

*Arbeitskreis Wüstenökologie Workshop*

**Beweidungsökologie und –Management  
in Trockengebieten**

**Rangeland Ecology and Management in Drylands**

UFZ-Kubus Leipzig, 2.-3. Februar 2008



**Abstracts**

## Inhalt / Contents

<b>Einführung und Programm</b> .....	1-3
<b>Einfluss der Beweidungsrate auf Wasser- und Stoffkreisläufe von Weideökosystemen der Inneren Mongolei</b> .....	4-5
<i>B. Blank, L. Breuer, K. Butterbach-Bahl, H.-G. Frede</i>	
<b>Drynet: eine weltweite Initiative stärkt die Arbeit der Zivilgesellschaft in Trockengebieten</b> .....	6
<i>S. Brehm</i>	
<b>Weidemanagement aus Perspektive pastoraler Existenzsicherung</b> .....	7
<i>I. Breuer, J. Gertel</i>	
<b>Key elements of sustainable natural resource management – Lessons from pastoral mobility patterns</b> .....	8
<i>J. Eisold, N. Faschina, T. v. Gerven, A. Linstädter</i>	
<b>Stickstoffversorgung von Steppengrasland und dessen Produktivität unter dem Einfluss von Beweidungsintensität und Wasserverfügbarkeit</b> .....	9
<i>N. Fanselow, X.Y. Gong, M. Giese, S. Lin, X.M. Pan, K.H. Mühling, K. Dittert</i>	
<b>Ableitung einer kritischen Beweidungsintensität aus Winderosionsmessungen im Grassland der Inneren Mongolei</b> .....	10-11
<i>R. Funk, C. Hoffmann, M. Sommer, R. Wieland</i>	
<b>Grazing-environment relations and plant communities in a semi-arid grassland of Inner Mongolia</b> .....	12-13
<i>M. Giese, S. Lin, H. Brueck, K. Dittert</i>	
<b>Mobilität als Antwort auf saisonale Variabilität – Weidenutzungsmuster ausgewählter Tierhalter der Westmongolei</b> .....	14
<i>S. Kenter</i>	
<b>Szenarienbasierte Modellierung der Auswirkungen verschiedener Beweidungsstrategien auf die Landnutzung in der Jordanregion</b> .....	15-16
<i>J. Koch, R. Schaldach</i>	
<b>What means the “greening of the Sahel“ on the ground? - Results of 27 years monitoring of communal pastures and exclosure plots in N Senegal</b> .....	17-18
<i>S. Mieke, V. Retzer, J. Kluge</i>	
<b>Anpassungsstrategien an Witterungsrisiken in den Nutzungsstrukturen eines saisonal nomadischen Systems der Schaf-Hütehaltung in Aserbaidschan</b> .....	19-20
<i>R. Neudert, M. Rühls</i>	
<b>Produktivität und Diversität einer <i>Artemisia lerchiana</i> Halbwüste mit und ohne Beweidung</b> .....	21
<i>J. Peper, D. Pietzsch, M. Manthey</i>	

**Zur Zunahme des Beweidungsdrucks auf Salzwiesen in den letzten  
Jahrhunderten: Palynologische Ergebnisse von Khongoryn Els (Gobi, Mongolei).....22**

*F. Schlütz*

**Probleme und Herausforderungen für nachhaltiges Weidemanagement in  
Zentralasien - Fallbeispiele Kasachstan und Kirgisistan.....23**

*I. Starrost*

**Funktionelle Merkmale der Vegetation als Indikatoren für Überweidung - ein  
ordinationsbasierter Auswertungsansatz.....24-25**

*D. Wesuls*

**Organic Matter Turnover in Light Fraction and Whole Soil under Silvo-pastoral  
Land use in Semiarid NE Brazil.....26**

*B. Wick, H.Tiessen*

**Beweidungsökologie und –Management in Trockengebieten  
Rangeland Ecology and Management in Drylands**

**Leipzig, 2./3. Februar 2008**

**Einführung**

30-40% der terrestrischen Erdoberfläche sind Trockengebiete, die überwiegend durch Viehhaltung genutzt werden. Allein durch die betroffene Fläche gehören nomadische und sesshafte Viehhaltung damit zu den wichtigsten Landnutzungsformen weltweit, und entsprechend intensiv ist die Diskussion um evtl. Degradationsphänomene und mögliche Folgen (z.B. auch für biogeochemische Kreisläufe). Verschiedene konzeptionelle Modelle werden genutzt, um die Weidenutzung in Trockengebieten zu bewerten. Eine von allen Akteuren akzeptierte synthetische Sichtweise steht jedoch noch aus.

Da auch von mitteleuropäischen Gruppen in sehr unterschiedlichen Regionen und mit sehr unterschiedlichen Ansätzen zum Thema geforscht wird, bat sich die günstige Gelegenheit, Aspekte von Beweidungsökologie und –Management in Trockengebieten auf einer breiten Basis zu diskutieren. Wir haben hierzu Kollegen aus verschiedenen Fachdisziplinen (u. a. Weideökologie, Botanik, Physische und Kultur-Geographie, Biodiversitätsforschung, Sozio-Ökonomie und Humanökologie) für ein kurzes Wochenende nach Leipzig eingeladen. Im Rahmen der Veranstaltung war auch Zeit für Fachvorträge, der Schwerpunkt lag aber auf 4 moderierten Diskussionsrunden zu Teilaspekten der Gesamtproblematik. Eine kurze Auflistung der Themenblöcke erfolgt im Anschluss, darauf folgen die *Abstracts* der Beiträge.

PD Dr. Karin Frank, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ  
Dr. Anja Lindstädter, Universität Köln  
Dr. Maik Veste, Brandenburgische Technische Universität Cottbus  
PD Dr. Karsten Wesche, Universität Halle-Wittenberg  
Dr. Anne Zemmrich, Universität Greifswald

## Themenblöcke

### Teil 1: Einführung - Zum *Non-Equilibrium-* / *Disequilibrium-*Modell von semi-ariden und ariden Weideökosystemen

- a) **Abgrenzung** zu anderen theoretischen Modellen zur Erklärung von Dynamiken in Weidesystemen (z.B. *Adaptive Cycle*, Sukzessionstheorie) (Anja Linstädter, Köln)
- b) **Klimatischer Hintergrund**, Vorstellung des Phänomens zeitlicher Variabilität, globale Verteilung von Trockengebieten mit stark schwankenden Niederschlägen (Karsten Wesche, Henrik von Wehrden, Jan Hanspach, Halle)
- c) **Nomadische Lebensweise** als nachhaltige und optimale Strategie der Überlebenssicherung, Entwicklungen im 20. Jhd., Diskussion des SCHOLZ'schen Nomadismus-Konzeptes im Hinblick auf eine Integration in ein umfassendes *Non-Equilibrium-*Modell (Anne Zemmrich, Greifswald)

### Teil 2 Ressourcenvariabilität (Moderation: Karsten Wesche, Halle & Vroni Retzer, Bayreuth)

**Leitfrage:** Niederschlagsvariabilität in *Non-Equilibrium-*Systemen: Wie sind Niederschläge und Ressourcenverfügbarkeit in Raum und Zeit gekoppelt? Moderierte Diskussion plus Vorträge zu folgenden Themen:

- Sabine **Miehe**, V. Retzer, J. Kluge: Was bedeutet "*greening of the Sahel*" wirklich? Ergebnisse aus 27 Jahren Monitoring von beweideten und ausgezäunten Flächen im N. Senegal (What means the "*greening of the Sahel*" on the ground? Results of 27 years monitoring of communal pastures and exclosure plots in N Senegal)
- Birgit **Müller**, Martin Quaas, Karin, Frank, Stefan Baumgärtner: Niederschlagsindex-Versicherungen und ihr Einfluss auf nachhaltiges Weidemanagement (Rain-index insurance may impair the sustainability of rangeland management)
- Frank **Schlütz**: Zur Zunahme des Beweidungsdrucks auf Salzwiesen in den letzten Jahrhunderten: Palynologische Ergebnisse von Khongorin Eels (Gobi, Mongolei)

### Teil 3 Weidebeurteilung in *Non-Equilibrium-*Systemen – Auf der Suche nach Indikatoren (Moderation: Anne Zemmrich, Greifswald & Anna Treydte, Potsdam)

**Leitfrage:** Wie lassen sich systemimmanente stochastische Veränderungen der Vegetationsdecke infolge natürlicher Erosion, Niederschlagsvariabilität und Aridisierungserscheinungen von äußeren langfristigen Beweidungsphänomenen trennen? Moderierte Diskussion plus Vorträge zu folgenden Themen:

- Roger **Funk**, Carsten Hoffmann, Michael Sommer, Ralf Wieland: Ableitung einer kritischen Beweidungsintensität aus Winderosionsmessungen im Grassland der Inneren Mongolei
- Benjamin **Blank**, Lutz Breuer, Klaus Butterbach-Bahl, Hans-Georg Frede: Einfluss der Beweidungsrate auf Wasser- und Stoffkreisläufe von Weideökosystemen der Inneren Mongolei
- Dirk **Wesuls**: Funktionelle Merkmale der Vegetation als Indikatoren für Überweidung - ein ordinationsbasierter Auswertungsansatz

**Perspektive:** Silka **Brehm**: Vorstellung eines *dryland networks* mit Partnern auf allen Kontinenten

**Teil 4 Nachhaltige Ressourcennutzung in *Non-Equilibrium*-Systemen: Was können wir von erfolgreichen Managementstrategien lernen?** (Moderation: Anja Linstädter, Köln & Silke Tönsjost, Köln)

**Leitfragen:** Wie gehen Hirtennomaden und andere erfolgreiche Nutzer mit der Variabilität natürlicher Ressourcen in Raum und Zeit um? Gibt es gemeinsame (funktionale) Merkmale eines nachhaltigen pastoralnomadischen Weidemanagements? Moderierte Diskussion plus Vorträge zu folgenden Themen:

- Stephanie **Domptail**: Nicht nomadische private Weidesysteme ('Non-nomadic' private ranching systems)
- Regina **Neudert**, M. Rühls. Anpassungsstrategien an Witterungsrisiken in den Nutzungsstrukturen eines saisonal nomadischen Systems der Schaf-Hütehaltung in Aserbaidschan
- Saskia **Kenter**: Mobilität als Antwort auf saisonale Variabilität -Weidenutzungsmuster ausgewählter Tierhalter der Westmongolei

**Teil 5 Nachhaltiges Weidemanagement in *Non-Equilibrium*-Systemen: Die ökonomische und institutionelle Seite** (Moderation: Birgit Müller, Leipzig & Ingo Breuer, Leipzig)

**Leitfragen:** Welche Wechselbeziehungen bestehen zwischen Weidemanagement, ökologischem und sozioökonomischem Umfeld? Darauf aufbauend: Wie müssen sozioökonomische Rahmenbedingungen gestaltet sein, um ein nachhaltiges Weidemanagement zu ermöglichen? Moderierte Diskussion plus Vorträge zu folgenden Themen:

- Jenny **Eisold**, N. Faschina, T. v. Gerven, A. Linstädter: Schlüsselemente des nachhaltigen Managements natürlicher Ressourcen – Die Lehren pastoraler Mobilitätsmuster (Key elements of sustainable natural resource management – Lessons from pastoral mobility patterns)
- Ingo **Breuer**, Jörg Gertel: Weidemanagement aus Perspektive pastoraler Existenzsicherung
- Ilka **Starrost**: Die Problematik in Zentralasien (Schwerpunkt Kasachstan, Kirgisistan)

