

Moorökosysteme in Kirgistan

Verbreitung, Charakteristika und
Bedeutung für den Klimaschutz



Blick auf Moorflächen der Arabelsuu-Syrte in 3800 m üNN, Kirgistan. Foto: Maria Aljes

Inhalt

Vorwort	1
Charakteristika und Bedeutung von Moorökosystemen in der Landschaft	2
Verbreitung von Mooren weltweit	2
Moorböden	3
Moorvegetation	6
Moortypen	10
Ökosystemfunktionen von Mooren	13
Nutzung und Gefährdung	14
Hochgebirgsmoore	15
Moore und Klimaschutz	16
Mögliche Moor- und Klimaschutzmaßnahmen	17
Programme zur Minderung von Treibhausgasen	19
Verpflichtende Mechanismen	19
Freiwillige Mechanismen	21
Moorökosysteme in Kirgistan	22
Bisheriger Wissensstand	22
Verbreitung und Lage	22
Moortypen	24
Ergebnisse aktueller Untersuchungen des Projektes „KIRMO“	27
Flächenauswahl	27
Untersuchungsmethoden	27
Fernerkundung von Mooren in Kirgistan	34
Abschätzung der Kohlenstoffvorräte in den Mooren Kirgistans	38
Handlungsempfehlungen	44
Fazit und Ausblick	46
Literatur	47

Vorwort

Die Moorökosysteme der Welt zeigen sich vielfältig in Entstehung, Vorkommen und Artenzusammensetzung, haben jedoch alle eines gemeinsam: die Eigenschaft, auf kleinstem Raum eine große Menge organischen Kohlenstoffs zu speichern. Kohlenstoff, der über Tausende von Jahren von den Pflanzen aus der Luft gebunden und im Moor unter Ausschluss von Sauerstoff bei permanenter Wassersättigung des Torfkörpers eingelagert wurde. Des Weiteren besitzen Moore eine herausragende Bedeutung für den Landschaftswasserhaushalt, da sie in der Lage sind, Wasser in der Landschaft zu halten, zu filtern und langsam wieder an die Umgebung abzugeben. Besonders in der ariden Klimazone Zentralasiens fällt diesen „Feuchtgebietsinseln“ eine lebensspendende Wirkung zu. Vor dem Hintergrund einer voranschreitenden Aridisierung des zentralasiatischen Raums im Zuge des Klimawandels besitzen Moore eine doppelt positive Wirkung: als Kohlenstoffsenke binden sie CO₂ aus der Luft und fixieren es über einen langen Zeitraum. Als Wasserspeicher wirken sie dem Austrocknen der Landschaft entgegen und bieten Lebensraum für speziell angepasste Pflanzen, Tiere und Pilze. Durch Trockenlegung und nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere intensive Beweidung der Moore, sowie Abtorfung gehen diese und weitere wichtige Eigenschaften jedoch verloren.

„Man schützt was man kennt“, heißt ein Sprichwort. Dabei kann auch eine nachhaltige Nutzung Schutz bedeuten. Diese Broschüre soll dazu dienen, aktuelle Ergebnisse der Untersuchungen der Hochgebirgsmoore Kirgistans im Rahmen des Projektes „KIRMO - Ökosystemfunktionen von Hochgebirgsmooren in Kirgistan – Abschätzung des Bestandes und der Nutzungsgefährdung“ bekannt zu machen und so das Wissen über Moorökosysteme im zentralasiatischen Raum zu erweitern. Das Projekt ist Teil der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) und hatte eine Laufzeit von 12 Monaten (Dez. 2012 bis Dez. 2013). Die Projektziele bestanden in der Verbesserung des Wissens um die Verbreitung und den Zustand kirgisischer Moorökosysteme, sowie einer Abschätzung des Kohlenstoffspeichers in kirgisischen Mooren. Dazu wurde ein auf Landsat-Daten basierendes Verfahren zur automatisierten Erkennung von Mooregebieten entwickelt und mit in-situ-Daten verifiziert und erweitert.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) förderte die Initiative aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages über die Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Eine interessante Lektüre wünschen die Autorinnen und Autoren Maria Aljes, Thomas Heinicke, Frank Fell, Jens Wunderlich und Jutta Zeitz.

Berlin und Greifswald, Juli 2014

Charakteristika und Bedeutung von Moorökosystemen in der Landschaft

Moore sind ursprünglich nasse Ökosysteme, in denen ein Wasserüberschuss durch Niederschläge oder Grundwasser für einen Zustand permanenter Wassersättigung sorgt. Dadurch entsteht eine sauerstoffarme Umgebung, in der das in einer Vegetationsperiode aufwachsende Pflanzenmaterial nicht vollständig zersetzt werden kann. Im Laufe der Jahre wird abgestorbenes Pflanzenmaterial aus torfbildender Moorvegetation (Moose, Seggen, Schilf, Sträucher und Bäume) akkumuliert und bildet einen wachsenden Torfkörper. Diese besonderen Bedingungen sorgen dafür, dass Moore Lebensraum für eine Vielzahl spezialisierter Tier- und Pflanzenarten bieten und auch für den Menschen wichtige Ökosystemleistungen bereitstellen.

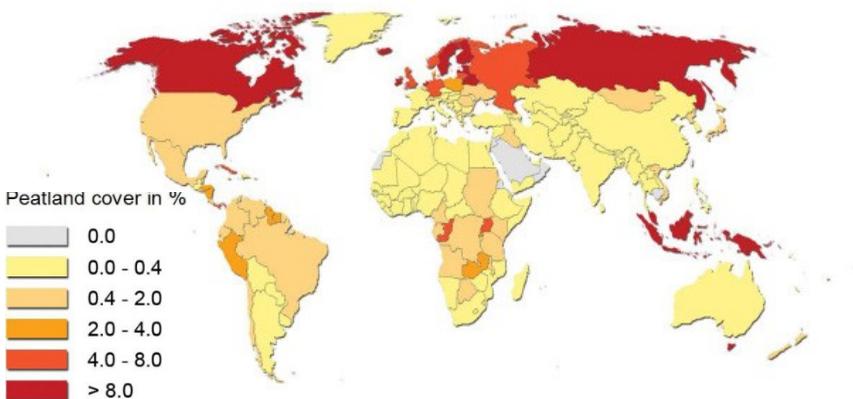


Abb. 1: Verbreitung von Mooren weltweit basierend auf Daten der IMCG Global Peatland Database (www.imcg.net) Quelle: Joosten 2009

Verbreitung von Mooren weltweit

Weltweit sind etwa 4 Millionen km² der Erdoberfläche von Mooren bedeckt. Das entspricht in etwa 3 % der gesamten Erdoberfläche (Succow & Joosten 2001). Moore kommen in 180 Ländern der Welt vor und machen ein Drittel der globalen Feuchtgebietsressourcen aus. Moore können in fast allen Klimazonen (von den Tropen bis in die Arktis) sowie in allen erdenklichen Höhenstufen (vom Meer bis in die Berge) gefunden werden (s. Abbildung 1).

Moorböden

Die Ursache für die besonderen Eigenschaften der Moore sind die Böden, aus denen Moore bestehen. Dabei werden zwei Typen von Substraten unterschieden, die diese Böden bilden: Torf und Mude. Laut der deutschen Klassifikation bestehen die charakteristischen Eigenschaften eines jeden Moores im Vorkommen einer mindestens 30 cm dicken Torfschicht (Ad-Hoc-AG Boden 2005). Torf ist ein organisches Substrat, welches überwiegend aus abgestorbenem Pflanzenmaterial besteht. Dieses wird nicht vollständig zersetzt und lagert sich im Moor ab. Dabei wird das Pflanzenmaterial (s. Abb. 3-5) nicht transportiert und wächst sedentär von unten nach oben auf – es bildet somit den Boden für das Wachstum neuer torfbildender Vegetation. Die unteren Schichten werden beim Aufwachsen des neuen Torfes zunehmend verdichtet. Da mehr organisches Material nachgeliefert als abgebaut wird, kommt es bei der Torfbildung zu einer langfristig positiven Stoffbilanz und Kohlenstoffspeicherung. Die Torfe besitzen, je nach Art und Zersetzungsgrad, ein hohes bis sehr hohes Wasserspeichervermögen, da sie sich wie ein Schwamm vollsaugen und somit das Wasser in der Landschaft halten. Auf der anderen Seite sind Torfböden auch an das Vorhandensein von Wasser gebunden, um dauerhaft wachsen zu können ohne zu degradieren. Als weiteres Substrat findet man in Mooren Mudden. Diese entstehen unter Sauerstoffabschluss am Grund von offenen Gewässern aus abgestorbenen Wasserpflanzen, Mikroorganismen und mineralischen Ablagerungen. Man unterscheidet zwischen Organo-, Kalk- und Mineralmudden (s. Abb. 6-8).



Abb. 2: Braunmoostorf und Seggentorf bildendes mäßig-nährstoffarm basenreiches Verlandungsmoor, Son-Kul, Kirgistan Foto: Maria Aljes



Die Klassifikation von Moorböden unterscheidet sich von Land zu Land. Im vorliegenden Projekt wurden die Moorböden nach der deutschen Bodenklassifikation mit Hilfe der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-Hoc-AG Boden 2005) klassifiziert. Dabei bilden Moore im Klassifikationssystem eine eigene Abteilung, da der Boden und sein Ausgangssubstrat gleichzeitig gebildet werden.

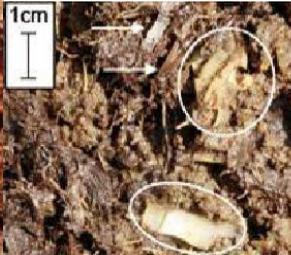


Abb. 3: Braunmoos

Abb. 4: Seggenmischtorf

Abb. 5: Schilftorf

Diese werden in die Klassen der naturnahen Moore sowie der Erd- und Mulmmoore unterteilt, die wiederum in verschiedene Bodentypen untergliedert sind. Es handelt sich dann um Moorböden, wenn die Torfaufgabe mindestens 30 cm mächtig ist und das Substrat zu mindestens 30 % aus organischem Material besteht. In Kirgistan treten häufig Böden auf, die eine geringere Torfaufgabe vorweisen und/oder deren Substrate einen hohen Anteil



Abb. 6: Schluffmudde

mineralischen Substrates führen. Diese Böden werden nach der Ad-Hoc-AG Boden (2005) entweder den Moorgleyen oder den Gleyen zugeordnet (s. Abb. 11).



Abb. 7: Sandmudde



Abb. 8: Tonmudde

Fotos: Ron Meier-Uhlherr und Corinna Schulz

Diese Klassifikation lässt sich nur schwer mit der kirgisischen Klassifikation synchronisieren. Nach der kirgisischen Klassifikation werden Moorböden bei Dzholdoshev (1970) in Wiesenböden mit der Untergruppe alluviale sumpfige Wiesenböden und Moorböden mit den Untergruppen alluviale Moorbüschel, alluvialer schluffiger Moorboden, alluvialer torfiger Moorboden und alluvialer Torfmoorboden unterteilt. Eine generelle Gegenüberstellung der deutschen und kirgisischen Bodenklassifikation veröffentlichte Gottschling (2006). Da es keine offiziell anerkannte Übersetzung diesbezüglich gibt, wurde im Forschungsprojekt KIRMO mit der deutschen Systematik gearbeitet.



Abb. 9: Spatenaushub des Oberbodens, Feinseggentorf Foto: Maria Aljes

Abb. 10: Feinseggentorf über Gley Foto: Maria Aljes

Moorvegetation

Zu den typischen Moorpflanzen, die Torf bilden können, gehören Seggen, Schilf, Torf- und Braunmoose sowie Bäume und Sträucher.

Man erkennt potentielle Moorflächen daher leicht an der Vegetation, da es sich bei den meisten torfbildenden Pflanzen um speziell an die feuchten Gegebenheiten angepasste Organismen handelt. In vielen Mooren sind Moose anzutreffen. Unter sauren Bedingungen handelt es sich dabei überwiegend um Torfmoose (*Sphagnum* sp.), unter basischen bis kalkreichen Bedingungen um Braunmoose (z.B. *Drepanocladus* sp.). Eine weitere charakteristische Pflanzengruppe sind Seggen (*Carex* sp.), welche meist in



Abb. 11: Typisches Hochmoor mit Torfmoosen und Kleinseggen, Naturschutzgebiet Nigula, Estland Foto: Maria Aljes

Form von recht homogenen Beständen ausgebildet sind. Ebenso können Schilfröhrichte Torf bilden. Auch kommen Moorwälder mit Kiefer, Erle und Birke sowie Weidengebüschen vor.

Die Struktur und einzelne Teile der torfbildenden Pflanzen sind je nach Zersetzungsgrad des Torfes noch mehr oder weniger gut zu erkennen. Daher können unterschiedliche Torfarten unterschieden werden: Holztorfe haben eine oftmals stärker zersetzte Grundmasse, in der erkennbare Reste von Rinde, Ästen und Wurzeln, Blättern, Nadeln und Zapfen sowie ganze Stämme erhalten sind. In gut erhaltenen Moostorfen sind Stämmchen und Blättchen der verschiedenen Moosarten erhalten – in Hochmooren werden große Mengen Torfmoostorfe gebildet, während Braunmoostorfe vor allem in Niedermooren gebildet werden.

Riedtorfe werden aus verschiedenen grasartigen Pflanzen (z.B. Seggen, Binsen, Schilf) gebildet und beinhalten neben den Resten von Blattscheiden, Wurzeln und Rhizomen auch konservierte Samen dieser sowie weiterer krautiger Moorpflanzen. Stark zersetzte Torfe, in denen in der organischen Substanz keine Pflanzenstrukturen mehr erkennbar sind, werden als amorphe Torfe bezeichnet. Alle Torftypen können in reiner Form oder in Mischung mit anderen Typen vorkommen – je nach vorherrschender Vegetationszusammensetzung zur Zeit der Torfbildung.

Die Abfolge der Torfarten mit ihren erkennbaren Pflanzenresten werden genutzt, um die Entstehungsgeschichte des Moores nachvollziehen zu können. Mit Hilfe von im Torf konservierten schwer zersetzbaren Pollen kann zudem die Vegetations-



Abb. 12: Seggenried, Suusamyr, Kirgistan Foto: Thomas Heinicke

Entwicklung der Umgebung für die Zeit des Moorwachstums rekonstruiert werden. Der Torfkörper eines Moores ist somit ein wichtiges Archiv der Vegetations- und Landschaftsgeschichte eines Gebietes.

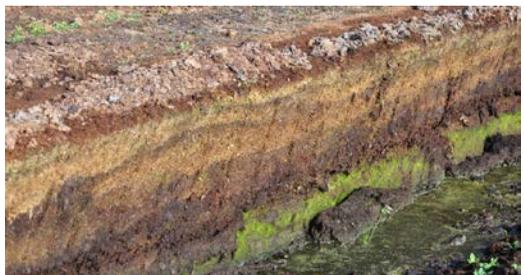


Abb. 13: Torfprofil gibt Aufschluss über Genese eines Moores Foto: Hans Joosten



Abb. 14: Senke mit Braunmoosen



Abb. 15: Blütenstände von
Carex pamirensis



Abb. 16: *Equisetum ramossissimum*-*Carex compacta*-Ried



Abb. 17: *Swertia* sp.



