe oben), grenzen sich aber in der multivariaten Analyse deutlich von der Verlandungsgruppe ab. Die nachfolgende Störung (Hani E) initiiert eine markante Veränderung in der Zusammensetzung der nachfolgenden Proben. Diese driftet stark nach links in die Mitte des Diagramms, zeigt sich dort aber wenig stabil, was durch ein hin und her Springen der Proben deutlich wird. Durch den Auftrag der Fein- bis Grobsande wurde das hydrologische System gestört und die Fähigkeit der Torfdecke, Wasserstandschwankungen durch Oszillation abzupuffern, vermutlich stark herabgesetzt. Größere Wasserspiegelschwankungen

und ein phasenhaftes Trockenfallen des Standortes könnten somit zu einer zeitweiligen Existenz von Gehölzaufwuchs, aber auch zu dessen Zusammenbruch geführt haben. Dies geht auch aus dem Makrorestdiagramm hervor, in dem *Betula spec.*-Holzfragmente ein erstes Maximum besitzen. Die hohen Werte von *Equisetum*-Resten können ebenfalls ein Hinweis für diese wechselnden Bedingungen sein (ROTHMALER 2002). Die Bildung weiterer Torfe wirkte sich stabilisierend auf die Verhältnisse im Moor aus und führte zu einem neuen Zustand (Gruppe oben links). Es treten nun verstärkt Typen auf, welche gleichmäßig nasse Bedingungen anzeigen. Diese Phase ist von längerer Stabilität, driftet dann aber plötzlich vom oberen linken Teil der Graphik in den unteren linken Teil der Graphik ab. Diese Veränderung wird besonders durch die Zunahme von Typen, die sauer-arme Bedingungen anzeigen, sowie durch die Zunahme von Laubgehölz-Typen deutlich. Können die vorherigen Entwicklungssprünge plausibel begründet werden, ist die Erklärung für diesen Entwicklungstrend schwieriger.

Die Ansiedelung von bultbildenden Sphagnen lässt auf einen gestiegenen Regenwassereinfluss schließen. Dies kann entweder durch eine klimatische Veränderung verursacht worden sein oder durch das natürliche Herauswachsen des Moorkörpers aus dem Einflussbereich des Grundwassers (SUCCOW 2001a).

Aus der Interpretation der palynologischen Untersuchungen im benachbarten Maarsee kann eine Schwächung des ostasiatischen Sommermonsuns bzw. ein Anstieg der Wintertemperaturen vor 5200 cal. a BP vermutet werden (STEBICH et al. 2007, LIU et al. 2002). Während der letzten Entwicklungsphase des Moores sind 300 cm Torf aufgewachsen (Hani H-L), was bei einer Akkumulationsrate von $0,6 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ (vgl. COUWENBERG et al. 2001) dem oben genannten Zeitraum entsprechen könnte. Eine Hypothese für den Rückgang von Arten die gleichmäßig nasse Bedingungen anzeigen ist somit die Abschwächung des ostasiatischen Sommermonsuns. Die Zunahme von Arten sauer-armer Bedingungen deutet zugleich eine Verringerung des Grundwassereinflusses an. Diese kann ebenfalls durch die Abnahme der Niederschlagsmengen bedingt sein, in deren Folge sich der Quelldruck im Moor verringert hat.

Eine andere Hypothese ist, dass das Moor aus dem Grundwassereinflussbereich herausgewachsen ist und sich dadurch der Regenwassereinfluss verstärkt hat. Dieser Prozess wurde für einige Talmoore Nordost-Deutschlands dokumentiert, in denen Regenmoore auf Durchströmungsmoore aufwachsen (SUCCOW 2001a, MICHAELIS 2002). Die Entwicklung zu einem typischen Regenmoor kann im vorliegenden Fall möglicherweise durch die winterlichen Schluffdepositionen (Baseneintrag) verhindert sein.