**Offenes Forum „Weidemanagement-Forschung in Deutschland: Quo Vadis?“**

Hier bestand Gelegenheit für einen gemeinsamen Austausch. Vorgeschlagene Themen:

- Beweidungsökologische Forschung in mitteleuropäischen Offenlandsystemen: Wer macht was?
- Welche Förderschwerpunkte werden durch nationale und internationale Förderinstitutionen in den kommenden Jahren gesetzt?
- Perspektiven: Möglichkeiten der weiteren Zusammenarbeit (besonders auch in Bezug zu den auf den Wandzeitung verfügbaren Projektübersichten)

## Einfluss der Beweidungsrate auf Wasser- und Stoffkreisläufe von Weideökosystemen der Inneren Mongolei

*B. Blank<sup>1\*</sup>, L. Breuer<sup>1</sup>, K. Butterbach-Bahl<sup>2</sup>, H.-G. Frede<sup>1</sup>*

### Einführung

Soziale und politische Umbrüche in der Inneren Mongolei, China, haben seit den 1950er Jahren zu einschneidenden Veränderungen in der Beweidungspraxis geführt. Die traditionelle nomadische Lebensweise wurde durch die Sesshaftmachung der Landbevölkerung abgelöst. Hinzu kam die verstärkte ackerbauliche Nutzung der vormaligen Weidegebiete (Sneath 1998). Dies führte in weiten Teilen der Inneren Mongolei zu einer ausgeprägten Degradation des Graslandes, von der mehr als ein Drittel der Gesamtfläche betroffen ist (Sneath 1998; Tong *et al.* 2004). Zu den vielfältigen negativen Konsequenzen der Degradation gehören die Abnahme der Primärproduktion, Bodenverdichtung, Nährstoffaustrag, Veränderung der Standorthydrologie, Abnahme der Vegetationsdecke, Verschlechterung der Futterqualität der Vegetation und Erhöhung der Erosion.

### Methodik

Die DFG-Forschergruppe 536 Matter fluxes in grasslands of Inner Mongolia as influenced by stocking rate - MAGIM untersucht seit 2004 im Xilin-Einzugsgebiet in der Inneren Mongolei (Abb.1) wie sich die Beweidung durch Schafe, insbesondere die Überweidung, auf die Wasser- und Stoffkreisläufe auswirkt. Die Forschergruppe setzt sich aus 11 Teilprojekten zusammen, die mit einem multidisziplinären Forschungsansatz arbeiten, um die relevanten Prozesse in den Weideökosystemen quantifizieren zu können. Dabei geht es um bodenkundliche Fragestellungen wie den organischen Kohlenstoff in Böden und den Einfluss der Tierzahl auf die Bodenverdichtung. Zudem werden auf diesen Flächen die Spurengasflüsse (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) gemessen. Ein weiterer Aspekt ist die Hydrologie auf der Plot-Skala, um den Zusammenhang zu unterschiedlichen Beweidungsintensitäten herzustellen. Auf der Einzugsgebietsebene werden hydro-geochemisch Modelle angewendet, um den Einfluss der Beweidung auf den Landschaftswasser- und stoffhaushalt zu quantifizieren. Auf einer parzellierten Versuchsfläche wird mit unterschiedlichen Beweidungsraten der Einfluss der Beweidungsrate auf die Tierernährung und die Vegetationsentwicklung bzw. die Futterqualität untersucht. Auf weiteren Versuchsflächen wird die Wirkung von Bewässerung und Stickstoffdüngung auf die Pflanzenernährung betrachtet. In einem weiteren Teilprojekt werden mit Sedimentfallen erosionsgefährdete Flächen ausgewiesen und der Materialtransport quantifiziert.

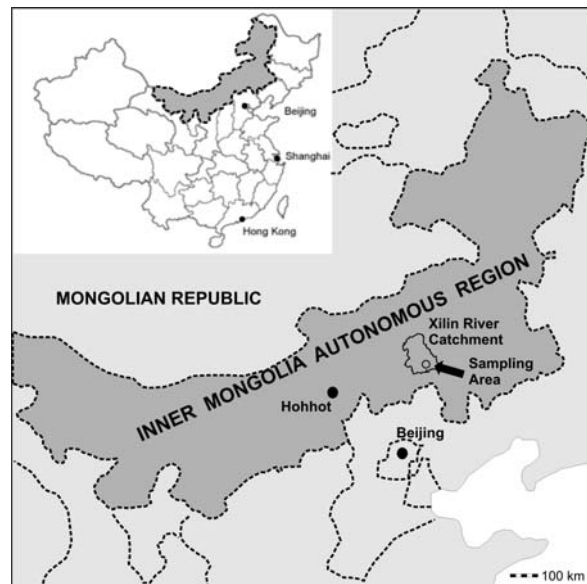


Abb.1 Lage des Untersuchungsgebietes

## Ergebnisse

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden ist auf der stark beweideten Versuchsfläche deutlich geringer als auf den anderen Flächen (Steffens *et al.* 2008). Zudem steigt mit zunehmender Beweidungsintensität die mechanische Belastung der Böden. Hierdurch kommt es zur Bodenverdichtung und zu einer Herabsetzung des Infiltrationsvermögens (Zhao *et al.* 2007). Bei den Spurengasemissionen konnte bei N-Gasen kein Effekt festgestellt werden (Holst *et al.* 2007), wohingegen bei CH<sub>4</sub> die Aufnahme auf wenig beweideten Flächen deutlich höher ist als auf stark beweideten (Liu *et al.* 2007). In Bezug auf CO<sub>2</sub> können die meisten beweideten Flächen als Quellen betrachtet werden. Bei der Evapotranspiration findet in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität ein Übergang zwischen den einzelnen Komponenten statt. Auf wenig beweideten Flächen mit starkem Bewuchs ist der Anteil der Transpiration höher, mit abnehmender Vegetationsdichte erhöht sich der Anteil der Evaporation. Mit zunehmender Beweidungsrate nimmt die Futteraufnahme, Futterverdaulichkeit und Gewichtszunahme der Tiere ab. Zusätzlich nimmt die oberirdische und unterirdische Primärproduktion ab, das Futterangebot verschlechtert sich und es kommt zu einer Erhöhung der anuellen Spezies innerhalb der Pflanzen. Im Gegensatz zum angenommenen Effekt der Beweidung auf die Winderosion, konnte zwischen den untersuchten Beweidungsintensitäten kein Einfluss auf die Staubemission festgestellt werden (Hoffmann *et al.* 2008). Dies kann mit hinreichendem Schutz durch die Vegetation auf den Flächen erklärt werden, der ab einer Bewuchshöhe von 2,5 cm bzw. einem Bedeckungsgrad über 25% gewährleistet ist.

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung der Forschergruppe 536 „MAGIM“.

## Referenzen:

- Hoffmann, C., Funk, R., Wieland, R., Li, Y., Sommer, M. (2008) Effects of grazing and topography on dust flux and deposition in the Xilinge grassland, Inner Mongolia. *Journal of Arid Environments* in press.
- Holst, J., Liu, C., Brüggemann, N., Butterbach-Bahl, K., Zheng, X., Wang, Y., Han, S., Yao, Z., Yue, J. and Han, X. 2007. Microbial N Turnover and N-Oxide (N<sub>2</sub>O/NO/NO<sub>2</sub>) Fluxes in Semi-arid Grassland of Inner Mongolia as influenced by grazing intensity. *Ecosystems*.
- Liu, C., Holst, J., Brüggemann, N., Butterbach-Bahl, K., Yao, Z., Yue, J., Han, S., Han, X., Krümmelbein, J., Horn, R., Zheng, X. (2007) Winter-grazing reduces methane uptake by soils of a typical semi-arid steppe in Inner Mongolia, China. *Journal of Atmospheric Environment* Sneath, D. (1998) State policy and pasture degradation in Inner Asia. *Science* 28: 1147-1148.
- Steffens, M., Kölbl, A., Totsche, K. U., Kögel-Knabner, I. (2008) Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma* 143: 63-72.
- Tong, C., Wu, J., Yong, S., Yang, J., Yong, W. (2004) A landscape-scale assessment of steppe degradation in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China. 2004. *J. Arid Environm* 59: 133-149.
- Zhao, Y., Peth, S., Krümmelbein, J., Horn, R., Wang, Z., Steffens, M., Hoffmann, C., Peng, X. (2007) Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. *Ecological Modelling* 205: 241-254.

<sup>1</sup>Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Justus-Liebig-Universität Gießen

<sup>2</sup> Institut für Meteorologie und Klimaforschung Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Forschungszentrum Karlsruhe, E-mail: benjamin.blank@umwelt.uni-giessen.de

## Drynet: eine weltweite Initiative stärkt die Arbeit der Zivilgesellschaft in Trockengebieten

*S. Brehm*

Seit Januar 2007 besteht Drynet, ein EU-finanziertes Projekt, in dem 14 Nichtregierungsorganisationen (NGO) aus 17 Ländern in Afrika, Asien, Südamerika und Europa koordiniert zusammenarbeiten. Auf Grundlage der United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) wurde ein gemeinsames Forum geschaffen, das die NGOs in ihrem Bemühen gegen das weitere Vordringen der Wüste und die Verschlechterungen der Lebensbedingungen in Trockengebieten unterstützt.

Strategienbildung um Desertifikation zum politischen Thema zu fokussieren ist eine der Projektaufgaben. Die Kernaufgabe von Drynet besteht im Transfer von Erfahrungen und Technologien. Vielerorts sind lokal entwickelte Anpassungsstrategien schon sehr erfolgreich, ihre Reichweite ist aber begrenzt. Ähnlich ist es auch mit regional begrenzten Forschungsprojekten, deren Ergebnisse die mögliche Nutzergemeinschaft vor Ort oder in anderen vergleichbaren Trockenregionen nicht erreichen. Während der 3jährigen Projektlaufzeit sollen Erfolgsgeschichten gesammelt und einem breiteren Kreis der Zivilgesellschaft zugänglich gemacht werden. Ein Teil des Projektgeldes ist daher für newsletter in der jeweiligen Landessprache und Radiodokumentationen über best practices in Trockengebieten vorgesehen. Nur durch Einbeziehen der lokal betroffenen Bevölkerung können bei der Landnutzung nachhaltige Veränderungen erzielt werden. Beispiele zu erfolgreichen Anpassungen reichen von ökologisch angepasstem Pastoralismus (mobile Kamelhirten in Radjastan, Indien), über die "versteckten, unterirdischen Gärten" im Südwestiran zu den "Atrapaniebla", einer von chilenischen Wissenschaftlern und Ingenieuren entwickelten Technologie zum "Ernten" der Nebeltropfen in den Anden am Rand der Atacamawüste.

Der Zugang von NGOs zu neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und Technologien ist oft schwierig. Hierbei zu vermitteln ist eine andere Aufgabe in Drynet. In dem Projekt ist die Stelle des science and technology coordinators angesiedelt. Meine Aufgabe ist es Kontakt zwischen Wissenschaft und Anwendern herzustellen und u.a. gemeinsame Projekte anzuregen. Weiterhin werden Brennpunkthemen aus dem aktuellen Wissensstand bearbeitet, wie zum Beispiel eine kritische Kommentierung der FAO Studie "livestock's long shadow" mit Blick auf mobile Pastoralisten und Trockengebietsökologie (Köhler-Rollefson & Brehm, 2007).