Abb. 18: *Phragmites australis*-Röhrricht



Abb. 19: *Cladium mariscus*-Röhricht



Abb. 20: Weidengebüsch (*Salix* sp.)



Abb. 21: *Typha angustifolia*-Röhricht



Abb. 23: Orchidee in Suusamyr



Abb. 22: *Caragana* sp.- Gebüsch

Alle Fotos: Thomas Heinicke

Moortypen

Moore entwickeln sich unter verschiedenen hydrologischen und topographischen Bedingungen. Daher existiert eine Vielzahl von Moortypen. Basierend auf der Grundlage der Wasserversorgung können Moore in zwei Haupttypen unterteilt werden: Niedermoore und Hochmoore. Niedermoore befinden sich in Senkenlagen und werden hauptsächlich durch Grundwasser gespeist, welches in Kontakt mit dem mineralischen



Abb.24: Kuresoo Hochmoor im Nationalpark Soomaa, Estland Autor: Kristen Kaemena

Ausgangsgestein steht. Hochmoore werden ausschließlich durch Regenwasser versorgt und wachsen über den landschaftstypischen Grundwasserhaushalt hinaus.

Ökologische Moortypen

Je nach Nährstoffverfügbarkeit und Säure-Basen-Verhältnis lassen sich in der Landschaft verschiedene ökologische Moortypen ausmachen. Diese sind durch eine charakteristische Vegetationszusammensetzung gekennzeichnet (s. Abb. 25).

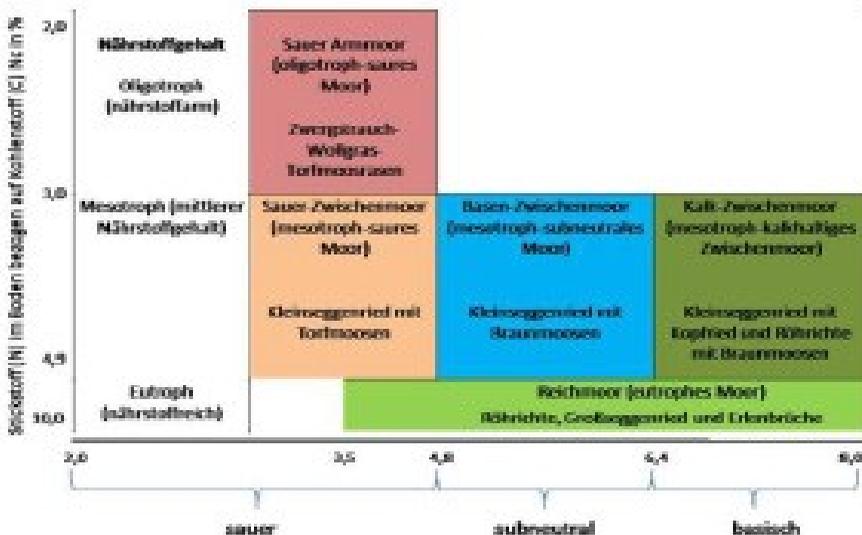


Abb. 25: Ökologische Moortypen nach Succow & Joosten 2001

Hydrogenetische Moortypen

Der hydrogenetische Moortyp bezeichnet die Bildungs- und Entwicklungsbedingungen eines Moores. Entscheidend ist dabei die Art der Wasserspeisung, z.B. Grundwasseraustritt, hoch anstehendes Grundwasser, Quellwasser oder periodisch über die Ufer tretendes Flusswasser, und ob es sich um ebenes (s. Abb. 26) oder geneigtes Gelände handelt (s. Abb. 27).

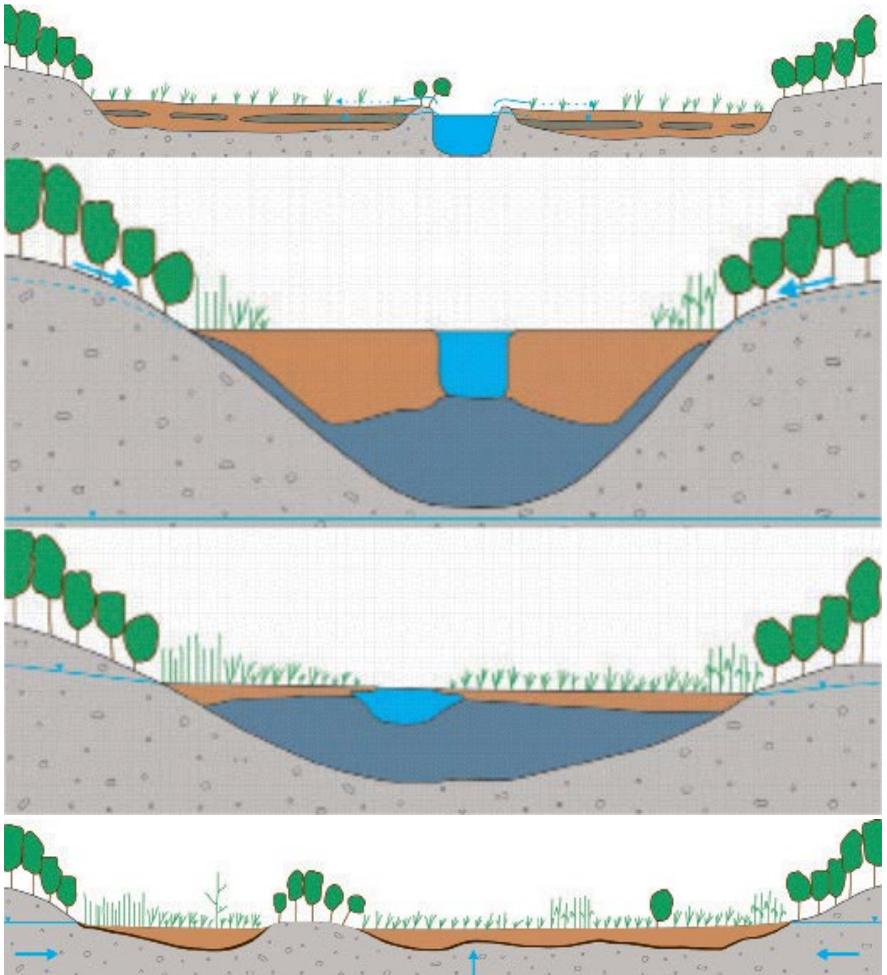
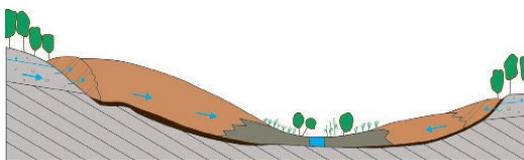
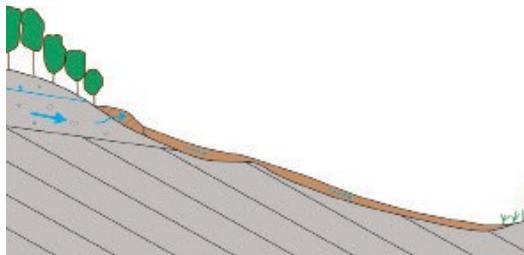
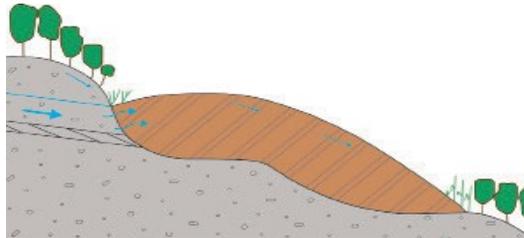
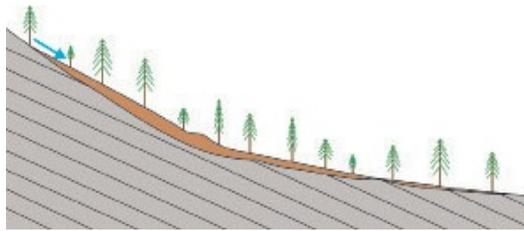


Abb. 26: Ebene Moore können in Form von Auenüberflutungsmooren, Kesselmooren, Verlandungsmooren und Versumpfungsmooren auftreten (von oben nach unten), Legende auf nächster Seite Autorin: Diana Möller 2014



Legende

	Torf, undifferenziert		gering- bis undurchlässiger Untergrund
	Torf mit Kalk-/Eisenablagerungen		durchlässiger Untergrund
	Torf, mineralreich		See/Fließgewässer
	Basistorf		Grundwasserhöhe
	Mudde		Wasserfließrichtung

Abb. 27: Geneigte Moore können in Form von Hangmooren, Hangquellmooren, Überrieselungsmooren und Durchströmungsmooren auftreten (von oben nach unten), Autorin: Diana Möller 2014

Ökosystemfunktionen von Mooren

Intakte Ökosysteme und deren Artenvielfalt spielen eine wichtige Rolle für den Menschen, da sie eine Vielzahl von „Dienstleistungen“ zur Sicherung menschlicher Grundbedürfnisse kostenlos bereitstellen. Dabei können verschiedene Typen dieser Ökosystemleistungen unterschieden werden.

Lebensraumleistungen bieten Raum für Menschen, Flora und Fauna. Sie ermöglichen den Erhalt der Artenvielfalt und sind damit auch Grundlage für weitere Ökosystemleistungen.

Durch Versorgungsleistungen werden sowohl wesentliche „Güter“ wie Luft, Nahrung, Wasser und Rohstoffe als auch weniger offensichtliche Ressourcen, wie Ausgangsstoffe für die Medizin oder Dekorationsmaterialien bereitgestellt.

Regulierungsleistungen ermöglichen die Erneuerung, Reinigung und Speicherung dieser Ressourcen. Zu diesen Leistungen zählen unter anderem die Reinigung und Speicherung von Wasser und Luft, die Regulierung des globalen wie auch lokalen Klimas, die Bereitstellung von Nährstoffen und die Bildung von fruchtbaren Böden sowie die Bestäubung von Nutzpflanzen.

Weitere Leistungen beinhalten unter anderem die Bereitstellung wissenschaftlicher Informationen und touristischer Ziele.



Abb. 28: Moosbeerenernte Foto: Sergej Zuenok



Abb. 29: Treibhausgasmessung im Moor Foto: Michael Succow Stiftung

Abb. 30 (links): Hochgebirgsmoor in Kirgistan - Wasserrückhaltung Foto: Michael Succow Stiftung

Nutzung und Gefährdung

Moore wurden historisch vor allem als Land angesehen, welches erst durch aufwändige Meliorationsmaßnahmen (Entwässerung) urbar und für den Menschen nutzbar gemacht werden musste. Nach Trockenlegung des Torfkörpers lassen sich entweder Torf als Brennmaterial oder Substrat für den Garten- und Gemüsebau abbauen, oder aber landwirtschaftliche Flächen für Ackerbau, Mähwiese oder Weideflächen anlegen. Diese Nutzungsformen sind jedoch ein Grund für den weltweit zunehmenden Schwund intakter Moorflächen, da sie eine irreversible Zerstörung des Torfkörpers nach sich ziehen. Entwässerung führt zu einem dauerhaften Kontakt des Torfes mit Sauerstoff und bewirkt so die Mineralisation des Bodens. Die torftypischen Eigenschaften gehen dadurch verloren und große Mengen an Kohlenstoffdioxid und anderen klimarelevanten Treibhausgasen werden freigesetzt.

Torfdegradation

Durch mäßige, direkte oder indirekte Entwässerung und häufig extensive Nutzung, selten durch klimatisch bedingte Trockenphasen in ehemals wassergesättigten Mooren, entsteht vererdeter Torf. Bildungsvoraussetzung sind sommerliche Grundwasserstände von höchstens 10 cm unter Flur. Infolge der Durchlüftung der obersten Bodenschicht wird der ehemals wassergesättigte Torf zersetzt. Diese Zersetzung und die gleichzeitige Ausbildung eines Krümelgefüges durch Schrumpfung und Quellung des Torfes sowie die Aktivität von Bodentieren (z.B. Regenwürmer) führen zur Bildung von vererdetem Torf (Torfmineralisierung). Der gespeicherte Kohlenstoff oxidiert dabei zu CO_2 . Die fehlende Wassersättigung verursacht dabei mehrere Prozesse, die zu einer Veränderung und letztendlich zum Verlust des Torfbodens führen: Bei der Moorsackung wird der Torf durch das Gewicht der aufliegenden Torfschichten verdichtet. Dabei verringern sich wichtige Eigenschaften des Torfkörpers, wie Wasserspeicherkapazität und Wasserrückhaltefähigkeit. In wassergesättigten Mooren wirken die Auftriebskräfte des Wassers diesen Gewichtskräften entgegen.

Moorschrumpfung beschreibt einen Prozess, bei dem Bodenteilchen durch Wasserentzug zueinander gezogen werden. Der Torf wird verdichtet und es entstehen Risse im Torfkörper. Der Torf wird anfällig für Wind- und Wassererosion.

Abb. 31: Trittschäden auf Hochgebirgsmoor, hervorgerufen durch intensive Beweidung
Foto: Thomas Heinicke



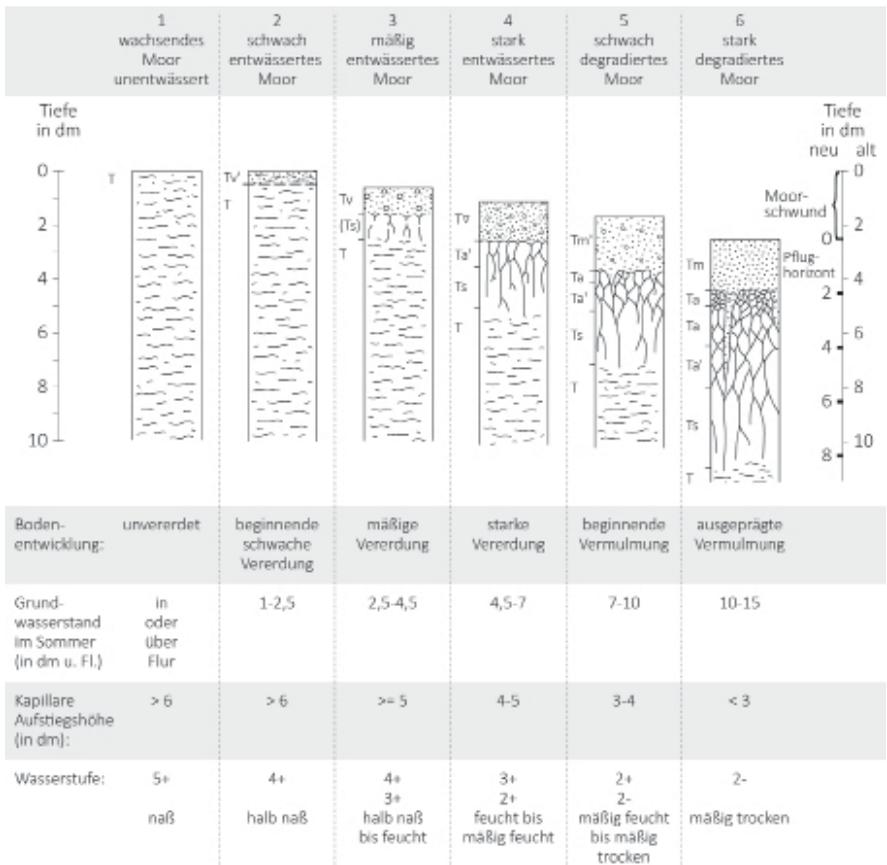


Abb. 32: Bodenentwicklung auf Niedermoor durch Nutzungsintensivierung. Der Moorschwund kann mehrere Meter betragen Wichtmann et al. 2014 verändert nach Succow & Jeschke 1986

Hochgebirgsmoore

Als Quellgebiete für Flüsse der Niederungen spielen Hochgebirgsmoore eine entscheidende Rolle für die Regulation des Wasserspeichers und der Versorgung der Flüsse mit Wasser. Wie die Moore im Tiefland besitzen sie große Bedeutung für die Biodiversität und als Kohlenstoffspeicher. Hochgebirgsmoore sind von Degradierung durch Verdichtung des Torfes betroffen, ausgelöst durch Beweidung, Entwässerung sowie Abholzung von Gebirgswäldern. Dadurch verändern sich die Bodeneigenschaften. Bodenerosion wird verstärkt durch die Ablagerung mineralischer Sedimente auf den Moorkörpern. Insbesondere bei einer Beschädigung der Vegetation nach intensiver Beweidung besteht ein erhöhtes Risiko für das Entstehen von Erosionsrinnen im Torf und im mineralischen Boden. Des Weiteren verringert sich die Zwischenspeicherkapazität für Schmelzwasser durch den Torfkörper, und erhöht so das Flutrisiko im Unterlauf der Flüsse.