Neben den klimatischen Unterschieden zwischen dem Hani-Talmoor und anderen bisher untersuchten Talmooren (SUCCOW 1988, WASSEN et al. 1990, WASSEN et al. 1995, SCHIPPER et al. 2007) bestehen des Weiteren Unterschiede im Bezug zur Dränbasis. Am Vorfluter im Hani-Talmoor wurden nur geringmächtige Torfe gefunden. Die Torfe im überflu-

tungsbeeinflussten Teil enthalten kaum anorganische Bestandteile und verdeutlichen somit die geringe Sedimentfracht des Vorfluters. Dies ist mit dem relativ kleinen und komplett bewaldeten Einzugsgebiet zu begründen. Im Unterschied zu den Vorflutern in nordostdeutschen Talmooren fließt der Hani-Fluss direkt auf mineralischem Untergrund. Aufgrund des phasenhaften starken Wasseranfalls während des Sommer-Monsuns kann die erosive Kraft des Vorfluters so groß sein, dass ein Aufwachsen des Torfkörpers im flusnahen Bereich nicht möglich ist. Durch das Aufwachsen des restlichen Moorkörpers hat sich der Höhenunterschied zum Vorfluter und damit die Dränwirkung stark vergrößert. Dies könnte den Verlust von schwammsumpfigen Bedingungen und die Zunahme des Regenwassereinflusses begründen. Die Talmoore in Nordostdeutschland besitzen hingegen einen Vorfluter der erst sekundär durch den Menschen angelegt wurde bzw. mit dem Moor aufwuchs (SUCCOW 1988). Das Mitaufwachsen der Dränbasis könnte somit eine wichtige Voraussetzung für das beständige Wachstum von Durchströmungsmooren sein.

Der gestiegene Regenwassereinfluss kann die Etablierung von *Sphagnum*-Bulten begünstigt haben (MICHAELIS 2002), die ihrerseits neue Standortbedingungen geschaffen haben könnten (JOOSTEN 1993). Durch den Kationen-Austausch können Sphagnen zu einer Versauerung der Mooroberfläche beitragen und aufgrund von Wassernachlieferung durch Kapillarkräfte über das Moorschlenkenniveau hinauswachsen (JOOSTEN 1993). Dieser positive Rückkopplungsmechanismus schafft die Voraussetzungen für die Ansiedlung weiterer ombrotropher Arten (MICHAELIS 2002) und könnte das rezent vorliegende Vegetationsmosaik erklären. Die gestiegene Abhängigkeit von Niederschlägen führt ebenfalls zu größeren Wasserstandsschwankungen und zur Etablierung von Gehölzen (SUCCOW 2001a). Das kurzzeitige Trockenfallen vor und nach den Monsunregen kann bereits ausreichen, um die notwendige Belüftung der Wurzeln von *Potentilla fruticosa* und *Betula fruticosa* zu gewährleisten.

Dieser Übergang, vom nassen Seggenried zum gehölzreichen Torfmoos-Seggenried, lässt sich am wahrscheinlichsten durch ein Zusammenwirken der diskutierten allogenen Ursachen (Klimaveränderung) und autogenen Prozessen (Torfakkumulation) erklären.

5. Fazit und Ausblick

Das Hani-Talmoor in Nordost-China ist eines der letzten wenig vom Menschen beeinflussten Talmoore in dieser Region und besitzt somit einen sehr hohen Schutzwert. Weitgehend natürliche Verhältnisse mit ungestörtem Torfwachstum liegen vor. Es gehört zu den wenigen Talmooren, in dem paläoökologische Befunde in direktem Bezug zur rezenten Vegetationsstruktur betrachtet werden können. Die Vegetationsrekonstruktion aus den Makrofossilien der obersten Torfablagerungen lassen auf eine Vegetation schließen, welche der rezenten sehr ähnlich ist. Die Bildung mehrerer Meter mächtiger homogener Torfe verdeutlicht die große Resistenz dieses Ökosystems gegenüber äußeren Einflüssen.