Mehr Informationen unter [www.dry-net.org](http://www.dry-net.org)

### Referenzen

Köhler-Rollefson & Brehm, 2007, Looking at the Bright Sight of Life Stock, [www.dry-net.org](http://www.dry-net.org)

---

Both Ends Stiftung, Niederlande, Danielle de Man, [drynet@bothends.org](mailto:drynet@bothends.org), Deutscher Projektpartner: Liga für Hirtenvölker und nachhaltige Viehwirtschaft e.V. (LPP), [ilse@pastoralpeoples.org](mailto:ilse@pastoralpeoples.org) oder [silke.brehm@skynet.be](mailto:silke.brehm@skynet.be), Verbindungsbüro Brüssel, science and technologie coordination

## **Weidemanagement aus Perspektive pastoraler Existenzsicherung**

*I. Breuer, J. Gertel*

Der Beitrag beleuchtet das Thema Weidemanagement aus der Perspektive pastoraler Existenzsicherung. Sowohl aus konzeptioneller Sicht als auch anhand ausgewählter Fallbeispiele aus Marokko und Tibet stellen wir uns die Frage, wie sich Strukturen und Dynamiken pastoraler Existenzsicherung im Weidemanagement niederschlagen und dort (neue) Probleme und Potentiale generieren. Die Präsentation umfaßt drei Teile: Zum ersten werden konzeptionelle, analytische und inhaltliche Fragen geklärt sowie ein ressourcen- und *livelihood*-basiertes Analysekonzept vorgestellt. Zum zweiten werden darauf aufbauend nachhaltigkeitsbezogene Fragen und Probleme konkreter Weidenutzungsstrategien diskutiert. Und schließlich werden dann diese beiden Themenfelder zusammengeführt und hinsichtlich der Frage nach den Wechselbeziehungen zwischen Weidemanagement und sozio-ökonomischem Umfeld bewertet.

## Key elements of sustainable natural resource management – Lessons from pastoral mobility patterns

*J. Eisold<sup>1</sup>, N. Faschina<sup>2</sup>, T. v. Gerven<sup>1</sup>, A. Linstädter<sup>1</sup>*

In non-equilibrium rangeland systems, the natural resources “fodder” and “water” are highly variable in space and time. Local range management has to adapt to this variability to guarantee its sustainability. Our study investigates how pastoral-nomadic range management adapts to resource availability before and during a drought period. The study area is a communal rangeland in Namibia’s southern Kunene Region. Seasonal movements of livestock herds were recorded and in each grazing area, data on plant species composition, vegetation structure and on soil properties were collected.

Spatial patterns of resource use showed remarkable differences between a year with average rainfall and a drought year. For most grazing routes water points were crucial points before and during the drought. In a year with good rainfall, areas further away from water points were less heavily grazed because grazing was still available in the vicinity of water points. Hence areas distant to water points can be regarded as reserves for biomass. Hills and mountains surrounding the regular plain grazing areas could also be regarded as reserves for biomass, since during all periods they were less heavily grazed than the plains. During the drought period livestock herds had to be moved to distant grazing areas which in average years would not be part of the local grazing areas.

We conclude that spatial mobility is a key element for sustainable range management in non-equilibrium systems (i) in its function to sustain fodder biomass on a local level, e.g. in reserves for drought, and (ii) to access non-local resources in scarce times such as droughts. In the communal rangelands of the southern Kunene Region, seasonal grazing movements are not only limited by the availability of biomass but also by access to water, the utilisation through other herders, and by fire. Hence herders’ options to adapt seasonal grazing movements to the variability of natural resources are restricted. We discuss implications for sustainable range management in a non-equilibrium system, including implications for regional institutional frameworks.

---

<sup>1</sup> Botanical Institute, VW Junior Research Group „Sustainable Range Management, Univ. zu Köln

<sup>2</sup> Geographical Institute, Humboldt Univ. zu Berlin

## Stickstoffversorgung von Steppengrasland und dessen Produktivität unter dem Einfluss von Beweidungsintensität und Wasserverfügbarkeit

N. Fanselow<sup>1</sup>, X.Y. Gong<sup>1,2</sup>, M. Giese<sup>1</sup>, S. Lin<sup>2</sup>, X.M. Pan<sup>3</sup>, K.H. Mühling<sup>1</sup>, K. Dittert<sup>1</sup>

Etwa 40% der terrestrischen Oberfläche - ausgenommen Grönland und die Antarktis - sind mit Grasland bedeckt. In der Volksrepublik China stellt Grasland mit 400 Millionen Hektar (Mha) verglichen mit 137 Mha Ackerland eine der vorherrschenden Landnutzungsformen dar. Die Steppen der autonomen Region Innere Mongolei im Nordosten Chinas gehören mit 88 Mha zu den größten zusammenhängenden Graslandflächen der Welt. Über die letzten drei Jahrzehnte führten demographische und soziale Veränderungen zu einer exzessiven Nutzung der Steppen und in diesem Zusammenhang zu starker Überweidung, so dass die Degradation der Böden und das Risiko der Erosion und Desertifikation stark zugenommen haben.

Im Rahmen der 'DFG-Forschergruppe 536' untersuchen wir im Einzugsgebiet des Flusses Xilin in der Inneren Mongolei die oberirdische und unterirdische Nettoprimärproduktion der Steppengraslandgesellschaften unter dem Einfluss verschiedener Beweidungsintensitäten. Vorangegangene Forschungsarbeiten zeigten, dass die Verfügbarkeit von Wasser sowohl die Nettoprimärproduktion der Graslandgesellschaft als auch die Nährstoffverfügbarkeit im Boden limitiert. Es zeigte sich weiterhin eine starke interannuelle Variabilität des Wasserangebots (d.h. der Niederschläge), die großen Einfluss auf die Produktivität und Degradation hatte.

Die aktuellen Arbeiten sind ausgerichtet auf die Wiederaustriebsfähigkeit der Graslandgesellschaften und ihre Stickstoffdynamik unter definierten Besatzdichten eines Beweidungsexperiments innerhalb des Forschungsverbunds. An Unterparzellen wird die Wasser- und Stickstoffverfügbarkeit modifiziert, um die Effekte auf das Wiederaustriebsvermögen ausgewählter Graslandarten und ihrer Kohlenhydratreserven sowie die Stickstoffverfügbarkeit im Boden zu quantifizieren. Diese Untersuchungen folgen der Hypothese, dass Überweidungsschäden besonders in Jahren mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen auftreten, so dass hier alternative Managementmaßnahmen erforderlich werden.

In einem weiteren Versuch wird die Nettoprimärproduktion und die Stickstoffdynamik an zwei Flächen mit verschiedenen, wichtigen Pflanzengesellschaften, *Stipa grandis* und *Leymus chinensis*, und natürlich unterschiedlichem Wasserangebot betrachtet. Untersucht werden auf den Flächen jeweils zwei unterschiedliche Beweidungsintensitäten, kontinuierlich beweidet und unbeweidet seit 1979. Unserer Hypothese zufolge weisen Graslandgesellschaften mit einem höheren Wasserangebot eine höhere Produktivität, eine bessere Nährstoffverfügbarkeit und unter dem gegebenen Beweidungsdruck eine geringere Degradation auf.

Wir danken der Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung im Rahmen der Forschergruppe 536

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität Kiel

<sup>2</sup> Department of Plant Nutrition, China Agricultural University, Beijing, China

<sup>3</sup> Plant Ecology and Biodiversity Conservation, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

E.-mail: nfanselow@plantnutrition.uni-kiel.de, www.magim.net

## Ableitung einer kritischen Beweidungsintensität aus Winderosionsmessungen im Grassland der Inneren Mongolei

R. Funk<sup>1</sup>, C. Hoffmann<sup>1</sup>, M. Sommer<sup>1</sup>, R. Wieland<sup>2</sup>

Jährlich verursachen starke Winde in den Wüsten und Halbwüsten im Norden Chinas Sand- und Staubstürme, die im Winterhalbjahr ostwärts ziehen. Dabei werden regelmäßig die Steppengebiete der Inneren Mongolei überquert, wobei sich in den Grasländern große Mengen an Sand und Staub absetzen. Aus den Depositionen entstanden im Laufe der Zeit die typischen Steppenböden, Schwarzerden und Kastanoseme. Stand die ehemalige nomadische Lebensweise der Mongolen noch im Einklang mit der natürlichen Produktivität des Graslandes, führten Ansiedlungen und Sesshaftmachung zu beschleunigter Bodendegradation. Von ca. 400 Millionen Hektar natürlichen Graslands sind 80 Prozent mittlerweile degradiert oder versandet. Auch in der Inneren Mongolei hat sich Winderosion zu einem ernsten Degradationsproblem der Böden entwickelt, das vorwiegend durch Überweidung ausgelöst wurde. Noch Mitte der 80-er Jahre galt die Xilingele Grassteppe als eine der am besten erhaltenen und repräsentativsten Steppen, während heutigentags ca. 70% der Böden als degradiert angesehen werden (Li et al. 1988, Tong et al. 2004). Da die Spuren von Wind- und Wassererosion bereits allgegenwärtig sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Eigenschaften dieses Steppenökosystems inzwischen nachhaltig gestört sind.

Ziel dieses Projektes als Teil der DFG-Forschergruppe MAGIM bestand in der Bilanzierung von Staubdeposition und Winderosion im Grassland der Xilingele Steppe als Teil der Ermittlung von Gesamtstoffflüssen. Die Bilanzierung soll helfen eine kritische Beweidungsintensität abzuleiten, ab der eine nachhaltige Nutzung nicht mehr gewährleistet ist.

Um die Beweidungsintensität in einen Zusammenhang mit strömungsphysikalisch begründeten Parametern zu bringen, wurden über repräsentativen Grasbeständen Windprofilmessungen durchgeführt und die aerodynamische Rauigkeitslänge ( $z_0$ ) abgeleitet. Grundlage der Bilanzierung sind Messungen der horizontalen und vertikalen Flüsse in Bodennähe. Dazu wurden Sedimentfallen in Rastern und Transekten auf Flächen mit bekannten Beweidungsintensitäten aufgestellt (zwischen 0 und 9 Schafeinheiten SE je Hektar) und die gefangenen Mengen sowie deren C- und N-Gehalte bestimmt. Parallel dazu erfolgten kontinuierliche Messungen mit einem Aerosol-Spektrometer, das in 5-Minuten-Intervallen den Feinstaubgehalt der Luft (PM10, PM2.5, PM1.0) ermittelte. Alle erhobenen Daten wurden in einem Geografischen Informationssystem zusammengeführt. Als Steuergröße für die Winderosion wurden die aerodynamische Rauigkeitslänge ( $z_0$ ), die Bodentextur, Oberflächenkrusten sowie topografische Aspekte herangezogen. Mit dem *Spatial Analysis and Modelling Tool* (SAMT) wurde ein Fuzzy-Modell generiert, um die räumliche Verteilung der Winderosionsgefährdung auf den Untersuchungsflächen darzustellen (Hoffmann et al. 2007).

Staubdepositionen bzw. Winderosion stehen eindeutig im Zusammenhang zu Staubsturm- und Beweidungsintensität. Während eines sehr starken Staubsturms wurden Depositionsraten bis zu 335 g/m<sup>2</sup> gemessen. Die höchsten Bodenabträge wurden auf einer stark beweideten Fläche mit 1500 g/m<sup>2</sup> ermittelt und innerhalb eines Tages abgeweht. Da die Bodenabträge die Depositionsraten um ein Vielfaches übersteigen, ist die Dynamik der Degradierung immens. Die negativen Folgen der Winderosion werden auch in der Zusammensetzung der gefangenen Sedimente sichtbar, die C- und N-Gehalte der Sedimente sind bis zu 70% höher als die im Oberboden. Auch dies kann als ein klares Indiz für die bereits fortgeschrittene Bodendegradierung der weiter im Westen gelegenen Weideländer gewertet werden.