Moore und Klimaschutz

Im natürlichen, d.h. wassergesättigten Zustand fungieren Moore als großflächige Kohlenstoffspeicher. Dabei wird das über tausende von Jahren akkumulierte Pflanzenmaterial in Form von organischer Substanz im Boden festgelegt, ohne Zersetzungsprozessen zu unterliegen. So bleibt der Kohlenstoff im Boden und kann nicht als klimarelevantes Gas in die Atmosphäre entweichen. Der Großteil der Moore weltweit befindet sich noch in einem natürlichen Zustand, da viele Moorflächen in unzugänglichen Gebieten, wie Teilen Sibiriens oder Kanadas, gelegen sind. In dichter besiedelten Ländern jedoch sind Moore fast immer durch anthropogene Veränderungen beeinträchtigt. Insgesamt sind 15 % der Moore der Welt bereits entwässert und degradiert. Über Jahrhunderte wurden sie für die Land- und Forstwirtschaft, als Weideland und zum Torfabbau genutzt (Joosten 2009). Bei Entwässerung und Degradation werden bodenbildende Prozesse in Gang gesetzt, die eine Mineralisierung des Torfkörpers zur Folge haben. Dies führt zur Freisetzung klimarelevanter Gase wie Methan (CH_4), Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Lachgas (N_2O). Weltweit macht der Treibhausgasausstoß aus entwässerten Mooren (einschließlich jener von Torfbränden) jährlich zwei Gigatonnen aus und entspricht damit fast 25 % der Kohlenstoffemissionen der gesamten Landnutzung aus Acker- und Waldbauflächen auf der Erde (Canadell 2011).

Moore bedecken lediglich 3 % der weltweiten Landflächen, enthalten jedoch 30 % des Kohlenstoffs in Böden (Parish et al. 2008). Die entwässerten Moore, die nur 0,3 % der weltweiten Landbedeckung ausmachen, emittieren jedoch fast 6 % aller Treibhausgase (Joosten 2009). Anders als Emissionen aus der Walddegradation werden Treibhausgase aus Moorentwässerungen so lange emittiert, wie die Moore entwässert sind, da die Torfe für weitere Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte oxidieren.

Daher tragen der Schutz intakter Moore, ein nachhaltiges Management und die Wiedervernässung degradierter Moore substantiell zur Verminderung von Treibhausgasemissionen bei. Intakte Moore liefern neben der Bindung von Treibhausgasen eine große Zahl weiterer Ökosystemleistungen (siehe Ökosystemfunktionen von Mooren).

Moorschutz ist eine der kosteneffizientesten Möglichkeiten, um Treibhausgasemissionen zu vermindern. Einmal degradierte Moore verlieren mit der Zeit drastisch an Weidetragfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit, weshalb auch die Erträge sinken. Die Wiedervernässung degradierter Moore und die damit verbundene Wiederherstellung der Torfbildung können mit neuen nachhaltigen Nutzungsmodellen für die Lokalwirtschaft einhergehen. Dieser Ansatz hat sich in der Moorschutzdebatte als „Paludikultur“ („palus“=Sumpf) etabliert (siehe Handlungsempfehlungen). Wo natürliche Moore in einer an nasse Bedingungen angepassten Methode genutzt werden, entsteht eine „win-win“-Situation zwischen anthropogener Nutzung und Erhaltung des Torfkörpers.

Mögliche Moor- und Klimaschutzmaßnahmen

Trotz ihres enormen Kohlenstoffspeicherpotentials und der durch Entwässerung freigesetzten Emissionen wurden Moore lange Zeit von der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) nicht beachtet. Erst durch den engagierten Einsatz verschiedener Akteure aus Wissenschaft und Politik kam das Thema zu Beginn der Jahrtausendwende auf die Agenda der Verhandlungen und wurde Schritt für Schritt in die Mechanismen des Klimaregimes unter dem sogenannten LULUCF-Sektor (Land use, land use change and forestry – Landnutzung, Landnutzungswandel und Wälder) integriert.

Ein Meilenstein war die Annahme der Kyoto-Aktivität “Wetland Drainage and Rewetting” auf der Klimakonferenz in Durban im Jahr 2011, die erstmals eine Anrechnung von Mooremissionen in den nationalen Berichten zum Kyoto-Protokoll ermöglicht. Der neue Klimafinanzierungsmechanismus NAMA (nationally appropriate mitigation action - national angemessene Maßnahmen zur Vermeidung des Klimawandels) und Kooperationsvorhaben im Landwirtschaftsbereich bilden vielversprechende Anreize in Zukunft auch Emissionen aus Mooren zu reduzieren. Sogar der CDM (clean development mechanism - Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung) könnte sich in Zukunft dahingehend öffnen, war er doch bisher vor allem ein Instrument der Aufforstungen und Wiederaufforstung (Joosten et al. 2012).



Abb. 33: Side event zu Mooren auf der COP 18 in Doha. Foto: Michael Succow Stiftung

Das Kyoto Protokoll

Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (kurz: Kyoto Protokoll) ist ein am 11. Dezember 1997 beschlossenes Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) mit dem Ziel des Klimaschutzes. Das am 16. Februar 2005 in Kraft getretene Abkommen legt erstmals völkerrechtlich verbindliche Zielwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen in den Industrieländern fest, welche die hauptsächliche Ursache der globalen Erwärmung sind. Bis Anfang Dezember 2011 haben 191 Staaten sowie die Europäische Union das Kyoto Protokoll ratifiziert. Die USA sind dem Protokoll nie beigetreten, Kanada hat am 13. Dezember 2011 seinen Ausstieg aus dem Abkommen bekannt gegeben.

Die Staaten werden unterteilt in Annex I Staaten und Nicht Annex I Staaten. Als Annex I Staaten werden in der Klimadiplomatie Industriestaaten bezeichnet, die im Anhang 1 der Klimarahmenkonvention von 1992 aufgelistet sind. Auf der Liste stehen alle OECD-Länder (außer Südkorea und Mexiko) sowie alle osteuropäischen Länder (außer den Balkan-Staaten). Diese 41 Staaten haben sich 1997 im Rahmen des Kyoto Protokolls verpflichtet, ihre Treibhausgas-Emissionen in der Periode von 2008 - 2012 um 5,2 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Alle anderen Staaten, die das Abkommen ratifiziert haben, gehören zu den sogenannten Schwellen- und Entwicklungsländern. Sie unterliegen keiner Verpflichtung zur Minderung ihrer Treibhausgase. Zwischen 2013 und 2020 läuft eine Kyoto Nachfolgephase, während zugleich über ein Post-2020 Protokoll verhandelt wird.

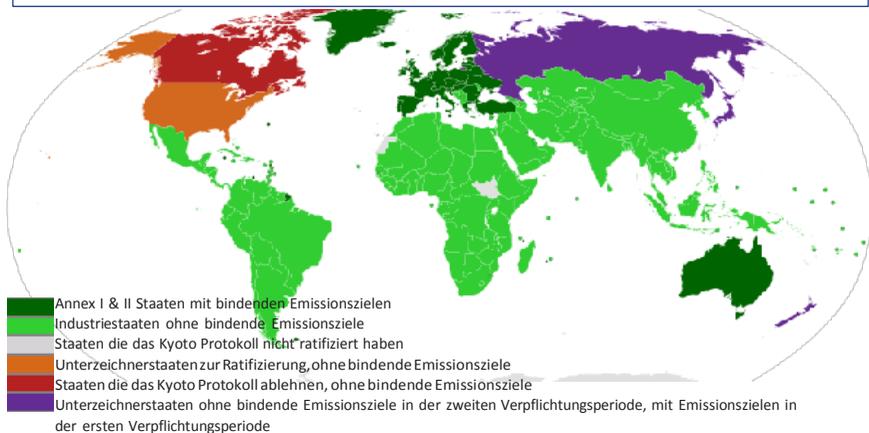


Abb. 34: Kyoto Protokoll Mitglieder / 2013 - 2020 commitments (Wikipedia creative commons)

Programme zur Minderung von Treibhausgasen

Verpflichtende Mechanismen (commitment market)

Für Annex I Staaten

Auf der 17. Vertragsstaatenkonferenz (Conference of the Parties COP17) (2011) in Durban wurde beschlossen, die Aktivität "Wetland Drainage and Rewetting" unter Artikel 3.4 des Kyoto Protokolls anzunehmen. Damit ist es Annex I Staaten möglich, in der zweiten Verpflichtungsperiode (2013-2020) Treibhausgasreduktionen als Ergebnis von Moorrestaurationsprojekten zu nutzen, um ihre Emissionsminderungsziele zu erreichen. Die Möglichkeit der Anrechnung von Emissionsvermeidungen über "Wetland Drainage and Rewetting" schafft Anreize für einen Staat, nationale Finanzierungsquellen für Moorwiedervernässung zu nutzen. Diese Aktivität ist freiwillig. Außerdem wurde beschlossen „Forest Management“ verpflichtend in die zweite Verpflichtungsperiode aufzunehmen. Das bedeutet, dass Aktivitäten zur Entwässerung und Wiedervernässung von Mooren in Wäldern durch Annex-I- Staaten nun unter dem Kyoto Protokoll angerechnet werden müssen.

- *Joint Implementation*

Aktivitäten unter Joint Implementation erlauben es Annex I Staaten, ihre Verpflichtungen unter dem Kyoto Protokoll zu erfüllen, indem Emissionsreduktionen in anderen Annex I Staaten erzielt werden.

Derzeit können allerdings keine Aktivitäten für Moorprojekte über Joint Implementation angerechnet werden, da diese ausschließlich auf die Reduzierung von bestehenden Treibhausgasemissionen abzielen, während Moorprojekte hauptsächlich auf die Vermeidung von potentiellen Treibhausgasemissionen gerichtet sind. Jedoch schließen die Regeln unter Joint Implementation dies nicht kategorisch aus; eine Anpassung, die den Entwicklungen auf dem freiwilligen Kohlenstoffmarkt folgt, wird angestrebt.

Für Nicht Annex I Staaten

- *Clean Development Mechanism (CDM)*

CDM dient dazu, zertifizierte Emissionsreduktionen (Certified Emission Reductions (CERs)) aus klimafreundlichen Projekten in Nicht Annex I Staaten zu generieren, die auf die Reduktionsverpflichtungen von Annex I Staaten angerechnet werden können. Schutz, Wiedervernässung und verbessertes Management von nicht bewaldeten Mooren sind derzeit noch nicht anrechnungsfähig unter CDM. Allerdings ist es geplant, diese in Zukunft aufzunehmen.

- *Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs)*

NAMAs sollen die Ambitionen von Nicht-Annex-I-Staaten zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen stärken, indem ergebnisorientierte Aktivitäten durch geeignete Finanzierungsmöglichkeiten, Technologietransfer und Weiterbildung unterstützt werden.

NAMAs sind prädestiniert für ein breit angelegtes Moormanagement. Es ermöglicht Schutz, Wiedervernässung und „best-practice“ in einem Projekt miteinander in Einklang zu bringen.

In Durban (COP17) wurden alle Nicht-Annex-I-Staaten aufgefordert, NAMA-Vorschläge auszuarbeiten, um nach geeigneten Finanzierungsquellen zu suchen. Außerdem wurden Schlüsselemente für die NAMA-Berichterstattung definiert. Dazu gehören: Festlegung der Implementierungsinstitution, die voraussichtlichen Kosten und Zeitplanung, der Umfang und die Art der internationalen Unterstützung, eine Schätzung der zu erwartenden Emissionsreduzierungen und anderen Zielindikatoren. Es gibt keine Einreichungsfrist für NAMA-Vorschläge.

- *Green Climate Fund (GCF)*

Der Green Climate Fund (GCF) wird voraussichtlich der wichtigste multilaterale Finanzierungsmechanismus für Aktivitäten zur Minderung des Klimawandels. Ein Großteil der jährlich geplanten 100 Mrd. USD finanzielle Verpflichtungen der Industriestaaten aus öffentlichen und privaten Quellen ab 2020, wird über den GCF abgewickelt. Aus GCF werden sowohl Vermeidungs- als auch Anpassungsmaßnahmen finanziert. Diese sollten sich auch auf Moorschutzprojekte in Schwellen- und Entwicklungsländern erstrecken.

- *Adaptation*

Das UNFCCC-Rahmenwerk für Anpassungsmaßnahmen kann Finanzierung und Unterstützung von Moorschutz, als Form der ökosystembasierten Anpassung, leisten, insbesondere in Entwicklungsländern, wo die Ausarbeitung von Nationalen Anpassungsplänen (NAP) unterstützt wird. Auch für andere laufende oder zukünftige Anpassungsmaßnahmen können Mittel zugeteilt werden. Jedoch sollte nicht unerwähnt bleiben, dass der Anpassungstopf bisher stets unterfinanziert gewesen ist. Der GCF ist vorgesehen, diese Anpassungsfinanzierung in Zukunft zu stützen.

Freiwillige Mechanismen (voluntary market)

- *Freiwilliger Kohlenstoffmarkt*

Der freiwillige Kohlenstoffmarkt ist bisher der einzige Kohlenstoffmarkt, über den die Finanzierung von Moorschutzprojekten gewährleistet werden kann. Dieser Mechanismus ist ein wichtiges "Versuchslabor" für technische Lösungen, um Emissionen anzurechnen und Emissionsverminderungen umzusetzen.

Der Verified Carbon Standard (VCS) hat neue Leitlinien für Landnutzungsprojekte publiziert, in denen die neue Kategorie 'Peatland Rewetting and Conservation' (PRC) enthalten ist (Emmer 2011). Diese Kategorie erlaubt zwei Arten von Projekten: Wiedervernässung von entwässerten Mooren (Rewetting of Drained Peatland (RDP)) und Schutz von nicht entwässerten oder teilweise entwässerten Mooren (Conservation of Undrained or Partially drained Peatland (CUPP)). Beide Arten können mit bereits existierenden Landnutzungskategorien unter dem VCS kombiniert werden.

