

## **Abstract-Band**

# **Aktuelle Forschung in Gebirgsräumen**

Gemeinsame Tagung  
der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende  
Hochgebirgsforschung  
und des AK Hochgebirge

Bayreuth, 03.-06. Juni 2010

## Programm

### Donnerstag, 03. Juni 2010

ab 13:00 Registrierung (Foyer des Hörsaals H13, Gebäude Naturwissenschaften I)

14:00 Begrüßung durch E. Beck und A. Bräuning

#### Symposium „Asien I“ – Chair: M. Winiger

- |       |                          |  |
|-------|--------------------------|--|
| 14:15 | Zech, W.                 | 10 Beryllium-Expositionsdatierungen von Moränen  |
| 14:30 | Mayer, C.                | Geophysikalische Forschung am Fedtschenko Gletscher  |
| 14:45 | Schmidt, S. & Nüsser, M. | Veränderung hochgelegener Gletscher im semi-ariden Ladakh  |
| 15:00 | Fischer, T.              | GIS-gestützte Simulation von Hang- und Talmuren im hochkontinentalen Nördlichen Tianshan-Gebirge, Kasachstan |
| 15:15 | Bräuning, A.             | Alles nur Temperatur? Klima-Wachstums-Beziehungen an waldgrenznahen Standorten im östlichen Teil Hochasiens  |
| 15:30 | Miehe, G.                | Die Steppen des Tibetischen Hochlandes: Wie reagiert ein arid alpines Biom auf Klimaschwankungen?            |

15:45-16:15 Kaffeepause

#### Symposium „Afrika“ – Chair: A. Hemp

- |       |              |   |
|-------|--------------|---|
| 16:15 | Grabherr, G. | Klimafolgenforschung an den Grenzen des Pflanzenlebens  |
| 16:30 | Zech, M.     | Deuterium und 18O-Transekte entlang des Kilimandscharo: Potential und Einschränkungen   |
| 16:45 | Leiber, K.   | Spätquartäre Bodengenese, Vegetationsgeschichte und Kohlenstoff-Speicherung auf den Nordhängen des Kilimandscharo, Ost-Afrika |

17:00 Postervorstellung

18:15-20:00 Abendessen (Gaststätte Röhrensee)

20:00 Ruppert, H. Abendvortrag: Einführung in die kultur- und sozialgeographischen Entwicklungen in NO-Bayern

### Freitag, 04. Juni 2010

#### Symposium „Asien II“ – Chair: R. Bäumler

- |      |  |   |
|------|--|---|
| 9:00 | Bimüller, C., Dotter, D, Vanselow, K. Bäumler, R. & Samimi, C. | Der Einfluss von zoogenen Störungen auf die Vegetationsmuster und die Böden im Ostpamir Tadschikistans  |
| 9:15 | Erlewein, A.   | Nachhaltiger Klimaschutz im Hochgebirge oder Carbon Colonialism? Die Förderung von Staudämmen im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) |
| 9:30 | Künkel, H.   | Expeditive Forschung im zentralen Himalaja: Über traditionelle Weganlagen und Konstruktionsweisen aus geomorphologischer Perspektive          |
| 9:45 | Nüsser, M., Schmidt, S. & Dame, J.                             | Bewässerungssysteme in Ladakh: Ein soziohydrologisches Wirkungsgefüge   |

|  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
| 10:00                                      | Dame, J.                 | Zwischen Subsistenzwirtschaft und Entwicklungsprogrammen: Ernährungssicherung in Ladakh, Nordindien            |
| 10:15                                      | Uffmann, J.              | Konzept für die Nachführung der Karten der ARGE  |
| 10:30-11:00                                | Kaffeepause              |  |
| Symposium „Anden“ – Chair: M. Buchroithner |                          |  |
| 11:30                                      | Jordan, E. & Mitarbeiter | Die neue Chimborazokarte und ihre Auswertemöglichkeiten  |
| 11:45                                      | Münchow, J.              | Prozessraten von flachgründigen Massenbewegungen auf beiden Andenabdachungen Südecuadors                       |
| 12:00                                      | Schittek, K.             | Die Polstermoore der zentralen Hochanden - Beispiele interdisziplinärer Forschung aus Peru und Argentinien     |
| 12:15                                      | Otto, M.                 | Fernerkundliche Erfassung raumzeitlicher Muster Hochandiner Hartpolstermoore im Süden Perus                    |
| 12:30                                      | Zech, J.                 | Teleconnections: Heinrich I und Younger Dryas in den Zentralen Anden   |
| 12:45                                      | Zech, R.                 | Ein frühes Vergletscherungsmaximum in den südlichen Zentralen Anden und die "Deep Ocean Ventilation" Hypothese |
| 13:00-14:00                                | Mittagessen (Mensa)      |  |
| 14:00-19:00                                | Exkursion                |  |
| 19:00-20:00                                | Abendessen (Mensa)       |  |
| 20:00                                      | Peterek, A.              | Abendvortrag: Geologie und Geomorphologie im Umfeld des Hochschul-Standorts Bayreuth                           |

### Samstag, 05. Juni 2010

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| 8:30-19:00 | Exkursion                         |
| 19:00      | Abendessen (Gaststätte Röhrensee) |

### Sonntag, 06. Juni 2010

#### Symposium „Alpen“ – Chair: G. Grabherr

|            |  |  |
|------------|--|--|
| 8:30       | Haas, F.   | Verwendung von Ground-based LIDAR Daten zur Analyse von Sturzprozessen an alpinen Felswänden und den zugehörigen Schutthalden                      |
| 8:45       | Nicolussi, K.  | Sommertemperaturvariabilität im Alpenraum während der letzten 1200 Jahre   |
| 9:00       | Thomas, A. & Erdmann, H.   | Volumenänderungen am Gepatschferner, 1873-2004   |
| 9:15       | Fickert, T. & Grüninger, F.  | Mythen und Fakten aus dem Gletschervorfeld - Untersuchungen zur Primärsukzession auf jüngst eisfrei gewordenen Gletschervorfeldern in den Ostalpen |
| 9:30       | Braun, L.  | Der Beitrag der Gletscherschmelze am Abfluss des Inns  |
| 9:45-10:15 | Kaffeepause und Poster   |  |
| ab 10:15   | Mitgliederversammlungen von ARGE bzw. AK Hochgebirge<br>Verabschiedung |  |

## Exkursionen

### Freitag, 04. Juni 2010

1. Landschaftsformen Bruchschollenzone mit Prof. Stingl
2. Innenstadt und Rotmain Center mit Prof. Monheim
3. Tourismus im Fichtelgebirge mit Prof. Maier



Teilnehmer der Exkursion mit Herrn Maier. Photo: L. Braun

### Samstag, 05. Juni 2010

1. Landschaftselemente Fichtelgebirge mit Dr. Peterek
2. Geologisch-Botanische Exkursion Frankenalb mit Prof. Vollrath und Dr. Hemp



Teilnehmer der Exkursion mit Herrn Vollrath und Herrn Hemp. Photo: L. Braun

# Vorträge

## Late Quaternary landscape reconstruction in the Pamir based on $^{10}\text{Be}$ surface exposure dating

W. Zech<sup>1</sup>, I. Röhringer<sup>1</sup>, U. Abramowski<sup>2</sup>, P. Sosin<sup>3</sup>, L. Zöllner<sup>2</sup>, B. Glaser<sup>4</sup>, R. Zech<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Soil Science, University of Bayreuth, Germany

<sup>2</sup> Chair of Geomorphology, University of Bayreuth, Germany

<sup>3</sup> Tadjik Academy of Agriculture, Dushanbe, Tadjikistan

<sup>4</sup> Department of Soil Physics, University of Bayreuth, Germany

<sup>5</sup> Geological Sciences, Brown University, USA

Climatically seen the Pamirs are influenced by the Westerlies and the Indian Monsoon. To reconstruct the Late Quaternary landscape evolution we studied during the last years the surface exposure ages of moraines along a transect from the more humid Northwest (Iskenderkul) towards the more arid Southeast (Üchkol and Gurumdi).

Up to now no glacier advances during MIS 6 and 5 could be definitively identified with the  $^{10}\text{Be}$  surface exposure method most probably due to intensive boulder erosion. Maximum glacier advances occurred during MIS 4. Those during MIS 3 (56-50 and 44-41 ka) and MIS 2 were less pronounced, indicating increased aridisation. Surface exposure dating is less suitable for chukurs due to their land surface instability.

## Glaziologische Forschung im Pamir

### Neue Untersuchungen am Fedtschenkogletscher

Christoph Mayer<sup>1</sup>, Astrid Lambrecht<sup>2</sup>, Arzhan Surazakov<sup>3</sup>, Vladimir Aizen<sup>3</sup>, Dana Floricioiu<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kommission für Glaziologie, Bayerische Akademie der Wissenschaften, München

<sup>2</sup> Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Department of Geography, University of Idaho, USA

<sup>4</sup> Remote Sensing Technology Institute, German Aerospace Centre (DLR), Oberpfaffenhofen

Der Fedtschenkogletscher ist einer der größten Talgletscher der Erde und der bei weitem größte Gletscher im Pamir. Seine Ausdehnung beträgt 72 km, seine Fläche etwa 580 km<sup>2</sup>. Bereits 1928 wurde der Gletscher während einer russisch/deutschen Pamir Expedition durch eine Gruppe unter Leitung von Prof. R. Finsterwalder detailliert vermessen. Die dabei entstandenen Spezialkarten Fedtschenko-Tanimasgebiet Nord und Süd im Maßstab 1:50000 stellen eine hervorragende Basis für moderne Untersuchungen dar. In 2009 konnte während einer internationalen Vorerkundung für eine Eiskerntiefbohrung auf dem Gletscher eine kleine, durch die ARGE unterstützte Gruppe neue glaziologisch/geophysikalische Messungen auf dem Gletscher durchführen. Im Bereich der Fedtschenkostation auf etwa 3900-4200 m und im Akkumulationsgebiet zwischen 4600 m und 5400 m wurden kinematische GPS Profile vermessen. Als Höhenreferenz wurden Festpunkte der Expedition von 1928 verwendet. Damit ist sichergestellt, dass sich die gemessenen Höhenprofile mit den historischen Daten vergleichen lassen. Im Akkumulationsgebiet sind die Höhenunterschiede während der letzten 81 Jahre nicht signifikant. Nur nahe des höchsten Passes (Jasgulempass) wurde eine Höhenabnahme von 15-20 m errechnet. Im Gegensatz dazu nehmen die Höhenänderungen in der Ablationszone mit abnehmender Meereshöhe zu. Im unteren Bereich der Messprofile erreicht der Höhenunterschied zwischen 1928 und 2009 bereits mehr als 50 m, was einer mittleren Eisdickenabnahme von über 60 cm/a entspricht.

Zusätzlich zu den Oberflächenhöhen wurden an einzelnen Punkten auch die Eisgeschwindigkeiten bestimmt und mit den älteren Messungen verglichen. Während in 4900 m Höhe die Oberflächengeschwindigkeit etwa 115 m/a beträgt sind dies im unteren Bereich bei 4000 m Höhe bereits nahezu 250 m/a. Diese Geschwindigkeiten sind deutlich höher als die 1928 ermittelten Geschwindigkeiten, wobei dabei sicherlich die unterschiedlichen Messperioden einen Einfluss haben. Allerdings stimmen die Werte sehr gut mit der Analyse von TerraSAR-X Fernerkundungsdaten überein. Die Verfolgung von Oberflächenmerkmalen auf diesen Satellitenbildern ergab sehr ähnliche Werte wie die mit GPS gemessenen Oberflächenversätze.