Die Bilanzierung der Stoffein- und -austräge im Untersuchungsgebiet ergab als kritischen Punkt eine Rauigkeitslänge von 0.003m, was einem Schafbesatz von ca. 5 SE/ha entspricht, bei dem die Gesamtbilanz ausgeglichen ist (Abb. 1). Flächen auf denen weniger als 1.5 SE/ha grasten waren auch an sehr stürmischen Tagen ausreichend geschützt.

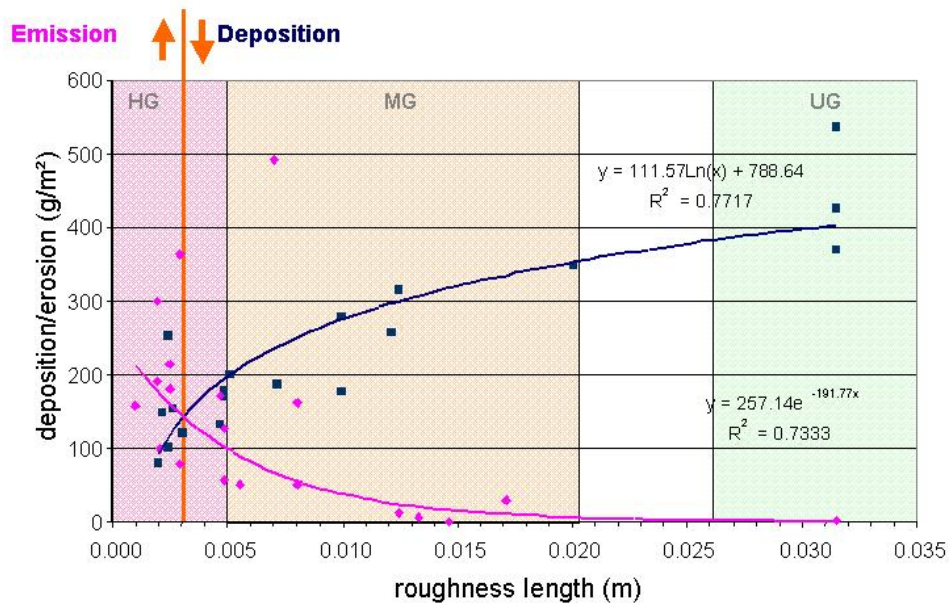


Abb.1: Abhängigkeit der Depositions- und Erosionsraten von der Beweidungsintensität (ausgedrückt durch die Rauheitslänge  $z_0$  (HG - überweidet, MG - moderat beweidet, UG - unbeweidet))

Die nachhaltige Nutzung der Steppengebiete der Inneren Mongolei kann nur durch eine drastische Reduzierung der Beweidungsintensität erreicht werden. Die von uns durchgeführte Bilanzierung von winderosionsbedingten Stoffein- und -austrägen liefert einen nützlichen Anhaltspunkt um ein optimales Beweidungsmanagement abzuleiten und eine weitere nachhaltige Nutzung der Steppengebiete zu gewährleisten.

## Referenzen

- Hoffmann, C., Wieland, R., Funk, R. (2007) Erstellung einer Bodenerodierbarkeitskarte für eine Beweidungsfläche in der Inneren Mongolei mit Hilfe des SAMT Fuzzy development tools. In: Wittmann, J. und Wohlgemuth, V. (Eds.) Simulation in Umwelt und Geowissenschaften. Schaker Verlag Berlin, 71-80.
- Hoffmann, C., Funk, R., Wieland, R., Sommer, M., Li, Y. (2008) Effects of grazing intensity and topography on dust deposition and wind erosion. Journal of Arid Environments. [doi:10.1016/j.jaridenv.2007.09.004](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.09.004)
- Li, B., Yong, S., and Liu, Z. (1988) The vegetation of the Xilin river basin and its utilization. In: Research on Grassland Ecosystems. Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research Station. (Ed.), Beijing (Chinese with English Abstract), pp. 84-183.
- Tong, C., Wu, J., Yong, S., Yang, J., Yong, W. (2004) A landscape-scale assessment of steppe degradation in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China. Journal of Arid Environments 59: 133-149.

<sup>1</sup> Institut für Bodenlandschaftsforschung, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung ZALF e.V.

<sup>2</sup> Institut für Landschaftssystemanalyse, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung ZALF e.V.  
E-mail: rfunk@zalf.de

## Grazing-environment relations and plant communities in a semi-arid grassland of Inner Mongolia

*M. Giese*<sup>1,2</sup>, *S. Lin*<sup>2</sup>, *H. Brueck*<sup>3</sup>, *K. Dittert*<sup>1</sup>

The temperate steppe ecosystems of northern China have been exposed to population growth and overgrazing in the recent decades. The impact of grazing on semi-arid grassland ecosystem functions and the processes of degradation are currently intensively discussed. However, the relation between shifts in plant species composition and environmental factors as altered by grazing was studied only fragmentary. We ask for environmental parameters as altered by grazing in an Inner Mongolia grassland ecosystem and the effects on plant community structure.

We analysed five grazing intensities located in the Xilin River Basin near the Inner Mongolia Ecosystem Research Station (IMGERS) at 43° 38' N and 116° 42' E (mean annual precipitation 348 mm) in a grid sampling design. The grazing gradient included a 26-year long-term grazing exclosure, a 5-year short-term exclosure, a winter grazing site (1-2 sheep/ha mean stocking rate for 6 month), a continuous grazing site (1-2 sheep/ha mean annual stocking rate) and a 30-year long-term heavy grazing site (3-5 sheep/ha mean annual stocking rate). We analysed the sites for nutrient availability (N, P, K), aboveground biomass, topsoil organic carbon, N and S concentration, water content, pH-value and bulk density. Special attention was paid to nutrient availability of N, P and K, measured as time-integrated nutrient fluxes recorded by ion exchange resins and topsoil water content. On all sample positions the plant species composition and cover was recorded at peak biomass time in 2004. We examined the relation between grazing intensities and selected site variables and used ordination (CCA) to link the plant species composition to site-specific environmental variables.

The ordination plot (Figure. 1) illustrates the relationship between selected variables, indicated as radiate vectors in ordination space and the different grazing intensities. The sample points of site heavy grazing and the long-term exclosure, representing the two extremes of our grazing gradient, revealed the most different environmental conditions. The short-term exclosure and the two other moderate grazing intensities formed a third cluster, indicating a comparable similar environment. However, the short-term exclosure showed a considerable overlapping with the long-term exclosure.

Statistical analysis showed the long-term grazing exclosure with highest N availability, highest topsoil organic carbon and total N concentration, lowest bulk density and high aboveground biomass. The heavy grazed site was characterised by lowest topsoil water content and reduced N availability as well as lowest organic carbon and total N concentration, highest bulk density and lowest aboveground biomass. At moderate grazing sites the K availability was low, while other soil parameters ranked medium. Separated runs of ordination revealed, that differences in plant species composition among grassland sites were best explained by topsoil water content in combination with N and K availability. Dicotyledonous species showed high abundances at site heavy grazing and long-term exclosure. Graminoids dominated intermediate grazing sites.

Grazing affects plant communities of Inner Mongolia grassland by reducing topsoil water content and altering nutrient availability. The grazing effect on local water availability was surprisingly high and might be generally underestimated in the discussion of plant-animal interactions in semi-arid ecosystems. Grazing and the seasonal/annual rainfall variation thus, most likely interactively affect vegetation dynamics in semi-arid grasslands. Under drought conditions a

moderate grazing intensity already might create an overgrazing situation. This complicates the finding of adequate grazing systems and stocking rates. Therefore, we suggest considering water conservation measurements and flexible grazing systems, within the scope of land-use management strategies. Consolidated knowledge about grazing-environment relation in interaction to climate variability or change is needed to improve land-use systems and develop grassland conservation and rehabilitation strategies for degraded steppe ecosystems.

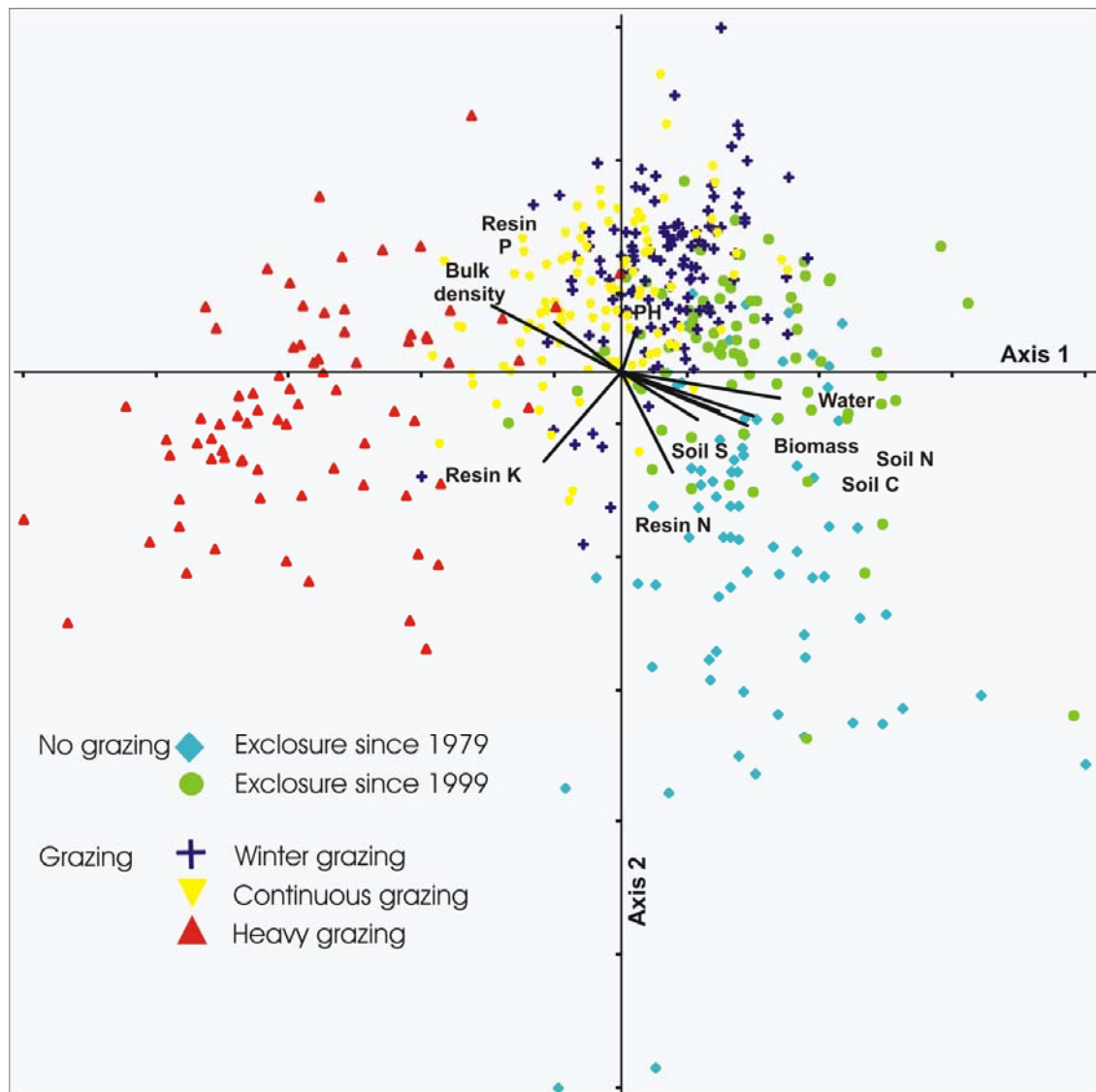


Figure 1: Ordination (CCA) of five different grazing intensities represented by 450 sample positions in relation to selected environmental variables in Inner Mongolia grassland ecosystem (July/August 2004).

<sup>1</sup> Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Christian-Albrechts-Universität, Hermann-Rodewald-Str. 2, D-24118 Kiel, Germany

<sup>2</sup> Department of Plant Nutrition, China Agricultural University, Yuanmingyuan West Road 2, 100094 Beijing, China

<sup>3</sup> Department of Crop Water Stress Management, Institute for Crop Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Garbenstr. 13, D-70593 Stuttgart, Germany

## Mobilität als Antwort auf saisonale Variabilität - Weidenutzungsmuster ausgewählter Tierhalter der Westmongolei

*S. Kenter*

Die Weidenutzungsmuster in der westlichen Mongolei scheinen eine Antwort auf die intra- und interanuelle Variabilität der Klimabedingungen zu sein. Die geringen und hoch variablen Niederschläge, sowie gelegentliche Dürren und periodisch auftretende ernste Winterstürme und hohe Schneefälle erfordern eine mobile Landnutzungsstrategie, die die Viehhalter hier schon über Jahrhunderte betrieben haben.

Obwohl die Mobilität der Viehhalter im Zuge des Transformationsprozesses abzunehmen scheint, sind die saisonalen Weidenutzungsmuster, die hohe Flexibilität der Viehhalter - innerhalb dieser Muster und im Sozialverhalten anderen Viehhaltern gegenüber - nach wie vor die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Weidemanagement (Fernandez-Gimenez, 2002).

Bei in einem Projekt befragten Viehhaltern im Gebiet Khovd, im Westen der Mongolei, zeichnet sich diese Mobilität innerhalb eines Jahres durch die Nutzung verschiedener Saisonalweiden aus. Diese liegen in verschiedenen Höhenlagen und geben mit einer unterschiedlichen Phänologie und Artenzusammensetzung der Vegetation die Anpassung der Beweidung an die jeweilige Jahreszeit wieder. In der Vegetations- und gleichzeitig Laktationsperiode der Tiere wird der hochproduktive alpine Gürtel genutzt. Zu anderen Jahreszeiten ist diese Region klimatisch ungeeignet, so dass im Herbst, wenn die Bergregionen Frühlkälte aufweisen, Wüstensteppe und Feuchtgebiete aufgesucht werden. Von Januar bis Mitte März ist es wegen der Temperaturinversion in den Bergen wärmer als in den Tieflagen, so dass sich die Tierhaltung während des Winters in den höheren Lagen der Bergsteppe konzentriert. Im Frühling dagegen wird es in den Tieflagen bereits wärmer, so dass die Tierhalter in dieser Zeit die niedrigen Lagen der Bergsteppe bis hin zur Wüstensteppe bevorzugen (Kenter, 2005; Njamdawa, 1995).

Die Viehhalter reagieren auf die jahreszeitliche Variabilität nicht nur mit saisonalen Wanderungen, sondern auch mit jahreszeitlich angepassten Nutzungsformen. Die täglichen Weidebewegungen unterscheiden sich in ihrer Distanz, abhängig von der Jahreszeit (Kenter, 2005).

Aufgrund des hohen Mobilitätsbedarfs ist auch das Verständnis von Landbesitz flexibel. Während die Sommer- und Herbstweiden eine open access Situation darstellen, bestehen für die Frühjahrs- und Winterweiden exklusive Nutzungsrechte. Die Inanspruchnahme dieser Nutzungsrechte ist allerdings für Normalsituationen und Extremsituationen unterschiedlich und zeichnet sich durch Kooperation aus (Fernandez-Gimenez, 2002; Kenter, 2005).

Durch ein hohes Maß an Mobilität und Flexibilität scheinen die Viehhalter im Gebiet Khovd eine an variable Klimabedingungen und unterschiedliche Ansprüche der Vieharten optimal angepasste Viehhaltung zu betreiben.

### Referenzen

- Fernandez-Gimenez, M.E. (2002) Spatial and social boundaries and the paradox of pastoral land tenure: A case study from postsocialist Mongolia. *Human Ecology* 30, 51-78.
- Kenter, S. (2005) Pastoral utilization patterns of selected herders in Khovd-aymag, Western Mongolia. Projektpraktikumsbericht, unveröffentlicht.
- Njamdawa, G. (1995). Zur Frage der Geographie der Viehwirtschaft im Altai-Bergrayon der Mongolei. Geographisches Institut der Akademie der Wissenschaften der Mongolei. Mongolische Staatsuniversität. Autorreferat.

## **Szenarienbasierte Modellierung der Auswirkungen verschiedener Beweidungsstrategien auf die Landnutzung in der Jordanregion**

*J. Koch, R. Schaldach*

Die vorgestellte Studie wurde im Rahmen von GLOWA Jordan River durchgeführt, einem interdisziplinären Projekt zur Abschätzung der Vulnerabilität von Menschen und Ökosystemen unter globalem Wandel im Nahen Osten. Ein Hauptziel dieses Projektes ist es, wissenschaftliche Informationen zu generieren, die zur Unterstützung eines nachhaltigen Managements lokaler Wasserressourcen beitragen können.

Hinsichtlich der Wasserverfügbarkeit handelt es sich beim Jordaneinzugsgebiet um eine kritische Region. Gegenwärtig weist die Region eine der niedrigsten pro Kopf Wasserverfügbarkeiten weltweit auf und Bevölkerungszuwachs sowie die ökonomische Entwicklung führen zu einer Erhöhung des Wasserbedarfs. Der prognostizierte Rückgang der Niederschläge bei gleichzeitiger Erwärmung läßt eine weitere Verschärfung der Wassersituation erwarten. Da ca. 2/3 der regionalen Wasserressourcen im Agrarsektor verbraucht werden, umfaßt das Projekt die Modellierung möglicher zukünftiger Entwicklungspfade der Landnutzung. Hierfür wurde eine regionale Anwendung des integrativen Frameworks LandSHIFT entwickelt (Koch & Schaldach, 2006).

Die hochmodularisierte Struktur von LandSHIFT ermöglicht eine einfache Einbindung funktionaler Modellkomponenten. Die aktuelle Version besteht aus drei Komponenten: einem Produktivitätsmodul für Feldfrüchte, basierend auf einer modifizierten Version des Ökosystemmodells DayCent (Stehfest et al., 2007); einem Produktivitätsmodul für (semi-)natürliche Vegetation, basierend auf dem WADISCAPE Modell (Köchy & Jeltsch, 2007); sowie dem „Land Use Change“-Modul, dem zentralen Modul von LandSHIFT. Das LUC-Modul hat eine sektororientierte Struktur und umfaßt Submodule für die Sektoren „Siedlungsentwicklung“, „Regen- und Bewässerungsfeldbau“ sowie „Nutztierhaltung“. LandSHIFT arbeitet auf einer mehrskaligen räumlichen Hierarchie. Die Spezifikation exogener Treiber erfolgt auf der Länderebene (Makroskala). Innerhalb des LUC-Moduls erfolgt die Verteilung der Bedarfe auf die Mikroebene (1 km x 1 km Raster). Dies erfolgt über eine Eignungsbewertung der Rasterzellen für die einzelnen Landnutzungstypen. Jede Rasterzelle hat einen dominanten Landnutzungstypen. Modellausgaben sind Zeitreihen von Landnutzungskarten sowie ein Satz von Indikatoren (z.B. Raster zur Besatzdichte). Weitere Ausführungen zur Funktionsweise von Land-SHIFT sind zu finden bei Alcamo & Schaldach, 2006 sowie Schaldach et al., 2006.

In der präsentierten Studie werden mit LandSHIFT Landnutzungsszenarien für Israel, Jordanien und Palästina bis zum Jahr 2050 berechnet. Dabei basieren alle Berechnungen auf dem Millennium Ecosystem Assessment Szenario „Order from Strength“ (Carpenter et al., 2005) und unterscheiden sich durch die Annahme verschiedener Beweidungsstrategien. In der Jordanregion treffen auf engstem Raum vier biogeographische Regionen aufeinander, weshalb die Region als wichtiger Biodiversitäts-Hotspot verstanden wird. Aus diesem Grund setzt die Studie den Schwerpunkt auf einen Vergleich der Unterschiede in der Ausdehnung von Weideland und als Folge dessen Verdrängung und Degradation der (semi-)natürlichen Vegetation.

## Referenzen

- Alcamo, J., Schaldach, R. (2006) LandShift: Global modeling to assess land use change. In: Tochtermann, K., Scharl, A. (eds.). Proceedings of the EnviroInfo 2006: 20<sup>th</sup> International Conference on Informatics for Environmental Protection.
- Carpenter, S.R., Pingali, P.L., Bennett, E.M., Zurek, M.B. (2005). Ecosystems and human well-being. Volume 2. Scenarios. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Koch, J., Schaldach, R. (2006) Adapting a Land Use Change Model to the Jordan River Region. In: Ünal, Y., Kahya, C., Demirhan Bari, D. (eds.). Proceedings of the International Conference on "Climate Change and the Middle East: Past, Present and Future".
- Köchy, M., Jeltsch, F., (2007) Projections of green biomass, leaf area index, and carrying capacity for livestock based on regional climate projections (50 km resolution, A2 scenario) for the Jordan River catchment. Report for use within GLOWA Jordan River. Research Group Plant Ecology and Nature Conservation, Potsdam University, Potsdam, Germany.
- Schaldach, R., Alcamo, J., Heistermann, M. (2006) The multiple-scale land use change model LandShift: A scenario analysis of land use change and environmental consequences in Africa. In Voinov, A., Jakeman, A.J., and A.E. Rizzoli (eds). Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting, "Summit on Environmental Modelling and Software".
- Stehfest, E., Heistermann, M., Priess, J.A., Ojima, D.S., Alcamo, J. (2007) Simulation of global crop production with the ecosystem model DayCent. Ecological Modelling 209, 203-219.

## What means the “greening of the Sahel“ on the ground ? Results of 27 years monitoring of communal pastures and exclosure plots in N Senegal

S. Mieke<sup>1</sup>, V. Retzer<sup>2</sup>, J. Kluge<sup>1</sup>

The development of the non-equilibrium concept of semi-arid ecosystems (Behnke et al., 1993) coincides with a climatically favourable phase in the African Sahel. Recent interpretations of satellite data show an increasing “greenness” in areas where strong indications of degradation or even desertification were noticed in the 1970’s and 80’s (Herrmann et al., 2005; Prince et al., 1998; Prince et al., 2007). Long-term ground check data of climate and vegetation parameters are rare in the Sahel. In the Ferlo of N Senegal (15°59’ N, 15°19’ W), 27 years of monitoring in the context of a grazing experiment of the GtZ provide data on vegetation changes under different grazing intensities, including ungrazed regeneration plots and the communal pasture. This setting allows to distinguish between climate-driven and human-induced vegetation changes. Daily rainfall and net primary production (“standing crop”) of the herb layer were determined every year, the composition of the herb layer annually since 1992, before in intervals of 4-5 years. Trees and shrubs were measured and mapped every 4-5 years; young individuals are counted annually since 1997.

Two pronounced droughts within the observation period showed clear effects in all variants of the trial. The woody vegetation contracted and regenerated best in depressions, and the south-sahelian tree species *Sclerocarya birrea* and *Combretum glutinosum* (formerly dominant) were largely replaced by the thorny acacias and *Balanites aegyptiaca*. The exclosure plots, however, proved that without grazing, the savanna would have a considerable less “arid” physiognomy, due to larger proportions of non-thorny trees and shrubs that can regenerate under protection from grazing. These include even the baobab which is prone to extinction in the communal pasture. The same applies to the herb layer. This has already been almost entirely annual and in most years grass-dominated at the beginning of the trial, but since the first drought, the last tufts of tall perennial grasses and other humidity-demanding species disappeared. Yet, under grazing exclusion, the herb layer started to deviate from the grazed ones to increasing extent: “arid” species were largely replaced by “humidity-demanding” ones, and the proportion of herbs with high grazing value and high productivity (especially legumes) increased significantly. Fluctuations in rainfall merely modify this vegetation change. Accordingly, the standing crop of the exclosure plots shows a slightly significant increasing trend ( $p = 0.04$ ) over the whole period, which is in accordance with the increasing trend in precipitation. In contrast, the grazed herb layer did obviously not recover completely after the drought 1990-92. Except for these drought years, the production had an increasing trend until 1995, followed by a net decline. Over the whole period the regression shows a significant decline of the standing crop on grazed plots, which contrasts with the increasing trend in precipitation.

In terms of productivity, expressed as Rain Use Efficiency (RUE, after Le Houerou, 1984), the grazed savanna shows significant declines as well, whereas there are insignificant trends in the exclosures. In contrast to Hein (Hein, 2006), who evaluated a selection of our data, we did not find any good relation between the RUE and precipitation - neither for total nor for effective rainfall (see also Mieke, 2006; Retzer, 2006). In search for the main factors determining the standing crop, hierarchical partitioning was applied (see Chevan & Sutherland, 1991; Mac Nally, 2002) the results were consistent for mixed effect ANOVAs. The tested factors included: savanna type, relief, three degrees of grazing intensity, total and effective precipitation and the parameter “year” as a complex summary factor for inter-annual variability. The main result is that the grazing treatment explains the variability of the standing crop only by 3 %, savanna type and relief do not play any significant role, and the combined precipitation factors contribute 31 %. If

the factor “year” is included the model explains 78 % of the variance. It is obvious that this factor represents a number of different phenomena, such as intra-annual variations of rainfall, fluctuations in grazing pressure on the communal pasture as well as the change of the grazing mode in the category “controlled grazing” after the second drought, and mid- and long-term changes in plant composition. Frequency trends of plant ecological groups in the herb layer support the impression of degradation on the grazed plots: since the 1990-92 drought, there is a significant increase in aridity-indicating species, dominated by the low-productivity grass *Aristida mutabilis*, grasses in general, and an augmentation of low-quality species. On the other extreme, there is a significant increase of forbs on the enclosure plots, with constantly low proportions of the other groups. The trends on the pasture contrast with the rainfall regime and the regeneration process monitored after the initial drought (Retzer, 2006). The conclusions from these findings must be the postulation of mid-term degradation processes on the communal pastures, which are not yet shown in the NDVI analyses (e.g. Anyamba & Tucker, 2005; Diouf & Lambin, 2001; Herrmann et al., 2005; Prince et al., 1998, Prince et al., 2007). Possibly, our case study documents a silent degradation of soil and vegetation due to an increasing grazing pressure around the deep well Widou Thiengoly. In contrast to the harsh reduction of animal numbers in the course of the 1983-84 drought, the herds were hardly reduced during the second dry period and are constantly growing since.

Both long-term degradation and regeneration processes, the latter operating on the basis of a “secondary-progressive succession”, are not easy to detect and do not fit into the non-equilibrium concept. Whereas the degradation on the Widou pastures might be ascribed to a precondition which is not accounted for in this concept - the insignificant reduction of animal numbers in drought years -, the phenomena observed on the enclosure plots challenge a reconsideration of the non-equilibrium model or at least conventional measures for degradation.

## References

- Anyamba, A., Tucker, C.J., 2005. Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981-2003. *Journal of Arid Environments* 63, 596-614.
- Behnke, R. H., Scoones, I., Kerven, C., 1993. *Range Ecology a Disequilibrium. New Models of Natural Variability and Pastoral Adaption in African Savannas.* Overseas Development Institute, London.
- Chevan, A., Sutherland, M., 1991. Hierarchical Partitioning. *American Statistician* 45, 90-96.
- Diouf, A., Lambin, D.F., 2001. Monitoring land cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. *Journal of Arid Environments* 48, 129-148.
- Hein, L., 2006. The impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a Sahelian rangeland. *Journal of Arid Environments* 64, 488-504.
- Herrmann, S.M., Anyamba, A., Tucker, C.J., 2005. Recent trends in vegetation dynamics in the African Sahel and their relationship to climate. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 15, 394-404.
- Le Houerou, H.N., 1984. Rain use efficiency: a unifying concept in arid-land ecology. *Journal of Arid Environments* 7, 213-247.
- Mac Nally, R., 2002. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. *Biodiversity and Conservation* 11, 1397-1401.
- Miehe, S., 2006. Letter to the editor: Comment on: Hein, L. 2006: The impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a Sahelian rangeland. *Journal of Arid Environments* 67, 174-176.
- Prince, S.D., De Colstoun, E.B., Kravitz, L.L., 1998. Evidence from rain-use efficiencies does not indicate extensive Sahelian desertification. *Global Change Biology* 4, 359-374.
- Prince, S.D., Wessels, K.J., Tucker, C.J., Nicholson, S.E., 2007. Desertification in the Sahel: a reinterpretation of a reinterpretation. *Global Change Biology* 13, 1308-1313.
- Retzer, V., 2006. Impacts of grazing and rainfall variability on the dynamics of a Sahelian rangeland revisited (Hein, 2006) - new insights from old data. *Journal of Arid Environments* 67, 157-164.

<sup>1</sup> Faculty of Geography, University of Marburg, Germany; E-mail: sabine.miehe@gmx.net

<sup>2</sup> Department of Biogeography, University of Bayreuth, Germany

## **Anpassungsstrategien an Witterungsrisiken in den Nutzungsstrukturen eines saisonal nomadischen Systems der Schaf-Hütehaltung in Aserbaidschan**

*R. Neudert<sup>1\*</sup>, M. Rühls<sup>2#</sup>*

In Aserbaidschan findet sich auch heute noch – unter den seit etwa 15 Jahren herrschenden Bedingungen einer sich entwickelnden Marktwirtschaft im nachsowjetischen Transformationsprozess – ein stark traditionell geprägtes System eines saisonalen Nomadismus. Es verbindet die Sommerweidegebiete in den Bergregionen des Großen und des Kleinen Kaukasus mit den Winterweidegebieten in den Steppen und Halbwüsten der ausgedehnten Niederungen in einem transhumanten System.

Die von uns 2007 untersuchten Winterweiden der Gobustan-Steppe liegen im Osten Aserbaidschans, unweit der Hauptstadt Baku. Ihre Steppenformationen dehnen sich in einer Schichtstufenlandschaft von etwa Meereshöhe bis zu einer Höhe von ca. 700 m aus. Die Steppengebiete des Tieflands sind mit um die 250 mm Jahresniederschlag versorgt. Ein Großteil der Niederschläge fällt im Frühjahr, aber auch im Herbst bildet sich ein kleineres Maximum. Die Sommerweidegebiete, die 2007 Ziel unserer Untersuchungen waren, liegen ebenfalls im westlichen Teil Aserbaidschans, auf der Nordabdachung des Großen Kaukasus im Grenzbereich zum nördlichen Nachbarn Russland. Sie finden sich in einer Höhenlage zwischen 1.800 und 3.300 m über NN. Der Niederschlag in den Bergweidegebieten liegt jährlich zwischen 700 und 1.000 mm. Im von uns nicht untersuchten Höhengürtel zwischen diesen ausgeprägten Grassland-Regionen finden sich recht fruchtbare Ackerbaugelände.

Die häufigsten Weidetiere sind Fettschwanzschafe; Ziegen und Rinder spielen aber ebenfalls eine – wenn auch deutlich untergeordnete – Rolle. Die gesamten Weideflächen sind staatliches Eigentum und werden über mehrere Jahre an Tierhalter verpachtet. Auf den Winterweiden werden feste Behausungen genutzt, während auf den Sommerweiden Zelte vorherrschen. Die Winterweidegebiete werden vom Herbst bis in den Mai hinein genutzt. Das Futteraufkommen hängt sehr stark von den Herbst- und den Frühjahrsniederschlägen ab. Diese sind variabel, sowohl im Zeitpunkt als auch in der Menge und können in einem Jahr einen Aufwuchs von 20 cm Höhe zulassen, in anderen Jahren aber nur 2 cm. Die Herbstniederschläge können schon im September fallen. Sie können aber auch viel später, wie in 2007 beobachtet, erst im November auftreten. Ab Mai sind den Sommer über kaum noch Niederschläge im Tiefland zu erwarten. Nach dem Herbstregen sind auch im Winter die Niederschläge gering. Zusätzlich ist das Wachstum der Vegetation durch niedrige Temperaturen gehemmt. Die Futterverfügbarkeit wird in einigen Jahren durch Schneedecken, die mehrere Tage andauern, stark eingeschränkt. Während der Trockenphase des Tieflandes im Sommer weiden die Tiere auf den Sommerweiden des großen Kaukasus. Diese bieten abhängig vom Witterungsverlauf jedes Jahr etwa ab Ende Mai bis in den Oktober Futter für die Weidetiere. Hier bestimmt die Temperatur Vegetationsbeginn und -ende und setzt den Rahmen der Nutzbarkeit und Erträglichkeit für Mensch und Tier.

Die Hirten sind also speziell auf den Winterweiden mit sehr variablen Niederschlägen bezüglich ihrer Menge und des Zeitpunktes ihres Auftretens sowie unterschiedlich kalten Wintern konfrontiert, während die Sommerweiden eine verlässlichere Futterbasis für die kurzen Sommermonate bieten. Diesen witterungsbedingten Risiken versuchen die Herdenbesitzer auf unterschiedliche Weise zu begegnen:

- Durch Zukauf von Winterfutter und frühe Zufütterung.
- Durch Pacht mehrerer Winterweiden in unterschiedlichen Gebieten
- Durch Variation der Zugzeiten und Pacht von Zwischenweiden

Jeder Herdenbesitzer steht jeden Herbst wieder vor der Entscheidung, viel oder wenig Winterfutter einzulagern. Mit Hilfe von Deckungsbeitragsrechnungen und auf Basis verfügbarer Informationen über die Auswirkungen milder oder strenger Winter auf den Naturalertrag in der Tierhaltung, kann dargestellt werden, wie sich das ökonomische Ergebnis durch die Strategiewahl verändert. Die ersten Rechnungen zeigen, dass eine Einlagerung von Winterfutter – vorausgesetzt das Kapital ist verfügbar – unabhängig vom Witterungsverlauf die höchsten Deckungsbeiträge verspricht; die reichliche Einlagerung schmälert das Ergebnis gegenüber der verhaltenen Einlagerung nur marginal. Es werden ca. 63 Manat Deckungsbeitrag II (nach Abzug der Futterkosten) erreicht.