Wenn Synergieeffekte mit anderen Handlungsfeldern wie Biodiversitätsschutz, Ökosystemdienstleistungen oder sozio-ökonomische Effekte aufgezeigt werden können, sind Moorschutzprojekte auch für andere Finanzierungsquellen attraktiv.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) guidance

Im Oktober 2013 wurde von der IPCC das „2013 Supplement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands“ diskutiert und angenommen. Darin werden Emissionsfaktoren für verschiedene Feuchtgebietstypen, unter anderem für Moore, definiert. Damit ist es möglich, abgesicherte und anerkannte Emissionswerte für die Anrechnung zu bestimmen. Während der 19. Vertragsstaatenkonferenz der UNFCCC in Warschau im November 2013 wurde dieses Supplement vorgestellt und als Basis für die Berechnung von Emissionen unter UNFCCC und Kyoto angenommen. Damit liegt nun eine wissenschaftliche Berechnungsmethode für Treibhausgasemissionen aus Mooren vor, die auf der Grundlage des GEST-Ansatzes (GEST = Greenhouse gas Emission Site Type) beruht. Dabei werden die Zusammensetzung der Bodenvegetation und der Wasserstand des Moores als Indikatoren für die Menge der freigesetzten Treibhausgase herangezogen (Couwenberg et al. 2008 und 2011).

Moorökosysteme in Kirgistan

Bisheriger Wissensstand

Der bisherige Wissensstand über Moorökosysteme in Kirgistan beschränkt sich auf einige wenige und veraltete Untersuchungen über die Verbreitung der Moore (Isaev 1956 und 1958), Eigenschaften organischer Böden (Druzhinin et al. 1954, Druzhinin und Kharakoz 1959, Dzholdoshev 1970) sowie deren Vegetation (Korovin 1962, Sobolev 1972, Golovkova 1990). Aktuellere Arbeiten entstanden im Zuge von Graduiierungsarbeiten von Studierenden und Doktoranden der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (Zemmrich 1997, Heinicke 1999, Gottschling 2006 u.a.).

Verbreitung und Lage

In der Literatur stößt man auf unterschiedliche Angaben bezüglich der Flächenausdehnung von Mooren in Kirgistan. Diese liegen zwischen 55.000 ha nach Druzhinin & Kharakoz (1959) bis hin zu einer Einschätzung, nach der ca. 85.000 ha des Landes von Moorflächen bedeckt sind. Die Angaben entsprechen einem Anteil der Moorflächen von 0,3 bis 0,4 % der Gesamtfläche des Landes. Aus der Topographischen Karte im Maßstab 1:100.000, die den Stand der Verbreitung von Feuchtgebieten in den 1970er Jahren abbildet, wurden eigenhändig die entsprechenden Moorsignaturen digitalisiert. Daraus ergibt sich die in Abb. 33 dargestellte Flächenkulisse (Details s. Kapitel Methodik).

Der Großteil der Moore befindet sich im nördlichen Teil Kirgistans, die Schwerpunkte der Verbreitung von Moorflächen größer 100 ha liegen in den Talebenen um Bishkek und Talas, aber auch am Ostufer des Son-Kul sowie in Talauen, wie dem Suusamyr-Tal. Kleinere Moorflächen sind vor allem in den Senkenlagen der Hochgebirge zu finden. Diese können dabei in Höhenlagen bis über 4000 m auftreten. Früher existierten auch größere Moore am Rand des Fergana-Beckens, die aber zu Sowjetzeiten nahezu vollständig melioriert und entwässert wurden und heute nicht mehr existent sind (Dzholdoshev 1970).

Die Vegetationszusammensetzung reicht von Schilfröhrichten über Binsengesellschaften bis zu diversen Seggenried-Formationen. Waldmoore und Torfmoosgesellschaften sind aus Kirgistan nicht bekannt.

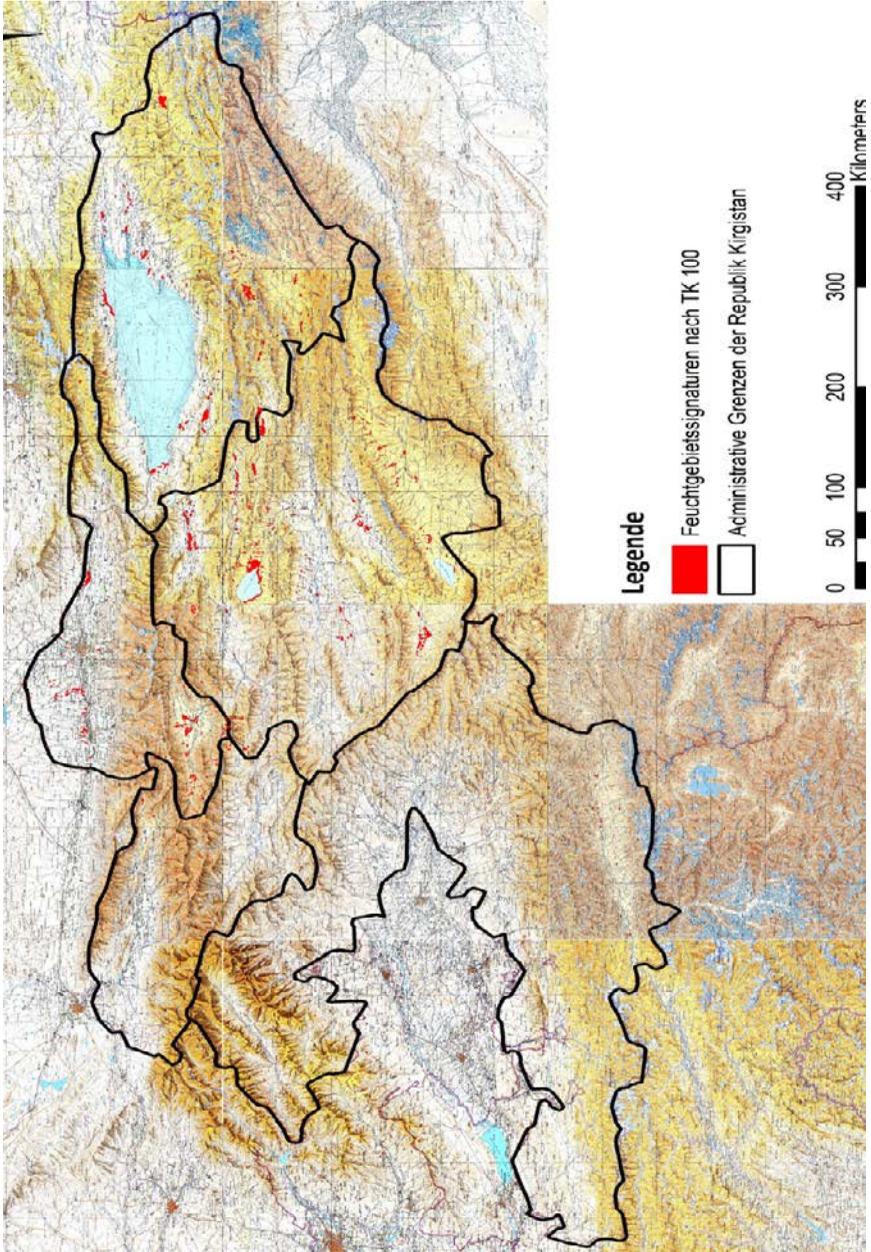


Abb.35: Verbreitung von Feuchtgebieten (rot) in Kirgistan nach Kartierungen aus 1:100.000 Karten der 1970er Jahre Autoren: Maria Aljes, Thomas Heinicke

Moortypen

Voraussetzungen für das Entstehen von Mooren sind eine ausreichende Wasserzufuhr, sowie das Vorhandensein einer Stauschicht im Untergrund. In Kirgistan sorgen verschiedene geomorphologisch-hydrologische Bedingungen dafür, dass Moore gebildet werden (s. auch Isaev 1958 und Heinicke 1999). Aufgrund der geogenen Bildungsbedingungen treten in Kirgistan ausschließlich Moore vom Typ „Niedermoor“ auf. Die Jahresniederschlagsmengen sind zu gering, als dass sich regenwassergespeiste Moore entwickeln könnten; so sind die Voraussetzungen für

Moorbildung in jedem Fall das Vorhandensein von Grundwasser und Oberflächenwasser. Dabei kommt es entlang von Flussläufen aufgrund starker Wasserstandsschwankungen und regelmäßiger Überflutungen zur Bildung von Mooren vom Typ Auenüberflutungsmoor, so z.B. im Suusamyr-Tal und dem Schutzgebiet „Krasnaja Retchka“ bei Tokmok. Auch in den höheren Gebirgslagen kommt es zur Ausbildung von Überflutungsmooren entlang periodisch

überfluteter Flächen, meist in Kombination mit

Überrieselungshangmooren. Dabei ist der Torfkörper soweit mit Wasser gesättigt, dass dieses oberflächlich abfließt und so das Moor „überrieselt“. Letzterer Typ ist häufig im Gebirge an Hangfüßen der Berge und Schwemmkegeln von Flüssen anzutreffen, wo Grundwasser- und/oder Quellaustritte auftreten und zu einer permanenten Wassersättigung führen. Bei Mooren, die im Einzugsgebiet von Gletscherwasser entstehen, hat insbesondere die Dynamik der Gletscherwasserzuströme und mitgeführten Sedimente einen Einfluss auf die Torfbildungen – geringmächtige Torfe mit mineralischen Ablagerungen sind die Folge.

Die Vermoorungen am Südost- und Nordostufer des Son-Kul sind Beispiele für ein Verlandungsmoor, entstanden durch subaquatische Torfbildung im Zuge des Absinkens des Seewasserspiegels. Hierbei werden organische Überreste, z.B. von Wasserpflanzen und -lebewesen am Seegrund abgelagert; unter reduzierenden Bedingungen entsteht daraus Torf.

Neben den am häufigsten auftretenden Stauschichten aus Gleyböden und/oder Muddeschichten spielen ab 3000 m Höhe üNN auch Permafrostböden als Stauschicht eine Rolle in der Moorbildung.



Abb. 36: starke Bultenbildung in einem Durchströmungsmoor, Suusamyr-Tal Foto: Thomas Heinicke

Permafrost

Eine Besonderheit des Bodens in den Hochebenen ab ca. 3000 m ist das Auftreten von Permafrost. Dabei handelt es sich um einen sogenannten Dauerfrostboden, der aufgrund der klimatischen Verhältnisse über das gesamte Jahr hinweg gefroren bleibt. Permafrost tritt hier u.a. in Form von Palsahügeln auf (s. Abb. 44). Dabei handelt es sich um einen Eiskern aus gefrorenem Torf und mehreren Eislinsen, die von dem darüber liegenden Bodenmaterial, in diesem Fall Moorboden, bedeckt sind. Diese Erhebung ist im Winter in der Regel von einer geringeren Schneedecke als die Umgebung bedeckt, sodass ein Durchfrieren schneller von statten geht. Durch die Eigenschaften des Eises, Umgebungswasser an sich zu binden, wachsen die Palsahügel und heben den darüber liegenden Moorboden in die Höhe.

Im Zuge einer zunehmenden Erwärmung der Jahresdurchschnittstemperatur kann es allerdings zu einem Auftauen der Permafrostböden und Palsahügel kommen, wobei dies eine erhöhte Aktivität der Bodenorganismen, damit eine erhöhte Zersetzung und letztendlich eine erhöhte Freisetzung von klimaschädlichen Gasen wie CO₂ und Methan zur Folge hat. Auf der anderen Seite kann das Auftauen von Permafrostböden allerdings auch zu einer Veränderung der Vegetationsdecke, zu einem erhöhten Pflanzenwachstum und somit einer erneuten Bindung von CO₂ führen, sodass sich die Mechanismen von Freisetzung und Bindung die Waage halten.



Abb. 42: Auenüberflutungsmoor in Tokmok (800 m üNN) Foto: Thomas Heinicke



Abb. 37

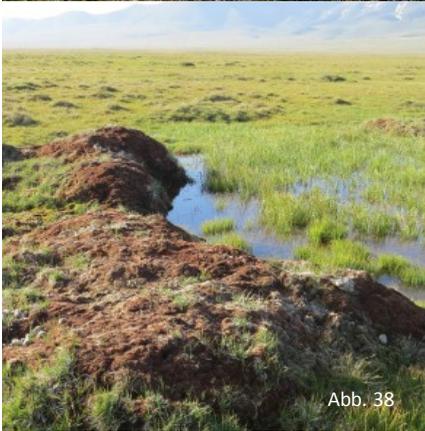


Abb. 38



Abb. 39



Abb. 40

Abb. 37: Verlandungsmoor am nordöstlichen Ufer des Son-Kul (3000 m üNN) Foto: Maria Aljes

Abb. 38: Palsahügel am südöstlichen Ufer des Son-Kul. Foto: Thomas Heinicke

Abb. 39: Schluffmudde mit Eiseinschlüssen, Son-Kul. Foto: Maria Aljes

Abb. 40: Quelltopf, Suusamyrtal (2100 m üNN). Foto: Thomas Heinicke

Ergebnisse aktueller Untersuchungen im Rahmen des Projektes „KIRMO“

Flächenauswahl

Für die Durchführung der Geländeuntersuchungen wurden zunächst auf der Grundlage von Moorsignaturen der Topographischen Karte 1:100.000 (Erhebungen überwiegend aus den 1970-er Jahren) Moorflächen ausgewählt, die zum einen die Vielfalt der Moore in den verschiedenen Höhenstufen des Landes abbilden und zum anderen eine gewisse Größenrelevanz besitzen und für die Durchführung der Feldarbeiten gut erreichbar waren. Dies führte zur Auswahl der folgenden Flächen:

Untersuchungsgebiet	Höhenstufe	Transekte	Bohrpunkte	Bodenproben	Größe (ca.)
Tokmok	800 m	2	10	34	1400 ha
Kotchkor	1800 m	3	57	44	1000 ha
Suusamyr	2100 m	5	94	104	1400 ha
Solton-Sary	2800 m	2	55	48	1000 ha
Son-Kul	3000 m	2	69	61	4600 ha
Arabel-Suu	3800 m	2	37	33	220 ha

Tab. 1: Ausgewählte Untersuchungsflächen in Kirgistan, sowie Höhenstufe, Anzahl der untersuchten Transekte, Bohrpunkte, Bodenproben und geschätzte Größe der Moore

Untersuchungsmethoden

Innerhalb der ausgewählten Gebiete wurden Moorflächen ausgewählt, in denen jeweils ein bis zwei für die Fläche repräsentative Transekte vom Moorrand bis zum Moorzentrum gelegt wurden. Entlang der Transekte wurden Probepunkte für Boden und Vegetation festgelegt (s. Tabelle 1). An jedem Punkt wurden Vegetation, Bodendaten, Wasserparameter (pH-Wert, Wassertemperatur und Leitfähigkeit des Oberflächenwassers) sowie allgemeine Informationen zu Lage, Hangneigung und Oberflächentemperatur aufgenommen.