Klimatische Veränderungen sowie die sukzessive Veränderung der Standortverhältnisse infolge des Torfwachstums, ermöglichen dennoch die Abgrenzung verschiedener Entwicklungsphasen. Insbesondere das Nicht-Mitwachsen der Dränbasis scheint für die Entwicklung und die Eigenheiten des Hani-Talmoores eine zentrale Rolle zu spielen. Des Weiteren wurde die destabilisierende Wirkung eines stärkeren Störungsereignisses deutlich. Erst nach einer längeren Regenerationsphase stellten sich wieder stabile Verhältnisse ein.

Die statistische Auswertung der Makrofossilanalyse hat sich als gute Ergänzung zur Interpretation des Makrofossildiagramms erwiesen. Insbesondere die Übergänge zwischen den Entwicklungsphasen konnten zum Teil deutlicher aufgezeigt werden als es die Interpretation des Makrofossildiagramms zuließ.

Neben seiner Bedeutung als eines der letzten Referenzgebiete für die Talmoore der Region hat das Hani-Moor eine wichtige Funktion als Archiv für die regionale holozäne Vegetationsgeschichte. Durch die Größe der Offenfläche besitzt diese ideale Voraussetzungen für die Analyse der Waldgeschichte und kann somit laufende Untersuchungen (STEBICH et al. 2007) ergänzen.

6. Literaturverzeichnis

- AG Boden (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage. – 392 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- AALTO, M. (1970): Potamogetonaceae Fruits 1. Recent and subfossil endocarps of the Fennoscandian species. – *Acta Botanica Fennica* **88**: 1 - 85, 195 Abb.; Helsinki.
- AN, Z.-S., WU, X.-H., WANG, P.-X., DONG, G.-R., SUN, S.-J., ZHANG, D.-E., LU, Y.-C., ZHENG, S.-H. & ZHANG, S.-L. (1991): Palaeomonsoon of China over the last 130,000 years-Palaeomonsoon Records. – *Science in China* **34/8**: 1007-1024, 8 Abb., 3 Tab.
- BEIJERINCK, W. (1947): Zadenatlas der Nederlandsche Flora. – 316 S.; Wageningen (Backhuys & Meesters).
- BERGGREN, G. (1969): Atlas of seed and small fruit of Northwest-European plant species with morphological description, 2 - Cyperaceae. - 68 S.; Stockholm (Swedish Natural Science Research Council).
- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen, Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. *Handbuch der praktischen Vorgeschichtsforschung* **1**: 195; Stuttgart (Ferdinand Enke).
- BIRKS, H. (1980): Plant macrofossils in Quaternary sediments. – *Archiv für Hydrobiologie, Beihefte Ergebnisse der Limnologie* **15**: 1 - 60; Stuttgart (Schweizerbart).
- BREMM, K.-J., (2004): Russlands Desaster im Fernen Osten – Der Russisch-Japanische Krieg 1904/05. – *Österreichische Militärische Zeitschrift* **6**: 689-698; Wien.
- COUWENBERG, J., DE KLERK, P., E. ENDTMANN, E., JOOSTEN, H. & MICHAELIS, D. (2001): Hydrogenetische Moortypen in der Zeit – eine Zusammenschau. In: M. SUCCOW & H. JOOSTEN (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde*, 2. Aufl.: 399 – 403; Stuttgart (Schweizerbart).

- ELLIS, M.B. & ELLIS, J.P. (1997): Microfungi on land plants, An identification Handbook, – 868 S.; The Richmond Publishing Co.Ltd.
- FLATBERG, K. (1984): A taxonomic revision of the *Sphagnum imbricatum* complex. Universitetsforlaget Skrifter No. **3**: 1 - 80 S.; Trondheim, Oslo, Bergen, Tromsø.
- FRAHM, J.P. & FREY, W. (1992): Moosflora. 3. Auflage. – 528 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- GAO, C., CROSBY, M.R. & SI, H. (1999): Moss Flora of China, Volume **1**. Sphagnaceae- Leucobryaceae. – 731 S.; Beijing, New York (Science Press & Missouri Botanical Garden).
- GRIMM, E. C. (1992): TILIA (Software). Illinois State Museum; Springfield, Illinois, USA.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1963): Über die Artenzusammensetzung von Torfen aus dem nordwestdeutschen Marschen-Randgebiet (Eine pflanzensoziologische Auswertung von Großrestuntersuchungen). – *Vegetatio* **11**: 325-341, 7 Abb., 1 Tab.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1972): Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe I Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. - *Telma* **2**: 19-55; 9 Tafeln; Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1974): Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe II, Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u. a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. – *Telma* **4**: 41-1178 Tafeln; Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1979): Zur Deutung von Makrofossil-Vergesellschaftungen unter dem Gesichtspunkt der Torfbildung. – Bericht des Internationalen Symposiums der Vereine für Vegetationskunde: 111-132, 2 Abb., 4 Tab.; Vaduz (J. Cramer).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Ablagerungen der Moore. – In: GÖTTLICH, K.H. Moor- und Torfkunde: 175-236; Stuttgart (Schweizerbart).
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & STREITZ, B. (1992): Pflanzliche Makrofossilien Mitteleuropäischer Torfe III, Früchte, Samen und einige Gewebe. – *Telma* **22**: 53-102; 33 Tafeln; Hannover.
- HONG, Y.T., HONG, T. B., LIN, Q.H., SHIBATA, Y., HIROTA, M., ZHU, Y.X., LENG, X.T. WANG, Y., WANG, H. & YI, L. (2005): Inverse phase oscillations between the East Asian and Indian Ocean summer monsoons during the last 12000 years and paleo-El Nino. – *Earth and Planetary Science Letters* **321**: 337-346, 3 Abb., 2 Tab.; Elsevier.
- IGNATOW, M.C. & IGNATOWA, E. A. (2003): Flora Mchow Crednei tschasti ewropeiskoi rossii, Tom 1. Sphagnaceae-Hedwigiaceae. – *A Journal of Bryology* **11**: 1 - 608 S.; Moskau.
- IGNATOW, M.C. & IGNATOWA, E. A. (2004): Flora Mchow Crednei tschasti ewropeiskoi rossii, Tom 2. Fontinalaceae-Amblystegiaceae. – *Arctoa* **11**: 1 - 960 S.; 634 Abb.; Moskau.
- JESCHKE, L., KNAPP, H. D. & SUCCOW, M. (2001): Moorregionen Europas. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde: 256-264; Stuttgart (Schweizerbart).
- JOOSTEN, H. (1993): Denken wie ein Hochmoor: Hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedervernässung und Restauration. – *Telma* **23**: 95–115; Hannover.

- KATZ, N.J. & KATZ, S.W. (1933): Atlas der Pflanzenreste im Torf (russisch und deutsch), – 30 S.; Moskau, Leningrad (Staatsverlag für landwirtschaftliche Literatur).
- KATZ, N.J., KATZ, S.W. & SKOBEJEWA, E. (1977): Atlas rastitelnich ostakow w torfach. – 371 S.; Moskwa (Niedra).
- KATZ, N.J., KATZ, S.W. & KIPIANI, M.G. (1965): Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the quaternary deposits of the UDSSR. – 365 S.; Moscow (Nauka).
- KÖRBER-GROHNE, U. (1964): Bestimmungsschlüssel für subfossile *Juncus*-Samen und Gramineen-Früchte. – Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet Band 7: 1 - 74; Hildesheim (August Lax).
- KUNSHU, Z. (1985): Vorläufige Untersuchung über die Bildung der Moore im Holozän im nördlichen China, – *Telma* **15**: 57-66; Hannover.
- LITTMANN, T. (1991): Dust storm frequency in Asia: Climatic control and variability. – *International Journal of Climatology* **11**: 393-412, 10 Abb., 3 Tab.; Bochum.
- LIU, H., XU, L. & CUI, H. (2002): Holocene History of desertification along the woodland steppe border in Northern China. – *Quaternary Research* **57**: 259-270; Abb. 6, Tab. 2.; New York.
- MATJUSCHENKO, W. (1924): Schlüssel zur Bestimmung der in Mooren vorkommenden *Carex*- Arten. – *Zeitschrift für das Gesamtgebiet der Geologie* **3**: 183-1932 Tafeln; Königsberg.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. (1999): *Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 4.01; MjM Software, Glenden beach, Oregon, U.S.A.
- MEUSEL, H. & JÄGER, E.J. (1992): *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*, Text u. Karten. Band 3, Stuttgart-New York (Fischer).
- MEYERHOFF, A., KAMEN-KAYE, M., CHEN, C. & TANER, I. (1991): *China: Stratigraphy, Paleogeography and Tectonics*. – 188 S.; Dordrecht, Bosten, London (Kluwer Academic Publishers).
- MICHAELIS, D. (2001): Schlüssel zur Bestimmung von Braunmoosen aus Torfen anhand einzelner Blättchen. – *Telma* **31**: 79-104; Hannover.
- MICHAELIS, D. (2002): Die spät- und nacheiszeitliche Entwicklung der natürlichen Vegetation von Durchströmungsmooren in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel der Recknitz. – *Dissertationes Botanicae* **365**: 1- 188; Berlin, Stuttgart (J. Cramer).
- MINGRAM, J., ALLEN, J.R.M., BRÜCHMANN, C., LIU, J., LUO, X., NEGENDANK, J.F.W., NOWACZYK N. & SCHEITTLER, G. (2004): Maar and crater lakes of Long Gang Volcanic Field (N.E. China)- overview, laminated sediments, and vegetation history of the last 900 years, – *Quaternary International* **123**: 135-147, 8 Abb., 3 Tab.;(Science Direct).
- MOLISCH, H & HÖFLER, K. (1954): *Anatomie der Pflanze*. – 180 S.; 6. Auflage. Jena (Fischer).
- NEEF, E. (1981): *Das Gesicht der Erde*. – 627 S.; Thun, Frankfurt/M (Verlag Harri Deutsch).

- NILSSON, Ö. & HJELMQVIST, H. (1967): Studies on the nutlet structure of south scandinavian species of *Carex*. – *Botaniska Notiser* **120**: 460-485. 6 Abb.; Lund.
- NOGUCHI, A. (1987): Illustrated Moss Flora of Japan, Part 1. – 251 S.; Hattori Botanical Laboratory (Zennoske Iwatsuki).
- OSVALD, H. (1923): Die Vegetation des Hochmoores Komosse. 436 S. – Svenska Växetsociologiska Sällskapets Handlingar I.
- ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland: Kritischer Band, 9. Auflage, – 948 S.; Heidelberg, Berlin (Spektrum).
- SCHETTLER, G, MINGRAM, J, NEGENDANK, J.F.W. & JIAQI, L. (2006a): Palaeovariations in the East-Asian Monsoon regime geochemically recorded in varved sediments of Lake Sihailongwan (Northeast China, Jilin Province). Part 2: A 200-year record of atmospheric lead–210 flux variations and its palaeoclimatic implications. – *Journal of Paleolimnology* **35**: 271-288; 7 Abb., 2 Tab.; (Springer).
- SCHETTLER, G., LIU, Q., MINGRAM, J. & NEGENDANK, J.F.W. (2006b): Palaeovariations in the East-Asian monsoon regime, geochemically recorded in varved sediments of Lake Sihailongwan (Northeast China, Jilin province), Part 1: Hydrological conditions and dust flux. – *Journal of Paleolimnology* **35**: 239-270; 24 Abb., 6 Tab.; (Springer).
- SCHIPPER, A.M., ZEEFAT, R., TANNEBERGER, F., VAN ZUIDAM, J.S., HAHNE, W., SCHEP, S.A., LOOS, S., BLEUTEN, W., JOOSTEN, H., LAPSHINA, E.D. & WASSEN, M.J. (2007): Vegetation characteristics and eco-hydrological processes in a pristine mire in the Ob River valley (Western Siberia). *Plant Ecology* DOI 10.1007/s11258-006-9253-x
- SCHROEDER, F.-G. (1998): Lehrbuch der Pflanzengeographie. – 457 S.; Wiesbaden (Quelle und Meyer).
- SHIYING, Q. (1993): A preliminary study of Hani peat-mire in the west part of the Chang-bai Mountain. *Scientia Geographica Sinica* **13/3**: 280-287
- STEBICH, M., ARLT, J., LIU, Q. & MINGRAM, J. (2007): Late Quaternary vegetation history of Northeast China – Recent progress in the palynological investigations of Sihailongwan maar lake. – *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* **259**: 181-190; 4 Abb.; Frankfurt.
- STEGMANN, H., SUCCOW, M. & ZEITZ, J. (2001): Muddearten. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl.: 62-65; Stuttgart (Schweizerbart).
- SUCCOW, M. (1988): *Landschaftsökologische Moorkunde*. – 340 S.; Jena (Fischer).
- SUCCOW, M. (2001a): Durchströmungsmoore. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl.: 365-379; Stuttgart (Schweizerbart).
- SUCCOW, M. (2001b): Hydrologische und ökologische Seentypen. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl.: 321-323; Stuttgart (Schweizerbart).
- SUCCOW, M. & STEGMANN, H. (2001): Torfarten. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2. Aufl.: 58-62; Stuttgart (Schweizerbart).

TOMLINSON, P. (1985): An aid to the identification of fossil buds, bud-scales and catkinbracts of British trees and shrubs. – *Circaea* **3/2**: 45-130; 75 Abb.; York.

WANG, Y., LI, C., WEI, H., SHAN, X. (2003): Late Pliocene-recent tectonic setting for the Tianchi volcanic zone, Changbai Mountain, northeast China. – *Journal of Asian Earth Sciences* **21**: 1159-1170.

WASSEN, M.J., BARENDREGT, A., PALCZYNSKI, A., DE SMIDT, J.T. & DE MARS, H. (1990): The relationship between fen vegetation gradients, groundwater flow and flooding in an undrained valley mire at Biebrza, Poland. *Journal of Ecology* **78**: 1106-1122.

WASSEN, M.J., VENTERINK, H.G.M.O. & DE SWART, E.O.A.M. (1995): Nutrient concentrations in mire vegetation as a measure of nutrient limitation in mire ecosystems. *Journal of Vegetation Science* **6**: 5-16.

YANG, Y. (2000): The distribution, degeneration and formation mechanism of peatland in P.R. China. – In: Rochefort, L. & Daigle, J.-Y. (Hrsg.): *Sustaining Our Peatlands*. Vol. **I**: 162-169.; Proceedings of the 11th International Peat Congress; Quebec City, Canada, 6.-12. August 2000.

<http://www.astronautix.com/lvs/df4.htm>, Zugriff: 15.04.08

www.china-tour.cn, Zugriff: 20.01.07

www.guanxi.de, Zugriff: 20.01.07

Anschrift der Verfasser:

A. Thiele,
Ch. Schröder,
Dr. D. Michaelis
Universität Greifswald
Institut für Botanik und Landschaftsökologie
Grimmer Straße 88
D-17487 Greifswald
E-Mail: annettthiele@googlemail.com
christian.schroeder@uni-greifswald.de
dierkm@uni-greifswald.de

Eingang des Manuskripts am 15. Juni 2008