In einem ungünstigen Winter reduziert sich der Deckungsbeitrag durch erhöhte Tierverluste um ca. 10 Manat je Mutterschaf. Das Ergebnis fällt bei verhaltener Einlagerung von Futter in einem ungünstigen Winter noch schlechter aus; es werden ca. 20 Manat je Mutterschaf weniger erreicht. Die erst später erfolgende Futtereinlagerung macht sich hier durch die erhöhten Futterpreise im verringerten Deckungsbeitrag bemerkbar. Ist ein nachträglicher Zukauf von Futter rein technisch nicht mehr möglich und ein Gutteil der Tiere verendet, dann werden nur noch etwa 25 Manat je Mutterschaf als Deckungsbeitrag erreicht, also weniger als die Hälfte gegenüber der Variante mit rechtzeitiger und ausreichender Futtereinlagerung.

Während unserer Untersuchungen konnten wir feststellen, dass es sowohl „risikobereite“ als auch „risikoaverse“ Herdenbesitzer gibt. Der Großteil der Herdenbesitzer versucht jedoch eine mittlere Strategie zwischen vorsorgender Einlagerung und Zukauf in Extremwintern zu finden.

Ein weiterer zu beobachtender Mechanismus zur Anpassung an ungünstige Witterungsverläufe in den Winterweidegebieten ist bei größeren Betrieben die Pacht mehrerer Hofstellen in unterschiedlichen Vegetationszonen. Damit wird das Risiko reduziert, gänzlich ohne Futteraufwuchs über längere Zeiträume kommen zu müssen. Bei ausbleibendem Regen in einer der Zonen, können alle Tiere des Betriebes an einer Hofstelle zusammengezogen werden, um die Futterknappheit an der anderen Hofstelle zu überwinden. – Die Umsetzung dieses Konzeptes findet sich bei verschiedenen untersuchten Betrieben in unterschiedlichen Varianten umgesetzt.

Eine Strategie, die in erster Linie von Betrieben mit ausreichend Kapital verfolgt werden kann, ist die zusätzliche Pacht von „Zwischenweiden“. Diese sind häufig in dem eingangs vorgestellten von uns nicht näher untersuchten Höhengürtel gelegen, und erlauben den Betrieben, nach Fortzug aus den Bergen wegen einbrechender Kälte und Schnee, den Einzug in die Winterweidegebiete noch zu verzögern. Damit kann besonders in Jahren mit verzögertem Herbstniederschlag an einem Standort mit gutem Futterangebot abgewartet werden, bis in den Winterweidegebieten der frische Aufwuchs sich einstellt.

Anhand der vorgestellten Beobachtungen und Kalkulationen kann gezeigt werden, dass es eine deutliche Wahrnehmung der Witterungsproblematik und entsprechend entwickelte Anpassungsmuster in Aserbaidschan gibt. Es wurde allerdings auch deutlich, dass es ein gewisses Management-Geschick und eine ausreichende Kapitaldecke braucht, um diese Anpassungsstrategien erfolgreich umsetzen zu können. Nur dann kann nämlich ausreichend Winterfutter eingelagert werden, ohne auf einen Teil des produktiven Kapitals zu verzichten und nur so ist es möglich, im staatlichen Verpachtungssystem die geeigneten Flächen zu ergattern und für einen Betrieb zu sichern.

<sup>1</sup> Institut f. Botanik und Landschaftsökologie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald – Lehrstuhl Landschaftsökonomie; <sup>2</sup> Institut DUENE, c/o Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald

\* regina.neudert@web.de, # ruehs@uni-greifswald.de

## Produktivität und Diversität einer *Artemisia lerchiana* Halbwüste mit und ohne Beweidung

J. Peper, D. Pietzsch, M. Manthey

Durch Beweidung ändern sich Produktivität und Phytodiversität von Halbwüsten und Steppen. Am Beispiel von *Artemisia lerchiana*-Ephemeren Halbwüsten der Hügellandstufe am östlichen Großen Kaukasus in Aserbaidschan analysierten wir folgende Aspekte:

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen Phytodiversität und Beweidung?
2. Lassen sich durch Umtriebsweide Flächen im Frühjahr effizienter nutzen?
3. Wie hoch ist die Produktion oberirdischer Biomasse auf unbeweideten Standorten?

Die untersuchten Winterweiden werden ausgehend von stationären Höfen als Triftweide genutzt. Ein semi-arides Klima mit feuchtem Frühjahr und Herbst, einer ausgeprägten Sommertrockenheit in Kombination mit vorwiegend schluffig-tonigen Böden führen zur Ausprägung von ephemerenreichen Zwergstrauch-Halbwüsten.

Ende April 2007 führten wir auf 20 Standorten innerhalb und außerhalb von Zäunungen Vegetationsaufnahmen im nested-plot Verfahren durch. Zudem wurde innerhalb der Gatter auf je 0,5 m<sup>2</sup> der gesamte Aufwuchs der Ephemeren geerntet. Ende Mai erfolgte eine zweite Ernte auf der selben und einer direkt angrenzenden Fläche.

Im Schutz der Zäune ist die nachgewiesene mittlere Artenzahl höher als außerhalb. Signifikante Unterschiede sind

auf 10 m<sup>2</sup> mit im Schnitt 24 zu 21 Arten nachweisbar. Trotz wachstumshemmenden Verbisses und Trittsstörung kann meist mehr als 50 % der potentiellen Phytomasse außerhalb der Zäunung aufwachsen. Nach der Mahd im April setzte in der kurzen Vegetationsperiode kein Kompensationswachstum der Ephemeren ein, somit gibt es Ertragseinbußen im Vergleich zu einer späteren Mahd (Abb.1).

Ein kurzzeitiger Beweidungsverzicht scheint die  $\alpha$ -Diversität zu erhöhen. Um die Ephemeren-Bestände ohne Kompensationswachstum effizienter zu nutzen, empfiehlt sich eine Umtriebsweide mit möglichst langer Schonung großer Flächen.

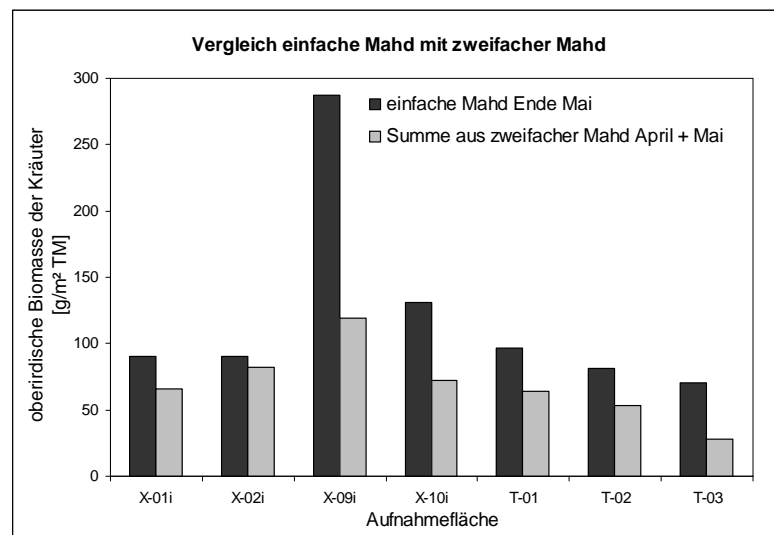


Abb.1: Vergleich der Erträge von einfacher später Mahd im Mai mit zweifacher Mahd im April und Mai.

## **Zur Zunahme des Beweidungsdrucks auf Salzwiesen in den letzten Jahrhunderten: Palynologische Ergebnisse von Khongoryn Els (Gobi, Mongolei)**

*F. Schlütz*

Während vegetationskundlicher Untersuchungen in der südlichen Gobi (<130 mm Jahresniederschlag) wurden an Salzwiesenstandorten kurze Profile für palynologische Analysen genommen. Hier sollen die Ergebnisse eines Profils von Khongoryn Els vorgestellt werden. Dort bildet aus einer großen Düne austretendes Grundwasser die Basis für eine üppige Vegetation in einem schmalen Streifen von ca. 6 km Länge und bis 200 m Breite. Diese Salzrasenvegetation wird in starkem Maße von den Nomaden als Weideland für Schafe, Ziegen, Kamele und Pferde genutzt. Neben zwei kurzen natürlichen Wasserläufen existieren Brunnen zum Tränken des Viehs. Im weiten Umkreis von Wüsten- und Gebirgssteppen umgeben, stellt die Fluss- und Dünen-oase von Khongoryn Els einen weiträumig wirksamen Attraktor nicht nur für den Menschen und seine Herden sondern auch für die einstmals sicherlich zahlreicheren Wildtiere da. Nach den Ergebnissen zweier AMS-Datierungen ist in dem kapp 60 cm langen Pollenprofil die Beweidungsgeschichte der letzten 400 – 500 Jahre archiviert.

Die palynologischen Ergebnisse zeigen eine deutliche, mindestens vierphasige Steigerung der Beweidungsintensität. Die durch den Dünenkörper sicherlich gedämpften Schwankungen des pflanzenverfügbaren Wasserangebots, scheinen dagegen einen vergleichsweise geringen Einfluss auf die Vegetationsentwicklung gehabt zu haben. Es ist zu diskutieren, ob das Dünenwasser die Vegetation soweit von den hoch variablen Niederschlägen entkoppelt, dass unter Beweidung eine gerichtete Sukzession ablaufen kann. Nach den aus den Datierungen abgeleiteten Altern lassen sich die zwei jüngsten Zunahmen in der Beweidungsintensität möglicherweise mit politischen Änderungen zu Mitte (Anschluss der Mongolei an die UDSSR) und gegen Ende des letzten Jahrhunderts (Unabhängigkeit der Mongolei) in Verbindung bringen. Offenbar führte der politische Wandel zu sozio-ökonomischen Veränderungen mit Folgen für das Beweidungsmanagement. Inwieweit sich in den Pollenspektren eine größere Viehzahlen, geänderte Zusammensetzungen der Herden oder erhöhte Beweidungsfrequenzen widerspiegeln, ist zurzeit noch wenig aufschlüsselbar. Hier verspricht die Interpretation der jüngst in die Analysen einbezogenen „Non Pollen-Palynomorphs“, insbesondere der Sporen coprophiler Pilze, eine weiterreichende Differenzierung. Zugleich könnte mit dieser neuen Methode auch an den Dung gebundenen Nährstoffflüssen und ihren Auswirkungen auf das Vegetationsmosaik nachgegangen werden. Damit, und unter Einbeziehung weiterer Untersuchungspunkte, ließen sich Fragen nach der Gültigkeit des Non-Equilibrium-Modells in ariden Räumen anhand langer Zeitreihen (Pollendiagramme) prüfen, und man wäre nicht mehr allein auf relativ kurze Geländebeobachtungen und eine „space for time substitution“ angewiesen.

Einen weiter zurückreichenden Blick in die anthro-po-zoogene Beweidungsgeschichte der Salzvegetation von Khongoryn Els - möglicherweise zurück bis in eine Zeit natürlicher Zustände vor der nomadischen Nutzung - verspricht ein in 2007 im Rahmen eines neuen DFG-Projektes gewonnenes 6 m langes Profil.

---

<sup>1</sup>Abteilung für Palynologie und Klimadynamik, Universität Göttingen  
E-mail: fschlue@gwdg.de

## **Probleme und Herausforderungen für nachhaltiges Weidemanagement in Zentralasien - Fallbeispiele Kasachstan und Kirgisistan**

*I. Starrost*

Der Vortrag beleuchtet die Hintergründe des heutigen Weidemanagements in Kirgisistan und Kasachstan und zeigt Herausforderungen für eine nachhaltige Nutzung der Weideländereien auf.

Die Länder Zentralasiens befinden seit Erlangung der Unabhängigkeit in einem schwierigen Transformationsprozess von Planwirtschaft und sozialistischer Diktatur innerhalb der Sowjetunion hin zu Marktwirtschaft, souveränen, möglichst demokratischen Staaten und stabilen Gesellschaften. Mit der Wende 1991 entfielen innerhalb kurzer Zeit hohe Summen an Subventionsgeldern aus Moskau, welche auch in signifikanter Weise die Landwirtschaft und entsprechend das Weidemanagement bestimmt hatten. Kolchosen wurden aufgelöst, Mitarbeiter verloren ihre Jobs und mussten oftmals sehr kurzfristig ihren Lebensunterhalt als Farmer mit dem zugeteilten Vieh aus der Kolchose verdienen. Viele Betroffene waren mit dieser Situation vorerst überfordert, das zugeteilte Vieh wurde geschlachtet oder verendete. Die Viehbestände fielen dramatisch in allen zentralasiatischen Ländern und erholten sich nur langsam.

Dennoch, besucht man kasachische und kirgisische Dörfer, fällt die Weidedegradierung sofort ins Auge. In einem Radius von circa fünf Kilometern um die Siedlungen fehlt es an guten Weidegründen. Die Pflanzendecke ist stark degradiert, für das Vieh ungenießbare oder gar giftige Pflanzen setzen sich durch und nicht selten kommt es zur Gefährdung von Dorfgebäuden durch Sanddünenentwicklung. In den Bergregionen Kirgisistans fordern Erdbeben und Schlammlawinen von kahlen Hängen jährlich Menschenleben. Entfernte Weidegründe dagegen erholen sich von der intensiven Nutzung der Sowjetzeit oder, wie in den Steppengebieten Kasachstans, sind als Ökosysteme aufgrund von „Unterweidung“ gar gefährdet.

Wie auch in den anderen zentralasiatischen Ländern, wurde in Kasachstan und Kirgisistan traditionell mobiles Weidemanagement betrieben. Diese Art der Weidenutzung ist am besten an die ökologischen Gegebenheiten der beiden Länder angepasst. In Kasachstan mit seinen enormen Grassland- und Wüstengebieten, legte die nomadisch lebende Bevölkerung dabei teilweise über 1000 km jährlich zurück. Die Steppengebiete boten gutes Futter während Frühjahr und Herbst, die Bergweiden im Sommer und die Wüsten im Winter notfalls auch bei hohem Schnee mit ihrer Buschvegetation. In beiden betrachteten Ländern wurde viel des traditionellen Wissens während der Sowjetzeit verloren. Die Bevölkerung wurde sesshaft gemacht und nur eine gewisse Weidemobilität in der Viehhaltung aufrecht erhalten, allerdings mit Mitteln entgegen jeglicher Wirtschaftlichkeit. Nach der Wende fielen auch diese Mittel weg, viele Kleinfarmer entstanden, die alleine den Weg auf die entfernten Weiden nicht gehen, die die Behaglichkeit des eigenen Heims nicht mehr missen möchten. Daher wird das Vieh auf die dorfnahen Gemeindeflächen gebracht und kehrt täglich heim. Nur wenige Großfarmer nutzen entfernte Weideflächen. Sie können es sich leisten. Unter den Kleinfarmern herrsch Unwissen ob der Möglichkeiten außerhalb des Dorfhorizonts aber auch Hilflosigkeit gegenüber verwirrenden und unklaren institutionellen Rahmenbedingungen.

## **Funktionelle Merkmale der Vegetation als Indikatoren für Überweidung - ein ordinationsbasierter Auswertungsansatz**

*D. Wesuls*

Funktionelle Merkmale von Pflanzen (plant functional traits) werden derzeit als ein universell einsetzbarer Ansatz betrachtet, um Veränderungen von Pflanzengemeinschaften durch den Einfluss von Klimawandel und menschliche Nutzung zu beschreiben und vorherzusagen (Lavorel et al. 2005). Dabei wird der überregionale und allgemeingültige Charakter der Anwendung von funktionellen Merkmalen als Indikatoren als Alternative zu den auf der Ebene einzelner Arten durchgeführten Analysen angesehen. Bemühungen um mögliche weltweite Vergleiche merkmals (trait-) -basierter Ansätze führten zu einer Art Handbuch mit Vorschlägen für ein bestimmtes Set an Traits inklusive der Anleitung zu ihrer Erhebung (Cornelissen et al. 2003). Bisher gibt es jedoch bezüglich der Auswertung pflanzenfunktioneller Merkmale als auch ihrer Synthese zu funktionellen Typen (plant functional types) noch keine Standards. Trotz der detaillierten Beschreibung möglicher Analysemethoden (McIntyre & Lavorel 2001; Pillar & Sosinski 2003) hat sich in vegetationsökologischen Studien kein einzelner Ansatz durchgesetzt, der flexibel und trotzdem interpretationsicher genug wäre.

In dem vorliegenden Beitrag soll die Methode der gemeinsamen Ordination von Umweltparametern, Arten und ihren funktionellen Merkmalen, genannt RLQ (Dolédec et al. 1996) herausgestellt werden, die bisher nur selten in vegetationsökologischen Fragestellungen Anwendung gefunden hat (Barbaro et al. 2000; Choler 2005).

Im semi-ariden Zentralnamibia wurden auf unterschiedlich stark beweideten Farmen Beweidungsgradienten entlang von Transekten in so genannten Piosphären (Piosphäre = Bereich der Degradation rund um permanente Wasserstellen für Weidevieh) untersucht. Die Piosphären wurden jeweils in sechs Zonen unterschiedlicher Entfernung von der Wasserstelle unterteilt. In jeder Zone wurde auf mehreren 10 x 10 m großen Flächen das Artinventar und die Deckung der Arten erfasst. Von den dominanten Arten wurden in Bezug auf Beweidung als relevant beschriebene funktionelle Merkmale erhoben. Quantitative und qualitative funktionelle Merkmale wurden getrennt in jeweils eigenen Analysen betrachtet. Beweidungsintensität, Entfernung zur Wasserstelle und verschiedene Struktur- und Bodenparameter dienten als Umweltvariablen in den RLQ-Analysen.

Permutationstests basierend auf 999 Wiederholungen ergaben jeweils für die beiden durchgeführten RLQ Analysen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Umweltvariablen und den aufgenommenen funktionellen Merkmalen. In den unterschiedlichen Analysen zeigte sich eine starke Korrelation der ersten RLQ Achse mit Umweltparametern, die den Beweidungsgradienten widerspiegeln (Entfernung zur Wasserstelle, Beweidungsintensität, Leitfähigkeit). Die zweite RLQ Achse war in beiden Analysen eher mit Parametern korreliert, die die Unterschiede zwischen den einzelnen Piosphären bzw. Farmen verdeutlichen (Bodentiefe, Transektnummer). Von den quantitativen funktionellen Merkmalen der Arten waren Längen-Breiten-Verhältnis der Blätter und Pflanzendurchmesser, von den qualitativen Merkmalen Lebens- und Wuchsform sowie Ausbreitungsmechanismus am stärksten mit der ersten RLQ Achse korreliert.

Mit Hilfe der RLQ Analyse konnten die aufgenommenen funktionellen Merkmale in direkte Beziehung zu Umweltparametern gesetzt werden, die unterschiedlich starker Beweidung darstellen. Dabei stellen bestimmte, stark mit der ersten Achse der RLQ korrelierte Merkmale potentielle Indikatoren für Überweidung bzw. schwache Beweidung dar. Die durch die Analyse erzeugten neuen Ordinationswerte und -achsen eignen sich zu weiterführenden Analysen - beispielsweise einer Klassifikation der Merkmale zu funktionellen Typen.

## Referenzen

- Barbaro, L., Corcket, E., Dutoit, T. & Peltier, J. P. (2000) Réponses fonctionelles des communautés des pelouses calcicoles aux facteurs agro-écologiques dans les Préalpes françaises. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique* 78: 1010-1020.
- Choler, P. (2005) Consistent shifts in Alpine plant traits along a mesotopographical gradient. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 37: 444-453.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., ter Steege, H., Morgan, H. D., van der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G. & Poorter, H. (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 335-380.
- Dolédec, S., Chessel, D., terBraak, C. J. F. & Champely, S. (1996) Matching species traits to environmental variables: A new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics* 3: 143-166.
- Lavorel, S., Diaz, S., Cornelissen, J. H. C., Garnier, E., Harrison, S. P., Mc Intyre, S., Pausas, J. G., Perez-Harguindeguy, N., Roumet, G. & Urceley, G. (2005). Plant functional types: are we getting any closer to the holy grail? In: Canadell, J., Pitelka, L. F. & Pataki, D. (eds.) , pp. 1-29. Springer Verlag.
- McIntyre, S. & Lavorel, S. (2001) Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *J. Ecol.* 89: 209-226.
- Pillar, V. D. & Sosinski, E. E. (2003) An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *J. Veg. Sci.* 14: 323-332.

## Organic Matter Turnover in Light Fraction and Whole Soil under Silvo-pastoral Landuse in Semiarid NE Brazil.

B. Wick<sup>1\*</sup>, H. Tiessen<sup>2</sup>

Land use change from natural caatinga to silvo-pastoral ecosystems creates a patchy environment with small-scale enriched zones of soil organic matter and nutrients under the canopy of individual trees than in the surrounding cleared pasture. This change in vegetation cover constitutes an important aspect of overall ecosystem functions for these semi-arid environments. Most studies measure only net changes in organic matter and associated nutrients without evaluating actual turnover of soil organic matter. In this study the change in vegetation cover from caatinga, a semi-deciduous thorn forest (principally C<sub>3</sub>-metabolism) to buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) pasture (C<sub>4</sub>-metabolism) was used to quantify *in situ* input rates and turnover of organic carbon 14 years after landuse change. The accretion of C under the new pasture and the loss of the original caatinga C was studied for the whole soil (WS) and light fraction (LF). The effects of two tree species preserved during the selective clearing of the caatinga, and one species planted after complete clearing of the caatinga were evaluated. All trees prevented the organic matter mineralization that occurred in the surrounding cleared pasture. The most critical loss of C, N and Po occurred from the labile LF, indicating that the LF is more affected by landuse changes. The C mineralization under pasture was twice as high (66% loss) in the LF than in the WS (34% loss) over 14 years. The C<sub>4</sub>-C was similar under and outside the remnant and planted tree canopies, i.e. the input of new C<sub>4</sub>-C did not compensate the loss of old C<sub>3</sub>-C that had occurred following caatinga clearing and pasture establishment. The organic matter in this tropical semiarid region mineralized very rapidly with half lives of C between 9 and 16 years for the LF and between 11 and 28 years for the WS. The <sup>13</sup>C data indicate that the elevated C contents under preserved (WS and LF) and planted trees (LF) relative to the pasture outside the tree canopies largely represent C<sub>3</sub>-C inherited from the caatinga than built up by the trees. Islands of fertility have been reported in natural savannah or patchy vegetation systems where the patches have been formed over a long time. In the few cases where the persistence of such distinct vegetation patches has been reported, patches were still identifiable up to 30 years after clearing. Overall, these low input silvo-pastoral management systems could hold promise as sustainable beef production systems through greater carbon sequestration, and better retention of nutrients and organic matter.

---

<sup>1</sup>FG Bodenkunde und Standortlehre, Humboldt Universität Berlin

<sup>2</sup>Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), São José dos Campos, Brazil

E-mail: Barbara.Wick@agrar.hu-berlin.de