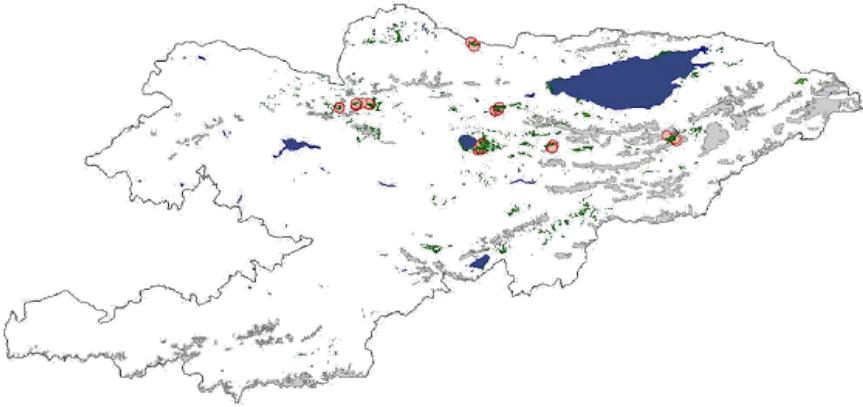


Abb. 41: Darstellung der Untersuchungsgebiete in Kirgistan. Quelle: Topographische Karte 1:500.000 Autor: Maria Aljes

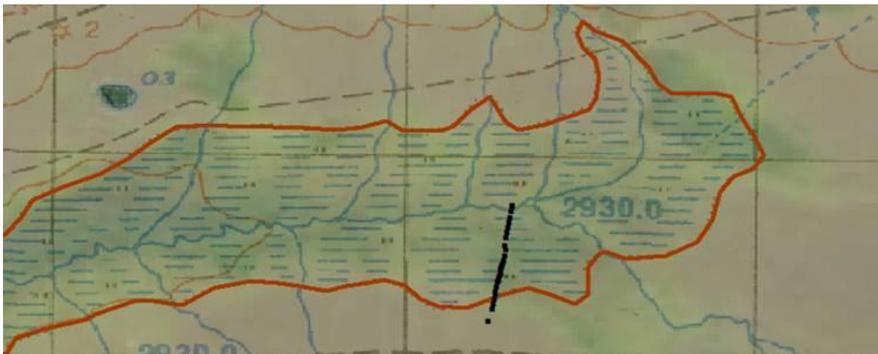
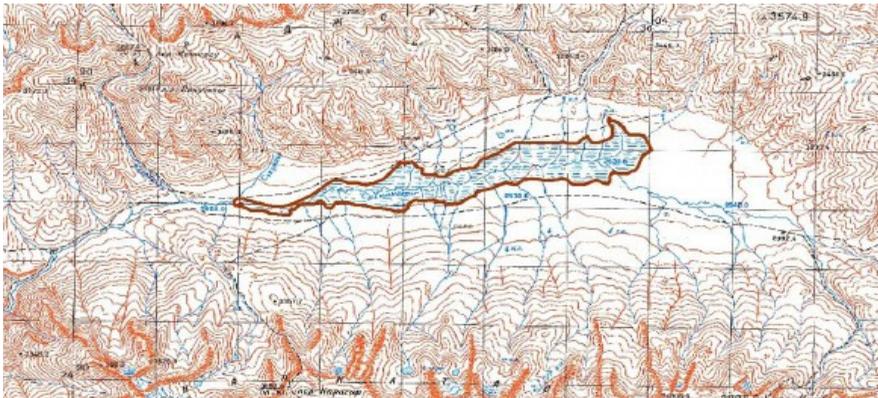


Abb. 42 & 43: Übersicht Moorfläche (Solton-Sary) und Darstellung von Transekt 1, vom Moorrand bis Moorzentrum Quelle: Topographische Karte 1:100.000 mit Luftbild hinterlegt. Autor: Maria Aljes

Vegetation

- Vegetationskartierung nach Braun-Blanquet auf einem Plot von 3x3 m: Artbestimmung und Deckungsgrade der einzelnen Arten (Gefäßpflanzen, Moose, Flechten),
- Artbestimmung nach folgender Literatur: Flora Kirgistans, Flora der SSSR, Pflanzen Zentralasiens, Anfertigung eines Herbars, Konsultation von Spezialisten, Fotodokumentation,
- vereinzelt Anlage von Unterplots (0,25 x 0,25 m) für die Bestimmung der Standortproduktivität über Wuchshöhe und Biomasse der Hauptbestandsbildner,
- zusätzliche Informationen: Wuchshöhe, Nutzung, Verbiss, Degradierung.

Boden

- Aufnahme standardisierter Bodenprofile, Klassifikation nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005) (Bestimmung der Schichtenabfolge mit Torfart/Muddeart/Mineralbodenart, Zersetzungsgrade der Torfe, Beimengungen, Karbonatgehalt),
- Bodenprobenentnahme (Stechzylinder im Oberboden, Mischproben aus tieferen Schichten) für Laboranalysen (pH-Wert-Messung, Gehalt an organischer Substanz und Stickstoffgehalt (CNS-Analyser), Karbonatgehalt, Korngrößenanalyse),
- zusätzliche Informationen: Hangneigung, Exposition, Relief,
- je Moorfläche Entnahme von mindestens einem kompletten Bodenprofil für eine zukünftig angedachte Altersdatierung und Pollenanalyse.

Ergebnisse Vegetation

Je nach Höhenstufe lässt sich die Moorvegetation in verschiedene Assoziationen von Pflanzengesellschaften einteilen (s. Tab. 2).

Der Großteil der gefundenen Arten ist speziell an die Bedingungen in Feuchtgebieten angepasst und daher aufgrund des geringen Flächenanteils von Moorökosystemen in Kirgistan generell selten. Hierzu gehören z.B. diverse Orchideenarten, *Swertia spec.*, Mehlprimel und diverse Seggenarten; *Cladium mariscus*, gefunden in Tokmok, ist sogar ein Erstfund für Kirgistan. Dennoch ist keine der Pflanzenarten auf der Roten Liste Kirgistans (State Agency on Environment Protection and Forestry under the Government of Kyrgyz Republic et al. 2006) vertreten, da bis jetzt wenig bis keine aktuellen Erkenntnisse über Vegetationszusammensetzung und -zustand in kirgisischen Mooren bekannt waren.

Auch für die Avifauna Kirgistans sind die Moore ein enorm wichtiger Lebensraum für stationäre, durchziehende und brütende Arten, wie bspw. Rostgans (*Tadorna ferruginea*), Ohrentaucher (*Podiceps auritus*), Jungfernkranich (*Anthropoides virgo*), Fischmöwe (*Larus ichthyæetus*), Wachtelkönig (*Crex crex*) und Schwarzstorch (*Ciconia nigra*).

Fläche	H ö h e n - stufe	Vegetation	Torfe
Tokmok	< 1000 m	<u>Sträucher</u> : <i>Salix</i> sp. <u>Röhricht</u> : <i>Phragmites australis</i> , <i>Schoenoplectus tabern.</i> , <i>Cladium mariscus</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>T. laxmanni</i> <u>Seggen</u> : <i>Carex songorica</i> , <i>C. orbicularis</i> <u>randlich</u> : <i>Blysmus compressus</i>	Schilf- und Seggentorfe
Kotchkor	1000 – 2000 m	<u>Sträucher</u> : <i>Salix</i> sp. <u>Seggen</u> : <i>Carex songorica</i> , <i>C. orbicularis</i> , <i>C. compacta</i> <u>randlich</u> : <i>Blysmus compressus</i> , <i>Juncus gerardii</i>	Seggentorfe
Suusa- myr	1000 – 2000 m	<u>Sträucher</u> : <i>Caragana</i> sp. (sekundär) <u>Röhricht</u> : <i>Phragmites australis</i> (sekundär), <i>Schoenoplectus tabern.</i> <u>Seggen</u> : <i>Carex songorica</i> , <i>C. orbicularis</i> , <i>C. compacta</i> <u>randlich</u> : <i>Blysmus compressus</i>	Seggen- und Braunmoostorfe
Soltan -Sary, Son-Kul	2000 – 3000 m	<u>Sträucher</u> : <i>Salix coesia</i> (selten) <u>Röhricht</u> : - <u>Seggen</u> : <i>Carex atrofusca</i> , <i>C. pamirensis</i> , <i>C. pseudo-foetida</i> <u>randlich</u> : <i>Carex melanantha</i> , <i>Kobresia</i> sp.	Seggen- und Braunmoostorfe
Ara- bel-Suu	> 3000 m	<u>Sträucher</u> : <i>Salix coesia</i> (selten) <u>Röhricht</u> : - <u>Seggen</u> : <i>Carex melanantha</i> , <i>C. atrofusca</i> , <i>C. pamirensis</i> , <i>C. pseudo-foetida</i> <u>randlich</u> : <i>Kobresia</i> sp.	Seggen- und Braunmoostorfe

Tab.2: Untersuchungsflächen, deren Höhenstufenzuordnung, Vegetation und Torfarten

Boden

Moorsubstrate: Aus der Analyse der Laboregebnisse geht hervor, dass der Großteil der Torfe den subneutralen bis kalkreichen Halbtorfen, d.h. Torfe mit einem Gehalt an org. Substanz von 30-70 % (Definition nach Succow & Joosten, auch alle nachfolgenden), zugeordnet werden kann, wobei diese in den Moorrandbereichen und Bereichen mit initialem Torfwachstum in Antorfe (Gehalt an org. Substanz 5-30 %) übergehen. Volltorfe (Gehalt an org. Substanz 70-90 %) wurden vor allem in Mooren in Höhenlagen zwischen 2000 und 3000 m vorgefunden und sind wesentlich seltener als Halbtorfe anzutreffen. Dies lässt sich auf den hohen Anteil mineralischer Bestandteile in den meisten Torfen zurückführen, die ein Aufwachsen von Volltorfen verhindern. Die pH-Werte reichen von einigen wenigen Standorten, an denen saure Substrate vorgefunden wurden (bis 2500 m Höhe), über subneutrale bis zu basischen Standorten. Wie auch schon in Heinicke (2003) beschrieben, ist das Vorkommen von sauren Torfen vermutlich durch sekundäre Prozesse bei zeitweiliger Austrocknung der Torfe zu erklären. In stark geneigten Mooren mit Überrieselungs- und/oder Durchströmungsregime wird kalkreiches Wasser schneller abgeführt, sodass keine Anreicherung in den Torfen stattfindet. In gering geneigten Flächen und Moorrandbereichen, sowie auf Flächen mit aufsteigendem Bodenwasserstrom hingegen finden verstärkt Kalkablagerungen statt.

Torf- und Muddearten: Der Großteil der in allen Höhenstufen anzutreffenden Torfe besteht aus Seggenresten, wobei vor allem Feinseggen eine Rolle spielen. In Lagen bis 1000 m Höhe finden sich zudem auch Röhrichttorfe aus Schilf (*Phragmites australis*), Salz-Teichbinse (*Schoenoplectus tabernaemontani*) und Schneide (*Cladium mariscus*). In der Höhenstufe 1000-2000 m kommen dagegen keine Schilftorfe mehr vor; Makroreste von Schilfpflanzen treten hier lediglich rezent auf. Als Besonderheit wurden im Alabash-Konur-Olen-Tal auch Vorkommen von Torfen des Schmalblättrigen Rohrkolbens *Typha angustifolia* nachgewiesen (Heinicke 2003). Ab 2000 m Höhe kommen ausschließlich Seggen- und Braunmoos- sowie Mischtorfe aus Seggen und Braunmoosen vor.

Als Beimengungen treten in allen Höhenstufen Grobseggenreste auf. Auf den mit Erbsenstrauch (*Caragana spec.*) bewachsenen Moorstandorten (Höhenstufe 2000 – 2500 m) im Suusamyrtal konnten auch in tieferen Schichten einzelne Blatt- und Holzreste von *Caragana spec.* nachgewiesen werden. In derselben Höhenstufe sind Molluskenreste (sowohl in Torfen als auch in Mudden), besonders in Verlandungsmooren, wie dem Son-Kul, häufig anzutreffen. Die Zersetzungsgrade sind größtenteils gering bis mittel, weisen aber bedingt durch pedogene Veränderungen und bei hohen mineralischen Anteilen in den Torfen auch höhere Zersetzungsgrade auf. Bei den Mudden handelt es sich hauptsächlich um kalkhaltige und kalkfreie Schluffmudden, zum Teil mit hohem Sand- oder Tonanteil. Vereinzelt kommen in Bereichen mit Gewässerverlandungen (z.B. in Tokmok) auch Detritusmudden

(Gehalt an org. Substanz > 30 %) vor.

Trophie: Für die Torfe bewegen sich die Trophiewerte größtenteils im eutrophen Bereich bei einem C/N-Verhältnis zwischen 10 und 20. Vereinzelte Proben besitzen auch Werte im polytrophen (C/N-Verhältnis < 10) und im mesotrophen Bereich (C/N-Verhältnis 20 – 26).

Auch die Trophiewerte der Mudden sind meist im eutrophen Bereich einzuordnen (Einteilung der Trophieklassen nach Succow & Joosten 2001).

Moorböden: Die Ergebnisse aus den Schichtenabfolgen zeigen das Vorkommen von basenreichen bis kalkreichen Niedermoorböden mit mehr als 30 cm Torfauflage in allen untersuchten Höhenstufen (s. Tab. 3). Dabei treten mächtige Torfböden mit durchschnittlich 1 m Tiefe lediglich in den Ebenen bis zu 1000 m Höhe auf, die höher im Gebirge gelegenen Moorflächen weisen mit bis zu 30 cm Torfauflage wesentlich geringere Mächtigkeiten auf und sind neben Niedermoorböden auch als Moorgley mit den Subtypen Niedermoorgley und Hangmoorgley vertreten. Der Grund dafür ist zum Teil klimatisch bedingt: mit kürzeren Vegetationszeiten und einer insgesamt niedrigeren Durchschnittstemperatur ist das Pflanzenwachstum im Gebirge eingeschränkt. Des Weiteren sind die Hochgebirgslagen über einen kürzeren Zeitraum eisfrei als die Ebenen, da hier das Abtauen der Gletscher wesentlich später stattgefunden hat und der Beginn der Moorbildungen somit kürzer zurückliegt. Zusätzlich dazu unterliegen die Hochgebirgsmoore aufgrund des Abschmelzens des Gletscherwassers einer hohen Dynamik, bei der sich Torfbildungsphasen mit Überdeckungsphasen von organischem Material durch Flusssedimente aus dem Gletscherstrom abwechseln. Zudem treten auch anthropogen veränderte Moorböden in Form von Torfvererdungshorizonten als Erdniedermoor auf. Vereinzelt wurden vererdete Mudden gefunden, die durch das Fehlen eines intakten Torfes im Oberbodens entstehen können.