Im Akkumulationsgebiet und speziell im zentralen Becken bei 5300 m Höhe konnte auch die Eisdicke auf mehreren Profilen bestimmt werden. Entgegen früheren Vermutungen ist das Eis dort deutlich dünner, weist aber trotzdem Mächtigkeiten von etwa 550 m auf. Bei 4900 m werden sogar maximale Eisdicken von annähernd 800 m erreicht.

Diese Daten dienen einer ersten Beurteilung einerseits der Änderungen des Gletschers während der letzten acht Dekaden, andererseits der möglichen Lokation für eine Eiskerntiefbohrung. Allerdings werden dazu sicherlich weitere spezielle Messungen, aufbauend auf den jetzt gewonnenen Erkenntnissen, notwendig sein.

## **GIS-gestützte Simulation von Hang- und Talmuren im hochkontinentalen Nördlichen Tianshan-Gebirge (Kasachstan)**

Thomas Fischer<sup>1/2</sup>, Florian Haas<sup>2</sup>, Otfried Baume<sup>1</sup>, Michael Becht<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Geographie und Landschaftsökologie, LMU München

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Physische Geographie, KU Eichstätt-Ingolstadt

Muren sind in kontinental-klimatisch geprägten Hochgebirgen Zentralasiens ein wichtiger geomorphologischer Formungsprozess, der auch für die Bevölkerung ein beträchtliches Gefahrenpotenzial beinhaltet. Während die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Prozess Mure, auch unter dem Modellierungsaspekt, in den Alpen sehr weit fortgeschritten ist, wurde in den zentralasiatischen Hochgebirgen das Phänomen bislang rein deskriptiv bearbeitet.

Am Beispiel der Nordabdachung des Tien Shan wird im vorgestellten Forschungsprojekt die Murdynamik, die hier durch Starkregenereignisse im Anschluss an eine intensive Schneeschmelze verstärkt wird, untersucht. Aufbauend auf detaillierten geomorphologischen Geländeaufnahmen sollen die Ursachen für die Verbreitung von Muren in diesem Hochgebirge gerade auch im Vergleich mit den besonders gut untersuchten Alpen herausgearbeitet werden. Mit Hilfe der erarbeiteten Datenbasis sollen Dispositions- und Prozessmodelle für Muren weiterentwickelt werden.

Es werden erste Ergebnisse präsentiert, in den Alpen entwickelte GIS-basierte Dispositions- und Prozessmodelle in einem hochkontinental-klimatisch geprägten Hochgebirge Zentralasiens einzusetzen. Als grundlegende Ausgangsdaten wird für die Berechnungen ein DGM (abgeleitet aus digitalisierten topographischen Karten) und die Landnutzung / Vegetationsbedeckung (aus Landsat 7 ETM+ Aufnahme) benötigt.

Ausgehend von kartierten Murgangsanrissen erfolgt in einem ersten Schritt die Dispositionsmodellierung über die statistische Analyse (Certainty-Factor-Methode) der Geofaktoren. Jene Bereiche im betrachteten Gebiet, wo wegen der vorherrschenden Geofaktorenkombination von Hangneigung, Geländehöhe und Landnutzung/Vegetation eine Murgangsauslösung als hoch-wahrscheinlich erscheint, werden als potentielle Anrisszonen vom Modell ausgegeben. Die modellierten Anrisse dienen dem Prozessmodell als Ausgangsbasis um den Prozessweg zu bestimmen. Die dabei notwendigen Anpassungen von Parametergewichtungen (Naturraumparameter, Reibungsparameter) orientieren sich an Kartierungen von Transitionen und Akkumulationszonen von Murgängen und geben wichtige Hinweise auf dominante Einflussgrößen der Murdynamik (Höhenstufen, Vegetation, Feststoffdeponien, Permafrost etc.). Die Kenntnis der Parametergewichtungen erlaubt es auch Prognosen über die zukünftige Entwicklung der Murdynamik in den Höhenstufen unter dem Einfluss sich ändernder klimatischer Bedingungen zu geben. Für die Programmentwicklung und Kalibrierung ist das Tal der Kleinen Almatinka vorgesehen, da hier besonders umfangreiche Vorarbeiten vorliegen. Die Validierung erfolgt im benachbarten Tal der Großen Almatinka mit ähnlich guter Datenlage. Beide Täler verfügen über eine gute Forschungsinfrastruktur, aufgebaut durch die Akademie der Wissenschaften in Almaty.



## **Alles nur Temperatur? Klima-Wachstums-Beziehungen an waldgrenznahen Standorten im östlichen Teil Hochasiens**

Achim Bräuning<sup>1</sup>, Lily Wang<sup>2</sup>, Yang Bao<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Geographie, Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>2</sup> Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, China

<sup>3</sup> Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, China

Waldgrenzbestände im vom asiatischen Sommermonsun beeinflussten Teil Hochasiens werden von unterschiedlichen Baumarten dominiert. Während in semiariden Räumen Kiefern- und Wacholderarten die obere Waldgrenze bilden, werden subalpine Bestände in humiden Regionen von Birken-, Tannen-, Fichten- oder Lärchenwäldern dominiert. Die lokale Artenzusammensetzung wird von arealgeographischen Rahmenbedingungen, regionalen und lokalen Klimaverhältnissen und geomorphodynamischen Faktoren gesteuert. Statistische Klima-Wachstumsbeziehungen (response functions) geben Hinweise auf die das Baumwachstum langfristig limitierenden Klimafaktoren und bilden die statistische Grundlage für die Berechnung von Klimarekonstruktionen mit Hilfe von Jahrringdaten. Der Vortrag untersucht, inwieweit sich diese response functions entlang von Höhengradienten ändern. Es werden Hochlagenstandorte unterschiedlicher Baumarten der Gattungen *Juniperus* (Wacholder), *Picea* (Fichte) und *Abies* (Tanne) rund um das tibetische Plateau in verschiedenen Klimaprovinzen Ost- und Südtibets vorgestellt. Dabei wird deutlich, dass das Baumwachstum in trockenen und humiden Regionen von unterschiedlichen saisonalen Klimaelementen limitiert wird. Dabei bleiben in einigen Regionen die Klima-Wachstumsbeziehungen im Höhengradienten stabil, während an anderen Standorten quantitative sowie saisonale Verschiebungen der Klimaelemente auf das Baumwachstum deutlich werden. Mit zunehmender Höhe nimmt der Einfluss der Niederschläge ab, während der Einfluss der Wintertemperatur auf das Baumwachstum zunimmt. Es wird jedoch deutlich, dass diese Tendenz nicht in allen Höhengradienten so regelhaft auftritt, sondern dass lokale Standortsunterschiede und baumartenspezifische Wachstumsreaktionen dieses generelle Muster stark beeinflussen.

## D/H und $\delta^{18}\text{O}$ -Transecte entlang des Kilimandscharo

Michael Zech<sup>1</sup>, Andreas Hemp<sup>2</sup>, Bruno Glaser<sup>1</sup>, Gerd Gleixner<sup>3</sup>, Wolfgang Zech<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Bodenphysik, Universität Bayreuth

<sup>2</sup>Pflanzensystematik, Universität Bayreuth

<sup>3</sup>MPI Biogeochemie, Jena

<sup>4</sup>Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Universität Bayreuth

Die Entwicklung innovativer Methoden ist ein wichtiger Schlüssel für die Rekonstruktion von Klima- und Landschaftsgeschichte. So ermöglichen technische Fortschritte seit etwa 10 Jahren substanz-spezifische Isotopenmessungen mittels Gaschromatographie-Pyrolyse-Isotopenmassenspektrometrie (GC-Py-IRMS).

Obwohl entsprechende D/H-Analysen insbesondere an pflanzenwachsbürtigen Alkanen mittlerweile von zahlreichen Arbeitsgruppen weltweit durchgeführt und für paläoklimatische Studien angewendet werden, sind immer noch viele Fragen offen. Wir untersuchen deshalb entlang eines Höhentransectes am Kilimandscharo die D/H Zusammensetzung des Niederschlagswassers und vergleichen sie mit den  $\delta\text{D}$ -Werten von Alkanen in den organischen Auflagen und in den mineralischen Oberböden. Schon aus sehr früheren Arbeiten ist bekannt, dass  $\delta\text{D}$  und  $\delta^{18}\text{O}$  in Niederschlagswasser im Wesentlichen von klimatischen Faktoren, wie dem Kontinentalitäts-Effekt, dem Temperatur-Effekt, dem Mengen-Effekt und dem Höhen-Effekt abhängen. Zwar sind die Niederschlagsmengen am Kilimandscharo höhenzonal sehr variabel. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch eine klare Dominanz des Höhen-Effektes auf die Isotopenzusammensetzung des Niederschlags, mit negativeren  $\delta\text{D}$  und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten mit zunehmender Höhe. Im Gegensatz dazu werden die  $\delta\text{D}$ -Werte für die pflanzenwachsbürtigen Alkane  $n\text{-C}_{27}$ ,  $n\text{-C}_{29}$  und  $n\text{-C}_{31}$  mit zunehmender Höhe positiver. Dieser gegenüber dem Niederschlagswasser gegensätzliche Trend ist vermutlich mit zunehmender D-Anreicherung des Blattwassers (Péclet-Effekt) in größeren Höhen zu erklären. Wir nehmen an, dass niedrigere Temperaturen und aufgrund von niedrigeren  $\text{CO}_2$ -Partialdrücken weiter geöffnete Stomata zu einer diffusionsbedingten D-Anreicherung führen.

Im Gegensatz zu substanzspezifischen D/H-Messungen werden  $\delta^{18}\text{O}$ -Analysen mittels GC-Py-IRMS Kopplung bisher so gut wie gar nicht realisiert. Ein viel versprechender Ansatz insbesondere für Paläoklima-Fragestellungen ist die Bestimmung des Stabilisotopenverhältnisses an molekularen pflanzlichen Biomarkern (v.a.  $\delta^{18}\text{O}$  an Zuckern). Eine hierfür kürzlich in unserer Arbeitsgruppe entwickelte Methode (Zech & Glaser, 2009) wurde auf den Probensatz vom Kilimandscharo-Transect angewendet. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die evaporationsbedingte  $^{18}\text{O}$ -Anreicherung in den organischen Auflagen (O-Lagen) ein höhenzonal anderes Muster aufweist als die evaporationsbedingte  $^{18}\text{O}$ -Anreicherung in den mineralischen Oberböden (Ah-Horizonte). So deuten die  $^{18}\text{O}$ -Ergebnisse für die O-Lagen, die ein gemittelttes Klimasignal der vergangenen Jahre widerspiegeln, um 2500 m ü. NN auf eine deutlich verstärkte  $^{18}\text{O}$ -Anreicherung im Blattwasser im Vergleich zu den Ah-Horizonten hin, die ein gemittelttes Klimasignal der vergangenen Jahrzehnte und Jahrhunderte widerspiegeln. Bestätigt sich diese Interpretation, so wäre dies ein mittels modernen Isotopenanalysen geführter Nachweis von gerade ablaufenden Klimaveränderungen am Kilimandscharo.

