

TELMA	Band 31	Seite 135–149	8 Abb.	Hannover, November 2001
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

Moore im Altai und dem nördlichen Vorland (Südwestsibirien, GUS)

Mires of the Altai and the northern plains (Southwest Siberia, GUS)

AXEL PRECKER

Zusammenfassung

Seit 1995 findet jährlich eine bodenökologische Exkursion durch Südwestsibirien statt, die vom Institut für Ökologie und Biologie der TU Berlin in Gemeinschaft mit dem Institut für Bodenkunde und Agrochemie der Akademie der Wissenschaften Russlands in Novosibirsk organisiert und wissenschaftlich betreut wird. Die Tour führt vom nördlichen Vorland des Altai bis in das Hochgebirge. Die besichtigten Moortypen (Aapamoore, Salzsümpfe, Auen-Überflutungsmoore, Pingomoore des Thermokarstes und Sumpfwiesen des Hochgebirges) werden vorgestellt und beschrieben.

Abstract

Ever since 1995 a soil-ecological excursion through Western Siberia is organized annually, which is scientifically attended by the Institute of Biology and Ecology of the Technical University of Berlin in cooperation with the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Russian Academy of Sciences in Novosibirsk. The tour leads from the northern plains to the high mountains of the Altai. In this article types of mires and swamps encountered in this area (such as aapa bogs, salt swamps, fluvial bogs, pingo bogs of thermocarst and fens of the high mountains), are presented and described.

1. Einführung und Reiseroute

Es werden die moorkundlichen Ergebnisse zweier Exkursionen (1995 und 2000) beschrieben, an denen der Verfasser jeweils in den Sommermonaten teilnahm. Die bodenkundlich und geobotanisch ausgerichteten Exkursionen wurden vom Institut für Ökologie und Biologie der Technischen Universität Berlin und dem Institut für Bodenkunde und Agrochemie in Novosibirsk der Akademie der Wissenschaften Russlands angeboten.

Die Reiseroute führte vom Vasjugansker Moor, einem südöstlichen Ausläufer des zentralen westsibirischen Moorgebietes zwischen Ural und Jenissei, zu den Steppen und

Waldsteppen im Tiefland und in die nördlichen Ausläufer des Altai. Besucht wurden verschiedene Ausprägungen der Taiga, subalpine und alpine Waldtypen, Tundren und Hochgebirgssteppen bis hin zu Halbwüsten und Wüsten der Kältezonen des Hochgebirges nahe der Mongolei (Abb. 1 und 4). Dabei ergaben sich auch immer wieder Möglichkeiten, Moore in Augenschein zu nehmen.

Die Angaben zu den Mooren erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weder hinsichtlich der im Altai vorkommenden Moortypen noch hinsichtlich einzelner Moorkommen. Zum Verständnis ist wichtig, dass der Begriff „Moor“ von den russischen Kollegen ausschließlich nach den vorkommenden Pflanzenarten und den Wasserverhältnissen definiert wird.

2. Geologie und Geomorphologie des russischen Altai

Der Altai gehört zu einem System von Gebirgen Südsibiriens, der Mongolei und Chinas, die im Erdaltertum an einer Subduktionszone aufgefaltet wurden. Als im Tertiär die australische Platte mit der eurasischen Landmasse kollidierte und dabei der Himalaya entstand, zerbrachen diese alten zentralasiatischen Gebirge in Schollen. Dieser Prozess dauerte bis in das Quartär. Im Norden hat der Altai einen sanften Mittelgebirgscharakter, im Zentrum des russischen Teiles liegen auf etwa 2 000 Meter Höhe ausgedehnte Hochflächen, die typisch für die Gebirge Zentralasiens sind. Ursprünglich entstanden dort bruchtektonisch tiefe Trogtäler, in denen sich zunächst Schutt sammelte, sich zwischenzeitlich Binnenseen bildeten und später die Gletscher der Eiszeit Sedimente ablagerten. Heute sind es Ebenen mit ausgedehnten Steppen und bergige Regionen mit Halbwüsten, die von steil aufragenden Hochgebirgszügen mit Höhen von 3 500–4 500 m eingerahmt werden. Infolge der intensiven Vergletscherung während der Eiszeit, die nahezu den gesamten russischen Altai umfasste, verfügt das Gebirge über einen außerordentlich reichen Formenschatz eiszeitlich geprägter Landschaften, mit denen die vorkommenden Moore genetisch verbunden sind. Der Altai ist sehr reich an Wasserläufen.