Fläche	H ö h e n - stufe	Moorböden	Vorherrschende Torfe
Tokmok	< 1000 m	Basenreiches Niedermoor und Kalkniedermoor	Schilf- und Seggentorfe
Kotchkor	1000 – 2000 m	Niedermoorgley, Basenreiches Niedermoor, Kalkniedermoor	Seggentorfe
Suusamyr	1000 – 2000 m	Basenreiches Niedermoor, Kalknieder-, Erdniedermoor, Moorgley(Niedermoor-,Hangmoorgley)	Seggen- und Braunoostorfe
Soltan-Sary	2000 – 3000 m	Basenreiches Niedermoor, Kalkniedermoor	dito
Arabel-Suu	> 3000 m	Niedermoorgley, Kalkreiches Normniedermoor	dito

Tab. 3: Moorböden und vorherrschende Torfarten in den Untersuchungsgebieten



Abb. 44

Nutzung

Die untersuchten Moorflächen werden größtenteils als Weidefläche für Pferde, Rinder und Schafe genutzt (s. Abb. 50 und 51). Bis auf das höchst gelegene Untersuchungsgebiet, der Arabel-Suu Syrte, sind in allen Untersuchungsflächen, insbesondere in den Moorrandbereichen, bereits Anzeichen der Degradation zu erkennen. Diese äußern sich in Verdichtungen des Oberbodens und Bultenbildung, dadurch bedingter Austrocknung und Vererdung des Oberbodenhorizontes, Ausbildung von Erosionsrinnen auf stärker geneigten Moorbereichen sowie einer Veränderung der Vegetationszusammensetzung. Dies führt u.a. zur Etablierung von Weideunkräutern (z.B. diverse Distelarten (*Cirsium spec.*), Löwenzahn (*Taraxacum spec.*) und Hahnenfuß (*Ranunculus spec.*) sowie zur Einwanderung von Pflanzen der umliegenden Steppen (niedrige Lagen) sowie alpinen und subalpinen Wiesen (Hochgebirge) bei gleichzeitiger Verdrängung der ursprünglich typischen Moorvegetation.

Auch in den offiziell als Zapovednik ausgewiesenen Gebieten Karatal-Dshapyryk (Naryn oblast, Sonkul) und Krasnaja Retchka (Bishkek oblast, Tokmok) findet teils intensive Beweidung von Moorflächen statt.



Abb. 45

Abb. 44 & 45: Moore als Weideflächen für Pferde (oben) und Rinder (unten) am Son-Kul.
Fotos: Maria Aljes (oben) und Thomas Heinicke (unten)

Fernerkundung von Mooren in Kirgistan

In den letzten Jahren wurden verschiedene Ansätze zur Fernerkundung der Landbedeckung entwickelt, die auch auf zentralasiatische Landschaften angewandt wurden. Diese Produkte weisen jedoch weder die erforderliche thematische Differenzierung (Moorflächen werden z.B. oftmals unter „Grünland“ subsummiert) noch räumliche Auflösung auf (z.B. 300 m für das ESA CCI Land Cover Produkt).

Informationen über das derzeitige Vorkommen von Mooren und moorartigen Biomen in einer für lokale und regionale Anwendungen erforderlichen geometrischen Auflösung und Überdeckung waren für Kirgistan bisher nicht vorhanden. Im Rahmen des Projektes KIRMO wurde ein Verfahren zur automatisierten Erkennung von Moorflächen aus den frei verfügbaren Fernerkundungsdaten Landsat ETM/TM+ entwickelt, um eine Abschätzung der Moorflächen mittels Fernerkundungsdaten zu ermöglichen. Die dabei ermittelten und im Folgenden angegebenen Flächengrößen sind als vorläufige Ergebnisse zu betrachten, da die entwickelte Methode weiterer Verbesserungen bedarf.

Methoden

Alle verarbeiteten Landsat-Daten wurden kostenfrei aus dem U.S. Geological Survey-Archiv bezogen; insgesamt 121 komplette Landsat-Szenen (zumeist ETM+, sowie ausgewählte TM-Szenen). Die Landsat-Daten sind bereits georektifiziert, müssen jedoch vor der weiteren Analyse zunächst in physikalische Größen (Strahldichten) und daraus abzuleitende Größen (Reflektionsgrad, Temperatur) umgerechnet werden. Zu diesem Zweck wurde ein Programm erstellt, das diese Umrechnung für jede Szene unter Verwendung der mitgelieferten Metadaten vornimmt.

Die Ausweisung der Moorflächen erfolgte über einen multiparametrischen Ansatz, bei dem sowohl die spektralen Eigenschaften von Landoberflächen als auch deren jahreszeitliche Entwicklung Berücksichtigung fanden. Die Auswertung erfolgte für zwei Parameter, für die in Kirgistan eine hohe Korrelation mit Moorflächen zu erwarten ist:

- Vegetationsindex (NDVI): Speziell in den Sommermonaten sollten die Moorflächen einen höheren NDVI aufweisen als das umgebende schon trockene Grasland. Darüber hinaus sollten Moorflächen einen gleichmäßigeren Jahresgang aufweisen als bewässerte Feldbauflächen.
- Oberflächentemperatur: Landsat TM/ETM+ bietet den großen Vorteil, dass auch in einem thermischen Kanal gemessen wird, und so eine gute Abschätzung der Oberflächentemperatur möglich ist. Moorflächen sollten insbesondere in den Mittags- und Nachmittagsstunden aufgrund der Verdunstungskälte geringere Oberflächentemperaturen aufweisen als das umgebende trockene Grasland. In Folge sollte auch die jahreszeitliche Schwankungsbreite der Oberflächentemperatur von Moorflächen deutlich geringer sein als von anderen Oberflächentypen.

Bei der Ausweisung von Moorflächen kam ein statistischer Ansatz zum Tragen. Dieser bestand aus den folgenden Schritten:

1. Digitalisierung von Referenzmoorflächen aus den TK 50 und TK 100 für ausgewählte Referenzgebiete („Wo gab es einmal Moore?“),
2. Identifizierung von Referenzmoorflächen, die auch zum jetzigen Zeitpunkt noch eindeutig moorbedeckt sind („Welche geeigneten Moorflächen sind heute noch vorhanden?“),
3. Bestimmung der Verteilung verschiedener NDVI- und Oberflächentemperatur-basierter Parameter innerhalb der Referenzmoorflächen („Wie verhalten sich die Parameter auf Moorflächen?“),
4. Definition von Moorwahrscheinlichkeitsbereichen individuell für jeden betrachteten Parameter. Zweites und drittes Quartil: Moor wahrscheinlich, erstes und viertes Quartil: Moor unwahrscheinlich. („Wodurch zeichnet sich ein Moor aus?“),
5. Pixelweises Aufsummieren der individuellen parameterbasierten Moorwahrscheinlichkeiten („Wie viele Moormerkmale treten im Pixel auf?“),
6. Zuweisung der parameterübergreifenden Gesamtmoorwahrscheinlichkeit in drei Klassen: Moor unwahrscheinlich, Moor möglich, Moor wahrscheinlich („Wie wahrscheinlich ist es, dass das Pixel eine Moorfläche repräsentiert?“).

Das Ergebnis ist eine Moorkarte für ausgewählte Testgebiete in Kirgistan mit den drei Klassen „Moor unwahrscheinlich“, „Moor möglich“, „Moor wahrscheinlich“.

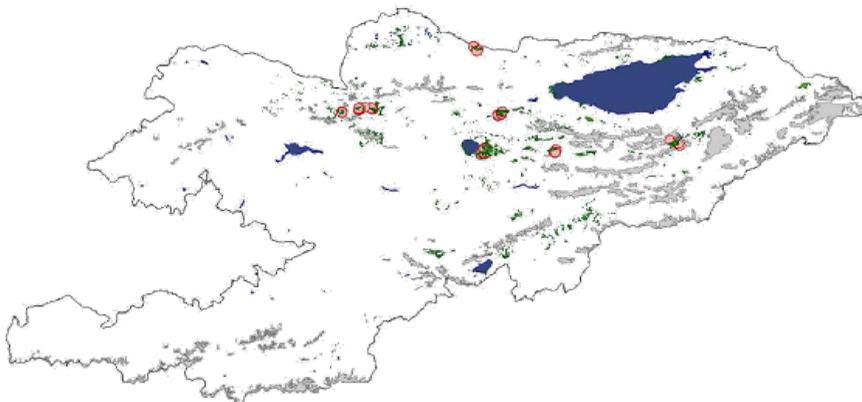


Abb. 46: Karte von Kirgistan. Grau = Gletscher, Blau = Seen, Grün = Moorflächen nach TK 100, Punkte: Untersuchungsflächen für in-situ-Proben

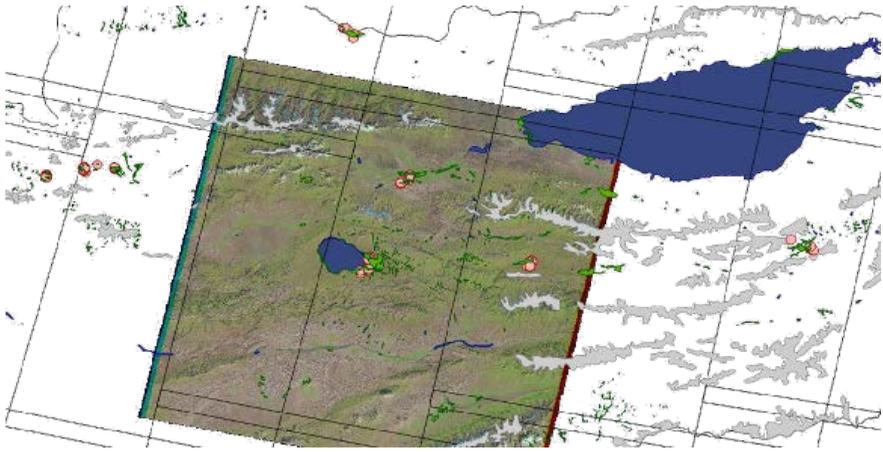


Abb. 47: Landsat-Szene 150/031 für die Region um den Son-Kul See



Abb. 48: Referenzflächen für Moore im Osten des Son-Kul mit Transekten

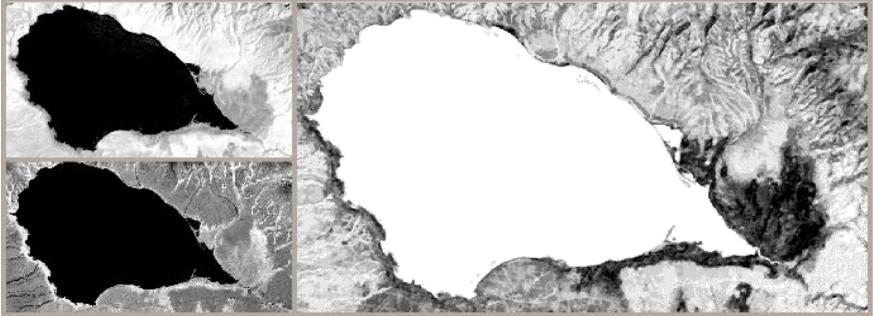


Abb. 49: links oben: maximale Oberflächentemperatur während der Referenzperiode (1999-2003). Hellere Flächen bedeuten höhere Temperaturen. Links unten: Mittlerer Vegetationsindex während der Referenzperiode, hellere Flächen bedeuten einen höheren Vegetationsindex. Rechts: relative Häufigkeit des Vorkommens von Hauptparametern für Moorflächen. Dunkle Flächen bedeuten eine höhere relative Häufigkeit.

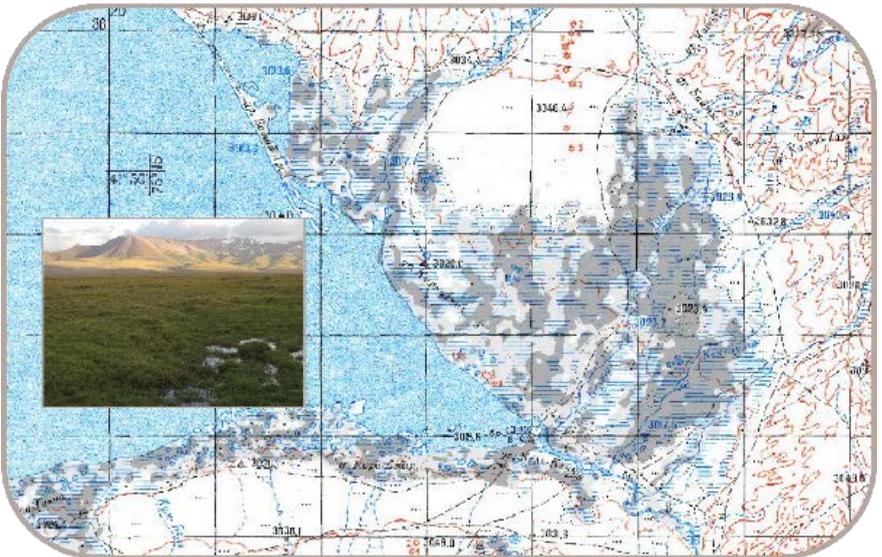


Abb. 50: Abgeleitete Moormaske, mit TK 100 hinterlegt (Status 1977). Dunkelgrau: Vorkommen von Moorflächen in der Referenzperiode sehr wahrscheinlich. Hellgrau: Moor wahrscheinlich.

Abschätzung der Kohlenstoffvorräte in den Mooren Kirgistans

Die Menge an organischer Substanz und damit auch die Menge an organischem Kohlenstoff, der in einer Moorfläche festgelegt ist, hängt im Wesentlichen von den Bildungsbedingungen, die zur Ausprägung bestimmter hydrogenetischer Moortypen führen, ab (Zauft et al. 2010). Bedingt durch das unterschiedliche Wasser- und Nährstoffangebot entstehen unterschiedlich mächtige Bodenhorizonte mit unterschiedlichen Anteilen an gespeicherter organischer Substanz, meist in Form von Torfen. In Kirgistan unterscheiden sich die Torfmächtigkeiten aufgrund der Höhenlage zum Teil erheblich. In den Tallagen und Vorgebirgen (bis 2500 m) finden sich bis zu 4 m (und mehr) mächtige Torfschichten, darüber hinaus besitzen die Moore meist weitaus geringere Mächtigkeiten (zwischen 30 und 80 cm).

Methoden

Für die Abschätzung des Kohlenstoffvorrats in kirgisischen Mooren wurden die untersuchten Flächen Höhenstufenklassen zugeordnet. Innerhalb der Höhenstufen unterscheiden sich die Eigenschaften der Torfe hinsichtlich der Trockenrohddichte und des Kohlenstoffgehalts, sodass eine differenzierte Herangehensweise für die Berechnungen notwendig ist.

Aus den untersuchten Torfproben wurden über die Parameter der C_{org} -Gehalte und Trockenrohddichte für jede Höhenstufe für die Bereiche Moorrand und Moorzentrum Mittelwerte der Kohlenstoffgehalte gebildet und mit der mittleren Profiltiefe für die Bereiche Moorrand und Moorzentrum multipliziert, unter der Annahme, dass sich die Gehalte an organischem Kohlenstoff für diese Bereiche unterscheiden.

Um eine Abschätzung des Kohlenstoffvorrats in kirgisischen Mooren vornehmen zu können, wurden die Flächengrößen der Moore aus drei verschiedenen Quellen bezogen, die sich hinsichtlich ihrer Genauigkeit unterscheiden.

1. Digitalisierte Moorsignaturen TK 1:100.000 (ganz Kirgistan)
2. Digitalisierte Moorsignaturen TK 1:50.000 (ausgewählte Testgebiete)
3. Automatisierte Erkennung von Moorflächen mittels Fernerkundungsdaten (Landsat TM/ETM+, Auflösung 30 m).

