

TELMA	Band 33	Seite 35 - 58	8 Abb., 5 Tab.	Hannover, November 2003
-------	---------	---------------	----------------	-------------------------

Moorbildungen in der Trockensteppenzone des Issyk-Kul Beckens (Kirgisistan) - Teil 1: Boden, Stratigraphie und Hydrologie

Mires within the dry steppe zone of the Issyk-Kul basin (Kyrgyzstan) - part
1: soils, stratigraphy and hydrology

THOMAS HEINICKE

Zusammenfassung

Am Beispiel der Moore des Ala-Bash - Kongur-Olen Talkomplexes werden Boden, Stratigraphie und Hydrologie von Moorbildungen in der Trockensteppenzone des Issyk-Kul Beckens (Kirgisistan) dargestellt. Wegen des extremen Klimas sind die Moore auf eine Fremdspeisung mit Grundwasser angewiesen, das unterhalb von Schwemmkegeln gletscherwassergespeicherter Flüsse diffus oder in Quellbereichen austritt. Insgesamt konnten die Moorbereiche fünf verschiedenen hydrogenetischen Moortypen zugeordnet werden. Auf Grund hoher Mineralstoffgehalte dominieren Halbtorfe und minerogene Mudde. Torfe bestehen weitgehend aus Radicellenresten, z.T. mit Braunmoosresten vermischt. Im Bereich des Aidin-Kul wurde *Typha*-Torf gefunden. Die Moorsubstrate sind je nach Kalkgehalt subneutral bis alkalisch. Ausschließlich in tieferen Horizonten finden sich saure, vermutlich sekundär durch Sulfatversauerung entstandene Moorsubstrate. Entsprechend der C/N-Werte lassen sich die Substrate mesotrophen bis eutrophen Standortverhältnissen zuordnen. An ökologischen Moortypen lassen sich Basen- und Kalkzwischenmoore sowie Reichmoore ausscheiden. Durch Kombination der hydrogenetischen und ökologischen Moortypen lassen sich 10 verschiedene Moor-Naturraumtypen feststellen. Die am weitesten verbreiteten Typen sind mesotroph-subneutrale und eutrophe Durchströmungs-Hangmoore sowie mesotroph-kalkreiche und eutrophe Verlandungsmoore.

Die Moorökosysteme unterliegen aufgrund der Tätigkeit der Flüsse einer ausgesprochen hohen Dynamik. Durch regelmäßige Veränderung der Flussläufe auf den Schwemmkegeln werden immer wieder neue Moorflächen durch mitgeführtes Moränenmaterial überdeckt, weswegen stellenweise mindestens vier Moorbildungsphasen gefunden wurden.

Größere Bereiche der untersuchten Moorflächen sind aufgrund anthropogener Eingriffe pedogen stärker verändert. Insbesondere die intensive Viehhaltung wirkt sich negativ auf die Böden aus und führt stellenweise zu erheblichen Degradierungen.

Abstract

On the example of the mires at the Ala-Bash - Kongur-Olen valley soils, stratigraphy and hydrology of mires within the dry steppe zone of the Issyk-Kul basin (Kyrgyzstan) are described. Because of the extreme climate, all the mires depend on groundwater, discharging diffuse or in springs below alluvial cones of rivers, fed by glacier water. At all, five different hydrogenetic mire types were realized. The peat and mud substrates are mostly mineral rich, so 'Halbtorf' and minerogene muds are dominating. The peat consists mainly of radicles, to some extent of brownmosses. At lake Aidin-Kul, Typha-peat was found. Depending on lime content, the mire substrates are subneutral to alkaline. Only in deeper peat layers also acid substrates were found, probably a result of secondary acidification with sulfates. According to the measured C/N ratios, the peat and mud soils correlate with mesotrophic to eutrophic conditions. As a result, three ecological mire types were separated (mesotrophic-subneutral, mesotrophic-alkaline, eutrophic mires). Combining the hydrogenetic and ecological mire types, ten different „Moor-Naturraumtypen“ within the searched mire complexes can be distinguished. Widely distributed are mesotrophic-subneutral and eutrophic „percolation“-surface flow mires and mesotrophic-lime rich and eutrophic terrestrialisation mires.

The mire ecosystems are very dynamic, strongly influenced by the activity of the larger rivers in the area. The courses of the rivers on the alluvial cones are changing on a regularly basis, leading to new areas within the mire complexes covered with morainic material. As a result of stratigraphic investigations, up to four phases of mire development were found.

In larger parts of the mire systems the peat soils are subject to strong pedogenic changes through anthropogenic input. Especially the intensive cattle grazing has negative impacts to the soils and leads partially to a degradation of the peat layer.

1. Einleitung

Kirgisistan in Mittelasien umfasst 198.500 km², von denen 90 % vom Tien-Shan-Gebirge und 10 % von Tälern und Ebenen eingenommen werden. Mit weniger als 0,5 % der Landesfläche stellen Moore und Sümpfe allenfalls eine Sonderbildung dar (HEINICKE 1999). Moore im ariden Mittelasien sind landschaftsökologisch bislang wenig erforscht. So liegen lediglich zu einzelnen Teildisziplinen Arbeiten vor.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde eine umfassende landschaftsökologische Kennzeichnung der Moore in den Tälern Ala-Bash und Kongur-Olen im Südwesten des 43.000 km² großen Biosphärenreservates „Issyk-Kul“ erarbeitet. Die dabei gewonnenen Grundlagendaten wurden zusammen mit weiteren Daten zur Landnutzung und Sozioökonomie der Schutzgebietsverwaltung übergeben, um Bemühungen zum Erhalt der betreffenden Moore zu unterstützen. Nach bisherigem Kenntnisstand sind die untersuchten Moore die großräumigsten noch erhaltenen in ganz Kirgisistan (HEINICKE 1999).

2. Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Moore umfassen zwei räumlich getrennte Teilgebiete I und II (2.760 bzw. 400 ha) in den Tälern Ala-Bash und Kongur-Olen, die sich im Südwesten des Issyk-Kul Beckens am Nordabfall des Terskey-Alatoo befinden (Abb.1). Die beiden ineinander übergehenden Täler (Talgrund 1.900 - 2.100 m) mit einer West-Ost-Ausdehnung von zusammen über 40 km werden im Norden von einem Vorgebirgszug (2.300 - 2.500 m), im Süden von teilweise vergletscherten Gipfeln der Gebirgskette begrenzt (Abb.2 und 3).

Der nördliche Talgrund mit dem Vorgebirge zeigt dabei die Charakteristika eines trocken-ariden Wüstenklimas, während die südlich angrenzenden niederen und mittleren Lagen dem trocken-ariden Steppenklimate zuzuordnen sind (ATLAS DER KIRGISISCHEN SSR 1987, SHUKUROV 1990). Durch das Vorgebirge ist ein direkter Einfluss des Issyk-Kul praktisch nicht fühlbar. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt im Gebiet 3,7°C, erreicht im Januar minimal -7,8°C und im Juli maximal 14,3°C. Strenge Winter sind im Gebiet selten. Das Untersuchungsgebiet ist anfällig für Frosteinbrüche, wobei regel-

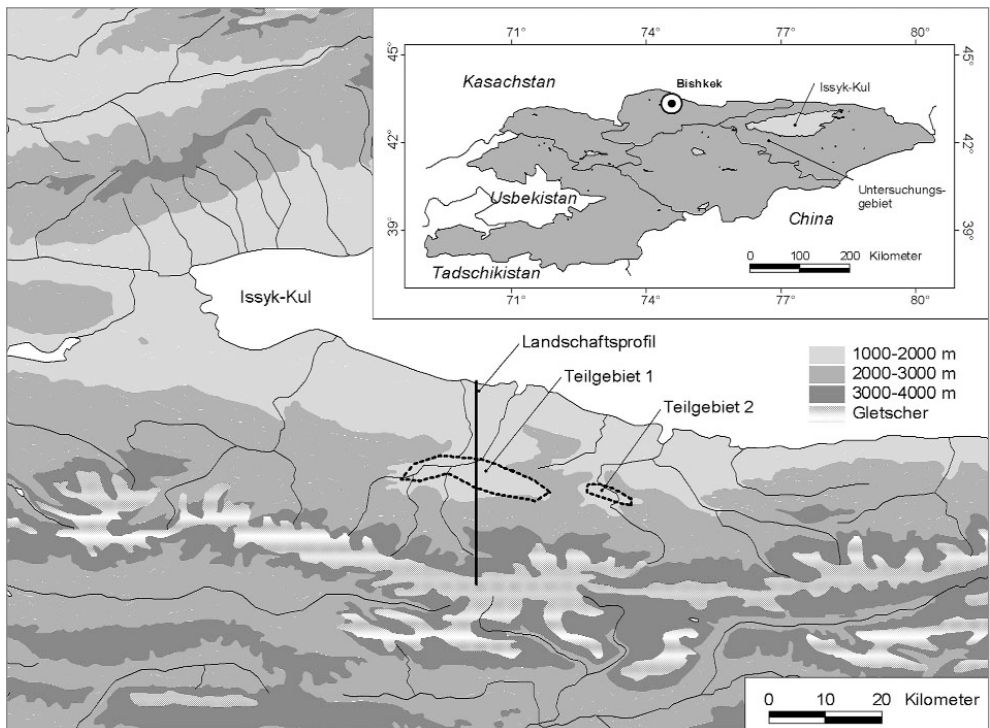


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes
Location of the study area

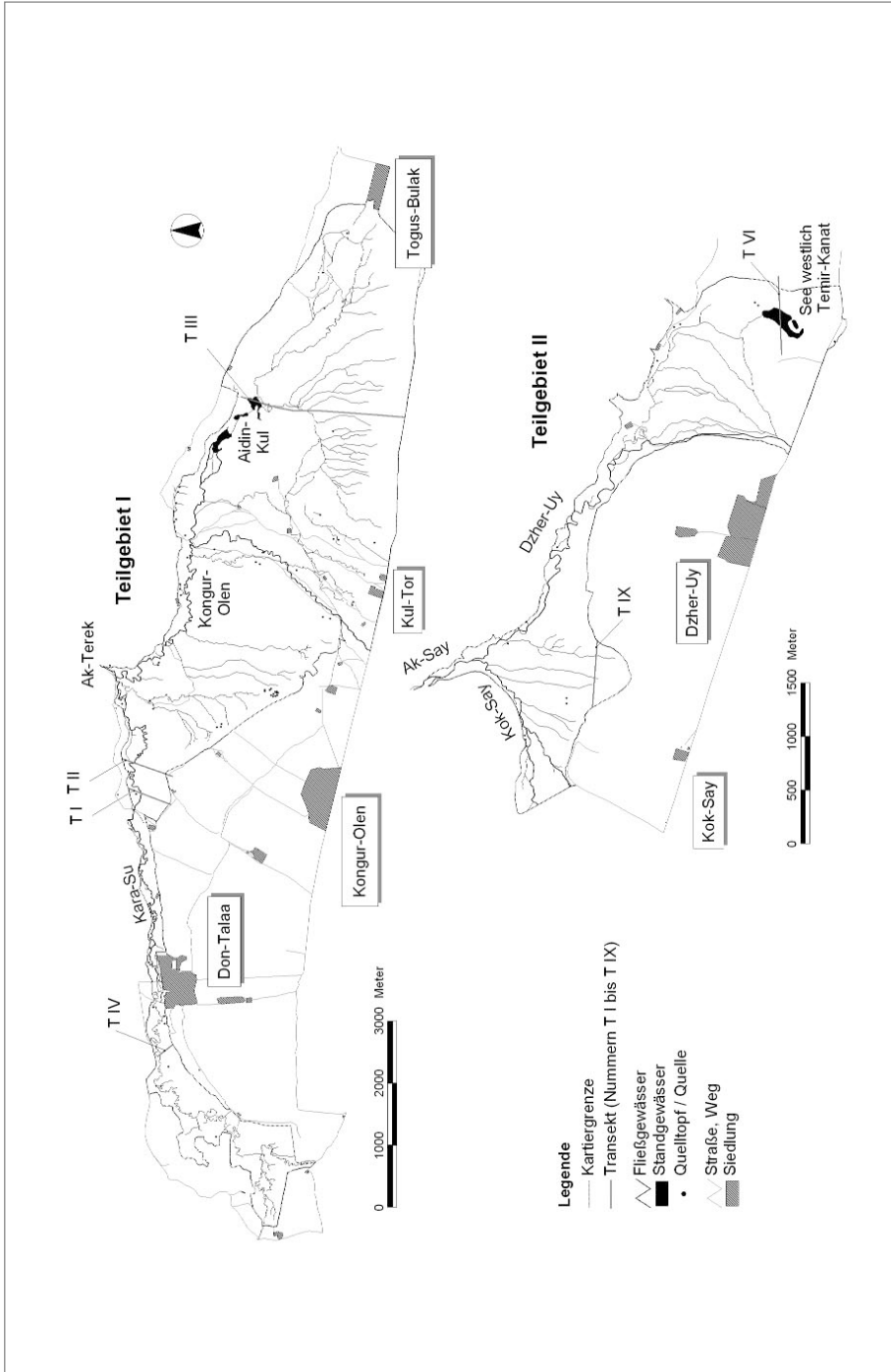


Abb. 2: Übersicht über die beiden Teilgebiete sowie die Lage der Transekte (verändert nach HEINICKE 1999)
 Overview about the two parts of the study area and location of the profiles (modified after HEINICKE 1999)

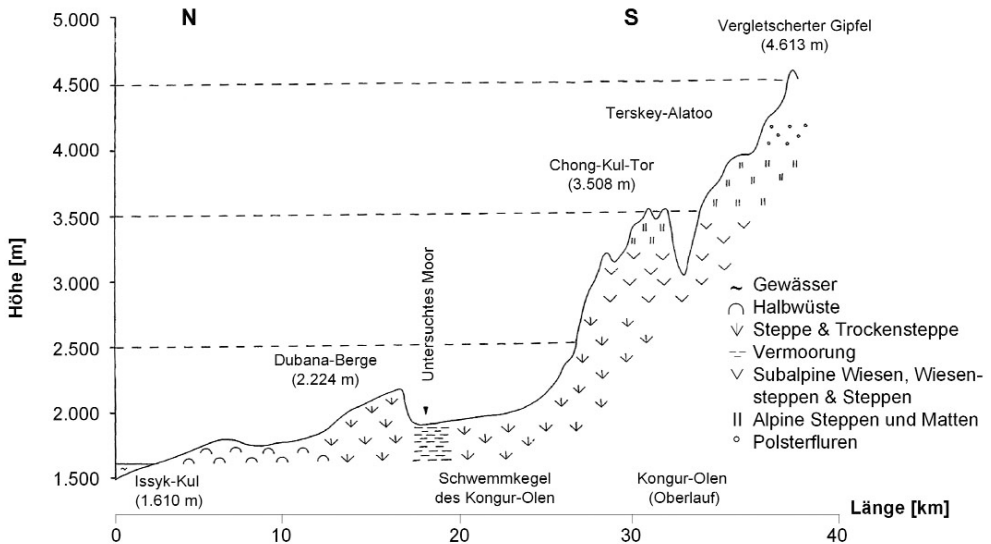


Abb. 3: Landschaftsprofil des südwestlichen Issyk-Kul Beckens (verändert nach HEINICKE 1999)
Landscape profile of the south-western Issyk-Kul basin (modified after HEINICKE 1999)

mäßig bis 10. Mai und ab 1. Oktober Fröste auftreten. Hieraus ergibt sich eine Vegetationsperiode von 4 bis 4,5 Monaten. Von 264 mm Jahresniederschlag fallen 29 mm zwischen November und März, in den drei Sommermonaten dagegen 136 mm (Abb. 4).

Der geologische Untergrund der Täler wird v.a. durch metamorphe und Plattform-Gesteinsformationen (z.B. Granite) bestimmt. Im Vorgebirge stehen Diorite unmittelbar an der Oberfläche an (AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR 1988a). Die rezent auftretenden geomorphologischen Bildungen und Reliefformen entstanden im Zusammenhang mit der Tätigkeit der Gletscher während des Pleistozäns. Nach GROSSWALD et al. (1994) waren beide Täler noch im Würm-Glazial durch Gletschereis ausgefüllt. Die heutige Gestalt wird in erheblichem Maße durch die Tätigkeit der in der Gletscherzone des Terskey-Alatau entspringenden größeren Flüsse geprägt, die beim Austritt in die Täler durch massive Ablagerungen von Moränenmaterial umfangreiche Schwemmkegel aufgebaut haben.

Die untersuchten Moorflächen werden von mehreren, häufig stark mäandrierenden Fließgewässern durchflossen, die am tiefsten Punkt des Tales zusammenfließen und durch zwei tief in das Vorgebirge eingeschnittene Abflüsse in Richtung Issyk-Kul entwässern. Daneben entspringen in den Mooren zahlreiche kleinere Rinnsale und Bäche bis 2 m Breite und z.T. über 1 m Tiefe. Der Fluss Ak-Terek mit einem Einzugsgebiet von

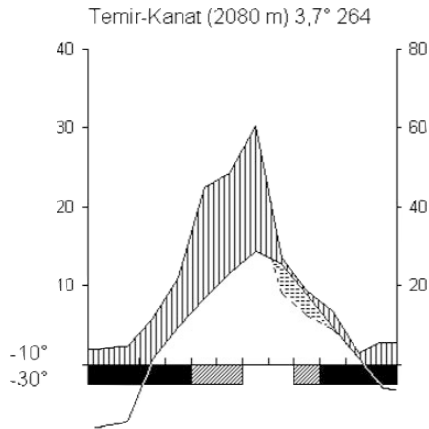


Abb. 4: Klimatische Verhältnisse (Temir-Kanat: 42.05 N, 76.91 E; Diagramm nach WALTER & BRECKLE 1991, erstellt nach Daten der Stationen Tamga (Niederschlag) und Pokrovka (Temperatur) sowie DIKIKH 1997)
 Climatic conditions (Temir-Kanat: 42.05 N, 76.91 E; diagram after WALTER & BRECKLE 1991, compiled with data from the stations Tamga (precipitation) and Pokrovka (temperature) and DIKIKH 1997)

596 k übernimmt den Abfluss des Teilgebietes I und bildet sich aus der Vereinigung der Flüsse Kongur-Olen und Kara-Su. Der Fluss Ak-Say mit einem Einzugsgebiet von 346 k übernimmt den Abfluss des Teilgebietes II und bildet sich aus der Vereinigung der Flüsse Dzher-Uy und Kok-Say. Nur die Flüsse Kongur-Olen und Dzher-Uy werden gegenwärtig noch mit Gletscherwasser gespeist (SOBOLIN et al. 1990).

Innerhalb der Moorkomplexe befinden sich zwei größere Seen. Der Aidin-Kul im Teilgebiet I, vormals mind. 38 ha groß, unterliegt aktuell sehr raschen Verlandungsprozessen, wodurch sich innerhalb der letzten 30 Jahre die Seefläche auf ein Viertel verkleinerte und in drei kleine, flachgründige Teilseen mit Wassertiefen <0,5 m aufgliederte (Vergleich mit TK100 von 1962). Der 4,2 ha große, in deutlicher Verlandung begriffene Flachsee westlich Temir-Kanat im Teilgebiet II liegt unterhalb der noch aktiven Bereiche des Schwemmkegels des Flusses Dzher-Uy. Er verdankt seine gegenwärtige Existenz offenbar dem Bruch eines künstlich angelegten Staubeckens im Gebirge Mitte der 1980er Jahre, wodurch die zwischenzeitlich trockengefallene Senke wiedervernässt wurde.

Die im Talgrund gelegenen gehölzfreien Moorflächen mit ihren ausgedehnten Seggenrieden (*Carex otrubae*, *C. orbicularis*) und Röhrichten (*Phragmites*, *Typha*) werden von Trockensteppen mit charakteristischen mittleren und dunklen Kastanoseme der Gebirgstäler, die in höheren Lagen in dunkle Kastanoseme und Tschernoseme der Gebirge

übergehen (AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR 1986), umgeben. Natürlicherweise sind die Trockensteppen von *Artemisia-Festuca valesiaca*- und *Artemisia-Festuca-Stipa capillata*-Gesellschaften bestanden (AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR 1988b, 1988c) Durch Bewässerungsfeldbau sind diese aber weitestgehend verschwunden und von verschiedenen Anbaukulturen und Ackerwildkräutern ersetzt. Auf überbeweideten Trockensteppen dominiert meist flächendeckend *Achnatherum splendens*. Der Südabfall des Vorgebirges ist dagegen von einer Zwergstrauch-Halbwüste bestanden. Auf ungestörten, aktiven Schwemmkegelflächen finden sich zudem Gebüschgruppen aus *Hippophae rhamnoides*, verschiedenen *Salix*-Arten sowie *Tamarix ramosissimum*. Aufgrund der rezenten Klimabedingungen sind beide Täler bis auf künstliche *Populus*- und Obstbaum-Anpflanzungen baumfrei. Auch für die Ausbildung einer Waldstufe reichen die Niederschlagsmengen im Gebirge nicht aus.

3. Methoden

Die Feldarbeiten wurden zwischen Anfang Juni und Mitte Oktober 1997 durchgeführt. Die bodenkundliche und stratigraphische Kennzeichnung der Moore wurde entlang von 6 Transekten erarbeitet (4 im Teilgebiet I, 2 im Teilgebiet II). Mit einer Klappsonde polnischer Bauart gezogene Bohrkern von 50 cm Länge wurden auf Makroreste, Kohlenstoffgehalt, Feuchtegrad, Zersetzungsgrad bzw. Konsistenz sowie mineralische Beimengungen untersucht. Die Ansprache der Torfe und Mudden erfolgte nach der Klassifikation von SUCCOW (1988). Der Zersetzungsgrad wurde entsprechend der 10-stufigen Skala nach v. POST und minerogene Ablagerungen nach KA4 (AG BODEN 1994) eingeordnet. Bei sämtlichen Bohrpunkten wurden weiterhin Daten zu Zustand und Horizontierung des Oberbodens sowie zum Grad der rezenten Durchwurzelung ermittelt.

Aus den Bohrkernen sowie oberflächennahen Schichten wurden 125 Bodenproben entnommen, nach der Entnahme in Plastiktüten verpackt und nach Möglichkeit bis zur Lufttrocknung geöffnet gehalten. Die Analyse erfolgte durch den Verfasser mehrere Monate später an der Universität Greifswald. Gemessen wurden folgende Parameter:

- pH-Wert: Messung in 0,1 M KCl sowie in destilliertem Wasser.
- Leitfähigkeit/Salinität: Messung in Überständen der pH-Messungen in Aqua dest.; Bestimmung der Salinität durch Umrechnung der gemessenen Leitfähigkeiten.
- C-/N-Gehalt, Gehalt an organischer Substanz: Messung von C und N mit Elementaranalysegerät Vario EL; Bestimmung des Gehaltes an organischer Substanz aus dem Glühverlust.
- Karbonatgehalt: Gasvolumetrisch (DIN 19684).
- Korngrößenanalyse: unter Verwendung des Lasermessgerätes Fritsch Particle Sizer ANALYSETTE 22; Bestandteile >1 mm wurden abgesiebt und anteilig gewogen.

An jedem Bohrpunkt wurde der aktuelle Grundwasserstand gemessen, die zugehörigen Vegetationsverhältnisse durch Aufnahmen belegt sowie aus jedem Bohrloch entnommene Wasserproben auf pH-Wert sowie Leitfähigkeit untersucht. Ergänzend wurden Angaben zu verschiedenen im Gebiet beobachteten Bodenwasserverhältnissen erhoben. Zur Erlangung flächenhafter Aussagen erfolgte im Spätsommer/Herbst eine flächendeckende Kartierung der Vegetationseinheiten beider Moore auf der Grundlage von Landnutzungskarten im Maßstab 1:10.000 (GOSKOMSELKHOZ KIRGIZSKOY SSR 1990a-d). Die Ergebnisse der Kartierung wurden in ein Geographisches Informationssystem (ArcView) überführt und daraus verschiedene thematische Karten erstellt.

4. Ergebnisse

4.1 Stoffliche und bodenkundliche Kennzeichnung

4.1.1 Moorsubstrate

Entsprechend der Laboruntersuchungen besteht der überwiegende Teil der Torfablagerungen aus subneutralen bis kalkreichen Halbtorfen, die in den Moorrandbereichen oder in Bereichen mit initialem Moorwachstum in Antorfe übergehen (Tab. 1). Durch den hohen Anteil an mineralischen Beimengungen (Schluffe und tonige Schluffe) wird in den meisten Fällen ein Aufwachsen von Volltorfen verhindert, so dass derartige Torfe nur lokal und kleinflächig anzutreffen sind. Die Karbonatgehalte hängen in erheblichem Maße von der Lage im Moor ab. Zentrale Bereiche mit starker Hangneigung lassen durch ein kontinuierliches Durchströmen/Durchrieseln der Torfe keine Kalkanreicherungen zu, während sich in anschließenden, nur wenig geneigten Moorbereichen ebenso wie in Moorrandbereichen und auf Flächen mit aufsteigendem Bodenwasserstrom Kalk in stärkerem Maße ablagert. Mudden sind meist den Torfschichten unter- oder zwischengelagert. Durch den hohen Mineralstoffeintrag über die Moorwässer sind im Untersuchungsgebiet ganz überwiegend Anmudden ausgebildet (Tab. 1). Lediglich im Bereich des Aidin-Kul sind im Verlandungsmoor Halbudden als Feindetritusmudden ausgebildet. Bemerkenswert ist das Vorkommen von sauren Moorsubstraten. Derartige Substrate sind aktuell nicht an der Mooroberfläche, sondern meist in größerer Tiefe (tiefer 1 m) anzutreffen.

Bedingt durch den hohen Mineralstoffgehalt der Substrate sowie die sehr hohe Dynamik des Moorökosystems finden sich neben Torfen und Mudden zahlreiche kolluviale und alluviale Ablagerungen mit < 5 % organischer Substanz, die aufgrund ihres räumlichen Auftretens und ihrer großen Verbreitung im Gebiet als Moorsubstrat im weiteren Sinne mit berücksichtigt werden und auch bei der Darstellung der Substratschichtenabfolge in den Profilschnitten Anwendung finden. Im Untersuchungsgebiet dominieren schluffige Substrate, die je nach Lage und Typ der Wasserversorgung unterschiedliche Karbonat-

Tab. 1: Charakterisierung der Torf- und Muddesubstrate; in Klammern Anzahl der Proben
 Characterisation of the peat and mud substrates; in brackets number of samples

pH-Stufe bzw. Kalkgehalt	Gehalt an organischer Substanz				
	Volltorf (70-90 %)	Halbtorf (30-70 %)	Antorf (15-30 %)	Halbmudde (30-70 %)	Anmudde (5-30 %)
sauer (pH < 4,8)	-	Sauerhalbtorf (3)	Sauerantorf (2)	Sauerhalbmudde (1)	Saueranmudde (1)
subneutral (pH 4,8...6,4)	Basenvolltorf (1)	Basenhalbtorf (10)	Basenantorf (2)	-	Basenanmudde (7)
neutral bis $\text{CaCO}_3 < 10 \%$ basisch (< 30%)	Ankalkvolltorf (1)	Ankalkhalbtorf (12)	Ankalkantorf (1)	(-)	(Ankalkanmudde) (10)
(pH >6,4) $\text{CaCO}_3 > 10 \%$ (30-70 %)	Kalkvolltorf (1)	Kalkhalbtorf (14)	Kalkantorf (4)	(-)	(Kalkanmudde) (7)

gehalte aufweisen (Tab. 2). Böden mit Kalkanteilen > 30 % bestehen aus schluffigen, v.a. aber tonig-schluffigen Substraten. Die als reinen Kalk anzusprechende Probe unterlag pedogenen Veränderungen (Vererdung), weswegen der Anteil an CaCO_3 an der gesamten Probe knapp über 70 % liegt. Reine Kalkablagerungen mit einem Karbonatgehalt > 90 % wurden nicht angetroffen.

Tab. 2: Charakterisierung der mineralischen Substrate; in Klammern Anzahl der Proben
 Characterisation of mineral substrates; in brackets number of samples

Silikatischer und karbonatischer Anteil	Sandgruppe (S, l'S, lS)	Lehmgruppe (sL, L, lZ, ZL, Z)	Tongruppe (lT, zT, sT, T)
ohne CaCO_3	Sand (4)	Schluff (12)	-
< 30 % CaCO_3	Kalksand (2)	Kalklehm (1), Kalkschluff (15)	Kalkton (4)
30...70 % CaCO_3		Halbkalk (6)	
> 70 % CaCO_3		Kalk (1)	

4.1.2 Torf- und Muddearten

Entsprechend der Makroreste werden im Untersuchungsgebiet ganz überwiegend Radicellentorfe abgelagert, die zumeist Feinseggentorfe darstellen. Spezielle Untersuchungen über torfbildende Seggenarten liegen nicht vor. Vermutlich besitzen aber *Carex otrubae* und *Carex orbicularis* als dominante Arten der natürlichen bzw. naturnahen Seg-

genriede die Fähigkeit zur Bildung von Torfen. Stellenweise sind den Radicellentorfen Braunmoosreste beigemischt. Des Weiteren kommen in tieferen Schichten lokal muddige Braunmoosstorfe vor. Eine Besonderheit unter den Torfablagerungen stellen die in der von *Typha angustifolia*-Röhrichten bestandenen Verlandungszone des Aidin-Kul abgelagerten *Typha*-Torfe dar. Eine von H. MICHAELIS (Botanisches Institut, Universität Greifswald) durchgeführte Untersuchung dieser Ablagerung ergab, dass der Torf von *Typha*-Radicellen und einzelnen Rhizomresten gebildet wird, die in eine Detritusgrundsubstanz mit Characeen-Resten eingewachsen sind. Es handelt sich somit um Verdrängungstorf. Allerdings stellen diese Ablagerungen aufgrund ihrer Geringmächtigkeit (bis 20 cm) und dem Ablauf der Verlandungsprozesse am Aidin-Kul junge Bildungen mit einem Alter von maximal wenigen Jahrzehnten dar.

In den Torf- und Muddesubstraten finden sich zudem einzelne Reste von *Equisetum ramosissimum*, *Potamogeton spec.* sowie verschiedener Mollusken. Bedingt durch ein verstärktes Eindringen von *Phragmites australis* in die ursprüngliche Seggenvegetation finden sich stellenweise bis in 1 m Tiefe rezente bis halb fossile Schilfrhizome. Die Torfablagerungen weisen überwiegend geringe Zersetzungsgrade von H3 bis H5 auf, die sich aber in Bereichen mit muddigen Torfen, v.a. aber bei stattfindenden pedogenen Veränderungen auf H6 bis H7 erhöhen.

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Mudden sind vereinzelt Feindetritusmudden, vor allem aber kalkhaltige und kalkfreie Schluffmudden, Feinkalk- und Feinsandmudden. Der überwiegende Teil der Muddesubstrate weist die Konsistenzstufen K3 bis K4 auf, deren höhere Festigkeit durch den hohen Anteil an mineralischen Beimengungen hervorgerufen wird.

4.1.3 Trophische Verhältnisse

Entsprechend der Trophiegliederung nach C/N-Verhältnissen (SUCCOW 1988) besitzt der Großteil der Torfe im Untersuchungsgebiet die Trophiestufe eutroph, während v.a. einzelne Hangbereiche mesotrophe Bedingungen aufweisen. Mudden lassen sich ebenfalls der Trophiestufe eutroph zuordnen, wobei saure Substrate hoch eutrophe Verhältnisse anzeigen. Vererdete Kalkmudden täuschen dagegen oligotrophe bis schwach mesotrophe Bedingungen vor. Insgesamt kann von einem natürlicherweise mesotroph - schwach eutrophen Charakter des Moores ausgegangen werden. Inwieweit allerdings die Grenzziehung der C/N-Werte in Bezug auf die Trophie von mitteleuropäischen Verhältnissen auf mittelasiatische Moorstandorte übertragen werden kann, bedarf speziellerer Untersuchungen.

4.1.4 Moorböden

Nach der Substratschichtenabfolge finden sich im Untersuchungsgebiet Niedermoorböden mit Torfmächtigkeiten über 30 cm, die den Subtypen basenreiches Niedermoor sowie Kalkniedermoor zuzuordnen sind. Daneben treten Moorgleye mit Torfmächtigkeiten unter 30 cm und den Subtypen Niedermoorgley und Hang-Moorgley auf. In Übergangsbereichen finden sich zudem Anmoorgleye, die überwiegend den Subtypen Kalk- sowie Hang-Anmoorgley zuzurechnen sind. Neben pedogen noch unverändertem Torf wurden Torfvererdungshorizonte unterschiedlicher Intensität sowie vereinzelt Torfbröckel- und Torfschrumpfungshorizonte gefunden. In Bereichen mit sehr geringmächtigen Torfen oder einem Fehlen der ehemaligen Torfschicht finden sich vererdete Mudde. Entsprechend der Horizontabfolge kommen im Gebiet die Moorbodentypen Ried und Fen sowie die Subtypen Fenried und Erdfen vor.

4.2 Hydrologische Kennzeichnung

Durch die Einbindung der untersuchten Moore in eine von Trockensteppen geprägte aride Landschaft sind die Moorflächen auf eine Fremdwasserspeisung aus dem südlich angrenzenden Mittel- und Hochgebirge angewiesen. Neben Niederschlägen, die durch die Stauwirkung des Terskey-Alatoo im Hochgebirge Jahressummen bis 600 mm erreichen, sind die Schmelzwässer der sommerlichen Gletscherschmelze von großer Bedeutung.

Auf den Berghängen sowie im Bereich von Fließsystemen kommt es zur permanenten Infiltration von Niederschlags- und Flusswasser, die durch Geröll- und Lockergesteinsablagerungen v.a. unterhalb von lößartigen Schluffdecken der Schwemmkegel begünstigt wird. Darunter liegende kristalline Granitschichten fungieren als Wasserstauer. Das Grundwasser sammelt sich dann in talgrundnahen Bereichen und tritt am Rand der Schwemmkegel, wo die Geröllschichten angeschnitten werden, sowie in Quellen wieder zu Tage.

Das Moorwasser ist ausgesprochen mineralstoffreich mit teilweise hohen Karbonatgehalten. Messungen der pH-Werte von Wasserproben aus den Bohrlöchern sowie von Fließsystemen zeigen allerdings deutliche Unterschiede in Abhängigkeit des Karbonatgehalts. Während Proben aus den Bohrungen pH-Werte zwischen 6,5 und 7,2 aufweisen, besitzt Oberflächenwasser pH-Werte zwischen 7,3 und 7,8. Größere Unterschiede bestehen zudem in der Leitfähigkeit der Wasserproben verschiedener Moorbereiche. Besonders niedrige Werte zwischen 300 und 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ weisen intakte Moorstandorte und Fließgewässer auf, während sich auf Flächen mit pedogenen Veränderungen des Oberbodens die Leitfähigkeiten deutlich erhöhen und Werte bis 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreichen. In Randbereichen gemessene Leitfähigkeiten über 1 mS/cm sind vermutlich auf einen auf-



Abb. 5: Übersicht über das Untersuchungsgebiet: Blick vom Vorgebirge nordöstlich Don-Talaa auf die Moorflächen von Teilgebiet I (Bild: Heinicke)
 Overview about the study area. Look from the foreland northeast of Don-Talaa over the mires in area I (Picture: Heinicke)

steigenden Bodenwasserstrom in Trockenzeiten zurückzuführen, der zu einer gewissen Salzanreicherung im Oberboden führt.

4.2.1 Bodenwasserverhältnisse naturnaher Moorstandorte

Die in den untersuchten Mooren gefundenen Bodenwasserverhältnisse ähneln bzw. gleichen denen in Mitteleuropa von SUCCOW (1988) bzw. SUCCOW & JOOSTEN (2001) beschriebenen Typen, weshalb diese auch auf kirgisische Verhältnisse übertragen wurden. Insgesamt konnten sechs verschiedene Grundtypen beobachtet werden:

Eine **Überrieselung** von Moorflächen erfolgt vor allem in stärker geneigten Flächen des Teilgebietes I in intakten, bis zur Oberfläche wassergesättigten Bereichen. Nach diffusen Wasseraustritten am Moorrand überrieselt das Wasser bedingt durch eine Hangneigung von mehreren Grad die Moorflächen in Richtung Vorfluter. Bei überschüssigem Wasserangebot sammelt sich dieses Wasser in kleinen Rinnsalen. Meist ist dieser Typ an ein funktionierendes Durchströmungsregime gekoppelt. Im Winter sind die Moorbereiche mit Überrieselungsregime durch gefrierendes Wasser mit einem bis zu 25 cm dicken Eispanzer bedeckt. Unterhalb des 20-25 cm tief gefrorenen Oberbodens findet aller-

dings auch im Winter ein Durchströmen der Torfe mit Wasser statt (T. HARDER mündl., eigene Beobachtungen). Lediglich am Nordrand der vermoorten Talung findet stellenweise eine ausschließliche Überrieselung der Flächen mit Quellwasser statt. Standorte mit Überrieselungsregime sind ziemlich anfällig gegenüber Erosionserscheinungen, die häufig durch anthropogene Eingriffe initiiert werden.

Ein **Durchströmungsregime** ist vor allem in den geneigten Bereichen des Teilgebietes I anzutreffen. Durch unterliegende schluffige bzw. tonig-schluffige Schichten findet teilweise ein Wasserstau statt, so dass Wasser auf bzw. über dieser Stauschicht abläuft. Aufgrund der Hangneigung wird ein Durchströmen in Richtung des Vorfluters gewährleistet. Eine Oszillation der Torfe bei übermäßiger Wasserversorgung findet meist nur in abgeschwächter Form statt. Der hohe Mineralstoffgehalt der Torfe bewirkt eine Verringerung der Porengröße und -zahl. Zudem bilden die Torfschichten in intakten Bereichen durch niedrige Zersetzungsgrade eine sehr kompakte Masse, die dem Aufschwimmen entgegenwirkt. Sind die Torfe bis zur Oberfläche wassergesättigt, kann überschüssiges Wasser meist nur noch durch ein Abrieseln am Hang abgeführt werden. In stärker entwässerten Bereichen fließt das Wasser in durch Auswaschungsprozesse gebildeten unterirdischen Abflussbahnen (Hohlräumen) ab. Stürzen solche Hohlräume ein, können diese Abflussbahnen an die Oberfläche treten und eine weitere Erosion der Moorflächen zur Folge haben.

Ein **Überflutungsregime** findet sich überwiegend im talgrundnahen Bereich der Flüsse. Besonders bei Hochwasserereignissen der Flüsse werden regelmäßig größere Flächen überflutet. Direkt mit Gletscherwasser gespeiste Flüsse führen zu Zeiten intensiver Gletscherschmelze im Juli/August Hochwasser, wodurch flussnahe Bereiche großflächig und für bis zu 2 Monate überflutet werden. Bei Flüssen ohne direkten Gletscheranschluss lassen sich dagegen im Jahresgang zwei Hochwasserperioden feststellen. Im April/Mai wird dies durch Abschmelzen des eisbedeckten Moorkörpers sowie der schneebedeckten Berghänge des Terskey-Alatoo hervorgerufen, während im Juli/August Hochwasser durch Rückstau bei der Vereinigung mit gletscherwassergespeisten Flüssen stattfindet.

Wasserversorgung mit **Quellwasser** ist meist sehr kleinflächig mit Flächengrößen von wenigen m² verbreitet. Quellkuppen sind relativ selten und nehmen Flächen von weniger als 50 m² ein. Sie treten vor allem in ebenen oder nur sehr schwach geneigten Bereichen auf und überragen die Umgebung meist weniger als 50 cm. Offenbar reicht der Drängewasserdruck nicht aus, die Kuppen weiter aufwachsen zu lassen. Möglicherweise führt auch eine verstärkte Verdunstung und verminderte Wassersättigung der oberen Kuppenbereiche zu geringerer Torfakkumulation. Quelltöpfe sind dagegen sehr häufig im Gebiet anzutreffen. Charakteristisch für diese 0,5-3 m² großen Bildungen sind bis in den mineralischen Untergrund reichende Löcher in den Torf- und Mudde-Ablagerungen. In den Quelltöpfen, einzelne bis 4 m tief, werden mineralische (meist sandige) Partikel

durch die Aufwärtsbewegung des Wassers hochgewirbelt und bedecken den Randbereich der Töpfe. Offene Quellaustritte finden sich nur am Hangfuß des Vorgebirges.

Nur lokal und kleinflächig kommt in Senkenlagen oder Bereichen mit nur schwach geneigtem Relief, wo sich ein Wasserkissen unter der Torfschicht sammeln kann, ein **Schwingmoorregime** vor. Regelmäßig ist es in erodierten Flächen mit reichlicher Wasserversorgung anzutreffen, wo noch eine Resttorfschicht vorhanden ist. Stellenweise handelt es sich vermutlich aber auch um rezent verlandete Kleinstgewässer.

Im Bereich der beiden großen Standgewässer findet sich in den Uferzonen ein **Flachwasserregime**, was durch einen beständigen bzw. langzeitigen Überstau der Standorte mit Oberflächenwasser hervorgerufen wird.

4.2.2 Bodenwasserverhältnisse degradierten Moorstandorte

Auf meist durch menschliche Einflussnahme degradierten Standorten ist eine Verminderung der Wasserversorgung festzustellen, die mit Veränderungen der Vegetation und Bodentypen einhergeht. Zur Ermittlung der Änderungen wurden anhand von Zeigerarten bzw. Artengruppen Wasserstufen abgeschätzt (Tab. 3) und mit Daten der Vegetationseinheiten-Kartierung flächig dargestellt (Abb. 6). Da für kirgisische Verhältnisse keine Arbeiten zu Wasserstufenamplituden von Grünlandpflanzen vorliegen, wurde le-

Tab. 3: Wasserstufenabschätzung ausgewählter Pflanzenarten und -artengruppen
Estimation of water levels for different plant species and plant species groups

Wasserstufe	GW-Regime	Zeigerarten bzw. Artengruppen
5+ nass	sumpfig	<i>Typha spec.</i> , <i>Utricularia spec.</i> , <i>Schoenus nigricans</i> , <i>Carex otrubae</i> + <i>C. pamirensis</i> + <i>C. orbicularis</i>
4+, sehr feucht/	stark GW-	<i>Carex divisa</i> + <i>C. orbicularis</i> , <i>Phragmites australis</i> + <i>Carex divisa</i> , <i>Carex songorica</i> ,
3+ halbnass bis feucht	beherrscht bis GW-beherrscht	<i>Blysmus compressus</i> + <i>Carex orbicularis</i> <i>Blysmus compressus</i> + <i>Potentilla anserina</i> , <i>Polypogon monspeliensis</i> + <i>Potentilla anserina</i>
2+/- mäßig wechsel- feucht, frisch	GW-bestimmt	<i>Carex divisa</i> , <i>Carex divisa</i> + <i>Allium platyspatum</i> , <i>Thermopsis lanceolata</i> , <i>Thalictrum minus</i>
3- trocken	schwach GW- beeinflusst	<i>Achnatherum splendens</i>
4-, sehr trocken bis 5- dürr	wenig bis nicht GW-beeinflusst	<i>Caragana spec.</i>

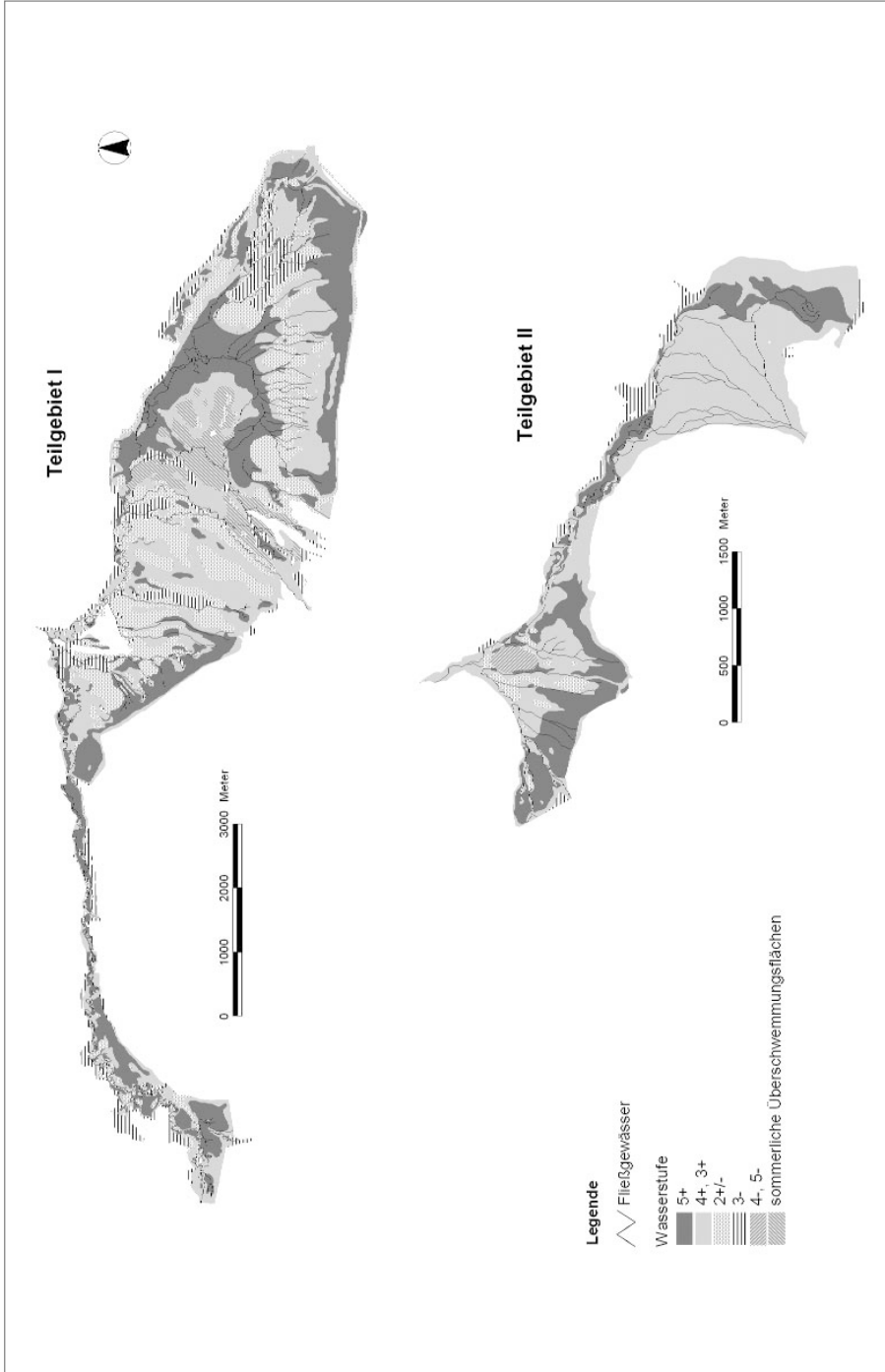


Abb. 6: Verteilung der Wasserstufen (verändert nach HEINICKE 1999)
Distribution of the different water levels (modified after HEINICKE 1999)

diglich eine grobe Abschätzung über die Grundwasserstände verschiedener Vegetationseinheiten bzw. eine Einschätzung der jährlichen Wasserversorgung der verschiedenen Standorte vorgenommen.

Bei reduzierter Wasserversorgung vermindert sich zuerst die Intensität der Überrieselung der Hangflächen, die bei stärkerem Wasserdefizit gänzlich aufhört, wodurch die Moorsubstrate vom Zulaufwasser nur noch durchströmt werden. Bei weiterer Verringerung des Wasserdargebots sinkt der GW-Spiegel rapide ab, bis er die wasserstauenden tonig-schluffigen Mineralschichten erreicht. In Extremfällen kann der oberste GW-Leiter zumindest zeitweise trockenfallen. Gleichzeitig kann in Trockenperioden mit aufsteigendem Bodenwasserstrom ein Eintrag von Salz in oberflächennahe Bodenschichten stattfinden, wodurch Salzwiesenpflanzen einwandern.

5. Diskussion

5.1. Genese und Aufbau der Moore

Wie aus den dargestellten Profilschnitten (Abb. 7) ersichtlich, unterliegen die untersuchten Moore einer erheblichen Dynamik verbunden mit deutlichen Unterschieden bzgl. Mächtigkeit und Ausbildung der Torf- und Muddeschichten. Anhand der Moorbohrungen konnten bis zu 4 Moorbildungsphasen durch Wechsel von Moorsubstraten (Torfe und Mudden) mit Mineralablagerungen nachgewiesen werden. In Fall von Transekt II Punkt 2a wurden 3 Moorbildungsphasen (Phase 1: 300-381 cm, Phase 2: 122-241 cm, Phase 3: 0-45 cm) und innerhalb der Phase 2 sieben Wechsel von Mudden zu Torfen erbohrt. Die rezent anstehenden Torfablagerungen sind größtenteils geringmächtig und erreichen meist nur 0,5-1 m. Lediglich im südöstlichen des Teilgebietes I wurden Torfe von bis zu 2,3 m Mächtigkeit erbohrt (Transekt III Punkt 5).

In großem Umfang sind Mineralschichten aus meist schluffigen und tonig-schluffigen Substraten den Moorsubstraten unter- und überlagert. Dies steht mit der Tätigkeit gletscherwassergespeicher Flüsse im Zusammenhang, die auf ihren Überschwemmungsflächen erhebliche Mengen an Feinmaterial ablagern können. Durch regelmäßige Lageänderungen der Flussläufe werden vormals von einer torfbildenden Vegetation bewachsene Flächen völlig überdeckt, wodurch neben dem Verlust der Moorvegetation auch die Torfbildung unterbrochen wird. Beispielsweise mündete der Fluss Kongur-Olen in den 1960er Jahren noch östlich der Ortschaft Don-Talaa in den Fluss Kara-Su, während das heutige Flussbett zur damaligen Zeit nur als sporadischer/zeitweiser Flusslauf in topographischen Karten verzeichnet war. Denkbar ist in diesem Zusammenhang, dass Moorflächen durch Geröllschichten aktiver Schwemmkegelbereiche überdeckt wurden. In gewissem Umfang kann auch der äolische Eintrag von Material eine Rolle spielen. Durch die Flusstätigkeit kommt es offenbar auch zur Bildung neuer Kleinge-

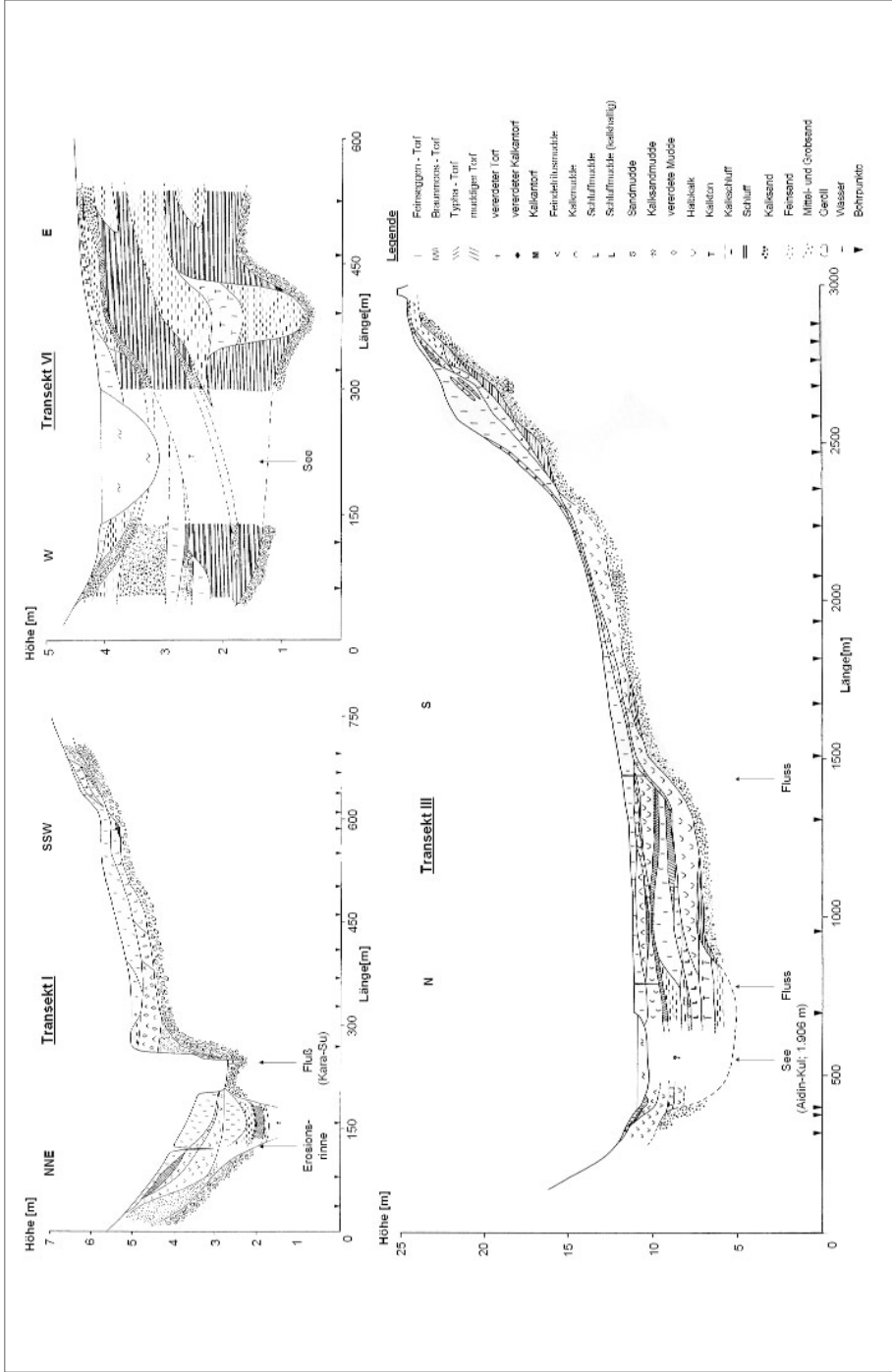


Abb. 7: Stratigraphische Profile der Transekte I, III und VI (verändert nach HEINICKE 1999)
 Stratigraphy of the profiles I, III and VI (modified after HEINICKE 1999)

wässer und Seen, die im weiteren Verlauf der Entwicklung wieder verlanden. In Mud- den festgestellte Braunmoosreste sowie muddige Braunmoostorfe, die allerdings meist in größerer Tiefe anzutreffen sind, weisen auf früher regelmäßig stattgefundene Verlan- dungsprozesse mit Braunmoosen hin.

Eine Besonderheit stellen die am Aidin-Kul festgestellten *Typha*-Torfe dar. KATS et al. (1977) beschreiben für Niedermoore in der südlichen ehemaligen Sowjetunion die Exi- stenz von *Typha angustifolia*-Torfen und führen als Beispiel von BRADIS in Bashkiri- en gefundene Torfe an. Unter mitteleuropäischen Verhältnissen werden dagegen *Typha*- Torfe nicht gebildet.

Bemerkenswert ist zudem das Auftreten saurer Moorsubstrate in einem weitgehend ba- senreichen, stellenweise kalkreichen Moorökosystem. Über zeitliche Veränderungen chemischer Eigenschaften von Moorsubstraten liegen bisher kaum Untersuchungen vor (z.B. GROSSE-BRAUCKMANN 1990, SUCCOW 1988). Da durch Auswaschung von CaCO_3 derart tiefe pH-Werte nicht hervorgerufen werden, fanden möglicherweise chemische Veränderungen während Trockenphasen statt, wie sie für saure Sulfatböden beschrieben werden (DOST 1973, DOST & VAN BREEMEN 1982). Die hohen Gipsgehalte des Moor- wassers, das Vorhandensein von Eisenverbindungen im Moorsubstrat (eigene Beobach- tungen von Fe_2O_3 -Konkretionen) sowie nachweisbare Trockenphasen begünstigen die geforderten Oxydationsprozesse. Interessant ist auch, dass sämtliche sauren Bodenpro- ben deutlich erhöhte Leitfähigkeiten zwischen 1723 und 7390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen, was auf erhöhte Salzkonzentrationen in den betreffenden Bodenschichten hinweist. Aufgrund der hohen Dynamik der untersuchten Moore findet die Entwicklung von „acid sulphate soils“ vermutlich wesentlich regelmäßiger statt.

Aufgrund fehlender Datierungen bzw. Pollenuntersuchungen sind Angaben zum Alter der Moore nur indirekt möglich. MELNIKOVA & ALESHINSKAYA (1990) datierten vergra- bene Torfablagerungen von der Arabelsu-Syrte (41.85 N, 77.80 E; 3.600-3.800 m) aus 3,65-3,85 m Tiefe auf ein Alter von 4890 ± 70 Jahren. Daraus schlussfolgern die Autoren, dass im mittleren Holozän vor 5-6000 Jahren erhebliche Teile des Hochtales frei von Gletschern und Bedingungen zur Entwicklung von Mooren vorhanden waren. Für das knapp 1900 m tiefer gelegene Untersuchungsgebiet wären daher in diesem Zeitraum ebenfalls erste Moorbildungen denkbar. Zudem postulieren ISAEV(1956) und MAKSIMOV (1985), dass das Tal als spät- und postglaziale Gletscherwasser-Abflussbahn fungierte. Vermutlich wären mit geeigneter technischer Ausrüstung vergrabene Torfschichten als Zeugen dieser frühen Moorbildungsphasen nachweisbar.

5.2. Typisierung der Moorlandschaften

Entsprechend der Laboranalysen finden sich rezent subneutrale und kalkreiche Torfsubstrate mit den Trophiestufen mesotroph und eutroph. Daher lassen sich drei **ökologische Moortypen** (nach SUCCOW 1988) unterscheiden:

- mesotroph-subneutrales Moor = Basen-Zwischenmoor (BZM)
- mesotroph-kalkreiches Moor = Kalk-Zwischenmoor (KZM)
- eutrophes (subneutrales, kalkhaltiges) Moor = Reichmoor

Grundsätzlich kommen alle Typen noch immer rezent vor, wobei ursprünglich mesotrophe Standorte durch menschliche Einflussnahme zunehmend in eutrophe Standorte infolge Degradierungserscheinungen übergehen. BZM finden sich überwiegend auf den stärker geneigten Hanglagen. Als natürliche Vegetation dieser Bereiche ist v.a. das *Caricetum otrubae* sowie in gewissem Umfang das *Drepanoclado-Caricetum orbicularis* anzusehen. Demgegenüber sind KZM bevorzugt in schwach geneigten Bereichen und Senkenlagen mit Kalkanreicherungen anzutreffen. Naturnahe Vegetationsformen dieser Flächen sind: *Schoeno-Caricetum orbicularis*, *Equiseto-Caricetum otrubae* sowie *Schoenoplecto-Caricetum otrubae*. Natürlicherweise Reichmoore finden sich im Teilgebiet II. Eine typische naturnahe Vegetationsgesellschaft ist hier das *Bidentio-Caricetum otrubae*.

Entsprechend den naturnahen Bodenwasserverhältnissen sind in den untersuchten Mooren fünf verschiedene **hydrogenetische Moortypen** (nach SUCCOW 1988 bzw. SUCCOW & JOOSTEN 2001) anzutreffen:

Die weitaus größten Bereiche sind durch einen Moortyp gekennzeichnet, der sich durch eine Mischung charakteristischer Merkmale von Durchströmungs- und Hangmooren auszeichnet und deshalb in Absprache mit M. SUCCOW vorläufig als **Durchströmungs-Hangmoor** bezeichnet wird. In intakten Bereichen, meist stärker geneigten Flächen, ist sowohl ein Überrieselungs- als auch ein Durchströmungsregime ausgebildet. Die vorherrschende Wasserbewegung erfolgt im Torfkörper, wobei überschüssiges Wasser an die Oberfläche tritt und aufgrund der Hangneigung die Flächen überrieselt. Ein für Durchströmungsmoore typisches Oszillieren der Mooroberfläche findet nur in sehr geringem Maße statt. Die mit Halbtorfen, seltener Volltorfen versehenen Standorte sind häufig nur geringmächtig, können aber stellenweise Mächtigkeiten von 2,3 m (eigene Bohrungen) bzw. 3,2 m (DRUZHININ & KHARAKOZ 1959) erreichen. Typische **Hangmoore** finden sich dagegen nur sehr kleinräumig an stärker geneigten Südhängen des Vorgebirges, wo zudem offene Quellaustritte erfolgen. Ebenfalls sehr kleinräumig finden sich innerhalb der Moorkomplexe kleine **Quellmoorbereiche**, die sich als Quellkuppen und Quelltöpfe darstellen.

Große Bereiche um den Aidin-Kul sind als **Verlandungsmoor** ausgebildet, das aufgrund der schwach geneigten Flächen stets kalkreich ist. Über z.T. erheblichen Mud-

dekörpern aus Detritus- und Kalkmudde finden sich meist geringmächtige, wenig zersetzte Torfe. Das wahrscheinlich primär mesotroph-kalkreiche Verlandungsmoor ist durch die zunehmende Eutrophierung des Sees heute in den meisten Teilen eutroph. Außerdem ist im Bereich des Sees westlich Temir-Kanat ein **Versumpfungsmoor** ausgebildet, das seine Existenz einer seit wenigen Jahren stattfindenden Wiedervernässung der entsprechenden Flächen verdankt. Außerdem finden an dem Gewässer bereits erste Verlandungsprozesse statt, weshalb dieser Bereich auch als Verlandungsmoor angesprochen werden kann.

Aus den festgestellten ökologischen und hydrogenetischen Moortypen lassen sich durch Kombination zehn verschiedene **chorische Moor-Naturraumtypen** ausscheiden:

Tab. 4: Im Untersuchungsgebiet gefundene Kombinationen ökologischer und hydrogenetischer Moortypen
Combinations of ecological and hydrogenetic mire types found in the study area

Moortyp	mesotroph-subneutral	mesotroph-kalkreich	eutroph
Durchströmungs-Hangmoor	x	-	x
Hangmoor	x	-	x
Quellmoor	x	x	x
Verlandungsmoor	-	x	x
Versumpfungsmoor	-	-	x

Von ISAEV (1956), der sich bisher als einziger mit einer Klassifikation der kirgisischen Moore beschäftigte, werden die Vermoorungen des Ala-Bash-Kongur-Olen-Talkomplexes dem hydrogeologischen Moortyp zugeordnet, die aufgrund ihrer Ausbildung unterhalb der großen Fluss-Schwemmkegel dem Subtyp der Moore und Sasy in Senken unterhalb von Schwemmkegeln angehören. Bezüglich der ökologischen Einordnung werden Niedermoores von kirgisischen Autoren automatisch als eutroph eingeordnet (z.B. ISAEV 1956, ISAEV & DRUZHININ 1958, DZHOLDOSHEV 1970).

5.3 Zum aktuellen Zustand der Moorflächen

Durch landwirtschaftliche Nutzung sind erhebliche Teilbereiche der beiden untersuchten Moore pedogen verändert, wobei im Teilgebiet I lediglich noch 44 % der Torfsubstrate in einem nicht oder kaum veränderten Zustand erhalten blieben (Tab. 5, Abb. 8).

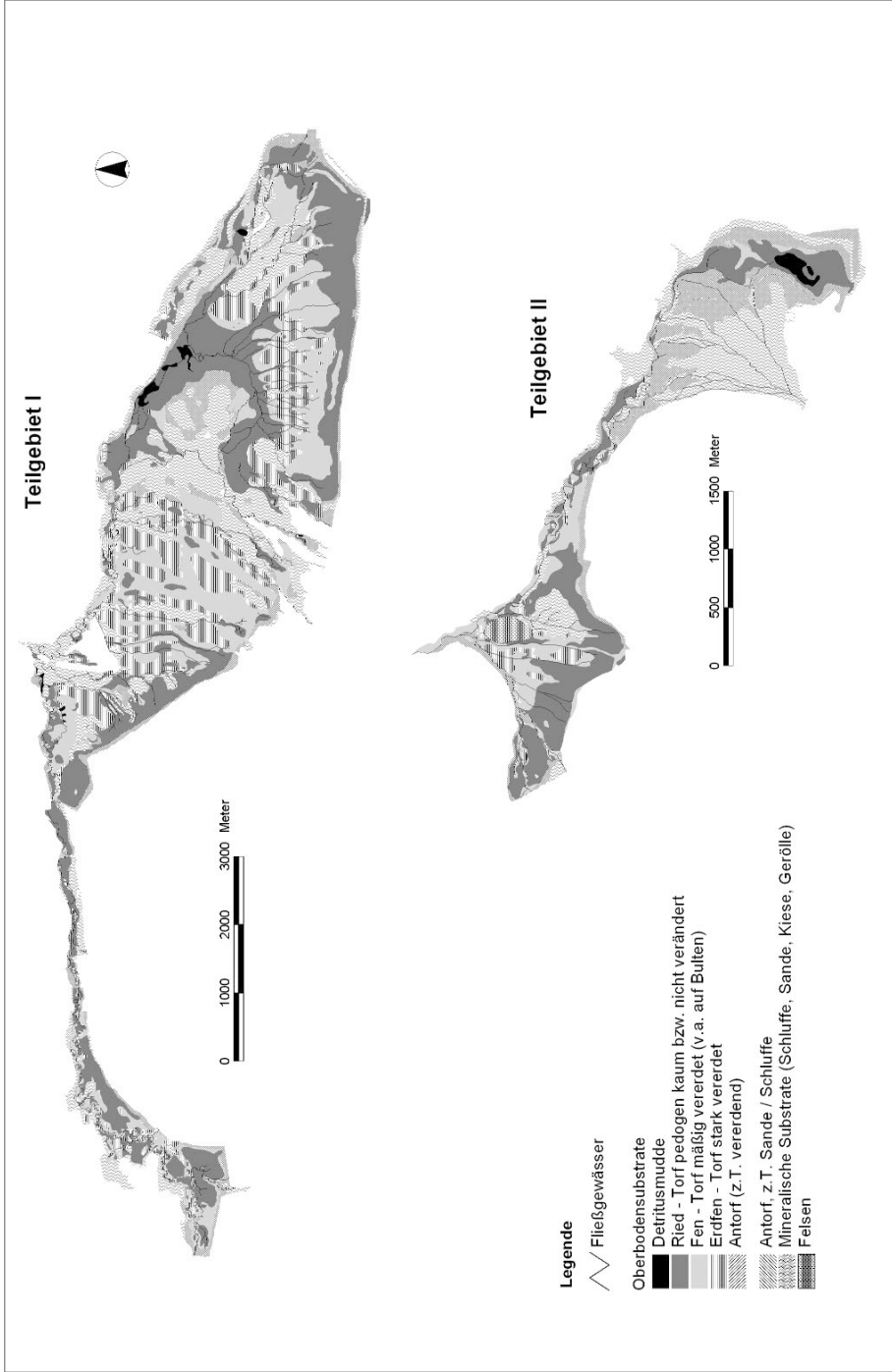


Abb. 8: Verteilung der Oberbodensubstrate (verändert nach HEINICKE 1999)
 Distribution of different substrates in the upper soil layer (modified after HEINICKE 1999)

Tab. 5: Übersicht über die Flächenanteile der Oberbodensubstrate in beiden untersuchten Mooren
 Overview about the proportion of different substrates in the upper soil layer in the two studied mires

Oberbodensubstrat	Teilgebiet 1		Teilgebiet 2	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Ried -Torf pedogen kaum bzw. nicht verändert	783	43,7	102	50,1
Fen-Torf mäßig vererdet (v.a. auf Bulten)	577	32,2	50,0	24,6
Erdfen-Torf stark vererdet	427	23,8	11,4	5,6
Antorf (z.T. vererdend)	-	-	40,0	19,7
Torfstich	4,04	0,23	-	-
Torfbrandfläche	0,48	0,03	-	-
Antorf / Sand / Schluff	246		63,8	

Die Moorflächen werden dabei hauptsächlich als Viehweide genutzt (50 % der Moorflächen mit starker bis sehr starken Beweidung). Insbesondere die ganzjährig weiden, pro Dorf bis 1.000 Tiere umfassenden Milchkuhherden verursachen vor allem in den Durchströmungs-Hangmoorbereichen starke Trittschäden mit Bultenbildung und Erosion des Oberbodens. In Randbereichen findet zudem eine Mähnutzung statt. Torfnutzung und lokale Entwässerungsmaßnahmen spielen gegenwärtig noch eine untergeordnete Rolle, tragen aber auch zur Moordegradierung bei. Stellenweise findet eine natürliche Regression der Moore durch permanentes Einschneiden der Flüsse bzw. Überdeckung der Moorflächen mit Mineralstoffen statt. Künftig dürfte auch die Aridisierung Mittelasiens mit verstärktem Abschmelzen der Gletscher und abnehmenden Niederschlagssummen problematisch für die untersuchten Moore werden, da dies unmittelbar Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Moore hat.

6. Literaturverzeichnis

AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland, 392 S., 4.Aufl.; Hannover.

AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR (1986): Thematische Karte „Böden“. Maßstab 1:500.000, Blatt: K-43-B, Institut Geologii, otdel geografii; Moskva.

AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR (1987): Atlas kirgizskoy sovetskoy sotsialisticheskoy respublik. Tom 1: Prirodnye usloviya i resursy. - 158 S. , Institut Geologii, otdel geografii; Moskva.

AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR (1988a): Thematische Karte „Geologische Formationen“. Maßstab 1:500.000, Blatt: K-43-B, Institut Geologii, otdel geografii; Moskva.

AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR (1988b): Thematische Karte „Vegetation“. Maßstab 1:500.000, Blatt K-43-B, Institut Geologii, otdel geografii; Moskva.

- AKADEMIYA NAUK KIRGIZSKOY SSR (1988c): Thematische Karte „Landschaftstypen“. Maßstab 1:500.000, Blatt: K-43-B, Institut Geologii, otdel geografii; Moskva.
- DIKIKH, A.N. (1997): Klimat modelnykh uchastkov - Modelnyy uchastok Temir-Kanat. 2 S. [Mscr.].
- DIN 19684 (2000): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Chemische Laboruntersuchungen. - Deutscher Normenausschuss; Berlin, Köln (Beuth).
- DOST, H. (Hrsg.) (1973): Proceedings of the International Symposium on Acid Sulphate Soils 13-20 August 1972 Wageningen - II research papers. ILRI publication **18**(Vol. 2): 1-406; Wageningen.
- DOST, H. & VAN BREEMEN, N. (Hrsg.) (1982): Proceedings of the Bangkok symposium on acid sulphate soils. ILRI publication **31**: 1-450; Wageningen.
- DRUZHININ, I.G. & KHARAKOZ, A.E. (1959): Fisiko-khimicheskaya kharakteristika torfa kirgizii. - 95 S.; Frunze.
- DZHOLDOSHEV, K. (1970): Zablochennyye pochvy kirgizii, puti ikh selskokhozyaystvennogo ispolzovaniya i melioratsii (avtoreferat diss.). - 22 S.; Frunze.
- GOSKOMSELKHOZ KIRGIZSKOY SSR (1990a): Landnutzungskarten der Sovchose „Konur-Olen“. Maßstab 1:10.000.
- GOSKOMSELKHOZ KIRGIZSKOY SSR (1990b): Landnutzungskarten der Sovchose „Konur-Olen“. Maßstab 1:25.000.
- GOSKOMSELKHOZ KIRGIZSKOY SSR (1990c): Landnutzungskarten der Kolchose „Karl Marx“. Maßstab 1:10.000.
- GOSKOMSELKHOZ KIRGIZSKOY SSR (1990d): Landnutzungskarten der Kolchose „Karl Marx“. Maßstab 1:25.000.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Ablagerungen der Moore. In: GÖTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3. Aufl.: 175-236; Stuttgart (Schweizerbart).
- GROSSWALD, M.G., KUHLE M. & FATSOOK, J.L. (1994): Würm Glaciation of Lake Issyk-Kul Area, Tian Shan Mts.: A Case Study in glacial History of Central Asia. *GeoJournal* **33**(2/3): 273-310.
- HEINICKE, T. (1999): Die Moorbildungen des Alabasch - Konur-Olen - Tales im Biosphärenterritorium „Issyk-Köl“/Kyrgyzstan - eine landschaftsökologische und sozio-ökonomische Analyse. Unveröff. Dipl.-Arbeit Ernst-Moritz-Arndt-Universität. - 199 S.; Greifswald.
- ISAEV, D.I. (1956): Bolota severnoy kirgizii. - 88 S.; Frunze.
- ISAEV, D.I. & DRUZHININ, I.G. (1958): O torfyanikakh kirgizskoy SSR. AN Kirg. SSR trudy otdela geografii vyp. 1: 67-75; Frunze.
- KATS, N.Ya., KATS, S.V. & SKOBEEVA, E.I. (1977): Atlas rastitelnykh ostatkov v torfakh. - 372 S.; Moskva.

- MAKSIMOV, E.V. (1985): Zagadka ozera Issyk-Kul - ocherk paleogeografii Tyan-Shanya. - 120 S.; Leningrad.
- MELNIKOVA, A.P. & ALESHINSKAYA, Z.V. (1990): Nekotorye voprosy paleografii Arabelskoy doliny v gotsene. In: Geomorfologiya i paleogeografiya Issyk-Kulskoy kotloviny i Vnutrennego Tyan-Shanya; Frunze.
- SHUKUROV, E.D. (1990): Ekologo-geograficheskiy ocherk Issyk-Kulskoy kotloviny (obsor dannykh i kommentariy). - 36 S.; Frunze.
- SOBOLIN, G. V. (Hrsg.) (1990): Zemelno-vodnye resurcy, gidrologicheskaya kharakteristika rek i pasporta vogozabornyykh uzlov orositelnykh sistem issyk-kulskoy kotloviny. chast-III: Gidrologicheskaya kharakteristika rek, pasporta i sostoyaniye vodozabornyykh uzlov, postroennykh na rekakh orositelnykh sistem, ikh ekonomicheskaya otsenka. - 189 S.; Frunze.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. - 340 S.; Jena (Fischer).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde, 2. Aufl. - 622 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- WALTER, H. & BRECKLE, S.-W. (1991): Ökologie der Erde. Band 1: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht, 2. Aufl. - 238 S.; Stuttgart (Gustav Fischer).

Anschrift des Verfassers:

T. Heinicke
Reiterweg 7
D-14469 Potsdam
E-mail: thomas.heinicke@gmx.net

Manuskript eingegangen am 29. Mai 2003