## **Der Einfluss von zoogenen Störungen auf die Vegetationsmuster und die Böden im Ostpamir Tadschikistans**

Carolin Bimüller, Desiree Dotter, Kim André Vanselow, Rupert Bäuml, Cyrus Samimi

Institut für Geographie, Universität Erlangen-Nürnberg

Im Zuge des von der Volkswagen Stiftung unterstützten Projektes „Transformation Processes in the Eastern Pamirs of Tajikistan - Changing Land Use Practices, Possible Ecological Degradation and Sustainable Development“ wurden die Auswirkungen der Störungen (Yaks, Ziegen, Schafe und Murmeltiere) auf die Pedosphäre und die kleinräumige Vegetationsstruktur im Ostpamir betrachtet. Das Untersuchungsgebiet umfasst Hochgebirgswüsten- und -steppenökosysteme sowie alpine Matten und Quellrasen. Neben den ariden Ausgangsbedingungen spielen insbesondere die modifizierten Rahmenbedingungen des Transformationsprozesses eine fundamentale Rolle. Die daraus resultierenden Veränderungen der nomadischen Viehhaltung führen zu einer erhöhten Belastung der Weideökosysteme. Die Datenaufnahme erfolgte während der Weidesaison 2008, wobei neben allgemeinen Umweltparametern insbesondere Boden- und Vegetationsdaten in Abhängigkeit der Weideintensität betrachtet wurden.

Eine Sondersituation hinsichtlich der pedogenen Nährstoffversorgung konnte für das Untersuchungsgebiet beobachtet werden, da die Bevölkerung aus Mangel an Alternativen Viehexkrementen als Brennstoff nutzt. Damit werden dem Boden die sonst rückgeführten Nährstoffe entzogen. Dennoch konnten signifikante Korrelationen der Nährstoffverfügbarkeit mit der Beweidung aufgezeigt werden. Darüber hinaus ergab die Untersuchung eine Senkenfunktion für beweidete Flächen hinsichtlich der organischen Bodensubstanz. Mittels multivariater statistischer Analysemethoden konnte gezeigt werden, dass die Beweidung nur eine einzelne Größe in der Gesamtkomposition aller die Pedogenese steuernden Umweltfaktoren widerspiegelt.

Dementsprechend werden die im Gelände identifizierten kleinräumigen Vegetationsmuster durch ein Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren, insbesondere verschiedener Bodenparameter, der Entfernung zum Wasser sowie der Exposition beeinflusst. Störungen, insbesondere durch die Beweidung mit Yaks, Ziegen und Schafen, aber auch natürliche durch Murmeltiere, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Ausbildung von Vegetationsmustern. Diese Muster manifestieren sich in einer differenzierten räumlichen Struktur und Dynamik.

Der Zusammenhang von Vegetation und Böden konnte mittels geeigneter Ordinationsverfahren dargestellt werden, wobei sich steuernde Faktoren jeweils wechselseitig in den Vegetationsmustern bzw. der Pedosphäre durchsetzen. Für das Untersuchungsgebiet konnte bestätigt werden, dass der Boden auf Beweidung deutlich träger reagiert als die Pflanzendecke.

Insgesamt erweist sich der traditionelle Pastoralismus mit den saisonalen Weidezyklen für das sensitive Ökosystem der Hochgebirgsweiden als adäquat angepasste Wirtschaftsweise der Region.

## **Nachhaltiger Klimaschutz im Hochgebirge oder *Carbon Colonialism*? Die Förderung von Staudämmen im Rahmen des *Clean Development Mechanism* (CDM)**

Alexander Erlewein

Südasien-Institut, Universität Heidelberg

Staudämme stellen einen der massivsten und umstrittensten Eingriffe in den Naturhaushalt von Hochgebirgen dar. Nachdem die Diskussion über das Für und Wider von Staudämmen im Lauf der letzten Jahrzehnte von zunehmend kritischen Beurteilungen dominiert wurde, zeichnet sich im Kontext des Klimawandeldiskurses eine Neubewertung ab. Die Möglichkeit zur emissionsarmen Stromerzeugung durch Wasserkraft führt zu einer Renaissance des Staudammbaus. Dies konkretisiert sich in Form der massiven finanziellen Unterstützung, die der *Clean Development Mechanism* (CDM) zur Errichtung neuer Wasserkraftprojekte bereitstellt. Im Rahmen des internationalen Emissionshandels ermöglicht der CDM den Vertragsstaaten des Kyoto-Protokolls ihre Verpflichtungen zur Reduktion von Treibhausgasen mithilfe von Klimaschutzprojekten in Entwicklungsländern umzusetzen (*Offsetting*). Durch die Zuteilung handelbarer Emissionszertifikate fördert der CDM den Bau von derzeit über 1.500 Wasserkraftprojekten, die neben ihrer Klimaschutzwirkung auch einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung vor Ort leisten sollen.

Vor diesem Hintergrund geht der Vortrag der Frage nach, inwiefern *Carbon Offsetting Dams* zur Erreichung der CDM-Ziele geeignet sind. Anhand einer Fallstudie aus dem indischen Bundesstaat Himachal Pradesh werden Potenziale und Defizite des CDM analysiert und kritisch diskutiert. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zeigen auf, dass zahlreiche *Carbon Offsetting Dams* die Ziele des CDM nicht nur verfehlen, sondern sich vielerorts kontraproduktiv auf Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung auswirken. Im Zusammenhang mit der grundlegenden Problematik der Klimagerechtigkeit wirft dies die Frage auf, inwiefern die Externalisierung von Klimaschutzbemühungen in periphere Gebirgsräume des Südens eine Form des *Carbon Colonialism* darstellt.

## **Traditionelle Wegenlage im zentralen Himalaya aus geomorphologischer Sicht unter Berücksichtigung von Bauarten und Konstruktionstypen**

Hannes Künkel

Geographisches Institut, Universität Göttingen

Die Aufgabe, die ich mir setzte ist es eine Bestandsaufnahme und Typisierung von Wegenlagen im nepalesischen Himalaya nach geomorphologischen Kriterien durchzuführen. Um ein solches bisher unbearbeitetes Forschungsvorhaben als Dissertationsarbeit durchführbar zu machen ist eine Eingrenzung und Zuschneidung auf rein geomorphologische Betrachtungsweisen erforderlich. 2009 wurden die ersten beiden Forschungsreisen in den Manaslu, Annapurna, Damodar, Mustang und Dhaulagiri-Himalaya durchgeführt und 2010 mit dem Schreiben der Arbeit begonnen.

Mein Ziel ist es den direkten Weg-Landschaftsbezug herauszuarbeiten und damit die Grundlage, nämlich die räumlich-topographische Verortung der Wegesysteme, also der systematische Zusammenhang zwischen Klima/Reliefgefüge und Wegeverlauf/Anlagetyp zu erfassen und zu benennen. Ich gehe dabei von der Hypothese aus, dass sich bei gleichen oder sehr ähnlichen Klima/Reliefkonstellationen innerhalb des Himalayagebirges wiederkehrend die gleichen oder sehr ähnlichen Wegearten und Konstruktionsweisen finden müssen.

Ein mutwilliger Exkurs, der bewusst von der rein geomorphologischen Betrachtungsweise abweicht stellt die Untersuchung zu traditionellen Konstruktionsweisen resp. Bauarten der Wege durch althergebrachte Materialien und Techniken dar. Die Erfassung der Konstruktionsweisen ist aber bedeutend für die Möglichkeiten der Wegenlage im Reliefgefüge.

Zusätzlich dient die Inventarisierung einer bis jetzt ausgebliebenen Dokumentation historischer Bau- und Anlageverfahren von Wegesystemen und Wegbegleitern im Himalaya, die hinsichtlich der rapide voranschreitenden modernen Verkehrserschließung im Himalaya (Autostraßenbau) und dem damit einhergehenden landschaftlichen und sozioökonomischen Wandel ein unwiederbringliches Zeugnis traditioneller Infrastruktur liefert. Ziel der Typologie der Wegesysteme ist folglich ebenfalls Grundlage für historische Forschungen bereitzustellen, wie es für den Alpenraum bereits umfangreich getan wurde.

Von der humiden Südabdachung bis zum semiariden Inneren Himalaya sind auf mehreren Forschungsexpeditionen in einer Spanne von 500 m bis über 5800 m ü. M. in einer repräsentativen Menge untersucht worden. Somit ist eine größtmögliche Anzahl geomorphologischer Charakteristika aufgeführt.

Nicht alle begangenen Wege werden in dieser Arbeit untersucht. Auch wurden nicht alle Wege komplett begangen und untersucht. Vielmehr lagen auffällige Teilstücke und Wegabschnitte mit besonderen Wegbegleitern im Mittelpunkt des Interesses.

Oft auf den Gesamtstreckenverlauf bezogen verschwindend kurze Abschnitte sind von besonderer Bedeutung, da sie die Trassenführung des Gesamtstreckenverlaufs maßgeblich diktieren. Autostrassen oder für die motorisierte Nutzung erweiterte alte Wege werden nicht aufgeführt. Allein die unmotorisierte Nutzung ist Kriterium, und ausschließlich die mit althergebrachten Materialien und Arbeitstechniken angelegten Wegabschnitte werden berücksichtigt.

Methodisch liegt der Hauptwert in der unmittelbaren Geländearbeit, die zu Fuß und im Expeditionsstil durchgeführt wurde. Eine genaue fotografische Dokumentation der Wegabschnitte und zugehöriger Wegbegleiter war Ziel der Geländearbeit. Teilweise wurden die Fotografien noch durch HD-Filmaufnahmen und geomorphologische Kartierungen ergänzt. Die abgegangenen Routen wurden in Karten übertragen und mit bereits aufgeführten Wegverläufen abgeglichen und wenn notwendig korrigiert. Auffällige Wegbegleiter wurden mittels GPS in ihrer Position erfasst und in den genutzten topographischen Karten verortet. Eine kartographische Präsentation mittels GIS ist geplant. Die Systematisierung und Typologisierung erfolgt durch den systematischen Abgleich der einzelnen Geländebefunde in einer Rastermatrix nach den Schnittpunkten aus den Achsen Geomorphologische Determinanten und Wegenlage/Konstruktionsweisen.

## **Zwischen Subsistenzwirtschaft und Entwicklungsprogrammen: Ernährungssicherung in Ladakh, Nordindien**

Juliane Dame

Südasien-Institut, Universität Heidelberg

Veränderungen der politischen, sozioökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen stellen die Ernährungs- und Lebenssicherung lokaler Bevölkerungsgruppen vor neue Herausforderungen. Besonders in peripheren und zugleich geopolitisch bedeutsamen Hochgebirgsräumen müssen Haushalte ihre Handlungsstrategien an diese veränderten Gegebenheiten anpassen. Der Beitrag zeigt am Beispiel der indischen Himalayaregion Ladakh, dass eine integrative Herangehensweise geeignet ist komplexe Lebenssicherungssysteme zu beleuchten.

Die empirische Datenerhebung erfolgte während verschiedener Forschungsaufenthalte zwischen 2007 und 2009. In diesem Zeitraum wurden quantitative Haushaltsstudien in ausgewählten Siedlungen, qualitative Interviews mit ortsansässigen und nicht-ortsansässigen Akteuren sowie Kartierungen und multitemporale GIS-Analysen durchgeführt.

Die Untersuchungen zeigen, dass die vormals dominante Subsistenzwirtschaft von einem zunehmenden Bedeutungsverlust geprägt ist, der mit einer Diversifizierung der Lebenssicherungsstrategien einher geht. Neben der marktorientierten Produktion von Gemüse als *cash crops* stehen außeragrарische Erwerbsmöglichkeiten (Tourismus, Armee) im Vordergrund. Aufgrund der damit verbundenen reduzierten Verfügbarkeit von Arbeitskräften müssen Strukturen in der Landwirtschaft und im Haushalt angepasst werden. Die Mehrebenen-Perspektive der Studie verdeutlicht, dass Haushalte in ein Netz von Akteuren mit unterschiedlichen Interessen und Machtpositionen eingebunden sind. So beeinflussen die Distrikt- und Landesregierung sowie Nichtregierungsorganisationen die Handlungsstrategien der lokalen Bevölkerung im Rahmen von Entwicklungsprogrammen (z.B. Förderung von Gemüseanbau, Agrarsubventionen) entscheidend. Die Relevanz externer Interventionen durch den Nationalstaat wird am Beispiel der Nahrungsmittelsubventionen über das indische *Public Distribution System* veranschaulicht.

## **Konzept für die Nachführung des Nepal-Kartenwerkes der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung**

Jeremias Uffmann, Manfred Buchroithner

Institut für Kartographie, TU Dresden

Das Nepal-Kartenwerk der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung besteht aus 10 Karten in den Maßstäben 1 : 50 000 und 1 : 100 000. Hinzu kommen zwei großmaßstäbige Stadtpläne, welche bei der Nachführung aber keine weitere Berücksichtigung finden. Die letzte Überarbeitung erfolgte ausschließlich analog auf Druckfilmen, je nach Kartenblatt vor 10 bis 30 Jahren.

Die auch als „Schneider Maps“ bekannten Karten stellen u.a. die bei Trekking-Touristen äußerst beliebten Regionen um Mount Everest und Annapurna dar. Bis zu der Aufnahme der „FINN Maps“<sup>1</sup> (oder FINNIDA Maps) vor ca. 15 Jahren existierten neben den ARGE-Karten kaum weitere Kartenprodukte dieser Region. Auf Grundlage der neuen topographischen Grundlage entstand in kürzester Zeit eine Vielzahl an kostengünstigen Trekkingkarten, erstellt von nepalesischen Kleinverlagen. Diese Karten sind in Kathmandu erhältlich und werden von vielen Touristen gekauft, wogegen der Verkauf der teuren „Schneider Maps“ mit ihrer vergleichsweise schlichten Umschlaggestaltung zurückgeht.

Um diesem Trend entgegen zu wirken und eine wichtige Einnahmequelle der ARGE zu sichern, sind für das Nepal-Kartenwerk Neuauflagen geplant. Als vorbereitende Arbeit wurden aus dem breiten Angebot für das Everest-Gebiet 14 repräsentative Produkte von 8 Verlagen heraus gesucht, um in einer vergleichenden Analyse die Schwächen und das Potential des Nepal-Kartenwerkes zu erkennen und daraus Verbesserungen abzuleiten. Der Vergleich erfolgte nach verschiedenen Kriterien strukturiert, das Ergebnis wurde ausführlich in tabellarischer Form zusammengefasst. Durch paarweise, transparente Überlagerung der Karten konnten Unstimmigkeiten bei verschiedenen Elementen, z.B. bei Gewässer- bzw. Wegenetz oder Höhenlinienbild, erkannt werden. Das Analyseergebnis zeigt, dass die Daten in den ARGE-Karten, mit Ausnahme des Georeliefes, wie zu erwarten, veraltet sind. Die Informationen in den Karten der Privatverlage sind größtenteils unzuverlässig, viele Elemente wurden bloß aus älteren Karten oder aus Reiseführern entnommen. Die FINNIDA-Karten konnten als zuverlässige topographische Datengrundlage bestätigt werden.

Das Ziel der Kartennachführung ist eine konkurrenzfähige Neugestaltung der ARGE-Karten, auch hinsichtlich ihres Layout, auf Grundlage einer zweck- und nutzerorientierten Konzeption, und eine daraus resultierende Steigerung der Verkaufszahlen.

Gegenüber den bisherigen ARGE-Karten soll insbesondere durch die verstärkte Integration von Elementen der touristischen Infrastruktur ein Mehrwert geschaffen und durch ein UMT-Koordinaten-Gitternetz die Verwendbarkeit für GPS-Nutzer ermöglicht werden. Ziel ist letztendlich auch die digitale und blattschnittfreie Datenhaltung in einem GIS.

Das Konzept für die Kartennachführung sieht eine Standardisierung von Farb-, Zeichen- und Schriftschlüssel für das Nepal-Kartenwerk vor. Anders als bei den bisherigen Auflagen wird bei der Farbwahl aus Gründen der Vereinfachung und der Kostenersparnis auf Sonderfarben verzichtet. Es erfolgt eine Umstellung auf das Vierfarbsystem (CMYK). Die Namensschreibung soll ebenfalls vereinfacht werden. Anstatt einer Transkription, welche Sonderbuchstaben benötigt, wird eine Englisch-basierte Transliteration empfohlen; dies auch im Hinblick auf die Namens-Entwicklung bei der zunehmenden Bedeutung des Englischen für die Einheimischen in den Hochgebirgsregionen. Die Kartenschrift selbst wird nach Erkenntnissen einer schweizer Untersuchung auf den serifenlosen Schrifttyp „Univers“ umgestellt.

Die Neudatenerfassung erfolgt auf Grundlage von großteils kostenfrei zugänglichen Satellitendaten, ergänzt durch Geländearbeiten. Um hierbei ebenfalls Kosten zu sparen ist ein OSM-ähnliches Konzept geplant, bei dem in Kooperation mit Reiseanbietern die – anschließend überprüfte – Datenerhebung im Gelände durch Touristen erfolgt. Ähnliche Konzepte haben sich bereits bewährt und sind als Weg der Zukunft zu betrachten.

---

1 Für Nepal flächendeckend vorhandenes topographische Kartenwerk in 1 : 50 000, erstellt in Kooperation zwischen Regierung und der "Finnish Development Agency" (kurz: FINNIDA).

## Hangbewegungen auf beiden Andenabdachungen Südecuadors – Typen, Ursachen und Denudationsraten

Jannes Münchow

Institut für Geographie, Universität Erlangen-Nürnberg

Jeweils ein Untersuchungsgebiet hoher Hangbewegungsdichte wurde sowohl auf der immerfeuchten (Untersuchungsgebiet Reserva Biológica San Francisco (= RBSF)) als auch auf der wechselfeuchten Andenabdachung (Untersuchungsgebiet Masanamaca) Südecuadors kartiert. In dem Vortrag sollten Bewegungstypen, Ursachen und Denudationsraten, nachfolgend als Hangbewegungsmobilisationsraten (LMR) bezeichnet, entlang dieses beträchtlichen Feuchtigkeitsgradienten in verschiedenen geologischen Einheiten und vor allem unter verschieden ausgeprägten anthropogenen Einfluss dargestellt werden. Die LMR berechnet sich aus dem Quotienten von versetztem Hangbewegungsvolumen und der Fläche des Arbeitsgebietes sowie der Anzahl der Jahre. Dabei musste das Hangbewegungsvolumen über die Fläche skaliert werden. Die Anzahl der Jahre ergaben sich für die RBSF mittels eines multitemporalen Luftbildvergleichs. Für Masanamaca mussten wir die Zeit, innerhalb derer das beobachtete flachgründige Rutschungsinventar wahrscheinlich wieder generiert würde, über empirische Schwellenwertkurven rutschauslösender Starkregenereignisse schätzen. Die damit unweigerlich einhergehende Unsicherheit drückt sich in dem angenommenen Zeitraum von zehn bis einhundert Jahren aus. Weiterhin wurden *Generalized Additive Models* (GAM) als landslide-Anfälligkeitsmodelle benutzt, um die relative Bedeutung der vorbereitenden topographischen Ursachen (Hangneigung, lokales Einzugsgebiet, Höhe, Wölbung) zu ermitteln. Zusätzlich ermöglicht die Anfälligkeitsanalyse in Verbindung mit den ermittelten LMRs die flächenhafte Darstellung der LMR für jeden Pixel.

Es zeigte sich, dass 272 Bewegungen und 3 flachgründige Bewegungstypen der RBSF (Translationsrutschungen, Fließ- und komplexe Bewegungen) 900 Bewegungen und 6 Bewegungstypen in Masanamaca (Fallen, Rotations- und Translationsrutschungen, Fließbewegungen, komplexe und Kompositbewegungen) gegenüberstehen. In der GAM-Modellierung standen von den vier untersuchten Geländeeigenschaften Hangneigung und Größe des lokalen Einzugsgebiets am engsten mit der Hangbewegungsverteilung in Beziehung. In beiden Untersuchungsgebieten sind Starkniederschläge Hauptursache für Hangversagen und insbesondere verantwortlich für die flachgründige Hangbewegungsfraktion. Ein Erklärungsansatz für die beträchtlichen Unterschiede hinsichtlich Hangbewegungsdichte und -typen bieten unterschiedliche Sukzessionszyklen. In der RBSF erfolgt in wenigen Jahren bis Dekaden eine vollständige Stabilisierung des Hanges über die Wiederbesiedelung durch Kryptogame, Gräser, Kräuter, Buschwerk und schlussendlich Wald. Allerdings vermag eine zu hohe Vegetationsauflast, die einhergeht mit auslösenden Ursachen wie Starkregenereignissen oder Erdbeben, ebenfalls zur Rutschauslösung beitragen. Demgegenüber verharrt die Sukzession in Masanamaca durch regelmäßiges Brennen zugunsten der Weidekräuter künstlich in frühen Stadien. Kryptogame sind wenig bis gar nicht zu beobachten und nur Gräser und Kräuter können sich vorübergehend auf den Rutschungsnarben etablieren. Dies unterbindet nachhaltig die Stabilisierung des Hanges, begünstigt nachfolgende Rutschungsaktivität und dient gerade in den Konglomeraten als Grundlage für Gully-Erosion und Badlandentwicklung. Kurzum bleiben in Masanamaca flachgründige Hangbewegungsnarben nicht nur länger bestehen, zusätzlich werden sie mit der Zeit auch noch vergrößert und wandeln sich damit auch in andere Bewegungstypen, wobei gemutmaßt wird, dass fortgeführte Aktivität aus kleinen Rutschungsnarben mit der Zeit Tälchen entstehen lassen.

Des Weiteren spiegelt sich die hohe Hangbewegungsdichte in beiden Untersuchungsgebieten in den LMRs wider. Im unberührten Bergregenwald der RBSF beziffert sie sich auf 2,1 mm/a, der von Menschen beeinflusste Nordteil hingegen weist sogar 10,1 mm/a auf. Dies ist auf die erhöhte Rutschungsaktivität entlang der Straße zurückzuführen. In Masanamaca konnte nur für durch Starkregenereignisse ausgelöste flachgründige Bewegungen in beiden geologischen Einheiten (Metamorphite und Sedimentite) eine LMR-Spanne von 0,6 bis 5,6 mm/a ermittelt werden. Allerdings berücksichtigt die berechnete Rate keinerlei tiefgründige Bewegungen, insofern muss die tatsächliche LMR in Masanamaca wesentlich höher zu veranschlagen sein.



## Die Polstermoore der zentralen Hochanden

### Beispiele interdisziplinärer Forschung aus Peru und Argentinien

Karsten Schittek<sup>1</sup>, Bernhard Eitel<sup>2</sup>, Markus Forbriger<sup>2</sup>, Bertil Mächtle<sup>2</sup>, Barbara Ruthsatz<sup>3</sup>,  
Frank Schäbitz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Seminar für Geographie und ihre Didaktik, Universität Köln

<sup>2</sup>Geographisches Institut, Universität Heidelberg

<sup>3</sup>Abt. Geobotanik, Universität Trier

Die Hochgebirgs-Polstermoore der zentralen Anden sind hoch auflösende Klimaarchive für multidisziplinäre gearchäologische und paläoklimatologische Forschung. Als soligene Quellmoore sind sie ein typisches Element der hochandinen Vegetationsstufe in Höhen von etwa 4000-4900 m ü. NN. Hauptmoorbildner sind hier nicht Moose, sondern die an die höhenbedingten, extremen Standortbedingungen angepassten Juncaceen *Distichia muscoides* und *Oxychloe andina*. Für den Landschaftswasserhaushalt übernehmen die hochandinen Moore als Schlüsselhabitate eine grundlegende Funktion innerhalb eines empfindlichen ökologischen Netzwerkes und sind daher auch eine Lebensgrundlage der örtlichen Bevölkerung. Sie sind bedeutende Wasserspeicher und stellen eine wichtige Futtergrundlage für das Weidewiege dar. Zunehmende Beweidungsintensität, v. a. durch Huftiere, und Wasserentnahme durch Minen gefährden die Moorökosysteme und führen zu Erosionserscheinungen bis hin zur vollständigen Zerstörung ihrer Torfkomplexe.

In den zentralen Hochanden reagieren die Teilsysteme Wasserhaushalt, Substrat und Vegetation bereits auf kleinste Veränderungen der Feuchtezufuhr mit einem deutlichen Wandel der Formen und Prozesse, was sich schon in der Stratigraphie der Moorsedimente ausprägt. Typisch sind, wie Bohrungen und Aufschlüsse zeigen, mehr oder weniger sedimentreiche Torflagen. Die Polsterpflanzen vermögen das äolisch und/oder fluvial eingetragene Sediment bis zu einem gewissen Grade durch ihre an der Spitze fortwachsenden Sprosse stetig zu akkumulieren. Einzelne durch Starkniederschläge hervorgerufene, kurzzeitige Sedimentationsereignisse können zu vergleichsweise mächtigen Sedimentlagen führen, welche die Mooroberfläche teilweise überdecken. Die geomorphodynamische Stabilität der Einzugsgebiete der Moore spielt hierbei eine wichtige Rolle. Der Mangel einer schützenden Vegetationsbedeckung erklärt die stärkere Geomorphodynamik und weist paläoklimatisch auf trockenere Bedingungen mit episodischen Starkregenereignissen hin oder, v. a. im Spätholozän, auf eine Degradierung der Vegetation durch Überbeweidung.

Im Rahmen des interdisziplinären Verbundprojektes „Anden-Transect: Klimasensitivität präkolumbischer Mensch-Umwelt-Systeme“ wurden Bohrkernkerne aus einem hochandinen Polstermoor in den südperuanischen Westanden entnommen, welche derzeit u. a. auf Pollen und pflanzliche Makroreste untersucht werden. Erste Ergebnisse zeigen auffällige Koinzidenzen zwischen Umweltveränderungen und kulturgeschichtlichen Umbrüchen. Zunehmend trockenere Bedingungen seit dem mittleren Holozän bzw. im Archaikum führen am Andenfuß zur Siedlungskonzentration in den Flussoasen. Die anschließende Paracas-Nasca-Periode hingegen zeigt sich insgesamt eher feucht, was die Blüte der Kulturen an der Westabdachung der südperuanischen Anden beeinflusst haben kann. Deutlich zeigt sich der aride Umbruch am Ende der Nasca-Zeit mit starker Geomorphodynamik im Hochland und einem deutlich höheren Anteil andiner Straucharten im Pollenspektrum. Die Späte Zwischenperiode ist erneut durch eine feuchtigkeitsanzeigende Vegetation (v. a. Gräserpollen) und verstärktes Torfwachstum gekennzeichnet.

## **Fernerkundliche Erfassung raumzeitlicher Muster Hochandiner Hartpolstermoore im Süden Perus**

Marco Otto, Dieter Scherer

Fachgebiet Klimatologie, Institut für Ökologie an der Technischen Universität Berlin

Die hohen Bergregionen der Zentralanden beherbergen einen einzigartigen Typ von Feuchtgebieten, die als Hochalpine Feuchtgebiete, Hartpolstermoore oder Bofedales (eng. high altitude wetland of the Andes, HAWA) bezeichnet werden. Sie existieren an der Höhengrenze pflanzlichen Lebens in Gebieten mit geringer Wasserverfügbarkeit und hohen Evapotranspirationsraten als Folge hoher Aridität und Sonneneinstrahlung. HAWA bieten Lebensraum für zahlreiche endemische Tierarten und werden für die Beweidung durch Kameloiden, wie Alpaka und Lama, genutzt. Letzteres bildet eine wichtige sozioökonomische Grundlage für die einheimische Bevölkerung. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erfassung von HAWA mit fernerkundlichen Methoden. Für diese Erfassung wurde eine überwachte Landbedeckungsklassifikation basierend auf ein HAWA-Klassifikationsschema und unter Berücksichtigung raumzeitliche Muster von Vegetationsindizes durchgeführt. Als Datengrundlage für die Berechnung der Vegetationsindizes dienten multitemporale Satellitendaten von LANDSAT ETM+. Es konnten verschiedene HAWA-Typen differenziert werden. Über 50% der HAWA-Gebiete innerhalb des Untersuchungsgebietes sind temporäre Feuchtgebiete, in denen keine Hartpolsterpflanzen vorkommen. Sie bezeichnet man lokal als so genannte Pajonales, welche überwiegen von Grassfluren dominiert sind und zum Ende der ariden Phase völlig austrocknen können. Innerhalb der permanenten HAWA konnten Bereiche temporärer Überflutung zum Ende der humiden Phase identifiziert werden. Insgesamt wurden ca. 250 HAWA-Gebiete klassifiziert, was bezogen auf das Untersuchungsgebiet einem Landbedeckungsanteil von ca. 7% (900km<sup>2</sup>) entspricht. Die Klassifikationsgenauigkeit liegt bei 94%. Bisherige Untersuchungen bezogen sich im Wesentlichen auf Vegetation und Ökologie einzelner permanenter HAWA-Gebiete. Mit Hilfe des in dieser Untersuchung entwickelten fernerkundlichen Klassifikationsschemas können potentielle HAWA-Gebiete im gesamten Verbreitungsgebiet innerhalb der Anden erfasst werden und damit zukünftig als Grundlage für weitere vegetationskundliche, klimatologische oder hydrologische Untersuchungen dienen.

Schlüsselwörter: Südperu, Vegetationsindex, Puna, Vegetationsdynamik, LANDSAT ETM+, überwachte Klassifikation, Hartpolstermoore, Bofedales, Hochalpine Feuchtgebiete

**Teleconnectins: Heinrich I and Younger Dryas glaciation in the Central Andes**Jana Zech<sup>1</sup>, Roland Zech<sup>2</sup>, Jan-Hendrik May<sup>3</sup>, Peter W. Kubik<sup>4</sup>, Heinz Veit<sup>1</sup><sup>1</sup>Institute of Geography, University of Bern, Switzerland<sup>2</sup>Department of Geological Sciences, Brown University, Providence, USA<sup>3</sup>School of Earth and Environmental Sciences, University of Wollongong, Australia<sup>4</sup>Laboratory of Ion Beam Physics, ETH Zurich, Switzerland

Short term climate reversals, such as Heinrich I (H-I, ~17-15 ka) and the Younger Dryas (YD, 12.7-11.5 ka), are well documented in the Northern Hemisphere. However, the respective response of the climate system in the Southern Hemisphere during these events remains enigmatic. New <sup>10</sup>Be surface exposure ages from the Wara Wara Valley (17°17'S), Cordillera Cochabamba, reveal glacial advances in the Central Andes at 14.2 ka and 11.8 ka. These advances correlate with H-I and YD and coincide with the lake transgression phases Tauca (18-14 ka) and Coipasa (13-11 ka) on the Altiplano. They corroborate the precipitation sensitivity of glacier mass balances in the semi-arid Central Andes. Sufficient moisture for the H-I and YD glaciation can be explained by enhanced upper tropospheric easterlies as a response to an intensified South American Summer Monsoon and sustained La Niña-like conditions in the eastern tropical Pacific. This redistribution of the ocean and atmospheric circulation was caused by a southward shift of the ITCZ due to northern hemispheric cooling. La Niña-like conditions prevailed until the Early Holocene and caused a last glacial advance at 10.6 ka before the valley finally became ice free at 8.6 ka.

## Early last glacial maximum in the Central Andes and the 'deep ocean ventilation hypothesis'

Roland Zech

Geological Sciences, Brown University

It has been suggested that the midlatitude westerlies in the Southern Hemisphere play a crucial role for the climate system, because they ventilate the deep ocean when aligned with the Antarctic Circumpolar Current (Toggweiler et al. 2006). The current notion is that the westerlies shifted north of their modern position during the global Last Glacial Maximum (global LGM: ~20 ka), resulting in reduced deep ocean ventilation and low atmospheric CO<sub>2</sub>.

However, surface exposure ages from the Valle Rucachoroi (~39°S), Southern Central Andes, show that the most prominent preserved moraine dates back to ~40 ka, significantly older than the global LGM (Zech et al. 2010). Given the precipitation-sensitivity of the glacier mass-balance at the research site, this documents increased precipitation and a more equatorward position of the westerlies at 40 ka compared to the global LGM. Comparison with other glacial chronologies from the Chilean Lake District (~40°S), the Mendoza Andes (33°S), and the Cordón de Dona Rosa (30°S), reveals that an early local LGM is a consistent feature in the southern Central Andes (Zech et al. 2008). As atmospheric CO<sub>2</sub> is not at a minimum at 40 ka, but at 20 ka, we conclude that the position of the westerlies is NOT exerting dominant control on deep ocean ventilation and atmospheric CO<sub>2</sub>.

A second current notion that may need to be revised is that cold Antarctic temperatures or extensive sea ice were/are responsible for a more equatorward position of the westerlies. Instead, we suggest that other, yet unknown forcings caused the equatorward shift of the westerlies at ~40 ka (and not at 20 ka). Although potential mechanisms are not yet understood, we highlight the temporal coincidence with the Laschamp event, a geomagnetic event, which resulted in an enhanced cosmogenic ray flux and ionization in the atmosphere. Whether and to what degree related changes in the atmospheric chemistry could have affected cloud formation or atmospheric circulation patterns remains highly controversial, but should be further evaluated in future studies.

Toggweiler, J.R., Russell, J.L., & Carson, S.R. (2006): Midlatitude westerlies, atmospheric CO<sub>2</sub>, and climate change during the ice ages. *Paleoceanography* 41, doi: 10.1029/2005PA001154

Zech, R., May, J.-H., Kull, C., Ilgner, J., Kubik, P. & Veit, H. (2008): Timing of the late Quaternary glaciation in the Andes from ~15 to 40°S. *Journal of Quaternary Science* 23, 635-647

Zech, R., Zech, J., Kull, C., Kubik, P. & Veit, H. (2010): Shifting westerlies during the last glacial and deep ocean ventilation". *Geology*, submitted

## Verwendung von Ground-based LIDAR Daten zur Analyse von Sturzprozessen an alpinen Felswänden und den zugehörigen Schutthalden

Florian Haas, Tobias Heckmann, Thomas Klein, Michael Becht

Lehrstuhl für Physische Geographie, Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt

Sturzprozesse spielen in alpinen Einzugsgebieten sowohl für den Sedimenthaushalt als auch im Hinblick auf die Naturgefahrenproblematik eine wichtige Rolle. Im Rahmen des vorgestellten DFG Projektes werden selbst erhobene Ground-based LIDAR Daten (Terrestrisches Laserscanning, TLS) dazu verwendet Sturzprozesse an alpinen Felswänden näher zu untersuchen.

Die Untersuchungen werden seit 2007 in 3 Untersuchungsgebieten in den Nord-, Zentral- und Südalpen durchgeführt (Val die Funes/ Dolomiten, Horlachtal/Zentralalpen, Höllental/Nördliche Kalkalpen). Mit einem Terrestrischen Laserscanner (Riegl LMS Z420i) werden sowohl die Felswände als auch die zugehörigen Schutthalden zweimal jährlich gescannt. Größere Ereignisse (Felsstürze) werden erfasst indem die Felswände großflächig aus großer Distanz (~500m) aufgenommen werden. Kleinere Ereignisse (Steinschlag) dagegen werden durch detaillierte Aufnahmen aus kürzerer Distanz (<250m) dokumentiert. Durch diese Aufnahmen konnten im Laufe der Untersuchungen mehrere kleine und größere Felsstürze in den drei Gebieten beobachtet und durch eine multitemporale Auswertung der durch die LIDAR Daten erstellten Höhenmodelle quantifiziert werden. Der größte dieser Felsstürze eignete sich mit einem Volumen von annähernd 3300 Kubikmetern (8900 Tonnen) im Val di Funes (Italienische Dolomiten). Für diesen Felssturz konnte sowohl der Ausbruchsbereich als auch der Ablagerungsbereich genau identifiziert werden (vgl. Abb. 1).

Die detaillierten Analysen der Ablagerungsbereiche zeigen darüber hinaus, dass die LIDAR Daten nicht nur zur bloßen Quantifizierung von Sturzprozessen eingesetzt werden können, sondern dass sie sich auch hervorragend dazu eignen die Oberflächenbedingungen etwa auf den Halden zu charakterisieren. So ist es mit Hilfe von LIDAR Daten beispielsweise möglich die Oberflächenrauigkeiten auf Schutthalden flächenverteilt zu bestimmen oder die Oberflächenformen einzelner Blöcke (z.B. Achsenverhältnis/axial ratio) zu ermitteln.

Im Rahmen der Untersuchungen konnte so etwa am Beispiel eines großen Felssturzes in den Dolomiten die Oberflächenform (Achsenverhältnis) und die Sturzreichweite von insgesamt 618 Felsblöcken (>1m) bestimmt werden. So konnte nachgewiesen werden, dass die Blockform einen deutlichen Einfluss auf die potentielle Sturzreichweite eines Felsblockes hat. So erzielen „rundere“ Blöcke (axial ratio etwa 1) im Mittel höhere Reichweiten als längliche Blöcke (axial ratio >1) (vgl. Abb.2).

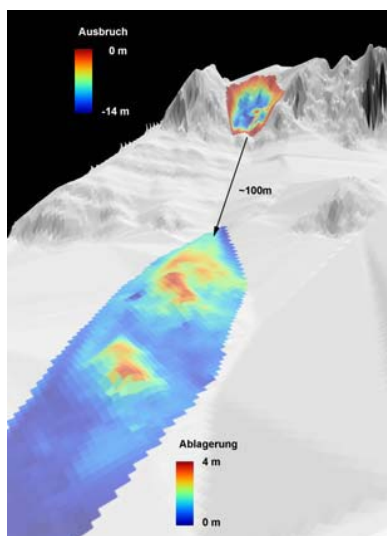


Abb.1: Quantifizierung eines Felssturzes aus dem Jahr 2008 im Val di Funes/Dolomiten (ermittelt aus einer Cut an Fill-Analyse)

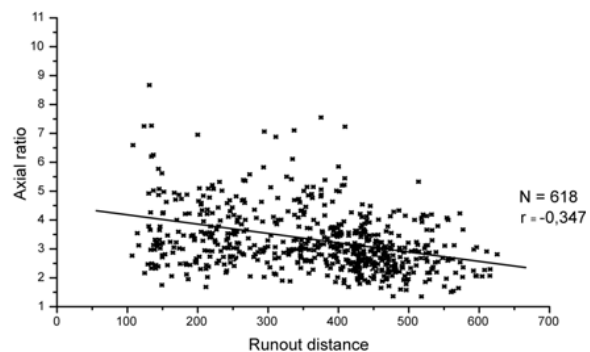


Abb.2: Quantifizierung eines Felssturzes aus dem Jahr 2008 im Val di Funes / Dolomiten (ermittelt aus einer Cut an Fill-Analyse)

## **Mythen und Fakten aus dem Gletschervorfeld - Untersuchungen zur Primärsukzession auf jüngst eisfrei gewordenen Gletschervorfeldern in den Ostalpen**

Thomas Fickert, Friederike Grüninger

Physische Geographie, Universität Passau

Studien zur Vegetationsentwicklung auf Gletschervorfeldern in den Alpen haben eine lange Forschungstradition und reichen mit den Arbeiten von Hoppe (1803), Coax (1887), v. Klebelsberg (1913) oder Lüdi (1958) bis zum Beginn des vorletzten Jahrhunderts zurück. Gletschervorfelder bieten sich in ganz besonderer Weise an, die Dynamik von Pflanzensukzessionen zu untersuchen, da es sich mit der Besiedlung bisher vegetationsfreier Areale um eine echte Primärsukzession handelt. Häufig wird in Sukzessionsstudien aus Zeitgründen auf die Methode der "space for time substitution" (im Sinne Pickett's 1989) zurückgegriffen, bei der aus einem räumlichen Nebeneinander unterschiedlicher Standorte ein zeitliches Nacheinander abgeleitet wird. Im Falle der Sukzession in Gletschervorfeldern werden dabei i.d.R. Spuren datierbarer Gletscherstände zur zeitlichen Einordnung herangezogen, wobei die Annahme zugrunde liegt, dass mit zunehmender Entfernung der Fläche zum Gletscherterminus der Zeitpunkt des Freischmelzens länger zurückliegt und damit unterschiedliche Sukzessionsstadien angetroffen werden. Obwohl diese Methode durchaus geeignet ist, Veränderungen in der Artenzusammensetzung und der Vegetationsstruktur in Abhängigkeit der Dauer der Eisfreiheit zu dokumentieren, bleibt die bestandsinterne Dynamik der Besiedlung, also etwa Migrationsmuster oder Frequenz- und Dominanzverschiebungen einzelner Arten z.B. aufgrund von wachsender Konkurrenz, sich langsam ändernder Standortbedingungen, etc. verborgen, da ja unterschiedliche Flächen mit unterschiedlichen ökologischen Vorgaben zu nur einem Zeitpunkt untersucht werden.

Solche Muster und Prozesse können jedoch mit Hilfe von Dauerbeobachtungsflächen erfasst werden. Gerade der Rekord-Sommer 2003, der alpenweit zu einem massiven Rückgang der Gletscher führte, kann als idealer Startzeitpunkt für derartige Untersuchungen angesehen werden. Durch die enormen Längenveränderungen der Gletscher innerhalb des Sommers 2003 kann mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die unmittelbaren Gletschervorfelder erstmals seit vielen Jahrhunderten wieder eisfrei wurden. Im Sommer 2005 wurden am Goldbergkees (Sonnblick, Hohe Tauern, Österreich) und am Lenksteinferner (Hochgall, Rieserfernergruppe, Italien) Dauerbeobachtungsflächen unmittelbar am damaligen Eisrand eingemessen, die im 2-jährlichen Turnus aufgesucht werden. Zwar kann nach der Einrichtung und Erstaufnahme der (damals noch fast durchwegs vegetationslosen) Untersuchungsflächen im Jahr 2005 und den ersten beiden Folgeuntersuchung im Sommer 2007 und 2009 noch nicht von einer wirklichen Dauerbeobachtung die Rede sein, es zeichnen sich aber bereits einige spannende Entwicklungen ab, die hier vorgestellt werden sollen.

Coax, J. (1887): Erste Ansiedlung phanerogamischer Pflanzen auf von Gletschern verlassenem Boden. Mitteilung der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 3-12

Hoppe, D.H. (1803): Botanische Reise nach den Salzburischen, Kärntnerischen und Tirolerischen Alpen. - Bot. Taschenbuch. Regensburg

Lüdi, W. (1958): Beobachtungen über die Besiedlung von Gletschervorfeldern in den Schweizeralpen. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 146, 386-407

Pickett, S.T.A. (1989): Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies. S. 110-135. In: Likens, G.E. (Hrsg.): Long-term studies in ecology. New York, 214 S.

v. Klebelsberg, R. (1913): Das Vordringen der Hochgebirgsvegetation in den Tiroler Alpen. Eine alpinpflanzengeographische Studie. Österreichische Botanische Zeitschrift 63/5

## **Der Beitrag der Gletscherschmelze am Abfluss des Inns**

Ludwig Braun

Kommission für Glaziologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften

Berechnungen mithilfe des hydrologischen Modells DANUBIA in hoher Auflösung zeigen die Bedeutung der Eisschmelze im gesamten Einzugsgebiet der oberen Donau bis Passau. Einen nennenswerten Beitrag zum Abfluss liefert die Gletscherschmelze ausschließlich im Bereich des Inns, ein glaziales Abflussregime ist gegenwärtig auf die direkten Zuflüsse aus den stark vergletscherten Kopfeinzugsgebieten beschränkt. Unter der Vorgabe eines veränderten Klimas mit trockeneren Sommern im Einklang mit dem gegenwärtigen Stand der Klimaforschung kommt es zu einem weiteren drastischen Rückgang der Gletscher verbunden mit einer anfangs verstärkten Schmelzwasserabgabe und dem Übergang zu einem nivalen Regime. Für das Alpenvorland verliert das „Wasserschlosses Alpen“ wegen der fehlenden Sommerniederschläge mehr an Bedeutung als durch den Verlust der Gletscher.

Further Information:

Weber, M., Braun, L. & Prasch, M.: Oral Presentation at the Alpine Glaciology Meeting in Milano March 2010

# Poster



## Mountain pastures and grasslands in the SW Tien Shan, Kyrgyzstan: floristic patterns, environmental gradients, phytogeography, and grazing impact

Peter Borchardt, Udo Schickhoff

Institut für Geographie, Universität Hamburg

Can the vegetation of southern Kyrgyzstan's mountain pastures be classified in distinctive community types? Which site factors exert the greatest influence on the differentiation of the mountain tundra vegetation in the SW Tien Shan? What are the predominant phytogeographical distribution types and life forms of the pasture vegetation? To what extent does human land use and land degradation affect the differentiation of the vegetation?

We classified the species composition by cluster analysis; the underlying environmental gradients were explored using DCA. The entire dataset of 395 relevés was used for classification and ordination. A subset of 79 relevés, containing the complete soil and human impact data, was used in a second DCA to analyze the correlation between species composition, life forms,  $\alpha$ -diversity, environmental, and structural variables as well as grazing impact.

Southern Kyrgyzstan's pastures and meadows were classified into four distinctive plant communities, viz. **(A)**, *Aconogonon-Prangos*-; **(B)**, *Phlomooides-Alchemilla*-; **(C)**, *Eremurus-Arenaria*- and **(D)**, *Plantago-Polygonum*-community. The site factors altitude, inclination and grazing impact were found to be the major determinants of the vegetation pattern. A second DCA, calculated on a data-subset, showed the high impact of grazing and soil parameter on the differentiation of the four communities. Phytogeographical analysis revealed that the majority of the species pool consists of Middle Asian endemics and Eurosiberian species. However, disturbance-tolerant annual and ruderal species play a significant role with respect to species composition and coverage of the herbaceous layer in vast areas of southern Kyrgyzstan's mountain pastures.

In contrast to recently examined mountain grasslands of the North Tien Shan this first comprehensive analysis of southern Kyrgyzstan's mountain pastures and meadows revealed a much higher human impact, reflected in anthropogenically modified species compositions of plant communities and species richness of the herb layer. The omnipresent and intense grazing impact has favoured to a far greater extent than in the North Tien Shan the dominance of widespread and ruderal species at the expense of rare endemics. With regard to sustaining the integrity of these mountain grassland ecosystems we consider it indispensable to adopt appropriate pasture management strategies.

## **Saisonale Migration zwischen geopolitischer Grenzziehung und kultureller Identifikation: Die Bhotiyas im Darma-Tal des Kumaon-Himalayas, Indien**

Martin Gerwin<sup>1</sup>; Christoph Bergmann<sup>2</sup>; William S. Sax<sup>2</sup>; Marcus Nüsser<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Geographie

<sup>2</sup>Abteilung Ethnologie

Südasiens-Institut, Universität Heidelberg

In der Hochgebirgsforschung ist mittlerweile anerkannt, dass die saisonale Migration von Bergbewohnern zwischen Siedlungen und/oder Weiden in verschiedenen Höhenzonen nicht nur eine Anpassung an den Naturraum darstellt, sondern ebenso in ein Gefüge von vielfältigen wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Austauschprozessen eingebunden ist. Es wird jedoch kritisiert, dass in klassischen Ansätzen diese Wechselbeziehungen häufig nicht in ausreichender Tiefe analysiert werden sowie häufig einer eurozentristischen Perspektive gefolgt wird. Um dieses Forschungsdefizit zu beheben, stehen im Zentrum unserer Fallstudie die so genannten *Bhotiyas*, deren ethnische Identität und Existenzsicherung bis zur Grenzschließung im Zuge des Indo-Chinesischen Krieges 1962 vom Handel mit Tibet geprägt war. Neben der jährlichen Migration nach Tibet, nutzten die *Bhotiyas* zudem in einer kombinierten Berglandwirtschaft und einer integrierten mobilen Tierhaltung die verschiedenen Höhenstufen des Kumaon-Himalayas. Ein Überblick des Bedeutungswandels saisonaler Migration für diese ehemalige Händlergruppe steht im Zentrum unseres Posters. Saisonale Migration wird in einem räumlichen Wirkungsgefüge ökologischer, geopolitischer und kultureller Aspekte verortet.

## **New aspects of Bavarian forest glaciation**

Barbara Hauzenberger, Thomas Fickert

Physische Geographie, Universität Passau

The Bavarian forest is located at the southeastern German-Czech border as a part of the Central European Uplands, and forms a spatial link between the Pleistocene ice masses nourished in the Alps and in Scandinavia. The upland has summits rising up to 1450 m a.s.l. which has been high enough for Quaternary glaciations.

Investigations carried out over the last century, have concluded that valley glaciers have been present around the mountains higher than 1300 m a.s.l.

In a project concerning the Bavarian glacial history we have investigated the Haidel Mountain area, close to the German/Czech/Austrian border point, and used a glacier mass balance model for simulating the palaeo-climate. The Haidel Mountain reaches 1165 m a.s.l. (and is located in between two mountains reaching higher than 1300 m a.s.l.) and is therefore an interesting location for studying the elevation limits for former glaciers. Moraine ridges exist on both the eastern and western slopes of Haidel down to 860-900 m a.s.l. We have used ice surface profile models with the moraines marking a minimum extent of former glaciation and these models indicate that the top of the mountain was ice covered. To relate our findings of glacial traces to climate shifts we have used a high resolution mass balance model for an area of ca. 15000 km<sup>2</sup> in central Europe. The mass balance model yields positive mass balance for Haidel with a temperature decrease of 12 K, when also the higher Bavarian mountains Lusen and Rachel have positive mass balance areas of reasonable size for their documented glacial traces. Our investigation shows that palaeo-glaciers have developed in the Bavarian forest forming a link between the extensive ice masses over Scandinavia and the Alps. The ice surface profiles, based on data from contemporary glaciers, shows that the Bavarian forest mountain peaks have most likely been covered by small ice-fields – an aspect previously never reported. Furthermore, our basic mass balance model approach shows a simple way of getting climate constraints from glacial geological data.

## Quantifizierung der Sediment-Konnektivität in einem alpinen Geosystem

Tobias Heckmann, Markus Thiel, Florian Haas, Michael Becht

Lehrstuhl Physische Geographie, Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt

Konnektivität ist definiert als die "physikalische Kopplung von Sediment, also Sedimenttransport von einem Ort zu einem anderen, und das Potential eines Teilchens, das System zu durchqueren" (s. Hooke 2003: 79). Sowohl in der Ökologie als auch in der Hydrologie ist Konnektivität ein wichtiges Thema. So gibt es z.B. eine ganze Reihe von Indizes, welche die Konnektivität von Landschaftsbereichen oder anderen Untereinheiten beschreiben. In der Geomorphologie wurde die Konnektivität in diversen Studien über Sedimentbudgets zwar berücksichtigt, jedoch nur selten in bestenfalls semi-quantitativer Weise behandelt (z.B. Caine & Swanson 1989, Harvey 2001, Hooke 2003, Brierley et al. 2006, Fryirs et al. 2007).

Die hier vorgestellte Arbeit hat das Ziel, die Möglichkeiten zur Quantifizierung der Konnektivität in alpinen Geosystemen zu erkunden und die Auswirkungen des Kopplungsgrades auf das Sedimentbudget zu untersuchen.

Alpine Einzugsgebiete werden von verschiedenen geomorphologischen Prozessen (z.B. Steinschlag, Murgänge, hangaquatische und fluviale Spülprozesse, Kriechvorgänge, Lawinen) durch Erosion, Transport und Ablagerung von Sediment geformt. Diese Prozesse verlagern Sediment innerhalb von Subsystemen oder von einem Subsystem in ein anderes. Die Prozessräume der jeweils beteiligten Prozesse können sich räumlich überlappen und somit Sediment durch das gesamte System hindurchleiten. Diese „Kopplung von Subsystemen“ wird im geomorphologisch-sedimentologischen Kontext als „Sedimentkaskade“ bezeichnet (nach Chorley & Kennedy). Die Transporteffizienz einer Sedimentkaskade wird nicht nur durch Prozessart, Prozessraten und Frequenz-Magnitude-Beziehungen bestimmt, sondern auch durch die Topologie der Landschaftseinheiten bzw. Subsysteme.

Die Konnektivität eines geomorphologischen Systems ist sowohl für den Sedimentflux als auch für die Sensitivität bzw. Resilienz eines Einzugsgebietes von wesentlicher Bedeutung. Wir sind überzeugt, dass eine quantitative Bestimmung der Konnektivität von großem Nutzen bei der Erstellung von Sedimentbudgets und dem sedimentologischen Management von Einzugsgebieten ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde mit Hilfe von numerischen GIS-Modellen die Kopplung zwischen den Prozessräumen wesentlicher am Sedimenttransport beteiligter geomorphologischer Prozesse (Steinschlag, Murgang, hangaquatische und fluviale Prozesse) untersucht. Die Modellierungsergebnisse, die im Feld überprüft wurden, zeigen, dass nur geringe Flächen eines Einzugsgebietes im Hinblick auf Grobsediment mit dem Einzugsgebietsauslass gekoppelt sind.

Die Modelle liefern nicht nur die räumliche Ausdehnung und Aktivität der erwähnten Prozesse, sondern auch Sedimentrouten, die als Graphen mit Knoten und Kanten in Kantenlisten bzw. Adjazenzmatrizen weiterverarbeitet werden können. Über graphentheoretische Methoden können lokale (d.h. auf einen Knoten oder eine Kante bezogen) und globale (d. h. systemweite, auf den gesamten Graph bezogen) Maße zur Quantifizierung der Sediment-Konnektivität abgeleitet werden. Diese Maße sollen qualitative Untersuchungen zur Kopplung bzw. Konnektivität von Einzugsgebieten ergänzen, des Weiteren sollen quantitative Auswirkungen auf Sedimentspende und Sensitivität von Einzugsgebieten untersucht werden.

Brierley, G., Fryirs, K. & Jain, V. (2006): Landscape connectivity: the geographic basis of geomorphic applications. *Area* 38: 165-174

Caine, N. & Swanson, F.J. (1989): Geomorphic coupling of hillslope and channel systems in two small mountain basins. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.* 33: 189-203

Fryirs, K., Brierley, G.J., Preston, N.J., Spencer, J. (2007): Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. *Geomorphology* 84: 297-316

Harvey, A.M. (2001): Coupling between hillslopes and channels in upland fluvial systems: implications for landscape sensitivity, illustrated from the Hogwill Fells, northwest England. *Catena* 42: 225-250

Hooke, J. (2003): Coarse sediment connectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology. *Geomorphology* 56: 79-94

## Die Bergwelt des Iran

Robert Kostka

Institut für Angewandte Geodäsie, Kartographie und Photogrammetrie, TU Graz

Das vorliegende Buch enthält Ergebnisse transdisziplinärer Studien, besonders basierend auf Forschungsarbeiten der letzten Jahre. 17 Autoren haben in 35 Kapiteln verschiedene Themen zu iranischen Hochgebirgsregionen behandelt. Die Forschungsbeiträge betreffen Klima, Vegetation, Wasserhaushalt, Tier- und Pflanzenwelt aber auch ethnologische Fragen und den Bezug zur Religions- und Entdeckungsgeschichte.

Für das Tagungsthema „Aktuelle Forschungen in Gebirgsräumen-Hochgebirgsökologie“ wurden für die Posterpräsentation 4 Buchbeiträge ausgewählt:

Bergland im Trockengürtel der Alten Welt (R. Kostka)

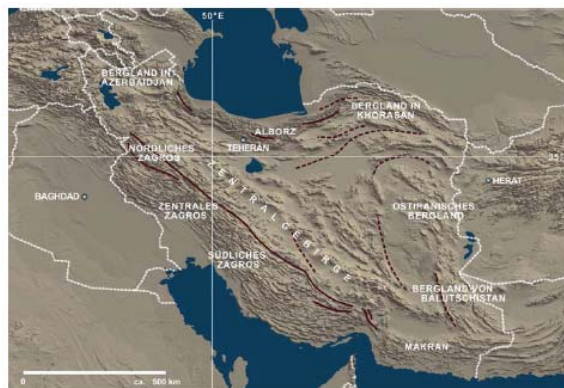
Traditionelle und moderne Bienenhaltung im Zagros (G. Kastberger, H. Kaiser)

Ökologie der Vegetation und der Höhenstufen im Zagros Gebirge (Iran) (S.-W. Breckle)

Höhlenforschung im Iran, eine speläologische Exkursion in die Bergwelt um Teheran (E. Geyer)



Haft Tanan (4060m) im Zard Kuh Massiv  
Foto: M. Hajabolfath



Reliefdarstellung des Iran, NASA Shuttle Radar Topography Mission  
Comp.: G. Seier



Biene am persischen Mohn (*Roemeria refracta*)  
Foto: G. Kastberger



Bienenhaltung in den Gebirgsregionen des Zagros  
Foto: G. Kastberger

Gratzl, K & Kostka, R. (Hrsg.) (2009): Die Bergwelt des Iran. ISBN 978-3-7059-0297-8, Format 22,5cm x 29cm, 296 Seiten, 358 farbige Abbildungen, Skizzen und Karten, Erstausgabe. Weishaupt Verlag, A-8342 Gnas/e-bookshop:www.weishaupt.at

## **Hochweidegebiete im Raum Arslanbob, Südkirgistan: Entwicklung eines nachhaltigen Nutzungskonzeptes**

Sabrina Scheitweiler

Institut für Geographie, Universität Hamburg

In der Region Arslanbob, im Süden Kirgistans an der Südabdachung der Fergana-Kette des Tien-Shan, finden sich weltweit einzigartige und stark bedrohte Walnuss-Wildobst-Wälder. Die Gebiete oberhalb dieser Wälder, ab einer Höhe von etwa 1800 m ü. NN, werden von der lokalen Bevölkerung als Sommerhochweiden genutzt (Borchardt et al, 2010).

Kirgistan unterliegt seit der Auflösung der UdSSR und seiner daraus folgenden Unabhängigkeit einem tief greifenden sozioökonomischen Transformationsprozess, der durch die zunehmende Bedeutung der Subsistenzwirtschaft vielfach eine Übernutzung der natürlichen Ressourcen zur Folge hat. (Schmidt, 2005; Ludi, 2003)

Die Untersuchung der Folgen des steigenden Beweidungsdrucks hinsichtlich Phytomasse, Futterquantität und -qualität der unterschiedlichen Vegetationstypen sowie die Entwicklung eines nachhaltigen Nutzungskonzeptes für die Sommerweiden der Region sind Gegenstand des Dissertationsvorhabens. Die Arbeit erfolgt im Rahmen der zweiten Phase des von der Volkswagenstiftung geförderten Projektes „The Impact of the Transformation Process on Human- Environmental Interactions in Southern Kyrgyzstan“.

Ludi, E. (2003): Sustainable pasture management in Kyrgyzstan and Tajikistan: development needs and recommendations. *Mountain Research and Development* 23: 119-123

Schmidt, M. (2005): Utilisation and Management Changes in South Kyrgyzstan's Mountain Forests. *Journal of Mountain Science* 2: 91-104

Borchardt, P., Schmidt, M. & Schickhoff, U. (2010): Vegetation patterns in Kyrgyzstan's walnut-fruit forests under the impact of changing forest use in post-soviet transformation. *Die Erde* (in press)

## Teilnehmerliste

|               |           |  |   |
|---------------|-----------|--|---|
| Anhorn        | Johannes  | anhorn@sai.uni-heidelberg.de               | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg                   |
| Bäumler       | Rupert    | baeumler@geographie.uni-erlangen.de        | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                            |
| Beck          | Erwin     | erwin.beck@uni-bayreuth.de                 | Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften, Univ. Bayreuth         |
| Bergmann      | Christoph | cbergman@ix.urz.uni-heidelberg.de          | Abteilung Ethnologie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg                   |
| Bimüller      | Carolin   | carolin.bimueller@gmx.de                   | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                            |
| Bolch         | Tobias    | tobias.bolch@geo.uzh.ch                    | Geographisches Institut, Univ. Zürich-Irchel                                |
| Borchardt     | Martin    | pbo1@gmx.de                                | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                                      |
| Braun         | Ludwig N. | Ludwig.Braun@kfg.badw.de                   | Kommission für Glaziologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften              |
| Bräuning      | Achim     | abraeuning@geographie.uni-erlangen.de      | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                            |
| Breitung      | Christian | christian.breitung@ku-eichstaett.de        | Angewandte Physische Geographie, Kath. Univ. Eichstätt-Ingolstadt           |
| Buchroithner  | Manfred   | Manfred.Buchroithner@mailbox.tu-dresden.de | Institut für Kartographie, TU Dresden                                       |
| Dame          | Juliane   | juliane.dame@uni-heidelberg.de             | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg                   |
| Dotter        | Desiree   | desiree.dotter@gmx.de                      | Institut für Geographie, Univ. Erlangen Nürnberg                            |
| Erlwein       | Alexander | erlwein@sai.uni-heidelberg.de              | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg                   |
| Fickert       | Thomas    | Thomas.Fickert@Uni-Passau.De               | Physische Geographie, Univ. Passau  |
| Finsterwalder | Rüdiger   | karto@bv.tum.de                            | Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU München                  |
| Fischer       | Thomas    | thomas.fischer@geographie.uni-muenchen.de  | Department für Geographie, LMU München                                      |
| Gebrekirstos  | Aster     |  | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                            |
| Gegg          | Katharina | katharina.egg@ku-eichstaett.de             | Angewandte Physische Geographie, Kath. Univ. Eichstätt-Ingolstadt           |
| Gerlitz       | Lars      | post-an-lars@web.de                        | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                                      |
| Gerwin        | Martin    | martin.gerwin@uni-heidelberg.de            | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg                   |
| Grabherr      | Georg     | Georg.Grabherr@univie.ac.at                | Institut für Pflanzenphysiologie, Univ. Wien                                |
| Haas          | Florian   | florian.haas@ku-eichstaett.de              | Lehrstuhl Physische Geographie, Kath. Univ. Eichstätt-Ingolstadt            |
| Hauzenberger  | Barbara   | Barbara.Hauzenberger@gmx.de                | Physische Geographie, Univ. Passau  |
| Jordan        | Ekkehard  | Dr.EJo@t-online.de                         | Institut für Geographie, Univ. Düsseldorf                                   |
| Kostka        | Robert    | kostka@aon.at, ruth.hoedl@tugraz.at        | Institut für Angewandte Geodäsie, Kartographie und Photogrammetrie, TU Graz |
| Kretschmer    | Martin    | martin.kretschmer@gmx.de                   | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                                      |
| Künkel        | Hannes    | hkuenke@gwdg.de                            | Geographisches Institut, Univ. Göttingen                                    |
| Lange         | Jelena    | Jelena.Lange@studium.uni-hamburg.de        | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                                      |

|              |           |  |  |
|--------------|-----------|--|--|
| Leiber       | Katharina | Katharina.Leiber@googlemail.com        | Abteilung Bodenphysik, Univ. Bayreuth                            |
| Lennartz     | Thomas    | Thomas.Lennartz@uni-heidelberg.de      | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg        |
| Lentschke    | Jan       | jan.lentschke@cms.hu-berlin.de         | Geographisches Institut, Humboldt-Univ. Berlin                   |
| Löffler      | Jörg      | joerg.loeffler@uni-bonn.de             | Geographisches Institut, Univ. Bonn                              |
| Mächtle      | Bertil    | bertil.maechtle@geog.uni-heidelberg.de | Geographisches Institut, Univ. Heidelberg                        |
| Mayer        | Christoph | christoph.mayer@kfg.badw.de            | Kommission für Glaziologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften   |
| Messerli     | Bruno     | bmesserli@bluewin.ch                   | Geographisches Institut, Univ. Bern                              |
| Miehe        | Georg     | miehe@mailers.uni-marburg.de           | Fachbereich Geographie, Philipps-Univ. Marburg                   |
| Münchow      | Jannes    | malnamalja@gmx.de                      | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Nicolussi    | Kurt      | kurt.nicolussi@uibk.ac.at              | Institut für Geographie, Univ. Innsbruck                         |
| Nüsser       | Marcus    | marcus.nuesser@uni-heidelberg.de       | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg        |
| Otto         | Marco     | Marco.Otto@Klima.TU-Berlin.de          | Institut für Ökologie, TU Berlin                                 |
| Pohle        | Perdita   | ppohle@geographie.uni-erlangen.de      | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Rankl        | Melanie   | melanie.rankl@yahoo.de                 | Schloßgarten 13a, 90768 Fürth                                    |
| Reinwarth    | Oskar     | oskar.reinwarth@t-online.de            | Kommission für Glaziologie, Bayer. Akademie der Wissenschaften   |
| Richter      | Michael   | sairecabur@web.de                      | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Scheitweiler | Sabrina   | sabrina.scheitweiler@gmx.de            | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                           |
| Schickhoff   | Udo       | schickhoff@geowiss.uni-hamburg.de      | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                           |
| Schitteck    | Karsten   | schitteck@uni-koeln.de                 | Seminar für Geographie und ihre Didaktik, Univ. Köln             |
| Schmidt      | Susanne   | sschmidt@sai.uni-heidelberg.de         | Abteilung Geographie, Südasien Institut, Univ. Heidelberg        |
| Schwab       | Niels     | schwab321@gmx.net                      | Institut für Geographie, Univ. Hamburg                           |
| Spannl       | Susanne   | susi.spannl@web.de                     | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Thiel        | Markus    | Markus.Thiel@ku-eichstaett.de          | Lehrstuhl Physische Geographie, Kath. Univ. Eichstätt-Ingolstadt |
| Thomas       | Axel      | A.Thomas@geo.uni-mainz.de              | Geographisches Institut, Univ. Mainz                             |
| Titz         | Alexandra | atitz@geographie.uni-erlangen.de       | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Uffmann      | Jeremias  | Jeremias.Uffmann@web.de                | Institut für Kartographie, TU Dresden                            |
| Vanselow     | Kim       | Kim.Vanselow@gmx.de                    | Institut für Geographie, Univ. Erlangen-Nürnberg                 |
| Welsch       | Walter    | w.m.welsch@T-Online.de                 | Univ. der Bundeswehr München                                     |
| Winiger      | Matthias  | winiger@uni-bonn.de                    | Geographisches Institut, Univ. Bonn                              |
| Zech         | Roland    | godotz@gmx.de                          | Geological Sciences, Brown University, Providence                |
| Zech         | Jana      | jana.zech@giub.unibe.ch                | Geographisches Institut, Univ. Bern                              |
| Zech         | Michael   | michael_zech@gmx.de                    | Abteilung Bodenphysik, Univ. Bayreuth                            |
| Zech         | Wolfgang  | w.zech@uni-bayreuth.de                 | Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Univ. Bayreuth     |