Für eine flächentreue Berechnung der Kohlenstoffspeicherleistung wurde über eine Abfrage aus dem digitalen Höhenmodell (DEM) mit einem GIS jeder Moorfläche die zugehörige Höhenstufe zugeordnet (1 = <1000 m; 2 = 1000–2000 m; 3 = 2000–3000 m; 4 >3000 m). Daraus ergibt sich pro Höhenstufe eine Flächengröße, aus der sich unter Verwendung der ermittelten C_{org} -Werte nach folgender Formel die Gesamtkohlenstoffspeicherleistung berechnet:

$$(1) C_{org} [t/ha]_{Moor} = A_{Moorzentrum} * \sum_{i=1}^n (MH_i * \rho_{Hi} * C_{org} H_i) + A_{Moorrund} * \sum_{i=1}^n (MH_i * \rho_{Hi} * C_{org} H_i)$$

Hierbei steht A für die Moorflächengröße, MH steht für die jeweilige vertikale Horizontmächtigkeit, pH steht für die Trockenrohdichte des jeweiligen Horizontes (i) und $C_{org}H$ für den prozentualen Anteil an organischem Kohlenstoff je Bodenhorizont (Masse-%).

Ergebnisse

Sowohl aus der topographischen Karte 1:100.000 (TK 100) als auch aus der topographischen Karte 1:50.000 (TK 50) wurden Moorflächen anhand der Feuchtgebietssignaturen ausgewiesen. Diese zeigen Moore und organische Böden an und bilden den Wissensstand zum Zeitpunkt der Geländekartierungen, d.h. 1960er bis 1970er Jahre, ab. Da die TK 50 auf der Grundlage der TK 1:25.000 erstellt wurde, weist diese eine höhere Genauigkeit als die TK 100 auf. Abb. 51 zeigt, dass in der TK 100 die tatsächliche Moorflächengröße unterschätzt wird, da viele kleine Moore (< 10 ha) nicht dargestellt werden, aber auch die Flächengrenzen in den untersuchten Testgebieten z.T. erhebliche Abweichungen aufweisen.

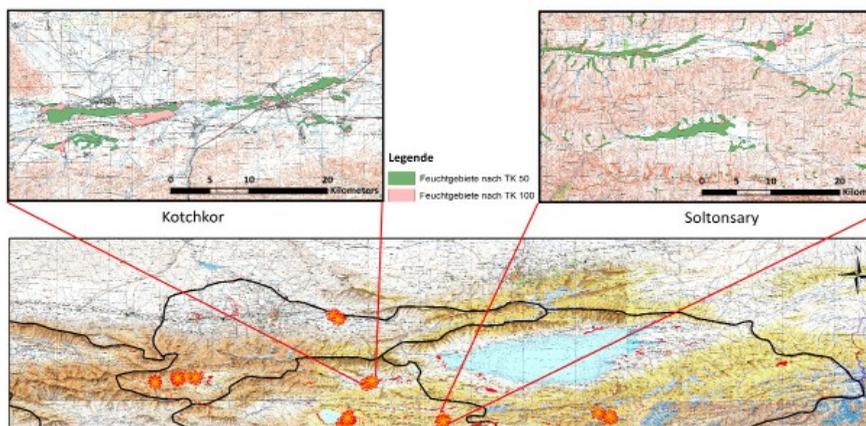


Abb. 51: Vergleich der Lage und Größe der digitalisierten Feuchtgebietssignaturen aus den Kartenwerken Topographische Karte 1:100.000 und 1:50.000 für die Untersuchungsgebiete Kotchkor und Solton-Sary. Quelle: TK 1:500.000, TK 1:100.000 und TK 1:50.000 Autor: Maria Aljes

Die aus den Landsat-Daten ermittelten Moorflächengrößen weisen hingegen zum Teil erhebliche Abweichungen von den Gebietssignaturen der Topographischen Karten, sowohl hinsichtlich ihrer Lage als auch ihrer Größe auf (s. Tab. 4).

Blatt	Gebiet	Moor TK100 in ha	Moor TK50 in ha	Moorfläche Landsat-Analyse in ha 90% (80%) Wahrscheinlichkeit
k43-043	Tokmok	1.531	1.609	2.733 (4.868)
k43-063	Susamyr 1	1.301	1.880	433 (2.049)
k43-064	Susamyr 2	3.439	3.738	4.796 (12.666)
k43-067	Kotchkor 1	556	1.426	392 (464)
k43-068	Kotchkor 2	2.811	2.796	1.977 (3.422)
k43-079	Son-Kul	7.916	8.310	5.083 (8.513)
k43-081	Solton-Sary	2.090	4.548	878 (2.797)
k43-084	Arabel-Suu	2.581	5.158	165 (990)
Alle Testgebiete		22.225	29.465	16.457 (35.829)

Tab. 4: Flächengröße von Mooren und organischen Böden für ausgewählte Testgebiete bei unterschiedlicher Berechnungsgrundlage: Digitalisierte Moorsignaturen aus TK 1:100.000, digitalisierte Moorsignaturen aus TK 1: 50.000 und aus Landsat-Daten ermittelte Flächengrößen, bei denen alle Pixel gewertet wurden für welche sich 90 % (80 %) aller untersuchten Parameter im als „moortypisch“ definierten Bereich

Kohlenstoffspeicher

Die durchschnittlichen Torfmächtigkeiten in den untersuchten Höhenstufen sind in Abb. 52 dargestellt. Auffallend ist die wesentlich höhere Torfmächtigkeit in Höhenstufe 1 gegenüber den im Vor- und Hochgebirge gelegenen Moorflächen, wobei auch bis in 2000 m Höhe stark mächtige Moore auftreten können.

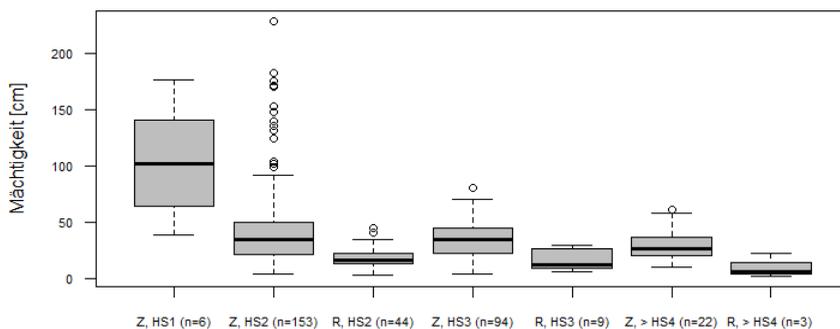


Abb. 52: Mächtigkeit der Torfe (inklusive vererdete Torfe) in den Höhenstufen (HS) 1 (unter 1000 m), 2 (1000 bis 2000 m), 3 (2000 bis 3000 m) und 4 (über 3000 m) für die Bereiche Moorzentrum (Z) und Moorrand (R)

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff und den Trockenrohdichten der vorgefundenen Torfe unterscheiden sich nicht wesentlich innerhalb der unterschiedenen Höhenstufen, jedoch zwischen den Bereichen Moorzentrum und Moorrand (s. Abb. 53 und 54).

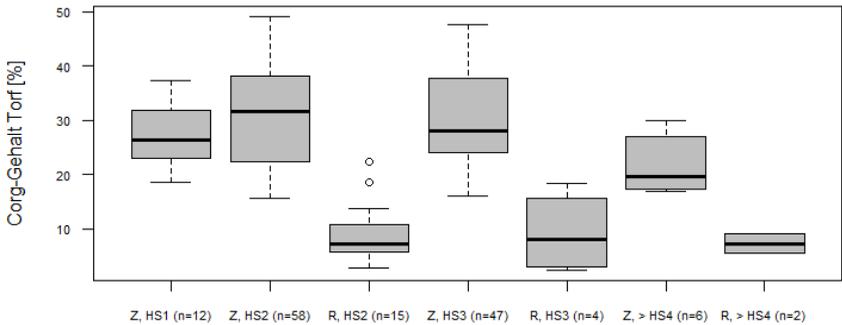


Abb. 53: C_{org}-Gehalt der Torfe in den Höhenstufen (HS) 1 (unter 1000 m), 2 (1000 bis 2000 m), 3 (2000 bis 3000 m) und 4 (über 3000 m) für die Bereiche Moorzentrum (Z) und Moorrand (R)

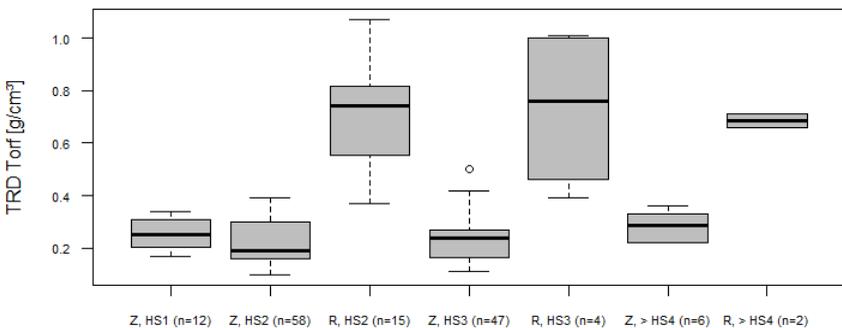


Abb. 54: Trockenrohdichte der Torfe in den Höhenstufen (HS) 1 (unter 1 000 m), 2 (1 000 bis 2 000 m), 3 (2 000 bis 3 000 m) und 4 (über 3 000 m) für die Bereiche Moorzentrum (Z) und Moorrand (R)

Somit spiegeln sich vor allem die Unterschiede in den Torfmächtigkeiten in der Gesamtkohlenstoffbilanz für die Höhenstufen wider.

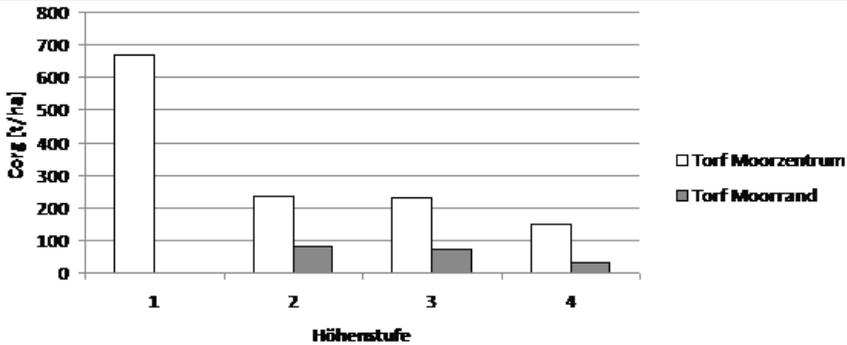


Abb. 55: Gehalt an organischem Kohlenstoff in kirgisischen Mooren in den Höhenstufen 1 (bis 1000m), 2 (1000 bis 2000 m), 3 (2000 bis 3000 m) und 4 (> 3000 m).

Aufgrund der Ergebnisse der aktuellen Untersuchungen sind nach ersten Abschätzungen ca. 13,7 Millionen Tonnen organischen Kohlenstoffs in den Mooren Kirgistans gebunden. Hierbei lassen sich für die einzelnen Höhenstufen wesentliche Unterschiede feststellen. So sind in den Niederungen bis zu 1000 m üNN Moorflächen mit einer starken Mächtigkeit des Moorkörpers vorzufinden, während die untersuchten Moorflächen im Hochgebirge im Durchschnitt lediglich 30 cm Mächtigkeit aufweisen. Nach Heinicke (1999 und 2003) sind auch aus 2000 m Höhe bis zu 2,5 m mächtige Torfböden bekannt. Der Flächenanteil ist jedoch am höchsten in der Höhenstufe 2000 bis 3000 m mit knapp 50 % der Gesamtmoorfläche. Dies spiegelt sich in der Gesamtkohlenstoffbilanz für die einzelnen Höhenstufen wieder. Die Unterschiede in der Kohlenstoffspeicherleistung je Hektar ergeben sich durch die höheren Mächtigkeiten der Torfe in niedrigen Höhenstufen sowie einen höheren Anteil organischen Kohlenstoffs in den Torfen. Die Spanne des Kohlenstoffspeichers liegt zwischen 670 t C_{org} je ha in den Ebenen bis 1000 m Höhe und 150 t C_{org} je ha in den flachgründigen Mooren der Hochebenen über 3000 m Höhe. In den höheren Lagen sind die Torfe stärker von den im Gletscherwasser mitgeführten mineralischen Substratablagerungen beeinflusst und besitzen dementsprechend geringere Kohlenstoffgehalte.

Aufgrund der geringen Moormächtigkeiten in den Höhenstufen ab 2500 m fallen die Werte des Kohlenstoffspeichers je Hektar im internationalen Vergleich recht gering aus. In einer Studie aus Nordostdeutschland z.B. liegen die Werte zwischen 2800 und 450 t C_{org} je ha (Zauft et al. 2010), aus der Schweiz (Leifeld et al. 2005) und der borealen Zone (Joosten 2008) werden Werte um 1000 t C_{org} je ha genannt. Dennoch besitzen die Moore den höchsten Kohlenstoffspeicher gegenüber anderen Böden und liegen auch in Kirgistan mit einem Minimum von 150 t je ha (dies auch nur in den Höhenlagen über 3000 m, die lediglich einen geringen Flächenanteil der Gesamtmenge einnehmen) über den Werten einer Braunerde mit 110 t je ha (Leifeld et al. 2003).

Es ist anzunehmen, dass der Flächenanteil in den Ebenen bis 1000 m üNN vor Beginn der Komplexmelioration in den 1960er und 1970er Jahren um ein Wesentliches höher lag. Gerade die Moore in den Ebenen sind besonders stark von der Nutzung betroffen. Ein Großteil der ehemaligen Moorflächen ist schon seit Jahrzehnten gänzlich durch Drainage und nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung degradiert oder komplett verschwunden. Es ist jedoch schwer, den tatsächlichen Moorflächenverlust zu rekonstruieren, da ein Großteil bereits vor Beginn der Erstellung der Generalmaßstabkarte verschwunden ist. Hier gilt es, die verbliebenen Flächen zu schützen oder einer nachhaltigen Nutzung zuzuführen.

Alle hier beschriebenen Ergebnisse müssen als vorläufig angesehen werden, da unter den im Projekt gegebenen Arbeitsbedingungen zunächst lediglich eine grobe Abschätzung des Kohlenstoffspeichers in kirgisischen Mooren erstellt werden konnte. Verbesserungsmöglichkeiten bestehen sowohl bei der Methodik zur Erkennung von Moorflächen mittels Fernerkundung als auch in der Vergrößerung des Stichprobenumfangs von Bodenprofilen und -proben aus kirgisischen Mooren.

Handlungsempfehlungen

Die in Kirgistan weit verbreitete Form der Beweidung mit großen Herden hat zu einer stärkeren Anfälligkeit von Mooren gegenüber Erosionsprozessen geführt. Die während der Sowjetzeit betriebene massive Industrialisierung der Landwirtschaft, und in Kirgistan speziell der Viehwirtschaft, hat zu einem deutlichen Überschreiten der Tragfähigkeit der kirgisischen Weiden, und damit auch der Hochgebirgsweiden auf Moorstandorten, geführt.

Auch heute stellen Moorstandorte durch die hohe Wassersättigung attraktive Weideflächen dar und werden daher überall dort, wo sie zugänglich sind, auch durch Weidetiere genutzt. Selbst eine extensive Beweidung der Moorstandorte, wie sie traditionellerweise im kirgisischen Hochgebirge durchgeführt wird, führt zu einer Schädigung der sensiblen Moorvegetation und der darunter liegenden Torfschicht. Bei zu hohen Bestandsdichten entstehen Trittschäden und in der Folge Bodenverdichtung. Es kommt zu einer Veränderung der moortypischen Vegetationsgesellschaften und zum Verlust seltener und bedrohter Arten.

