



Lasst Gras darüber wachsen

Zur Überweidung der Grassteppe in der Inneren Mongolei

*Von Lutz Breuer, Nicole Archer, Katrin Schneider,
Johan Huisman und Hans-Georg Frede*

Die Lebensbedingungen der Nomaden in Zentralasien haben sich im letzten Jahrhundert grundlegend verändert. So wurden z.B. in der Inneren Mongolei, einer Autonomen Region im Nordosten von China, die Nomaden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts sesshaft gemacht. In einem engen Zusammenhang mit diesen Veränderungen stehen die Überweidung der Grassteppe, Bodenerosion und Sandstürme in diesen Gebieten. Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes, das in Zusammenarbeit mit der Chinese Academy of Science durchgeführt und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, befasst sich eine Arbeitsgruppe des Instituts für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement der Universität Gießen mit Fragen zum Wasserhaushalt, mit der Wasserosion und mit dem Austrag von Kohlenstoff und Stickstoff über die Gewässer in der Inneren Mongolei.

Endlose Weite, im Wind wiegende Halme, grüne Hügel – so stellt man sich die riesigen Grassteppen in Zentralasien vor. Die nomadisch lebende Bevölkerung zieht mit ihren Schafherden, Pferden und Jurten von Lagerplatz zu Lagerplatz (Abbildung 1). Diese auch an die extremen klimatischen Bedingungen mit ihren heißen Sommern und extrem kalten Wintern angepasste Lebensweise erlaubte über Jahrhunderte eine nachhaltige Nutzung der Steppenlandschaft. Im 20. Jahrhundert haben sich in nahezu allen zentralasiatischen Staaten die sozio-politischen Rahmenbedingungen geändert, so dass diese traditionelle und angepasste Wirtschaftsform zunehmend verschwand.



Abb. 1: Tierherde in der Inneren Mongolei.



Abb. 2: Jurten, die traditionellen Unterkünfte der Nomaden.

Auch in der Inneren Mongolei, einer autonome Region im Norden der Volksrepublik China, war der Nomadismus lange Zeit verbreitet [1]. Seit den 50-er Jahren jedoch änderte sich dies drastisch. Eine Zentralisierung und staatliche Steuerung der Tierproduktion folgte. Die Nomaden wurden sesshaft gemacht, das Land wurde aufgeteilt – aber nicht privatisiert – und die Herdengrößen festgelegt. Entgegen den Vorgaben wurde die Anzahl der erlaubten Tiere pro Herde mehr und mehr überschritten. Auf Grund der hohen Tierbesatzdichten wurde die Grassteppe zunehmend überweidet (Abbildungen 3 und 4).

Hinzu kam, dass neben Schafen vermehrt Kaschmir-Ziegen zur Produktion der wertvollen Wolle gehalten wurden. Ziegen schädigen die ohnehin arg gebeutelte Vegetationsschicht noch stärker, als Schafe dies tun, da sie auch Wurzeln und Sträucher nicht verschmähen. Die ökologische Basis für eine nachhaltige Landnutzung wurde zunehmend zerstört. Durch das Absammeln des Dungs von der Weidefläche – die Bauern nutzen diesen als Brennstoff zum Kochen

und im Winter zum Heizen – wird zudem die Nährstoffverarmung der Böden gefördert; der Boden verliert an Fruchtbarkeit.

Die Grassteppe – ein fragiles Ökosystem

Das kontinentale Klima in dieser Region ist geprägt durch heiße Sommer und extrem tiefe Temperaturen im Winter. Der niedrige mittlere jährliche Niederschlag von wenigen Hundert Litern pro Quadratmeter fällt vorwiegend in den Sommermonaten. Auf Grund der hohen sommerlichen Verdunstungsraten, die durch heiße Winde verstärkt werden, steht die Vegetation unter einem ständigen Wasserstress. Hinzu kommt durch die extreme Beweidungsintensität ein erheblicher Fraßstress. Der Weidedruck bedeutete aber auch für den Boden eine außerordentliche Belastung. Viehtritte zerstören das Bodengefüge. Die oberflächennahen Aggregate werden aufgebrochen und verlieren ihren Zusammenhalt, während tiefer gelegene Bodenhorizonte durch den Viehtritt verdichtet



Abb. 3: Von der Überweidung gekennzeichnete Weiden.



Hans-Georg Frede, Jahrgang 1947, Studium der Agrarwissenschaften in Göttingen. Promotion zum Stickstoffumsatz landwirtschaftlich genutzter Flächen und Habilitation über den Gashaushalt in Böden. Seit 1988 Professor für Ressourcenmanagement am Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR), Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen. Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ (SFB 299).



Abb. 4: Die zerstörte Vegetationsschicht bietet gegen die Wind- und Wassererosion nur noch eine marginale Schutzschicht.

werden. Auf Grund der Verdichtung kann das Wasser nur schlecht in den Boden infiltrieren und fließt vor allem oberflächlich ab. So bildet sich ein enormes Potenzial für die Wassererosion [2]: Mit hoher kinetischer Energie treffen die sommerlichen konvektiven Niederschläge auf den Boden, der durch die zerstörte Pflanzendecke nur noch marginal geschützt ist. Entlang von Tritts Spuren oder Fahrwegen bilden sich innerhalb nur weniger Niederschlagsereignisse in kürzester Zeit Abflussrillen, größere Rinnen und mächtige Schluchten, die so genannten Gullys (Abbildung 5 und 6). Als Folge steht auch den Pflanzen weniger Wasser zu Verfügung.

Im Winter herrschen in den zentralasiatischen Steppen harsche Umweltbedingungen. Die mittleren Monatstemperaturen in den Wintermonaten liegen bei -20°C und

tiefer. Westwinde mit hohen Windgeschwindigkeiten führen dazu, dass der fruchtbare Oberboden ausgeblasen wird, da die zerstörte Vegetationsdecke dem Boden nur wenig Schutz bietet. Bis in die dicht besiedelten Küstengebiete des Chinesischen Meeres wirken die so entstehenden Staub- und Sandstürme. Für internationales Aufsehen sorgte schließlich die durch Sandstürme bedingte tageweise Stilllegung des gesamten Flugverkehrs am internationalen Flughafen von Peking im März 2002.

Die interdisziplinäre Forschergruppe MAGIM

Vor diesem Hintergrund ist die Arbeit der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Forschergruppe 536 „Matter fluxes in grasslands of Inner Mongolia as influenced by stocking rate (MAGIM)“ zu sehen. Ziel des interdisziplinären Forschungsprojekts ist es, den Einfluss der Beweidungsintensität und des Weidemanagements auf die Produktivität des Graslandes zu klären (Abbildung 7).

Es gilt, die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen dem Wasserhaushalt sowie der Kohlenstoff(C)- und Stickstoff(N)-Umsetzung verstehen zu lernen. In Zusammenarbeit mit chinesischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sollen opti-

mierte nachhaltige Landnutzungssysteme entwickelt werden.

Die Untersuchungen werden in dem circa 5.500 km^2 großen Wassereinzugsgebiet des Xilin River in der Inneren Mongolei durchgeführt (Abbildung 8). Circa eine Autostunde von der Provinzhauptstadt Xilinhote entfernt, die rund 600 km nördlich von Peking liegt, befindet sich die Inner Mongolian Grassland Research Station (IMGERS). Inmitten der endlos weiten Steppe wurde hier 1979 von der Chinese Academy of Science eine großzügig ausgestattete Forschungsstation errichtet. Die von der Station betriebenen Versuchsfelder mit verschiedenen Beweidungsintensitäten dienen als Grundlage für die unterschiedlichsten Untersuchungen der Forschergruppe.

An der interdisziplinären Forschergruppe sind neun deutsche Projektpartner beteiligt. Die Gesamtkoordination des Projekts obliegt Prof. Sattelmacher von der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Fachlich befasst sich seine Arbeitsgruppe mit dem Einfluss der Beweidung auf die unterirdische Biomasse (Abbildung 9).

Im Rahmen von innovativen Beweidungsexperimenten untersuchen zwei weitere Lehrstühle der Universität Kiel die Auswirkungen auf die Futterqualität und -quantität sowie die Tierernährung der Schafe. Der Kohlenstoffumsatz im



Abb. 5: Erosionsrinnen (links) bilden sich in kürzester Zeit innerhalb weniger starker Niederschlagsereignisse. Bei fortschreitender Erosion bilden sich aus den Erosionsrinnen mächtige Gullys (rechts).





Lutz Breuer, Jahrgang 1968, Studium der Physischen Geographie an der Universität Trier. Diplomarbeit am Fraunhofer Institut für Atmosphärische Umweltforschung zur Emission von Stickoxiden temperater Waldökosysteme. 1999 Promotion zum Thema N₂O-Emissionen von tropischen Regenwäldern Australiens an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg. Seit 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR) der Universität Gießen mit dem Schwerpunkt Wasser- und Stoffhaushalt von Landschaften.



Abb. 6: Abhängig von Wassergehalt, der Schneemächtigkeit und den Bodentemperaturen kann der Frost tief in den Boden eindringen (links).

Boden wird im Projekt von Prof. Kögel-Knabner von der TU München analysiert (Abbildung 10).

Ihre Arbeiten zur Dynamik und Verweildauer der einzelnen Kohlenstoff-Pools im Boden stehen in engem Verhältnis zu den Versuchen und Modellierungsansätzen, die von der Arbeitsgruppe von Priv.-Doz. Dr. Butterbach-Bahl (IMK-IFU, Forschungszentrum Karlsruhe, Gar-

misch-Partenkirchen) durchgeführt werden. Feldmessungen verschiedener klimarelevanter C- und N-Spurgase wie Kohlendioxid (CO₂), NO und Lachgas (N₂O) dienen dazu, den Anteil von Grassteppen am globalen Treibhauseffekt zu erfassen. Die Messungen werden genutzt, um das biogeochemische Modell DNDC zur Beschreibung des C- und N-Austauschs zwischen

Biosphäre und Atmosphäre zu validieren. Während diese Messungen nur auf kleinen Flächen von wenigen Quadratmetern durchgeführt werden können, setzen die Mitarbeiter des Projekts von Prof. Bernhofer, TU Dresden, auf Techniken, die flächenhafte Aussagen erlauben. So genannte Eddy-Kovarianz-Messungen erfassen den CO₂-, Energie- und Wasserdampfaustausch von Weideflächen über mehrere Hektar. Satellitenbilddaten dienen dazu, Vegetations- und Biomasseverteilungen zu erfassen sowie Angaben zur Verdunstung über das gesamte Einzugsgebiet des Xilin River zu machen. Der wichtige Aspekt der Winderosion wird von Wissenschaftlern der Arbeitsgruppe von Dr. Funk, Zentrum für Agrar- und Landschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg untersucht (Abbildung 11).

Anhand verschiedener Umweltoptime analysieren sie die zeitliche Umlagerung von Bodenmaterial und berechnen mit Hilfe verschiedener Modellansätze den durchschnittlichen Bodenabtrag pro Jahr. Zudem untersuchen sie die vom Wind verlagerten Bodenparti-



Nicole Archer, Jahrgang 1970, Studium der Umweltwissenschaften an der University of Wales und Cranfield University, UK, mit dem Schwerpunkt Ökologie. Promotion über den Wasserhaushalt semi-arider Gebiete im Mittelmeerraum. Von 2001 bis 2004 Postdoc an der University of Dundee, Schottland, mit der Thematik Wasserdampfaustausch Boden-Pflanze-Atmosphäre. Seit 2004 Koordinatorin der Forschergruppe in der Inneren Mongolei sowie Betreuung des Umweltinformationssystems.

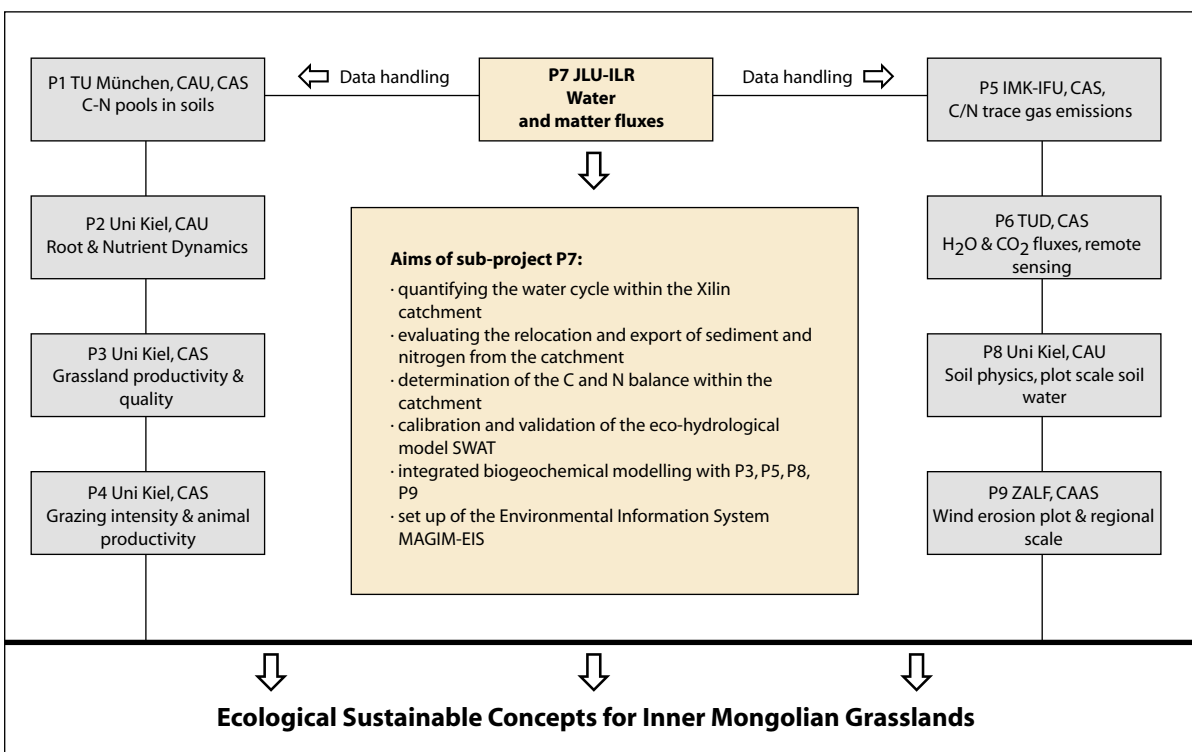


Abb. 7: Aufbau der Forschergruppe 536 „Matter fluxes in grasslands of Inner Mongolia as influenced by stocking rate (MAGIM)“.



Katrin Schneider, Jahrgang 1978, Studium der Physischen Geographie an der Universität München. Diplomarbeit am Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Bereich Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen, zum Thema der hydrologischen Modellierung eines alpinen Einzugsgebietes auf der Grundlage von Klimaszenarien. Seit 2004 Doktorandin in der Forschergruppe Innere Mongolei mit dem Schwerpunkt öko-hydrologische Modellierung.

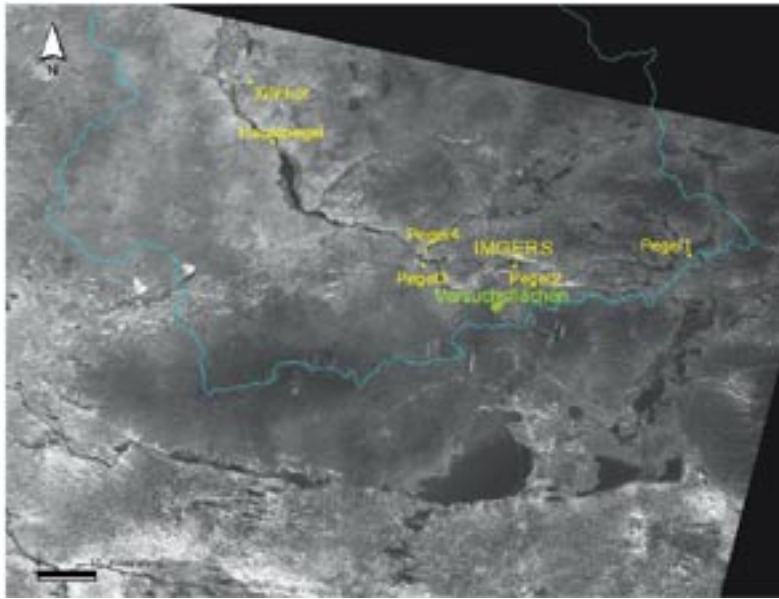


Abb. 8: Südlicher Satellitenbildausschnitt des Xilin-Einzugsgebiets. Im Norden des Kartenausschnitts liegt die Stadt Xilinhot. Südlich davon befindet sich der Hauptpegel des Einzugsgebiets. Zusätzlich wurden vier Pegelstationen in relativer Nähe des IMGERS von Mitarbeiterinnen des ILR eingerichtet. Die Versuchsfächen, auf denen zahlreiche Projekte Boden- und Vegetationsproben entnehmen, befinden sich etwa 10 km südlich vom IMGERS.

kel hinsichtlich ihres Anteils von Kohlenstoff und Stickstoff. So können sie die Menge des über den Wind ein- und ausgetragenen C- und N-Gehalts abschätzen.

Wasser – eine zentrale Steuergröße

Nach bisherigem Kenntnisstand, spielt Wasser eine entscheidende Steuergröße im Ökosystem Grassteppe. Prof. Horn, ebenfalls Universität Kiel, untersucht mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern den Einfluss der Beweidungsintensität auf den Wasser- und Temperaturhaushalt von Böden.

Zudem erforscht die Arbeitsgruppe den Einfluss des Viehtritts auf die Bodenaggregate und -verdichtung.

Das am Projekt beteiligte Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR) der Justus-Liebig-Universität Gießen bearbeitet Fragen zum Landschaftswasserhaushalt, der Wassererosion sowie des Kohlenstoff- und Stickstoffaustrags über die Gewässer. Unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Georg Frede und Dr. Lutz Breuer werden Feldmessungen im Untersuchungsgebiet durchgeführt. Die Doktorandin Katrin Schneider verbringt hierzu mehrere Monate auf der Forschungsstation. Sie ermittelt Abflussgeschwindigkeiten und Wasserstände an verschiedenen Stellen des Xilin Rivers (Abbildungen 12 und 13).

In Gewässerproben bestimmt sie den Gehalt von Nitrat, Ammonium, organischem Kohlenstoff sowie Schwebstoffen. Auf den Versuchsfächen erfasst sie über geostatistische Methoden die räumlichen Muster der Bodenfeuchte. All diese Messergebnisse dienen dazu, das öko-hydrologische Modell SWAT anzupassen und zu validieren. Zu-



Abb. 9: Mitarbeiter des IMGERS bei der Entnahme von Bodenkernen.

künftig sollen unterschiedliche Nutzungsszenarien für das Xilin River-Einzugsgebiet entwickelt und mit den verschiedenen Modellen hinsichtlich der Auswirkungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft evaluiert werden.

Vor Ort im IMGERS koordiniert Dr. Nicole Archer, ebenfalls aus der Arbeitsgruppe von Prof. Frede, die Arbeit der Forschergruppe. Sie hält Kontakt zu chinesischen Behörden und Arbeitsgruppen und sorgt so für einen möglichst reibungsfreien Ablauf des Forschungsprojekts. Ihre Aufgabe beinhaltet zudem das zentrale Management der anfallenden Daten, eine Aufgabe, die lange



Abb. 10: Mitarbeiter der TU München und des ZALF beim Graben von Gruben zur Charakterisierung der Böden und weiteren Entnahme von Bodenproben.

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Dr. Lutz Breuer

Institut für Landschaftsökologie und
Ressourcenmanagement
IFZ für Umweltsicherung
Heinrich-Buff-Ring 26
35392 Gießen
Tel.: 0641/99-37395, Fax: 0641/99-37389
E-Mail: Lutz.Breuer@agr.uni-giessen.de



Johan Alexander (Sander) Huisman, 1973, Studium der Physischen Geographie an der University of Amsterdam, Niederlande. Promotion mit dem Schwerpunkt auf geophysikalischen Messmethoden zur Erfassung des Bodenwasserhaushalts sowie geostatistischen Fragestellungen. Seit 2002 Postdoc am Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement (ILR) der Universität Gießen im Fachgebiet der öko-hydrologischen Modellierung, Schwerpunkt Modellunsicherheit und automatische Kalibrierverfahren.

Zeit in Großforschungsprojekten unterschätzt wurde.

Steppengebiete als globale Kohlenstoffspeicher

Neben den regionalen und nationalen Auswirkungen der Überweidung der asiatischen Steppen gibt es auch einen globalen Aspekt hinsichtlich des Klimaschutzes. In der Diskussion um den durch den Menschen verstärkten Treibhauseffekt steht der Schutz des Waldes als wichtiger Kohlenstoffspeicher im Fokus der öffentlichen Wahrnehmung. Wälder speichern den Großteil ihres Kohlenstoffs in der oberirdischen Biomasse. In Graslandgebieten wird hingegen der überwiegende Anteil des Kohlenstoffs unterirdisch gebunden. Die absterbenden Wurzeln werden als organische Kohlenstoffverbindungen im Boden festgelegt. Nach Abschätzungen des World Resources Institute ist davon auszugehen, dass der gesamte in den Grasländern der Erde fixierte Kohlenstoff nahezu dem der globalen Waldgebiete entspricht [3]. Als Folge des geringeren Pflanzenwachstums und der reduzierten Biomasseproduktion durch Überweidung wird die Speicherkapazität des Bodens für Kohlenstoff in den Steppengebieten verändert. Langfristig kann es zu einem Abbau der organischen Sub-



Abb. 11: Aufbau einer Windrose.

stanz des Bodens kommen. Die Folge: eine erhöhte Freisetzung von CO₂ und anderer klimarelevanter Spurengase. Im Zuge des globalen Klimawandels können Veränderungen der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auftreten. Durch so genannte Rückkopplungsprozesse wird der Effekt einer Überweidung und ein Abbau des Kohlenstoffvorrats eventuell noch verstärkt.

Die Probleme, die man im Untersuchungsgebiet der Inneren Mongolei findet, sind in nahezu allen Steppen und Savannen der Erde vorhanden. Flächendegradation bis hin zu Desertifikation findet man in den nordamerikanischen Great

Plains genauso wie in der afrikanischen Sahelzone und in zahlreichen zentralasiatischen Ländern. Insofern sollte auch uns der Schutz dieser faszinierenden Ökosysteme am Herzen liegen. •

LITERATUR

- Williams, D.M. (2002): Beyond great walls. 251 S. Stanford University Press, Stanford.
- Richter, G. (1998): Bodenerosion: Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. 264 S. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- White, R.P., Murray, S., Rohweder, M. (2000): Pilot analysis of global ecosystems (PAGE): Grassland ecosystems. 74 S. World Resource Institute, Washington D.C.



Abb. 12: Dr. Nicole Archer bei der Messung der Abflussgeschwindigkeit.



Abb. 13: Die Doktoranden Katrin Schneider (ILR) und Carsten Hoffmann (ZALF) bei der Entnahme von Wasserproben.