3. Aapamoore im Vasjugansker Moorgebiet der südlichen Taiga

Für eine ausführliche Beschreibung des größten zusammenhängenden Moorgebietes der Erde zwischen dem Ural und dem Jenissei in Westsibirien sei auf BOTCH & MASING (1983) sowie WALTER & BRECKLE (1986) verwiesen. Das Vasjugansker Moorgebiet bildet seinen südöstlichen Ausläufer auf der Wasserscheide zwischen Ob und Irtysch. Nach MARKOV et al. (1996) beträgt seine Größe mehr als 500 km². Es gehört zu den Mooren der südlichen Taiga und entwickelte sich als Deckenmoor, ist in großen Bereichen aber auch als Strang- oder Aapamoor ausgebildet. Aufgesucht wurde das Vasjugansker Moor einige km nördlich der Ortschaft Plotnikovo bei 56° 51,170' N, 82° 51,00' E und etwa 105 m NN (Abb. 1).

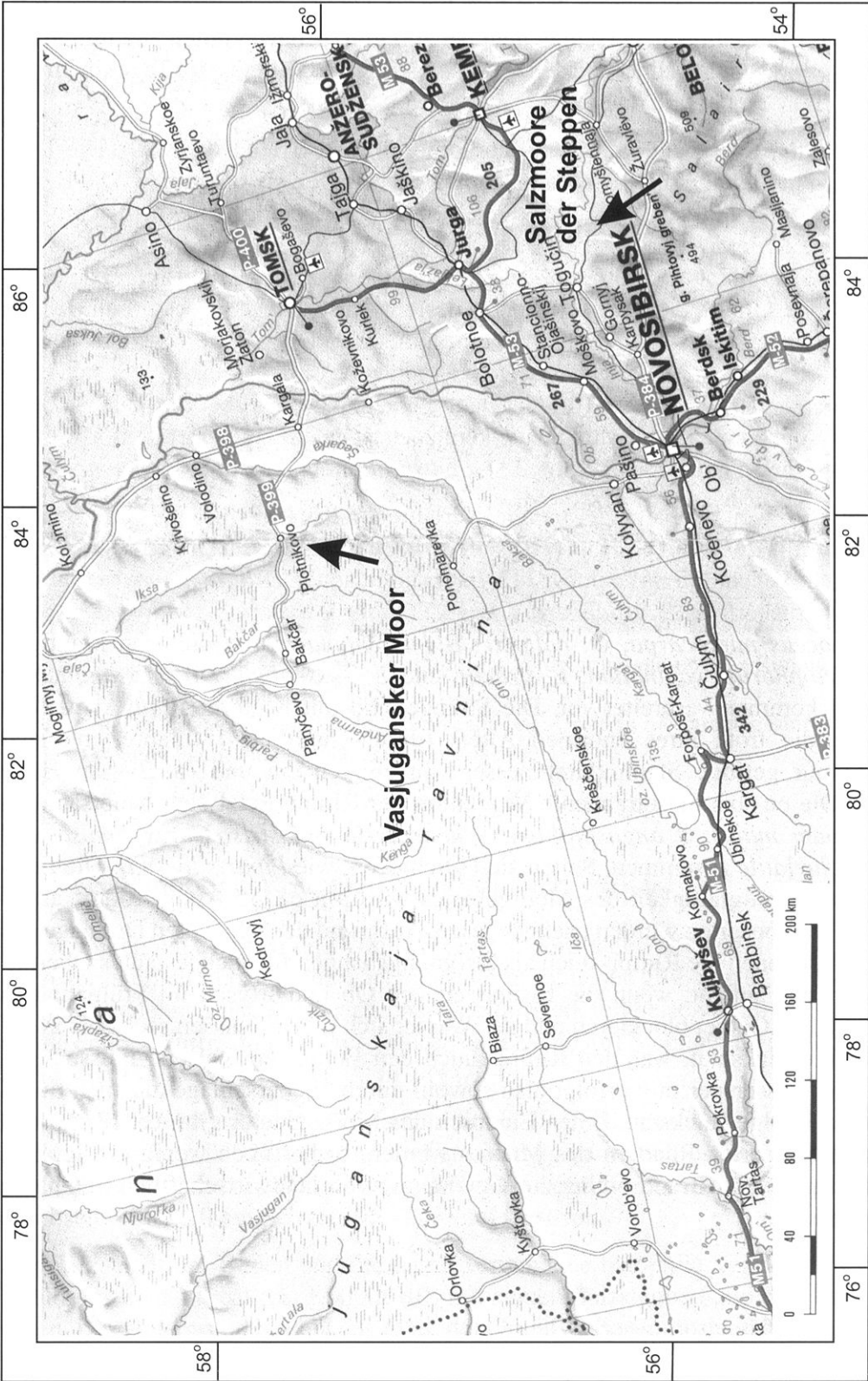


Abb. 1: Lage der Exkursionspunkte im nördlichen Vorland des Altai
Location of excursion points in the northern plains of the Altai

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt hier bei $-1,1^{\circ}\text{C}$ (Januarmittel $-20,5^{\circ}\text{C}$, Julimittel $17,6^{\circ}\text{C}$), der Jahresniederschlag liegt bei 500 mm/a , davon fallen 382 mm in der Vegetationsperiode. Die Schneedecke liegt bei $45-55\text{ cm}$ 206 Tage, 102 Tage sind frostfrei.

Nach ^{14}C -Analysen begann die Moorbildung hier 5000 a BP (4870 ± 170). Die Torfbildungsraten betragen um $0,8\text{ mm/a}$, gegenwärtig betragen sie $0,1\text{ mm/a}$. Die Egressionsrate beträgt etwa 3 cm/a an den Rändern. Die durchschnittliche Torfmächtigkeit liegt bei $4,0\text{ m}$. In den weiter westlich gelegenen Bereichen werden 12 m , davon bis 9 m *Eriophorum-Sphagnum*-Torf, erreicht. Ein aufgegrabenes Profil zeigte folgende lithostratigraphische Gliederung: Das Liegende besteht aus wenig Wasser durchlässigen Tonen und Schluffen. Es folgen etwa 10 cm anmoorige Übergänge bis zum basalen Bruchwaldtorf mit *Carex* und *Scheuchzeria* (H 7, etwa 25 cm). Daran schließt sich etwa 150 cm *Eriophorum-Sphagnum*-Torf geringer Zersetzung an. Eine vertikale, fazielle Abfolge von sogenannten Bult- und Schlenkentorfen ist gut erkennbar. Haupttorfbildner ist *Sphagnum fuscum*, daneben kommen *S. angustifolium* und *S. magellanicum* vor.

Das Moor ist in weit aushaltende, parallel verlaufende Rücken (Stränge) und Senken (Rimpis) von bis zu mehreren hundert Metern Breite gegliedert. Die Rücken zeigen oligotraphente Vegetation mit den o. g. Torfmoosarten sowie *Polytrichum strictum* und den Zwergsträuchern *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polyfolia*, *Oxycoccus microcarpa*, *O. palustre*, *Rubus chamaemorus* und den krautigen Pflanzen *Eriophorum vaginatum*, *E. gracile* und *E. russeolum*. *Drosera anglica* et *rotundifolia* kommen verbreitet vor. Die Stränge sind mit Kiefern (*Pinus sylvestris*) bewachsen, die trotz ihres enormen Alters (durchschnittlich 180 Jahre , maximal 300 Jahre) nur geringe Stammdurchmesser von einigen cm und ca. $2-3\text{ m}$ Höhe erreichen. Die eu- bis mesotraphente Vegetation der Rimpis setzt sich hauptsächlich aus *Sphagnum majus*, *S. angustifolium*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa* und *Equisetum fluviatile* zusammen. Selten sind Orchideen, wie *Liparis loeselii*. Die floristische Artenmannigfaltigkeit des Moorgebietes wird mit ca. $15\text{ Arten}/100\text{m}^2$ angegeben. 28 Torfmoosarten wurden nachgewiesen. Aufgrund der schlechten Drainage des Untergrundes dienen die Rimpis auch als Strömungsbahnen für rückgestautes Oberflächenwasser, das auftritt, wenn die Eismassen von Ob und Irtysh im Frühjahr den Abfluss aus dem Gebiet blockieren und das Wasser sich in den Flüssen sechs bis zwölf Meter hoch zurückstaut, was den Rimpis auch den Beinamen „falsche Flüsse“ einbrachte. Die Wasserspeisung erfolgt also sowohl durch Niederschläge als auch durch Hochwasser infolge Rückstau. Einen Eindruck des Moorgebietes gibt Abb. 2. An den teilweise entwässerten Rändern des Moores werden, bisher noch wenig erfolgreich, Moorbrandkultur und Brandrodung zur Gewinnung von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen betrieben.



Abb. 2: Vasjugansker Moor, hier als Aapamoor: Im Vordergrund mesotrophe Rimpis, am Horizont oligotrophe, bewaldete Stränge

Bog of Vasjugansk, in this area as an aapa bog: Up front mesotrophic rimpis, in the background oligotrophic, wooded hummock banks

4. Salzmoore der Steppen im nördlichen Vorland

In den hügeligen Steppen und Waldsteppen im nördlichen Vorland und im Vorgebirge des Altai sammelt sich das Oberflächenwasser in zahllosen größeren und kleineren Seen, deren ausgedehnte, flache Uferregionen versumpfen, teilweise vermooren. Aufgesucht wurde der See Yurti, ein kleinerer Stausee nahe dem Dorf Stepnogutovo auf $54^{\circ} 50,742' N$, $84^{\circ} 51,033' E$ und in etwa 200 m NN (Abb. 1).

Das Jahresmittel beträgt $-0,6^{\circ}C$ (Januarmittel $-19,6^{\circ}C$, Julimittel $17,4^{\circ}C$), der Jahresniederschlag liegt bei 280 mm/a, die Verdunstung ist im Jahresdurchschnitt höher als die Niederschlagsmenge. Die Frosteindringtiefe beträgt 1,5 m. Es liegen an 161 Tagen durchschnittlich 20 cm Schnee, 95 Tage sind frostfrei.

Der Salzgehalt der Böden und die damit verbundene halophile Vegetation werden als Relikt aus dem Boreal (ca. 8000 a BP) mit seinen Salzsteppen und Salzwüsten angesehen. Der Untergrund besteht aus Löss, der Grundwasserflurabstand liegt in der Steppe bei 1,5 m, in Ufernähe bei 0,3 m. Der kapillare Aufstieg des Grundwassers fördert die

Versalzung. In den Salzwiesen in Ufernähe herrschen halophile Pflanzen wie *Puccinellia distans*, *Triglochin palustris*, *Glaux maritima*, *Taraxacum bessarabicum* und *Sueda corniculata* vor. Im Uferbereich wachsen Röhrichte mit *Carex vesicaria*, *C. rostrata*, *C. acuta* und *Alopecurus ventricosus*. In den wasserseitig vorgelagerten Röhrichten dominieren *Bolboschoenus maritimus* und *Lycopus europaeus*. Im ufernahen Wasser kommt es zu dichten Beständen von *Polygonum sp.* und *Scirpus sp.* Nennenswerte Torfbildung wurde nicht beobachtet. Jedoch sind die Böden anmoorig und versumpft. Abb. 3 zeigt ein ufernahes Sumpfgebiet in der Steppe.

5. Moore im Altai

Die Moore haben in dieser Region keinerlei wirtschaftliche Bedeutung und sind daher wenig erforscht. BOTCH & MASING (1983) gliedern die Moorkommen nach Höhenstufen und geben für das Vorgebirge bis 500 m NN Seggen-Moos- und Birken-Seggen-Moos-Moore, für das tiefere Bergland bis 1000 m NN Schilf- und Seggenmoore sowie mesotrophe *Sphagnum*-Moore mit *S. magellanicum*, *S. subsecundum* und *Carex lasiocarpa* an. Danach kommen von 1500 m bis 2000 m NN ausschließlich Quellmoore vor, im subalpinen Bereich ein *Sphagnum*-Moor mit *S. magellanicum* und *S. warnstorffii* sowie alpinen Pflanzen wie *Potentilla nivaea*, *Schultzia crinita* und



Abb. 3: Salzsumpf am See Yurti. Im Hintergrund Waldsteppe
Saltswamp at the lake of Yurti. In the background forest steppe

Viola altaica und Frosthügelmoore, ähnlich den Palsenmooren mit *Dryas octopetala*, *Eriophorum angustifolium* und *Rubus chamaemorus* und schließlich im alpinen Bereich Seggenmoore mit *Carex orbicularis* und kleine Quellmoore mit *Sphagnum*. MARKOV et al. (1996) geben für die Region Altai 213 Moore mit einer Gesamtfläche von 511 km² an.

Gegenwärtig bemühen sich eine Reihe von Wissenschaftlern um Mittel zur Kartierung und Inventarisierung der Moore sowohl der Region als auch der Republik Altai. Ziel ist es, die Moore dauerhaft als Naturdenkmale und Schutzgebiete auszuweisen, bisher noch ohne Erfolg.

Im folgenden werden die in Augenschein genommenen Moortypen vorgestellt. Abb. 4 zeigt eine Übersicht zu deren Lage.

5.1 Auen-Überflutungsmoore

Dieser Moortyp kommt sowohl im Vorland des Altai, in der Aue des Ob, als auch in den Mittelgebirgsregionen des Altai vor.

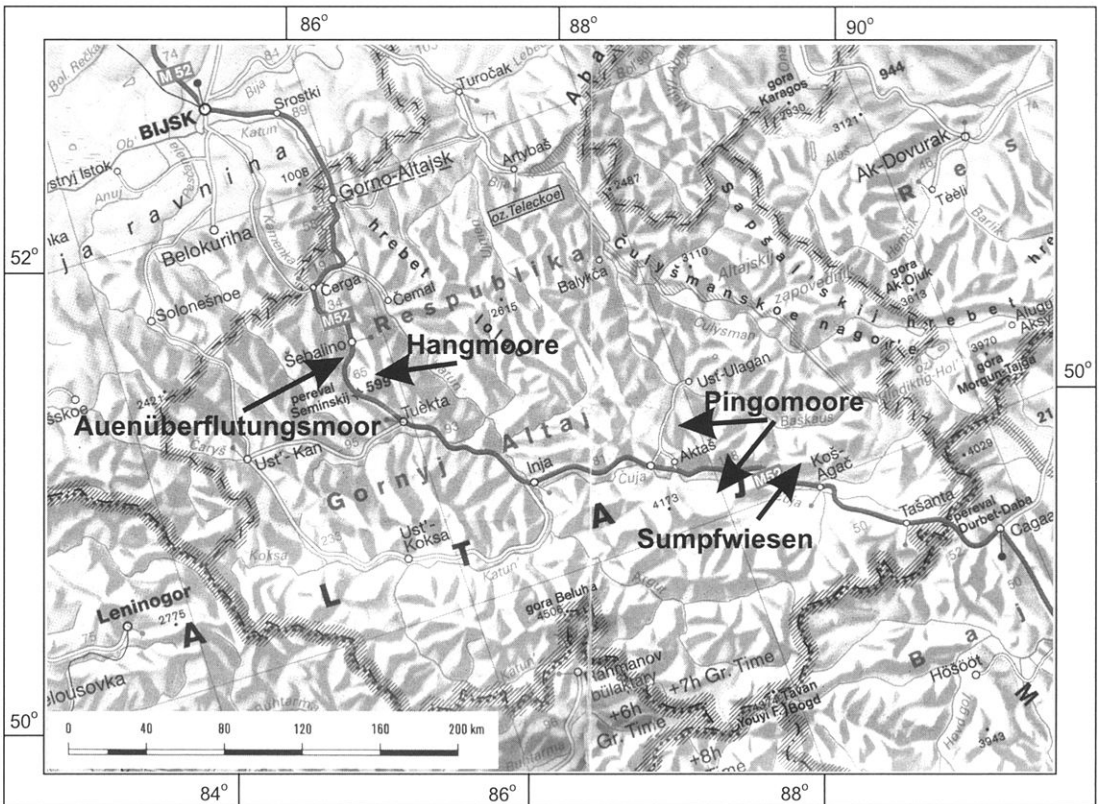


Abb. 4: Lage der Exkursionspunkte im Altaigebirge
Location of excursion points in the Altai mountains

Die Moore sind für den mittleren Altai (Höhen um 1 000 m NN) aufgrund der im allgemeinen guten Bodendrainage nicht typisch. Sie sind an ebene Flußauen oder an Trogtäler gebunden. Sie weisen eine hohe standörtliche und biologische Diversität auf und spielen eine erhebliche Rolle bei der Regulierung des aus dem Gebirge abfließenden Wassers, da sie während der Schneeschmelze große Mengen Wasser speichern. Damit wirken sie der Erosion entgegen. Zugleich wirken sie als natürliche, biochemische Filter, da sie feste und gelöste Stoffe aufnehmen und binden. Die Torfakkumulationsrate ist gering.

Ein solches Moor liegt etwa 10 km südlich des Ortes Kumalyr östlich der Straße zum Seminsky Pass in einem Flusstal innerhalb des Gebietes der exponierten Bergsteppen und Lärchenwälder im mittleren Altai (Abb. 4 und 5) auf 51°09,944' N, 85°34,592' E und etwa 1 000 m NN.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt $-1,3$ bis $+0,8$ °C (Januarmittel -22 °C mit Minimalwerten von -46 °C, Julimittel $17,4$ °C mit Maximalwerten von 31 °C), der Jahresniederschlag liegt bei 300–500 mm/a, wovon 90% im Sommer fallen. Die Böden gefrieren vollständig, im Durchschnitt liegen ca. 30 cm Schnee, 85 Tage sind frostfrei.



Abb. 5: Auenüberflutungsmoor. Im Mittelgrund Übergänge von der eutrophen Feuchtwiese über das mesotrophe Weidengebüsch zum mesotrophen Fichtenwald
Fluviatil bog. In the middle transitions from the eutrophic wet meadow and the mesotrophic willow stand to the mesotrophic spruce forest bog

Das Moor ist etwa 20 ha groß mit Torfmächtigkeiten bis ca. 2,5 m. Interessant ist seine standörtliche Differenziertheit. Infolge der kältekonservierenden Eigenschaft der Torfe kommen in 5 ökologischen Standorttypen überwiegend alpine und subalpine Arten vor.

Eutrophe Feuchtwiese:

Die Torfmächtigkeit beträgt weniger als 30 cm. Der Wasserspiegel schwankt saisonal bis zu 60 cm, wodurch eine der dominanten Arten, *Carex cespitosa*, 50 bis 60 cm hohe Bulte bildet. Daneben sind *C. magellanica* und *Deschampsia cespitosa* weit verbreitet. Regelmäßig kommen noch *Parnassia palustris*, *Ligularia sibirica*, *Allium schoenoprasum*, *Pedicularis resupinata* und *Betula humilis* vor.

Mesotropher Fichtenwald:

Die Torfmächtigkeit beträgt ca. 2 m. Der Wasserspiegel lag im Sommer 30 cm unter Flur. Die dominanten Arten sind in der Baumschicht *Picea obovata* (in der Altai-typischen Varietät *glauca*) und in der Krautschicht *Calamagrostis obtusata*. Daneben kommen *Saussurea parviflora*, *Angelica decurrens* und *Cortusa altaica* regelmäßig vor. An Moosen wurden *Calliergon stramineum*, *Thuidium sp.*, *Mnium rugicum*, *Mnium sp.* und *Clematium dendroides* festgestellt. Die Vegetationsdecke ist lückenhaft.

Meso- bis oligotrophes Sphagnum-Moor:

Der Torf ist ca. 2,5 m mächtig. Bulte und Schlenken sind weit verbreitet, wobei letztere mit ca. 20 cm Wasser gefüllt waren. Die dominanten Arten der Strauchschicht sind *Betula humilis* und *Ribes moschata*. In der Krautschicht ist *Eriophorum vaginatum* vorherrschend. Torfbildende Moose sind *Sphagnum russowii*, *S. fuscum*, *S. angustifolium*, *S. flexuosum*, *S. warnstorffii*, *S. girgensonii* sowie *Aulacomnium palustre*, *Tomenthypnum nitens* und *Calliergon stramineum*.

Mesotrophes Weidengebüsch:

Der Torf ist hier ca. 1 m mächtig. Das Wasser stand je nach Relief etwa 10 cm unter Flur bis Flurhöhe. Die dominanten Arten der Strauchschicht sind *Betula humilis*, *Salix rosmarinifolia*, *S. glauca*, *S. bebbiana* und *Lonicera caerulea*. In der Krautschicht dominiert *Carex diandra*. Eine Moosschicht fehlt.

Eutropher Birkenwald:

Die Torfmächtigkeit beträgt ca. 30 cm. Das Wasser stand unterhalb der Torfe im Mineralboden an. Die dominante Art der Baumschicht ist *Betula pubescens*. Die Krautschicht wird von *Carex cespitosa*, *C. juncella* und *Galium uliginosum* beherrscht.

SUCCOW (1988), SUCCOW & JOOSTEN (2001) beschreiben Auen-Überflutungsmoore als ausschließlich eutrophe Bildungen. Insofern stellt der oligotrophe Bereich eine Besonderheit dar. Auffallend ist, dass die Trophie mit zunehmender Torfmächtigkeit abnimmt und dass die unterschiedlichen Torfmächtigkeiten sich im Relief nicht abbilden. Daraus folgt, dass die Mächtigkeitsschwankungen des Torfes durch das Untergrundrelief bestimmt werden. Möglicherweise spielen bei der Verteilung der Nährstoffe alte Strömungsbahnen des Flusses und die oberirdischen Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet sowie die Filterfunktionen der Pflanzen und Torfe bei lateralem Zustrom eine entscheidende Rolle. Eventuell ist auch die Herausbildung punktuell ombrotropher Verhältnisse infolge langer Schneebedeckung möglich.

5.2 Hangmoore

Zwischen den Ortschaften Shebalino und Ongudai führt durch den Altai eine Nordwest-Südost verlaufende Straße über den Seminsky Pass. Der Pass liegt bei 51°2,863' N, 85°36,308' E und auf 1 750 m NN (Abb. 4).

Der Temperaturgradient beträgt hier 0,3 °C bis 0,4 °C je 100 m Höhenanstieg. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 2 °C. Es fallen durchschnittlich 1 000 mm Niederschlag, der größte Teil davon im Winter. Der Schnee erreicht 0,75 m bis 1,5 m Höhe und bleibt durchschnittlich 220 Tage liegen. In exponierten Lagen bildet sich ein mächtiger Winterfrostboden aus, der in manchen Sommern nicht vollständig auftaut.

Das Bergland östlich des Seminsky Passes ist in den tieferen Lagen durch subalpinen, parkähnlichen *Pinus sibirica*-Wald mit üppig entwickelter Krautschicht und in den höheren Lagen durch reine Bergtundra mit diskontinuierlichem Permafrost charakterisiert. An den Hängen des Tales zwischen dem Seminsky Pass und dem östlich gelegenen Berg Sarlic (2 507 m NN) sind durch austretendes Wasser meso- bis oligotrophe Hangmoore von wenigen m² bis <100 m² relativ häufig. Die Torfmächtigkeiten betragen zwischen 0,5 m und 1,0 m. Die Moore sind durch überrieselndes Wasser auch im Sommer permanent wassergesättigt.

Die Vegetation der Moore bilden Torfmoos-Wollgrasriede mit *Sphagnum warnstorffii*, *S. fuscum* und *Eriophorum angustifolium*. Als stetige Begleiter kommen *Aulacomnium palustre*, *Calliergon stramineum*, *Drepanocladus* sp., (?) *Hamatocaulis vernicosus*, *Rhisomnium (punctatum oder pseudopunctatum)* und selten Zwergsträucher, wie *Ledum palustre*, vor.

5.3 Pingomoore

Pingos (Syn. Bulgunnjachi, Hydrolakkolithe) sind in periglazialen Gebieten verbreitete, in ihrem Inneren aus Eislinnen bestehende Hügel. Aufgrund der hygrokopischen Eigenschaft gefrierenden Wassers erreichen sie einige Zehner Meter an Höhe und mehr als 100 m im Durchmesser. Sie sind von Sedimenten bedeckt. Mit ansteigenden Temperaturen beginnen die Eiskerne der Pingos zu zerfallen, wobei sich infolge des abfließenden Lockermaterials seitliche Verwallungen bilden. Aus den Hügeln werden zuletzt konkave Hohlformen, in denen sich Wasser sammeln kann (Pingoseen, Abb. 6). Mitunter bilden sich in diesen Hohlformen Moore (Pingomoore, Abb. 7). Solche, von Moor umgebenen, zerfallende Pingos ähneln äußerlich Palsenmooren. Weil die sich bildenden Torfe wärmeisulierend wirken, kann bei entsprechenden Klimabedingungen unter den Torfen wieder Eis kristallisieren und sich erneut ein Pingo bilden. Solche Pingos sind in Nord-sibirien und in anderen Gebieten mit Permafrost typisch. Für den Altai fanden sich keine Angaben in der Literatur. BOTCH & MASING (1983) zitieren Arbeiten von NIKITINA (1927) und BARANOV (1931), die Frosthügelmoore, ähnlich Palsenmooren, aus dem Altai beschreiben. Solche Moore kommen in der Republik Tuva im Ostaltai vor. Im Hochgebirgstteil des Altai wurden zwei benachbarte Gebiete mit Mooren in zerfallenden



Abb. 6: Minerotropher See in einem Pingomoor. Im Mittelgrund bewachsene Reste des auftauenden Pingos
 Minerotrophic lake inside a pingobog. In the middle overgrown rests of the melting pingo

Pingos entdeckt. Zum einen oberhalb des Ortes Aktash am Fluß Menka in der Nähe des Tschuja Massives sowie östlich der Straße von Aktash nach Ulagan, etwa 4 km südlich des Usunkel-Sees (Abb. 4).

Das Gebiet liegt schon im Randbereich des trocken-kalten mongolischen Klimas. Es fallen 200 mm Niederschlag, 50 bis 65 Tage sind frostfrei. Die Jahresdurchschnittstemperaturen betragen reliefbedingt $-4,2^{\circ}\text{C}$ bis $-8,5^{\circ}\text{C}$, die Januartemperatur beträgt -22°C bis -32°C , die Temperaturdifferenz zwischen Sommer und Winter kann hier bis 86°C betragen. Die Frosteindringtiefe erreicht an Südhängen bis 3 m, es liegen durchschnittlich 20 cm Schnee.

Exemplarisch soll eines der Pingomoore südlich des Usunkel-Sees beschrieben werden. Da der Verfasser diese Exkursion ohne Navigationshilfe unternahm, kann keine gradgenaue geographische Position angegeben werden. Das etwa 5 ha große Moorgebiet ist von der Schotterstraße gut einsehbar. Es liegt in einem Tal mit NE-SW- Erstreckung auf etwa 1 800 m NN.

Die durch die Vegetation gut wärmeisolierten Reste des Pingos bestehen aus etwa 2 bis 4 m hohen, langgestreckten Buckeln, Ringen und Bögen. Ein Schurf in dem stark schluffigen, mittelbraunen Sediment des Pingos ergab Eis mit einem Flurabstand von 60 cm. Die Reste des Pingos sind dicht mit Moosen (*Aulacomnium palustre*, *Polytrichum*



Abb. 7: Von Moor umgebener, tauender Pingo in einem Tal
A melting pingo in a valley, surrounded by a bog

strictum, *Pleurozium* sp.) und Zwergsträuchern (*Betula rotundifolia*, *B. humilis*, *Spiraea alpina*, *Lonicera caerulea*), sowie zum Teil mit alten Bäumen (Lärche, Fichte) bewachsen.

Das mesotrophe Moor weist verschiedene Vegetationsformen auf. Den größten Anteil hat ein Torfmoos-Seggenried, in dem *Sphagnum russowii*, *S. balticum*, *S. angustifolium*, daneben *Polytrichum strictum*, *Aulacomnium palustre* und *Paludella squarrosa* sowie die Seggen *Carex altaica*, *C. buxbaumii*, *C. rostrata*, *C. caespitosa*, *C. canescens* bestandsbildend sind. An krautigen Pflanzen wurden weiterhin regelmäßig festgestellt: *Swertia obtusa*, *Parnassia palustris*, *Polygonum viviparium*, *Equisetum palustre*, *Peucedanum salinum* und *Comarum palustre*. Daneben kommen reine, von *Carex rostrata* und *C. canescens* dominierte Seggenriede vor. Hier handelt es sich um bereits vollständig verlandete, ehemalige kleine Wasserflächen. Ebenfalls aus Seggenrieden mit gleicher Artenzusammensetzung bestehende Verlandungsmoore finden sich an den Rändern kleiner stehender Gewässer innerhalb der Pingoreste.

Das Relief des Untergrundes ist unbekannt. Ein Aufschluss an einem Bach lässt durchschnittliche Torfmächtigkeiten von etwa 30 cm bis 50 cm vermuten. Die Wasserzufuhr erfolgt durch das Tauwasser des zerfallenden Pingos und Oberflächenwasser aus den umliegenden Bergen.

5.4 Sumpfwiesen im Hochaltai

In den Hochgebirgssteppen und Halbwüsten des Hochaltai herrschen extreme Klimaverhältnisse. Das Jahresmittel liegt bei $-8,2^{\circ}\text{C}$ (Januar -32°C , Juli 12°C), der Niederschlag liegt bei 100 mm, es fallen etwa 10 cm Schnee, max. 55 Tage des Jahres sind frostfrei. Permafrost ist verbreitet. Ehemalige Eiskeile sind an der Oberfläche noch lokalisierbar. Taiga kommt nur in tiefen Geländedepressionen vor.

Aufgesucht wurde die Halbwüste bei Chagan-Uzun auf 50° , $514'$ N und 88° , $254'$ E (Abb. 4). Dort, in etwa 2000 m Höhe mit karger und lückenhafter Steppenvegetation kommt es entlang der Flüsse und Bäche im Sommer zu ausgedehnten Versumpfungen, die in Abhängigkeit vom Relief bzw. der Talform mehr als 100 m zu beiden Uferseiten einnehmen können. Die Pflanzendecke ist sehr monoton von *Carex altaica*, *C. buxbaumii* und wenigen Kräutern wie *Parnassia palustris* dominiert (Abb. 8). Der Torf wird nicht mächtig als 10 cm. Im Sommer herrscht Wasserüberschuss.

6. Danksagung

Für zahlreiche fachliche Hinweise und Gespräche sei den Wissenschaftlern des Gastgeberlandes herzlich gedankt, insbesondere Frau Olga Pisarenko (Moosflora und Moore), Dr. Nikolai Lashchinsky (Geobotanik und Ökologie), Dr. Pavel Barsukov (Böden), Dr. Sergey Vasiliev (Geobotanik und Moore), Boris Smolentsev (Böden und Ökologie).



Abb. 8: Sumpfwiese in der Hochgebirgsregion des Altai
Swampy meadow in a high mountain region of the Altai

Für die Organisation sei den russischen Kollegen aus Novosibirsk sowie Herrn Dr. Ch. Siewert (TU Berlin) ausdrücklich gedankt. Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes, insbesondere in botanischer Hinsicht, dankt der Verfasser Frau Dipl. Biol. M. Peukert (Frankfurt a. Main) und Herrn Dr. Nikolai Lashchinsky (Novosibirsk).

7. Hinweis

Für diesen Bericht wurden nur die Lokalitäten mit Mooren beschrieben. Die Exkursionen, während der die vorgestellten Ergebnisse gesammelt wurden, sind in ihrem bodenkundlichen, geobotanischen, mithin ökologischen Spektrum, sehr viel umfassender. Der Verfasser gibt gern über E-Mail weitere Auskünfte.

8. Literaturverzeichnis

- BARNOV, V. I. (1931): Vysokogornaya tundra v yugovostochnom Altae.- Yubileinyi sbornik 25-letiya pedagogicheskoi i obshehestvennoi raboty akad. B. A. Kellera: 251–272, Voronesh.
- BOTCH, M. S. & MASING, V. V. (1983): Mire ecosystems in the U.S.S.A. – In: GORE, J. A. P. (ed.) (1983): Ecosystems of the world, 4 B. Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. Regional Studies: 95–152; Amsterdam (Elsevier).
- NIKITINA, E. V. (1927): Alpiiskie bolota levykh pritokova Uimenya, pritoka Bii. – Izv. Tomsk. Gos. Univ., 79(1): 42–55, Tomsk.
- MARKOW, V. D., Ospennikova, L. A., SKOBEYEVA, Y. I., Matukhina, V. G., INYSHEVA, L. I., LAPSHINA, Y. D., MIKHANTYEVA, L. S. (1996): General review of West-Siberian mires. – In: LAPPALAINEN, E. (ed.): Global peat resources: 203–207; Helsinki.
- WALTER, H. & BRECKLE, S. W. (1986): Ökologie der Erde, Bd. 3, Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen Euro-Nordasiens. – 587 S.; Stuttgart (Fischer).
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. – 340 S.; Jena (Fischer).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, 622 S.; Stuttgart (Schweizerbart).

Anschrift des Verfassers:

Dr. A. Precker
 Planungsbüro Dr. A. Precker
 Bussestr. 37
 D-22299 Hamburg
 E-Mail: aprecker@geoprecker.de

Manuskript eingegangen am 24. April 2001