Ein möglicher Ansatz zur Minderung des Drucks auf die Moorstandorte ist die Verringerung des Weidedrucks zugunsten der Gewinnung von Viehfutter durch Wiesenwirtschaft als Beispiel für eine schonende Bewirtschaftung von Moorstandorten. So könnten z.B. Weiden komplett für die Heuproduktion ausgegrenzt und mit an nasse Standortsbedingungen angepasster Technik bewirtschaftet werden. Um bereits bestehenden Druck von Moorstandorten zu nehmen, sollte jegliche Drainage vermieden werden (dies gilt vor allem für Moore in den Ebenen bis 1000 m üNN). Ein weiterer, potentiell vielversprechender Ansatz der nachhaltigen Bewirtschaftung von Moorstandorten in Kirgistan ist die Paludikultur (s. Kasten). Hier zeigt sich, dass eine Bewirtschaftung auch ohne Verlust des Torfkörpers möglich ist.

Da jedoch gerade die Hochgebirgsmoore aufgrund ihrer eingangs genannten vielfältigen Funktionen für die umliegenden Ökosysteme einen besonderen Stellenwert einnehmen, ist es empfehlenswert, unter Beachtung der ökonomischen und sozialen Gegebenheiten auch eine effektive Unterschutzstellung ausgewählter Moorstandorte in Erwägung zu ziehen. Zudem kann es vom naturschutzfachlichen Standpunkt aus sinnvoll sein, auf Moorstandorten, die durch frühere landwirtschaftliche Nutzung oder Torfabbau degradiert sind, nun aber nicht mehr oder nur sehr extensiv genutzt werden, Renaturierungsmaßnahmen zu initiieren, um den ökologischen Zustand zu verbessern. Hier wäre z.B. das bereits unter Schutz stehende Zapovednik Krasnaja Retchka bei Tokmok für die Durchführung eines Pilotprojekts geeignet.

Leider treten meist nachhaltigere Bewirtschaftungsansätze hinter sozioökonomischen Sachzwängen und kurzfristigen ökonomischen Perspektiven zurück. Würde man die langfristigen volkswirtschaftlichen Kosten der intensiven Beweidung in den

Kalkulationen berücksichtigen, diese eventuell sogar monetär bewerten, blieben als nachhaltige Alternativen nur ein Nutzungsverzicht oder eine nachhaltige Nutzung der nassen Moorstandorte als Mähwiesen (ohne Einsatz schwerer Mähtechnik). Die politischen Weichen sind derzeit für eine Durchsetzung einer nachhaltigen Moornutzung nicht gestellt sowie einem effektiven Moorschutz nicht zuträglich, was zum Teil auch an der unzureichenden Wahrnehmung der ökologischen Risiken und ihrer Ursachen liegt. Gesetzliche Vorgaben zum Schutz von Moorflächen vor Nutzung bzw. Übernutzung und/oder eine staatlich gewollte und gesteuerte Subventionspolitik, die die Finanzierung von geringeren Besatzdichten zugunsten von Kompensationszahlungen an die Landbevölkerung und Gemeinden ermöglicht, sind denkbar. Der volkswirtschaftliche Nutzen wird sich über Generationen mehrfach durch die Wiederherstellung und den Erhalt der existenziellen Ökosystemleistungen der Nassstandorte auszahlen. Hier sind stetige Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Moorschutz, Ökosystemleistungen von Mooren und nachhaltiger Moornutzung, sowie „best-practice“-Beispiele aus der nationalen und internationalen NGO- und Geberszene gefragt (für „best-practice“-Beispiele der Moorrenaturierung siehe bspw. Cris et al. 2014).

Die Voraussetzungen für eine nachhaltigere Beweidung, Nutzung von nassen Standorten als Mähwiesen sowie die Unterschutzstellung mit der Möglichkeit zur Renaturierung von Moorstandorten (d.h. Nutzungsverzicht) muss die Politik durch Schaffung kluger Rahmenbedingungen erwirken.

Paludikultur

„Paludikultur ist die gewerbliche Nutzung von Biomasse nasser, organischer Böden in einer Art und Weise, bei der der Torfkörper dauerhaft erhalten bleibt und die Treibhausgasemissionen sowie sonstige Stoffausträge, die mit der Entwässerung des Moorkörpers einhergehen würden, reduziert werden.“ (Arbeitsdefinition von Paludikultur im Projekt Vorpommern Initiative für Paludikultur, Stand: Februar 2013). Dazu nutzen Paludikulturen den oberirdischen Teil der Nettoprimärproduktion der Moorvegetation, der einer raschen mikrobiellen Umsetzung unterliegt und deshalb nicht an der Torfbildung beteiligt ist.

Fazit und Ausblick

Im Forschungsprojekt „KIRMO - Ökosystemfunktionen von Hochgebirgsmooren in Kirgistan – Abschätzung des Bestandes und der Nutzungsgefährdung“, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages über die Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ), wurde erstmalig eine groß angelegte Inventur vorhandener Mooregebiete bezüglich ihrer ökologischen Ausstattung und des aktuellen Zustandes durchgeführt. Dabei wurden Gebiete in allen Höhenstufen, von den Tiefebene des Landes (700 m üNN) bis in die Hochgebirgsebenen (3800 m üNN), untersucht. Mit den Ergebnissen des Projektes liegen nun repräsentative Daten für Vegetation und Boden in den untersuchten Mooregebieten vor. Die im Forschungsprojekt angewandten Methoden waren dabei der Fragestellung angemessen und haben so zu einer ersten Abschätzung des Kohlenstoffvorrats in kirgisischen Mooren geführt. Mit dem von der Informus GmbH entworfenen Algorithmus zur Erkennung von Moorflächen im Hochgebirge liegt ein erster Ansatz vor, der sich bei weiterer Validierung mit in-situ-Daten verfeinern und somit dann auch auf vergleichbare Gebiete anwenden lässt.

Gespräche mit kirgisischen Hirten, Wissenschaftlern und Studenten, die im Verlaufe des Projektes geführt wurden, haben gezeigt, dass das Wissen um die Bedeutung von intakten Mooren und deren nachhaltiger Nutzung sowie Schutz kaum vorhanden ist und daher bisher zu wenig Beachtung erfahren hat. Insbesondere vor diesem Hintergrund ist es wichtig die Ergebnisse der aktuellen Forschungen nationalen und internationalen Entscheidungsträgern bekannt zu machen. Auf der Projektwebseite www.kirmo.hu-bodenkunde.de stehen alle im Projekt erarbeiteten Dokumente zum Download zur Verfügung. Des Weiteren soll im Jahr 2014 jeweils ein Artikel über den Fernerkundungsteil, als auch über die Abschätzung des Kohlenstoffspeichers in einer internationalen Fachzeitschrift veröffentlicht werden. Auch werden die begonnenen Forschungsarbeiten in Kirgistan im Rahmen einer Doktorarbeit durch Thomas Heinicke im Jahr 2014 und 2015 fortgeführt und daraus gewonnene Erkenntnisse bis voraussichtlich 2016 veröffentlicht.

Mit diesen Informationen und Anregungen hoffen wir, die national agierenden Behörden und NGOs motivieren zu können, die Thematik des Moorschutzes in ihren Handlungen zu berücksichtigen und somit den nationalen und internationalen Verpflichtungen gerecht zu werden.

Sollten Sie Fragen oder Hinweise zum Projekt und den Projektergebnissen haben, können Sie sich jederzeit an die Leiterin des Fachgebiets Bodenkunde und Standortlehre der Humboldt-Universität zu Berlin, Frau Prof. Dr. Jutta Zeitz wenden (email: jutta.zeitz@agrar.hu-berlin.de).

Literatur

Ad-hoc-AG Boden (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung*, 5. Auflage, Hannover.

Canadell, P. (2011). The Global Carbon Budget and the Role of Forests and Peatlands. Presentation. Workshop on Tropical Wetland Ecosystems of Indonesia, Bali, April 11–14, 2011. verfügbar unter: www.forestsclimatechange.org/fileadmin/tropicalworkshop/Overview_Session/1P_CanadellP_GCP.pdf.

Clymo, R.S. (1983). Peat. In: Gore, A.J.P. [Ed.]: *Swamp, bog fen and moor. General studies. Ecosystems of the world 4A*. Amsterdam. Elsevier. 159-224.

Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D. & H. Joosten (2008). Emission Reductions from Rewetting of Peatlands. Towards a Field Guide for the Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Central European Peatlands. Duene/RSPB, Greifswald/Sandy.

Couwenberg, J., Dommain, R. & H. Joosten (2010). Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in South-East Asia. In: *Global Change Biology*. 16. 1715-1732.

Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & H. Joosten (2011). Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia*, 674, 67-89.

Cris, R., Buckmaster, S., Bain, C. & M. Reed [Eds.] (2014). *Global Peatland Restoration demonstrating SUCCESS*. IUCN UK. National Committee Peatland Programme, Edinburgh.

Druzhinin, I.G., Kharakoz, A.E. & A.B. Bugubaev (1954). Торф чуйской долины и его использование в сельском хозяйстве. [Der Torf des Tschu-Tales und seine Nutzung in der Landwirtschaft].

Druzhinin, I.G. & A.E. Kharakoz (1959). Физико-химическая характеристика торфа Киргизии. [Physisch-chemische Charakterisierung der Torfe Kirgistans]. Akademija Nauk Kyrg. SSR, Frunse.

Dzholdoshev, K. (1970). Заболоченные почвы Киргизии, пути их сельскохозяйственного использования и мелиорации. [Moorböden Kirgistans, Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Nutzung und Melioration]. Dissertation. Akademija Nauk Kyrg. SSR, Frunse.

Emmer, I. (2011). Baseline and monitoring methodology for the rewetting of drained peatlands used for peat extraction, forestry or agriculture based on GESTs. Verified Carbon Standard. Methodology: VCS Version 3. Silvestrum and Greifswald University. Letzter Zugriff: 04.05.2014. verfügbar unter: <http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/PRC%20RDP%20GEST%20methodology.pdf>.

Golovkova, A. G. (1990). Растительность киргизии, рациональное использование и охрана. [Die Vegetation Kirgistan, rationelle Nutzung und Schutz]. Frunse.

Gottschling, H. (2006). Die Naturräume des Biosphärenreservats Issyk-Kul in Kirgisistan. Eine landschaftsökologische Studie an Transekten. Dissertation. Greifswalder Geographische Arbeiten. Institut für Geographie und Geologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Heinicke, T. (1999). Die Moorbildungen des Alabasch Konur-Olen Tales im Biosphären-territorium Issyk-Kul/Kyrgyzstan. Eine landschaftsökologische und sozio-ökonomische Analyse. Diplomarbeit. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Heinicke, T. (2003). Moorbildungen in der Trockensteppenzone des Issyk-Kul Beckens (Kirgisistan) – Teil 1: Boden, Stratigraphie und Hydrologie. Telma 33: 35 – 58, Hannover.

Isaev, D.I. (1956). Болота Северной Киргизии [Moore Ost-Kirgistan]. Frunse.

Isaev, D.I. (1958). Классификация болотных массивов Северной Киргизии [Klassifikation der Moormassive Nord-Kirgistan]. Akademija Nauk Kyrg. SSR, Frunse.

Joosten, H. (2008). Peatlands and carbon. In: Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T. & M. Silvius [Eds.] 2008. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International Wageningen, 99-117.

Joosten, H. (2009). The Global Peatland CO₂ Picture. Peatland status and emissions in all countries of the World. Ede, Wetlands International. 10 S. verfügbar unter: tinyurl.com/yaqn5ya.

Joosten, H., Tapio-Biström, M.-L. & S. Tol [Hrsg.] (2012). Peatlands – guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use. FAO & Wetlands International. 100 S.

- Korovin, E.P. (1962). Растительность Средней Азии и южного Казахстана. том 2. [Die Pflanzenwelt Mittelasiens und Südkasachstans]. Taschkent.
- Leifeld, J., Bassin, S. & J. Fuhrer (2003). Carbon stocks and carbon sequestration potentials in agriculture soils in Switzerland. Schriftenreihe der FAL 44: 1-120.
- Leifeld, J., Bassin, S. & J. Fuhrer (2005). Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics, and altitude. *Agriculture Ecosystems & Environment* 105: 255–266.
- Meier-Uhlherr, R., Schulz, C. & V. Luthardt (2011). Steckbriefe Moorsubstrate. HNE Eberswalde [Hrsg.], Berlin.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T. & M. Silvius [Eds.] (2008). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Kuala Lumpur, Global Environment Centre and Wageningen, Wetlands International. 179 S.
- Sobolev, L.N. (1972). Очерк растительности иссык-кульской котловины. [Übersicht über die Pflanzenwelt des Issyk-Kul Beckens] Frunse.
- State Agency on Environment Protection and Forestry under the Government of Kyrgyz Republic, Institute for Biology and Pedology of the National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, Ecological Movement “Aleine” of Kyrgyzstan (2006). Kyrgyz Republic Red Data Book. 2nd Edition. Bishkek, 544 S.
- Succow, M. & L.Jeschke (1986). Moore in der Landschaft. Leipzig. Jena. Berlin.
- Succow, M. & H. Joosten (2001). Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & H. Joosten [Hrsg.] (in prep.). Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore für regionale Wertschöpfung, Klimaschutz und Biodiversität. Stuttgart.
- Zauft, M., Fell, H., Glaßer, F., Roszkopf N. & J. Zeitz (2010). Carbon storage in the peatlands of Mecklenburg-Western Pomerania, north-east Germany. *Mires and Peat*, Volume 6. Article 4: 1–12.
- Zemmrich, A. (1997). Naturräumliche Kennzeichnung des Nordufers eines Hochgebirgssees im Zentralen Tianschan. Diplomarbeit. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Impressum

Projektkoordination:

Prof. Jutta Zeitz

Humboldt Universität zu Berlin

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre

Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin

Tel: +49 (0)30 2093 46486

Email: jutta.zeitz@agrار.hu-berlin.de

V.i.S.d.P.:

Sebastian Schmidt

Michael Succow Stiftung zum Schutz der Natur

Ellernholzstr. 1/3, 17489 Greifswald

Tel: +49 (0)3834 8354210

Email: info@succow-stiftung.de

Zitiervorschlag:

Aljes, M., Heinicke, T., Fell, F., Wunderlich, J. & J. Zeitz (2014): Moorökosysteme in Kirgistan - Verbreitung, Charakteristika und Bedeutung für den Klimaschutz, Forschungsbericht, Humboldt-Universität zu Berlin und Michael Succow Stiftung. Berlin und Greifswald. 50 Seiten.

Greifswald Juli 2014, Erste Ausgabe

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Das Projekt wurde im Rahmen des Vorhabens „Capacity Development für eine nachhaltige Energie- und Klimapolitik in Mittel- und Osteuropa, Russland und Zentralasien“ als Teil der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) über die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) gefördert. Es wurde gemeinsam von der Forschungsgruppe Bodenkunde und Standortlehre an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, der Michael Succow Stiftung, der Informus GmbH, der NGO Camp Alatoo und in Kooperation mit dem Ministerium für Landwirtschaft in der Kirgisischen Republik sowie der Kirgisischen Nationalen Agraruniversität durchgeführt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages