



**Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung und  
Arbeitskreis Hochgebirge**

**Biennale Berchtesgaden, 26. bis 28. Mai 2016**

**Hochgebirgsforschung im Zeichen des globalen Wandels**

Am Anreisetag, Donnerstag 26. Mai 2016, findet der öffentliche Abendvortrag um 20 Uhr am Tagungsort in der Jugend- und Freizeiteinrichtung Buchenhaus Schönau statt. Er wird gehalten von Wolfgang Pusch zum Thema „Klassischer Reliefbau - Anachronismus oder Geovisualisierung mit Zukunft?“.

Das Symposium findet im Rahmen der gemeinsamen Tagung von Arbeitskreis Hochgebirge und der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung statt, die am Abend des 26. Mai beginnt und durch eine ganztägige Exkursion am Samstag, den 28. Mai 2016 abgerundet wird.

Für die Exkursion bestehen zwei Optionen:

Für Gebirgstüchtige wird eine Exkursion von Christoph Mayer zur Kühroint Alm und zum Watzmanngletscher angeboten.

Für Personen, die lieber in weniger steilem Gelände wandern, ist ein Besuch im Erdzeitalterlabor des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes im Salzbergwerk Berchtesgaden und ein Besuch im GATE Zentrum (Galileo Navigations-Testgebiet) in Schönau vorgesehen.

Am Sonntag, den 29. Mai findet die Mitgliederversammlung der ARGE Vergleichende Hochgebirgsforschung zwischen 9 und 12 Uhr statt.

Tagungsort: Jugend- und Freizeiteinrichtung Buchenhaus Schönau  
Krennstrasse 35-37, 83471 Schönau am Königssee

<http://www.berchtesgadener-land.com/buchenhaus>



Arbeitsgemeinschaft  
für vergleichende Hochgebirgsforschung e.V.  
München



**Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung und AK Hochgebirge**  
**Biennale Berchtesgaden, 27. Mai 2016**

**Programmablauf der wissenschaftlichen Vorträge zum Thema**  
**Hochgebirgsforschung im globalen Wandel**

- 08:00 **Registrierung**
- 08:45 **Begrüßung**
- 09:00 **Andreas Benz**, Universität Augsburg  
*Translokale Entwicklung im pakistanischen Karakorum – Migration, translokale Livelihoods und Bildungsexpansion in Gojal, Gilgit-Baltistan*
- 09:20 **Michael Spies**, FU Berlin  
*Anpassung an Gletscheränderungen in Nagar, Nordpakistan, als komplexer Aushandlungsprozess zwischen Mensch und Umwelt*
- 09:40 **J. Müller, M. Nüsser, J. Dame, S. Schmidt**, Univ. Heidelberg  
*Urbanisierungsprozesse und Herausforderungen für die Wassernutzung in Leh, Ladakh*
- 10:00 **Teepause**
- 10:30 **Matthias Schmidt**, Univ. Augsburg  
*Zur Humangeographie postsozialistischer Gebirgsräume*
- 10:50 **Andrei Dörre**, FU Berlin  
*Kommodifizierung – Privatisierung – Nutzerbasiertes Management. Neoliberale Entwicklungen im Weidesektor Kirgistans*
- 11:10 **Kim André Vanselow**, FAU Erlangen-Nürnberg  
*‘Greening’- und ‘Browning’-Trends im Westpamir, Tadschikistan*
- 11:30 **Teepause**

- 12:00 **Alexander Groos, Christoph Mayer, Claudio Smiraglia, Guglielmina Diolaiuti**, Univ. Augsburg, Univ. of Milan  
*Investigating mass balance processes for glaciers in the Karakoram based on enhanced degree-day modelling*
- 12:20 **S. Schmidt, J. Dame, M. Nüsser**, Univ. Heidelberg  
*Gletscherseeausbrüche im Trans-Himalaya von Ladakh (Indien)*
- 12:40 **Lasafam Iturrizaga**, Univ. of Göttingen  
*Regional-specific characteristics of the formation of glacial lakes and their distinct hazard potential in the Cordillera Blanca (Peru)*
- 13:00 **Mittagspause**
- 14:00 **Erwin Beck, Jörg Bendix & Thomas Knoke**, Univ. Bayreuth, Univ. Marburg, TU München  
*Options for restoration of abandoned land use in the Andes of South Ecuador, assessed by a novel evaluation system for ecosystem services*
- 14:20 **Carina Zang**, Univ. Heidelberg  
*Wasserqualität am Rande der Atacamawüste - Feldstudie zur Auswirkung von Landnutzungsveränderungen*
- 14:40 **Johannes Hepp, Roland Zech, Kazimierz Rozanski, Mario Tuthorn, Bruno Glaser, Wolfgang Zech, Michael Zech**, Univ. Bayreuth, Univ. Bern  
AGH Univ. Kraków  
*Rekonstruktion von spätquartären Luftfeuchte-Veränderungen an den Südhängen des Kilimandscharo, Ostafrika, anhand eines gekoppelten  $\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$  Biomarker Paläohygrometers*
- 15:00 **Teepause**
- 15:30 **Wolfgang Zech, Darima Andreeva, Vasilij Tashak, Natalia Tysdenova**, Univ. Bayreuth  
*Anthrosole in den Balebergen Südäthiopiens*
- 15:50 **Georg Mische, Lars Opgenoorth, Joachim Schmidt, Jürgen Böhner, Jianquan Liu**, Univ. Marburg  
*Life in the Cold: What do we know about the bioclimatology of the Tibetan Plateau and the Himalayas during the Last Glacial Maximum and the Late Glacial?*
- 16:10 **Christine Mix, Carola Küfmann**, LMU München  
*Bodenbildungsdynamik im subalpinen Dolinenkarst am Untersberg – Berchtesgadener Alpen*
- 16:30 **Thomas Fickert & Friederike Grüniger**, Univ. Passau  
*Vegetationsdynamik im Gletschervorfeld Ein Jahrzehnt Dauerbeobachtungen zur pflanzlichen Primärsukzession in Gletschervorfeldern der Ostalpen*
- 16:50 **Teepause**
- 17:20 **Udo Schickhoff**, CEN Univ. Hamburg  
*Die alpine Waldgrenze im Klimawandel*

- 17:40 **Maaïke Y. Bader, Hannah Loranger, Gerhard Zotz**, Univ. Marburg, Univ. Oldenburg  
*Climate-change effects on early tree establishments at the alpine treeline*
- 18:00 Andrea Fischer, Martin Stocker Waldhuber, Kay Helfricht, Bernd Seiser ,  
Österreichische Akademie Der Wissenschaften  
*Eine Dekade Snow Farming in Gletscherskigebieten*
- 18:20 **R. Pape & J. Löffler**, Univ. Bonn  
*Seasonality of habitat selection shown to buffer alpine reindeer pastoralism against climate variability*
- 18:40 Anschließend Posterausstellung

Gemeinsames Abendessen im Buchenhaus

### **Exkursion**

Samstag 28. Mai 2016 Treffpunkt Buchenhaus Schönau 8.00 Uhr morgens

1) Exkursion nach Kühroint Alm und Watzmannletscher

2) Exkursion im Raum Berchtesgaden:

Besuch des Galileo Navigation Testgebietes an der Oberschönauerstr. 14

Besuch des Relief-Ateliers von Wolfgang Pusch, Stangergasse 1, D-83483 Bischofswiesen

Besuch des „Haus der Berge“

**Translokale Entwicklung im pakistanischen Karakorum – Migration, translokale Livelihoods und Bildungsexpansion in Gojal, Gilgit-Baltistan.**

Andreas Benz

*Institut für Geographie, Universität Augsburg*

andreas.benz@geo.uni-augsburg.de

**Abstract**

In the Gojal region in northern Pakistan difficult natural conditions for agriculture, resource scarcity, a weak local economy, and insufficient local opportunities for employment and income-generation have posed severe obstacles to sustainable development. Based on a combined strategy of migration and increased translocalization of social networks, the Gojalis managed to overcome local constraints and to tap external resources. This was accompanied by a translocalization of households and livelihoods, which allowed increased levels of well-being, triggered processes of far-reaching socio-economic change and enabled a sustainable development process in this mountain region.

In this talk, I analyse the preconditions for the successful realization of migration and translocalization strategies of the Gojalis, and assess the effects of these strategies for sustainable mountain development. Important preconditions, closely linked to the Gojalis being Ismailis, were external modernization interventions of the Aga Khan Development Network, a firm integration of the Gojalis into global Ismaili networks, and a strong push towards ideological tenets of modernity. The implications of the subsequent migration and translocalization strategies are shown in a historical, household-based analysis of livelihood change.

The paper is based on results of a total of three months of field research conducted in 2011 and 2012 in the region.

## **Anpassung an Gletscheränderungen in Nagar, Nordpakistan, als komplexer Aushandlungsprozess zwischen Mensch und Umwelt**

Michael Spies

*Freie Universität Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften / ZELF*

michael.spies@fu-berlin.de

### **Abstract**

Ungeachtet der inzwischen gut belegten „Karakoram Anomaly“ finden sich im pakistanischen Karakorum einige Fälle von zurückgehenden und absackenden Gletscherzungen, die für die lokale Bevölkerung von höherer Relevanz sind als die generelle Zunahme von Eismasse in Karakorum. Der Vortrag diskutiert zwei Fallstudien aus den Dörfern Minapin und Hopar, wo abschmelzende Gletscherablationsgebiete bereits vor 30-40 Jahren zur Austrocknung von Bewässerungskanälen und somit zur Aufgabe wertvoller Ackerflächen geführt haben. Dabei stehen die vielfältigen Anpassungsversuche, die seitdem stattgefunden haben, im Mittelpunkt des Interesses: Während in Minapin erfolgreich ein neues und unkonventionelles Bewässerungssystem errichtet werden konnte, schlugen in Hopar über drei Jahrzehnte mehrere Versuche, alternative Bewässerungsquellen anzuzapfen, fehl. Eine vergleichende Analyse der Ursachen für den Erfolg bzw. das Scheitern der verschiedenen Anpassungsversuche zeigt, dass hierfür ein tieferes Verständnis der komplexen Aushandlungsprozesse sowohl zwischen gesellschaftlichen Akteuren als auch zwischen der Bevölkerung und den Elementen der lokalen Umwelt erforderlich ist. Dabei bildet die Konzeption von Anpassungsprozessen als „Assemblage-Bilden“ eine Möglichkeit, die Vielfalt entscheidender sozialer (Dorfgemeinschaften, lokale Aktivisten, Entwicklungsorganisationen, etc.) und materieller „Aktanten“ (u.a. Erdbeben, geomorphologische Elemente) in nichtdeterministischer Art und Weise miteinander in Beziehung zu setzen.

# Urbanisierungsprozesse und Herausforderungen für die Wassernutzung in Leh, Ladakh

Judith Müller, Marcus Nüsser, Juliane Dame

*Universität Heidelberg*

judith.mueller@uni-heidelberg.de, marcus.nuesser@uni-heidelberg.de, juliane.dame@uni-heidelberg.de

## Abstract

Die Region Ladakh im indischen Trans-Himalaya ist durch ausgeprägte Aridität gekennzeichnet. Die große Mehrzahl der Siedlungen liegt in Seitentälern der Hauptflüsse (Indus, Shyok, Nubra) und ist durch gletscher- und schneegespeiste Einzugsgebiete gekennzeichnet. Aufgrund dieser naturräumlichen Bedingungen ist Wasser eine knappe Ressource. Neben Trinkwassernutzung und häuslichem Gebrauch werden Wasserressourcen für die Bewässerungslandwirtschaft genutzt. Der Bedarf durch touristische Unterkunfts- und Versorgungsmöglichkeiten stellt eine wachsende Größe dar, ebenso wie die Beanspruchung des Wasservorkommens durch das indische Militär.

Der Vortrag konzentriert sich auf das urbane Zentrum Leh, das zugleich Hauptstadt des gleichnamigen Distrikts in Ladakh ist. Fragen des Wassermanagements erhalten hier im Kontext der raschen Urbanisierung besondere Brisanz. Steigende Bevölkerungszahlen, ökonomische Veränderungen und ein damit verbundener Anstieg des Lebensstandards wirken sich direkt auf den Wasserbedarf aus.

Am Beispiel dieser Fallstudie werden in einem aktuell laufenden Forschungsprojekt neue Strategien des Wassermanagements vor dem Hintergrund sozioökonomischer Veränderungen aus einer politisch-ökologischen Perspektive untersucht. Die empirischen Erhebungen basieren auf quantitativen und qualitativen Untersuchungen und Fernerkundungsdaten, die ergänzend zur Analyse der Landnutzungs- und Urbanisierungsdynamik eingesetzt werden.

Die bisherigen Ergebnisse belegen vielfältige Veränderungen des „traditionellen“ Wassermanagements. Es wird dargestellt, welche Strategien und Zielvorstellungen unterschiedliche Akteure verfolgen, um mit der, sich ändernden, Wassersituation umzugehen. Hier sind insbesondere die Entwicklungsprogramme zur Wasserversorgung und Bewässerungswirtschaft und damit verbundene Diskurse von Interesse.

## Zur Humangeographie postsozialistischer Gebirgsräume

Matthias Schmidt  
Universität Augsburg  
schmidt@geo.uni-augsburg.de

### Abstract

Während des sog. Kalten Krieges mangelte es aus westlicher Perspektive an Kenntnissen über die Gebirge hinter dem „Eisernen Vorhang“ – eine Folge der eingeschränkten Zugänglichkeit und der Tatsache, dass wissenschaftliche Studien aus den sozialistischen Staaten oftmals nicht verfügbar waren, in einer nicht-westlichen Sprache formuliert oder schlichtweg ignoriert wurden. Mit den politischen Transformationen der Jahre 1989/91 rückten jedoch auch die Gebirgsregionen Eurasiens in den Fokus der internationalen *Scientific Community*. In der Folge entstanden zahlreiche Studien verschiedensten disziplinären Hintergrunds über physische, naturräumliche oder sozioökonomische Aspekte der Gebirge in den nun postsozialistischen Staaten.

Es ist unbestritten, dass der real existierende Sozialismus signifikanten Einfluss ausübte, wie Gebirge wahrgenommen und bewertet, genutzt und verwaltet wurden. Die spezifischen Formen von Staatskontrolle, zentralistischer Administration, wirtschaftlicher Nutzbarmachung, Kollektivierung und gesellschaftlicher Umstrukturierung, Naturschutzideale und Erholungs-vorstellungen, all diese Kräfte, Rahmenbedingungen und Aktivitäten beeinflussten und formten die Gebirgsregionen Eurasiens. In dem Vortrag soll der Frage nachgegangen werden, inwieweit die Gebirgsregionen in den heutigen postsozialistischen Staaten Partikularitäten in Bezug auf Landmanagement, *Livelihoods*, Naturschutz und politischer Steuerung aufweisen und in welcher Art und Weise das sozialistische Erbe heutige Umwelten und Gesellschaften in diesen Gebirgsregionen beeinflusst. Gibt es gar Besonderheiten, die als spezifisch „postsozialistisch“, „postkommunistisch“ oder „postsowjetisch“ bezeichnet werden könnten? Gleichwohl soll dieser Fokus nicht dazu verführen, andere aktuelle und vermutlich einflussreichere Faktoren wie den Klimawandel, transnationale Kooperationen und Globalisierungsprozesse zu vernachlässigen.



## **Kommodifizierung – Privatisierung – Nutzerbasiertes Management. Neoliberale Entwicklungen im Weidesektor Kirgistans**

Andrei Dörre

*Freie Universität Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften / ZELF*  
adoerre@zedat.fu-berlin.de

### **Abstract**

Neben fundamentalen Umweltveränderungen umfasst das Konzept des globalen Wandels auch spezifische demographische Prozesse und die tiefgreifenden Auswirkungen der Globalisierung. Aus politisch-ökonomischer Perspektive heraus lassen sich viele Manifestationen der Globalisierung auf die Implementierung von an neoliberalen Entwicklungsvorstellungen orientierten politischen Maßnahmen zurückführen. Der Interventionscharakter solcher globalen Entwicklungsnarrative wird insbesondere in den Ergebnissen von Aushandlungsprozessen zwischen Geberorganisationen und Staatsführungen deutlich, die von starken Machtasymmetrien und ungleichen Abhängigkeiten charakterisiert sind.

Vor diesem Hintergrund nimmt der Vortrag die Problematik top-down implementierter neoliberaler Politik und lokaler Folgen am Beispiel der Weideproblematik Kirgistans in Augenschein. Es wird gezeigt, wie zentrale theoretische Annahmen in rechtliche Vorgaben übersetzt wurden die mit den Bedingungen vor Ort häufig im Widerspruch stehen. Die Darstellungen sollen verdeutlichen, dass soziale Entwicklungen in Hochgebirgsregionen Zentralasiens stark von global wirksamen Entwicklungsparadigmen beeinflusst sein können.

## **‘Greening’- und ‘Browning’-Trends im Westpamir, Tadschikistan**

Kim André Vanselow  
*FAU Erlangen-Nürnberg*  
kim.vanselow@fau.de

### **Abstract**

‘Greening’ und ‘Browning’ bezeichnen das Ergrünen ehemals vegetationsloser Gebiete bzw. die Degradation von Flächen mit ehemals dichter Vegetationsbedeckung im Zusammenhang mit dem globalen Wandel. Der tadschikische Westpamir ist eine trockene Hochgebirgsregion, die in besonderem Maße von Klima- und Landnutzungswandel betroffen ist und in der sich diese Phänomene beobachten lassen. Insbesondere der Zusammenbruch der Sowjetunion 1991 führte zu einem erhöhten Druck auf die natürlichen Ressourcen. Dies lag vor allem an der gestiegenen Nachfrage nach lokal verfügbarem Brennmaterial und landwirtschaftlichen Produkten. Die Viehzahlen im Untersuchungsgebiet stiegen von 1990 bis 2009 um das 2,5-fache. Dies führte vielerorts zu Überweidungserscheinungen, welche sich durch die Auflichtung der Vegetationsdecke und die Ausbreitung ungenießbarer Weideunkräuter äußerten. Außerdem erlitten die Auwaldbestände (Tugai) erhebliche Schäden aufgrund übermäßiger Holzentnahme während der Energiekrise in den 1990er Jahren. Diese Wälder sind jedoch essentiell für die Abflussregulierung und Uferstabilität der Flüsse und somit für den Schutz von Ackerland, Siedlungen und Infrastruktur, welche sich überwiegend auf die Flussterrassen konzentriert. Im Gegensatz zu den weitreichenden Degradationserscheinungen konnte eine Zunahme der Vegetationsbedeckung auf hochgelegenen Schutt- und Moränenflächen beobachtet werden. Bei diesen handelt es sich um Landschaftseinheiten, welche von sowjetischen Wissenschaftlern noch in den 1960er Jahren als weitestgehend vegetationslos beschrieben wurden. Diese Entwicklung könnte in Zusammenhang mit einer beständigen Temperaturzunahme in der Region innerhalb der letzten Dekaden stehen. Die Temperatur ist einer der wichtigsten limitierenden Faktoren des Pflanzenwachstums. Durch die Erwärmung kommt es jedoch zu einer Verschiebung von Arten aus niedrigeren Vegetationsstufen und somit zu einer Zunahme des Artenreichtums und der Vegetationsbedeckung auf alpinen Flächen. Im Vortrag wird auf Basis historischer Vegetationskarten und Satellitenbild-Zeitreihen am Beispiel der Ruschan-Kette evaluiert, wann und warum ‘Greening’- und ‘Browning’-Erscheinungen im Westpamir auftreten.

## **Investigating mass balance processes for glaciers in the Karakoram based on enhanced degree-day modelling**

<sup>1</sup>Alexander Groos, <sup>2</sup>Christoph Mayer, <sup>3</sup>Claudio Smiraglia, <sup>3</sup>Guglielmina Diolaiuti

<sup>1</sup>*Universität Ulm*, <sup>2</sup>*Commission for Geodesy and Glaciology, Bavarian Academy of Sciences and Humanities*, <sup>3</sup>*Dipartimento di Scienze della Terra A. Desio, University of Milan, Italy*  
alexander.gross@uni-ulm.de, christoph.mayer@kfg.badw.de, claudio.smiraglia@unimi.it, guglielmina.diolaiuti@unimi.it

### **Abstract**

In contrast to many alpine glaciers across the Himalaya no extensive mass loss has been observed in the Karakoram during previous decades. The varying response of Karakoram glaciers to recent climate change is supposed to be predominantly controlled by the presence of supraglacial debris, reduced summer temperatures and the influence of winter precipitation attributed to prevailing westerly cyclones. A new and enhanced degree-day model approach, which consists of basic statistical and more complex physical components, is presented in this study. The aim of the model is to analyse the sensitivity of accumulation and ablation processes in the Karakoram regarding present and future changes of various atmospheric and glaciological variables. To account for the impact of debris cover on glacial melt information on the debris thickness distribution were derived from Landsat thermal images applying a simple energy balance model and empirical relationships. Downscaled atmospheric data from the High Asia Refined analysis (HAR) were used as input for the model. Daily mean values of the Urdukas AWS (4,200 m a.s.l.) on the Baltoro glacier served for the validation. Despite considerable uncertainties in the amount and variability of accumulation a first estimation of annual snow accumulation and glacial ablation for the whole Karakoram was undertaken. The modelled outputs are in agreement with in-situ measurements from the Baltoro glacier in 2011 and 2013. Finally, transitional snow line altitudes were derived from the daily MODIS snow cover product to evaluate the spatio-temporal variability of the model outputs.

## **Geltscherseeausbrüche im Trans-Himalaya von Ladakh (Indien)**

<sup>1</sup>Susanne Schmidt, <sup>1,2</sup>Juliane Dame & <sup>1</sup>Marcus Nüsser

<sup>1</sup>*Südasiens-Institut, Abteilung Geographie, Universität Heidelberg*

<sup>2</sup>*Heidelberg Center for the Environment, Universität Heidelberg*

s.schmidt@sai.uni-heidelberg.de, juliane.dame@uni-heidelberg.de, marcusnuesser@uni-heidelberg.de

### **Abstract**

Gletscher bilden entscheidende Wasserspeicher für die Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen im semi-ariden Trans-Himalaya von Ladakh. Im Kontext des Klimawandels ist auch in diesem Abschnitt des Gebirgsbogens ein Gletscherrückgang zu beobachten, der langfristig das bestehende Nutzungssystem der lokalen Bevölkerung in Frage stellt. Kurzfristig ist jedoch mit einer Zunahme an Hochwässern durch Gletscherseeausbrüche oder austauende Permafrosttaschen zu rechnen. Neben vereinzelt großen katastrophalen Gletscherseeausbrüchen, werden kleinere Flutereignisse in diesem Gebirgsraum häufig beobachtet. Dies trifft auch für den Trans-Himalaya von Ladakh zu, wo durch das Abschmelzen der hochgelegenen Gletscher eine große Zahl proglazialer Seen entstand, die durch eisgefüllte Moränen gedämmt werden. Das potentielle Risiko dieser Gletscherseeausbrüche zeigt sich durch die Berichte aktueller Fluten in den Dörfern Nidder im Oktober 2010 und in Gya im August 2014. Die Flut im August 2014 hat einige bewirtschaftete Getreidefelder, Weideland und Brücken und Häuser zerstört. Eigene Geländeerhebungen und Fernerkundungs-untersuchungen zeigen, dass sich die Fläche des auf 5400 m liegenden proglazialen Sees zwischen 1969 und 2014 von 0,03 auf 0,08 km<sup>2</sup> vergrößert hatte. Auf Grund des relativ stabilen Seespiegels kann ein subterranean Durchbruch (Piping) durch den Moränenkörper angenommen werden. Bereits in den 1990er-Jahren hat sich ein kleines GLOF-Ereignis in dem Dorf ereignet, das einige Felder zerstört hatte. Die Satellitenbilder belegen, dass der See auch damals nicht komplett ausgelaufen war und nur eine kurzzeitige Abnahme des Seespiegels zu verzeichnen war. Mit hoher Wahrscheinlichkeit müssen in Zukunft auch weitere GLOF-Ereignisse erwartet werden. Neben den insgesamt häufiger auftretenden Flutereignissen wird das Schadenspotential durch die demographische Entwicklung und die zunehmende Infrastruktur entlang der Flüsse und Täler beeinflusst. Das Fallbeispiel zeigt, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, um das Risiko dieser relativ kleinen GLOFs und deren potentielle Überflutungsgebiete abzuschätzen. Hierzu können die Auswertungen von multitemporalen Fernerkundungsdaten zur Untersuchung der Dynamik der Seen und Siedlungsräume einen Beitrag leisten.

## **Regional-specific characteristics of the formation of glacial lakes and their distinct hazard potential in the Cordillera Blanca (Peru)**

Lasafam Iturrizaga

*High Mountain Geomorphology/Institute of Geography, University of Göttingen*

liturri@gwdg.de

### **Abstract**

The tropical mountain range of the Cordillera Blanca (8-10°S) hosts one of the main concentrations of proglacial lakes in high-mountain settings worldwide, which have formed as a result of the dominant trend of modern glacier retreat. In the 20<sup>th</sup> century, glacial lake outbursts have severely affected large settlement areas in the Rio Santa Basin. Additionally to the striking newly emerged lakes, geomorphological evidence of paleolakes is found throughout the middle and lower valley sections. Based on empirical data from field research in over 20 valleys and the analysis of air and satellite images, the study provides a genetic classification of major lake types and a generalized model for the distribution of the present lakes and paleolakes. A conceptual approach for the spatio-temporal distribution pattern of principal lake types in the context of the glaciation history was developed. The origin of the lakes and their recurrent distribution pattern are associated with the individual stages of the Pleistocene to modern glaciation and their corresponding geomorphological landforms. Apart from the individual lake, the focus is put on the spatial arrangement of the lakes to each other based on a holistic landscape assessment. Implications are drawn for the hazard potential, in particular in terms of outburst cascades involving two or more lakes. On a supraregional scale, a clustering of certain lake types occurs in different mountain ranges of the Andes according to their specific topographical and glaciological settings. Even though the glaciated areas have all been subject to major ice losses, only some mountain regions are prone to form moraine-dammed lakes such as in the Cordillera Blanca. The key controlling factors for their formation are highlighted from a glacial-geomorphological point of view. The distribution of principal types of glacial lakes is outlined in a N-S profile along the Andes. In terms of the hazard potential, it can be stated that apart from the eye-catching and well recognizable proglacial lakes on satellite images, the more “invisible” glacial lakes and other water reservoirs, may pose a latent thread to permanent and temporary settlements and their infrastructure. The risk prediction and the technical capabilities of their hazard management are rather limited. The investigations are partial results of a research project on the glacial geomorphology of the Andes financed by the Alexander von Humboldt-Foundation.

Iturrizaga, L. (2014): Glacial and glacially-conditioned lake types in the Cordillera Blanca, Perú: A spatio-temporal conceptual approach. In: *Progress in Physical Geography*, 38, 5, 602-636.

# Options for restoration of abandoned land use in the Andes of South Ecuador, assessed by a novel evaluation system for ecosystem services

Erwin Beck<sup>1</sup>, Jörg Bendix<sup>2</sup> & Thomas Knoke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, [erwin.beck@uni-bayreuth.de](mailto:erwin.beck@uni-bayreuth.de)

<sup>2</sup>Laboratory for Climatology and Remote Sensing (LCRS), Faculty of Geography, University of Marburg, 35032 Marburg, [bendix@staff.uni-marburg.de](mailto:bendix@staff.uni-marburg.de)

<sup>3</sup>Center of Life and Food Sciences Weihenstephan, Technische Universität München, 85354 Freising <[knoke@forst.tu-muenchen.de](mailto:knoke@forst.tu-muenchen.de)>

## Abstract

Change of land use is increasingly threatening natural ecosystems, especially in tropical mountains and forest clearing for agricultural expansion and compensation for abandoned farmland takes place at alarming rates. In this paper we compare four options for restoring abandoned pasture areas in the Andes of South Ecuador with regard to their ecological and socioeconomic ecosystem services. The four options are afforestation either with indigenous alder or exotic pine, or pasture regeneration and subsequent low-input or intense management. The reference is the abandoned pasture. For evaluation 15 ecological and 8 socioeconomic indicators were used. The ecological indicators comprised carbon relations, hydrological regulation, climate regulation and soil quality; the socioeconomic were upfront costs and revenues discounted at 5 and 8% interest, and preferences of 2 ethnic groups as key elements for the proposed options. The data were calculated for a time-span of 20 years. For most of the indicators the principle “more is better” was applied. For assessment of the indicators we used mini-max normalization which allows robust transformation into a unitary performance index, covering a scale from 0 (real minimum) to 100 (real maximum). Both variants of afforestation and intense pasture management improve the ecological value, but low-input pasturing does not. Economic indicators favor either afforestation or intense pasturing. Both ethnic groups are more inclined to opt for afforestation than for pasture restoration.

## Reference:

Knoke et al. (2014) Afforestation or intense pasturing improve the ecological and economic value of abandoned tropical farmlands. *Nature Comm* 5, doi:10.1038/ncomms6612

# **Wasserqualität am Rande der Atacamawüste - Feldstudie zur Auswirkung von Landnutzungsveränderungen**

Carina Zang

*Heidelberg Center for the Environment, Universität Heidelberg*

Carina.Zang@uni-heidelberg.de

## **Abstract**

Generell ist Wassermangel der zentrale limitierende Faktor für landwirtschaftliche Produktion in ariden Gebieten wie dem Norden Chiles. In der Atacama-Region, trotz Wassermangels, hat in den letzten 20 Jahren eine starke Expansion der Agrarwirtschaft stattgefunden. Treibender Faktor hierfür ist das nationale Ziel Chiles zu einem der wichtigsten globalen Lebensmittelexporteure aufzusteigen. Chile soll von der weltweit, insbesondere in Asien, steigenden ganzjährigen Nachfrage nach frischem Obst wirtschaftlich profitieren. Dies hat zur Verbreitung von Monokulturen, vor allem beim Anbau von Tafeltrauben, Zitrusfrüchten, Avocados und Oliven geführt. Trotz hoch technisierter Bewässerungsstrukturen ist der Wasserbedarf in den Tälern Nordchiles stark angestiegen.

Diese Entwicklungen lassen sich beispielhaft im Huasco Tal beobachten, das sich von der Anden- Hauptkette bis zur Pazifikküste erstreckt. Das landwirtschaftlich geprägte Tal liegt am südlichen Rand der Atacamawüste. Seit dem Bau des Santa Juana Staudamms im Jahr 1995 haben im gesamten Tal Großgrundbesitzer Land und Wasserrechte von kleinen Landwirten aufgekauft und so Mischkulturen für Subsistenzwirtschaft in große zusammenhängende Flächen für den Anbau von Tafeltrauben zum Export umgewandelt. Diese Veränderungen gehen mit einer zunehmenden Nutzung von Düngemitteln einher. Neben Landwirtschaft wird in dieser Region sehr viel Bergbau betrieben: Die für die Wirtschaft Chiles wesentlichen Rohstoffe Kupfer und Gold sollen in der Andenkette des Huasco Tals in Form von neuen Minen erschlossen werden.

Die Auswirkungen dieser intensiven Landnutzungsveränderungen lassen sich beispielhaft an Wasserqualität als wichtigem Indikator für die Einflüsse von anthropogenen Aktivitäten auf das Ökosystem zeigen. In dieser Feldstudie wurden über das Sommerhalbjahr 2015/2016 Wasserproben aus dem Flusssystem und aus einzelnen Trinkwasserbrunnen im oberen Einzugsgebiet des Río Huasco entnommen. Schwerpunkte der Analyse sind chemische Parameter wie Schwermetalle, Nitrat und Phosphat, sowie physikalische Parameter. Der Beitrag zeigt erste Ergebnisse und diskutiert diese im Hinblick auf unterschiedliche Landnutzungsformen innerhalb des Einzugsgebiets.

# Rekonstruktion von spätquartären Luftfeuchte-Veränderungen an den Südhängen des Kilimandscharo, Ostafrika, anhand eines gekoppelten $\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ Biomarker Paläohygrometers

<sup>1</sup>Johannes Hepp, <sup>2</sup>Roland Zech, <sup>3</sup>Kazimierz Rozanski, <sup>1</sup>Mario Tuthorn, <sup>1</sup>Bruno Glaser, Wolfgang Zech, Michael Zech

<sup>1</sup>Univ. Bayreuth, <sup>2</sup>Univ. Bern, <sup>3</sup>AGH University of Science and Technology in Kraków

johannes-hepp@gmx.de, roland.zech@giub.unibe.ch, rozanski@fis.agh.edu.pl,

Mario.Tuthorn@uni-bayreuth.de, bruno.glaser@uni-bayreuth.de, W.Zech@uni-bayreuth.de,

michael\_zech@gmx.de

## Abstract

Unser Verständnis von spätquartärem Klimawandel und sich verändernden hydrologischen Bedingungen in Ostafrika basiert im Wesentlichen auf der Untersuchung von Seespiegelschwankungen, Seesedimenten und Pollenarchiven. Des Weiteren wurde anhand von innovativen Datierungsmethoden die Vergletscherungsgeschichte des Kilimandscharo rekonstruiert und es wurden Eisbohrkerne untersucht.

In unserem Vortrag stellen wir den Maundi Krater und seine Sedimentfüllungen als ca. 100 ka altes Umwelt- und Klimaarchiv vor (Schüler et al., 2012). Der Krater befindet sich in ~2780 m ü.NN auf den Südhängen des Kilimandscharo am Übergang von der montanen Bergregenwaldstufe zur subalpinen Strauchstufe. Die Anwendung eines kürzlich entwickelten „Paläohygrometers“ basierend auf Biomarker- und Stabilisotopenanalysen (Tuthorn et al., 2015) erlaubt erstmals die Rekonstruktion von Veränderungen der relativen Luftfeuchte für das Untersuchungsgebiet. Diese neuen Ergebnisse werden wir vorstellen und sie im Kontext publizierter Paläoklimastudien vom Kilimandscharo und dessen Umfeld diskutieren.

## Literaturverweise

Schüler, L., Hemp, A., Zech, W., and Behling, H. (2012). Vegetation, climate and fire-dynamics in East Africa inferred from the Maundi crater pollen record from Mt Kilimanjaro during the last glacial–interglacial cycle. *Quaternary Science Reviews*, 39:1–13.

Tuthorn, M., Zech, R., Ruppenthal, M., Oelmann, Y., Kahmen, A., del Valle, H., Eglinton, T., Rozanski, K., and Zech, M. (2015). Coupling  $\delta^2\text{H}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  biomarker results yields information on relative humidity and isotopic composition of precipitation—a climate transect validation study. *Biogeosciences*, 12(12):3913–3924.



## **Anthrosole in den Balebergen Südäthiopiens**

Wolfgang Zech, Darima Andreeva, Vasilij Tashak, Natalia Tysdenova  
*Universität Bayreuth*  
w.zech@uni-bayreuth.de

Anthrosole sind vom Menschen nachhaltige veränderte Böden. Sie entstehen z.B. durch Auftrag von mineralischem oder humosem Material und sind i.d.R. reich an organischer Substanz und Phosphor. Ein bekanntes und gut untersuchtes Beispiel ist die Terra preta, die Indianerschwarzerde in Amazonien.

Wir haben in den letzten Jahren in Zusammenarbeit mit russischen und mongolischen Kollegen zahlreiche Anthrosole in Südsibirien und in der Mongolei untersucht. Anthrosole kommen aber auch verbreitet in den Balebergen vor, einem ausgedehnten Gebirgsmassiv im Süden von Äthiopien. Es erreicht Höhen bis zu 4380 m asl und weist ein ausgedehntes, über 4000 m hohes Plateau auf mit afroalpiner Vegetation. Stellenweise kommen jedoch auch Bestände mit *Erica arborea* und *Erica trimera* vor. Georg Miehe, der zusammen mit seiner Frau die Vegetation der Baleberge untersucht hat, ist der Ansicht, dass das Baleplateau nach dem Abschmelzen der MIS2-Moränen überwiegend von Ericabeständen bestockt war und erst durch das Eindringen des Menschen diese Bestände weitestgehend zerstört wurden.

Im Rahmen mehrerer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderter Projekte soll diese Hypothese in Zusammenarbeit mit äthiopischen Partner von der Universität Addis Ababa näher untersucht werden. Ein Schwerpunkt betrifft dabei die archäologische und biogeochemische Untersuchung der Anthrosole zur Erfassung der Chronologie und Intensität der menschlichen Einflussnahme in dieses Hochgebirgsökosystem. Anhand von Ergebnissen aus unseren Untersuchungen an sibirischen Anthrosolen wird der methodische Ansatz für dieses Projekt in den Balebergen vorgestellt.

## **Life in the Cold: What do we know about the bioclimatology of the Tibetan Plateau and the Himalayas during the Last Glacial Maximum and the Late Glacial?**

<sup>1</sup>Georg Mieke, <sup>1</sup>Lars Opgenoorth, <sup>2</sup>Joachim Schmidt, <sup>3</sup>Jürgen Böhner, <sup>4</sup>Jianquan Liu  
*University of Marburg, Univ. Rostock, Univ. Hamburg, Chinese Academy of Sciences*  
miehe@uni-marburg.de , lars.opgenoorth@uni-marburg.de, schmidt@agonum.de,  
<sup>3</sup>juergen.boehner@uni-hamburg.de,

### **Abstract**

The paleo-climate scenarios of the Tibetan Plateau or the Himalayas diverge depending on the proxies used: ice shield, desert or persistence of life in the high altitude grasslands or forests. A new approach relies on endemic plants and animals: their current vertical and horizontal envelopes provide temperature and humidity thresholds to be used cross-checking phylogeographical results of range extensions and allow for a re-interpretation of the palaeo-climate state of the art.

## **Bodenbildungsdynamik im subalpinen Dolinenkarst am Untersberg – Berchtesgadener Alpen**

Christine Mix, Carola Küfmann

*Department für Geographie und Landschaftsökologie, LMU München*

carola.kuefmann@geographie.uni-muenchen.de

### **Abstract**

Der stark verkarstete und höhlenreiche Untersberg-Gebirgsstock liegt im Grenzgebiet zwischen Salzburg und Berchtesgaden. Auf seiner stark touristisch genutzten Hochfläche (subalpine bis alpine Höhenstufe: 1500-1900m ü. NN) stellen Dolinen die landschaftsprägende Karstform dar. Neben steilwandigen Schächten, welche zum Teil auch Eingänge in den Untergrund darstellen, dominieren z.T. regelmäßig geböschte Lösungsdolinen. Daneben sind zahlreiche Übergangsformen zu schachtartig oder kaskadenförmig angelegten Dolinenkomplexen landschaftsprägend. Diese auffällige Formvarianz des Mikroreliefs (Stichwort: Neigung, Exposition) bedingt, in Kombination mit der Boden – und Vegetationsbedeckung eine differenzierte Abtragsdynamik von Bodensedimenten. Sie ist ein wichtiger Parameter für die räumliche Verteilung von Niederschlag, der temporären und perennierenden Schneedecke und dem Eintrag von äolischen Sedimenten.

Daraus leitet sich eine Steuerung der Depositions- und Abtragungsprozesse von Sedimenten unterschiedlicher Art und Quantität ab. In fünf Dolinen und deren Peripherie wurde ein Messnetz aus Sediment- und Erosionsfängern installiert, die grundlegende Erkenntnisse zur Prozessdynamik liefern sollen. Hier stehen besonders die potentiellen Einflussfaktoren der Dolinenformen (Exposition, Hangneigung, Vegetation) im Fokus. Durch eine zusätzlich engräumig angelegte Bodenkartierung an den Dolinenhängen können die gewonnenen Ergebnisse aus den Ein- und Abtragsdaten mit Hilfe des aktuellen Bodenentwicklungsstandes gestützt und eine Dynamik im System Doline abgeleitet werden.

Die bisherige Auswertung der Daten aus zwei aufeinanderfolgenden Messjahren (Juni bis Oktober) zeigt eine starke Verknüpfung der bodennahen Erosionsprozesse in Zusammenhang mit Vegetationsbesatz und Dolinenhangposition an. Diese sind vor allem an Schneetälchenstandorten am Dolinen-grund deutlich erhöht. Die Verteilungsmuster der kartierten Bodentypen belegen eine Dominanz der Skeletthumusböden entlang der Dolinenränder und eine starke Verlehmung und Verbraunung der Bodentypen im Bereich des Dolinenbodens. An inselhaften Flächenresten und in Kuppenlagen erreichen die verbraunten, skelettfreien Unterbodenhorizonte z.T. erhöhte Mächtigkeiten (> 15cm) und stellen eine bodenkundliche Besonderheit unter den skelettreichen alpinen Rendzinen im Hochgebirge dar. Sie belegen nicht zuletzt durch ihre Glimmerdominanz den äolischen Einfluss auf den subalpinen Dolinenkarst des Untersbergplateaus.

# **Vegetationsdynamik im Gletschervorfeld**

## **Ein Jahrzehnt Dauerbeobachtungen zur pflanzlichen Primärsukzession in Gletschervorfeldern der Ostalpen**

Thomas Fickert & Friederike Grüninger

*Physische Geographie, Universität Passau*

Thomas.Fickert@uni-passau.de, Friederike.Grueninger@uni-passau.de

### **Abstract**

Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung in Gletschervorfeldern haben eine lange Forschungstradition in den Alpen und reichen bis weit ins vorletzte Jahrhundert zurück. Häufig werden aus Zeitgründen sogenannte Chronosequenzen herangezogen, bei der aus einem räumlichen Nebeneinander unterschiedlicher Standorte ein zeitliches Nacheinander unterschiedlicher Sukzessionsstadien abgeleitet wird. Dieses Verfahren ist durchaus geeignet Unterschiede in der Artenzusammensetzung und der Vegetationsstruktur unterschiedlich lange eisfreier Flächen zu zeigen, allerdings bleibt die Besiedlungsdynamik über einen längeren Zeitraum verborgen, da ja unterschiedliche Flächen mit potentiell unterschiedlichen ökologischen Vorgaben wie Hangneigung, Höhenlage, Exposition, Störungshistorie etc. untersucht werden, und damit auch andere Faktoren als die reine Dauer der Eisfreiheit für die Vegetationsausprägung von Bedeutung sein können. Um Migrationsmuster und/oder Frequenz- und Dominanzverschiebungen einzelner Arten im Laufe der Sukzession, etwa aufgrund mutualistischer Effekte oder wachsender Konkurrenz, erkennen zu können sind Dauerbeobachtungen das Mittel der Wahl. Im Sommer 2005 wurden an zwei Gletschern der ostalpinen Zentralalpen (Goldbergkees am Sonnblick, Hohe Tauern, Österreich sowie am Lenksteinferner am Hochgall, Rieserfernergruppe, Italien) Dauerbeobachtungsflächen am damaligen Eisrand eingemessen, die seitdem in 2-jährlichem Turnus wieder aufgesucht wurden. Die mittlerweile sechs Erhebungen belegen eine ausgesprochen rasante und hochdynamische Vegetationsentwicklung.

## **Die alpine Waldgrenze im Klimawandel**

Udo Schickhoff

*CEN Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit, Institut für Geographie,*

*Universität Hamburg*

udo.schickhoff@uni-hamburg.de

### **Abstract**

In globaler Sicht ist die Höhenlage der alpinen Waldgrenze primär durch Wärmemangel bedingt. Kleinräumig betrachtet hängen Lage, räumliche Strukturen und Dynamik der Waldgrenze dagegen von einer Vielzahl sich wechselseitig beeinflussender Faktoren und Prozesse ab. Im Zuge der Klimaerwärmung ist von einem Anstieg der alpinen Waldgrenze auszugehen. Indikatoren wie verbessertes Baumwachstum, verstärkte Etablierung von Jungwuchs oder zunehmende Bestandsdichten in Waldgrenzökotonen deuten auf die Sensitivität der Waldgrenze gegenüber ansteigenden Temperaturen hin. Die Befunde empirischer Studien zeigen allerdings eine große Bandbreite von persistenten bis hin zu beträchtlich vorrückenden Waldgrenzen, was bisher nicht hinreichend erklärt werden kann. Schwierigkeiten bereitet oft auch, Effekte des Klimawandels und Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf die alpine Waldgrenze voneinander zu separieren. In dem Vortrag wird der gegenwärtige Kenntnisstand diskutiert und es werden neue Ergebnisse aus einem laufenden Projekt zur Dynamik der alpinen Waldgrenze im Nepal-Himalaya vorgestellt.

## Climate-change effects on early tree establishment at the alpine treeline

Maaïke Y. Bader<sup>1</sup>, Hannah Loranger<sup>2</sup>, Gerhard Zotz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Marburg, Faculty of Geography, AG Ecological Plant Geography

<sup>2</sup> University of Oldenburg, Institute of Biology and Environmental Science, AG Functional Ecology of Plants

maaike.bader(at)uni-marburg.de, hannah.loranger@uni-oldenburg.de

### Abstract

Alpine treelines show a variety of spatial patterns and a variety of responses to climatic change. This variation may be partly due to species differences in establishment requirements. We therefore experimentally studied germination and early-establishment limitations in five important European treeline tree species (*Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus cembra*, *Pinus uncinata* and *Sorbus aucuparia*) at treeline elevation in the French Alps. One of our experiments was part of the globally distributed coordinated experiment G-TREE, studying seed-supply vs. microsite limitations.

Germination responses to experimental temperature and moisture manipulations differed strongly between species and included both positive and negative responses and several interactions. Within species, germination and early-seedling survival responded consistently to the environmental factors.

The global experiment showed that seed supply in many cases limits seedling occurrence, although recruitment was generally very low even where seeds were supplied. In our implementation of this experiment we found that *P. uncinata* showed similar and low germination in fully exposed soil and half-open vegetation, while *L. decidua* clearly germinated better in the half-open vegetation than in either exposed soil or under full vegetation cover. In contrast, in the seedling-growth experiment, alpine vegetation, even when partially cut, negatively affected growth in all five species and survival in *L. decidua*, *P. uncinata* and *S. aucuparia*. In *L. decidua* and *P. uncinata* this was associated with strongly reduced carbohydrate stores under full vegetation cover, indicating carbon starvation due to shading. However, artificial shade did not reduce growth or carbohydrate stores in these species. This and other observations indicate that patterns and causes of recruitment suppression under vegetation are not as clear-cut as one might expect.

Summarizing the results from our experiments, the responses of early tree establishment to environmental factors are highly species-specific. As a result, interactions with alpine vegetation and spatial patterns of recruitment will differ between these species and may result in different treeline spatial patterns and responses to climatic changes. The latter point, in particular, highlights the need for multi-species studies when addressing climate-change responses in alpine treelines.

## **Eine Dekade Snow Farming in Gletscherskigebieten**

Andrea Fischer, Martin Stocker Waldhuber, Kay Helfricht, Bernd Seiser

*Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Innsbruck*

andrea.fischer@oeaw.ac.at, martin.stocker-waldhuber@oeaw.ac.at, kay.helfricht@oeaw.ac.at,  
bernd.seiser@oeaw.ac.at

### **Abstract**

Der Sommer 2003 war der erste in einer Reihe extrem warmer Sommer mit Rekord-Gletscherschmelzen auch in den Gipfelregionen. Besonders betroffen vom Rückgang der Firnbedeckung und der Gletscherflächen sowie dem Einsinken der Gletscheroberfläche sind Gletscherskigebiete: Infrastruktur wie Lifte und Restaurants sind an die Gletscher gebaut, Liftstützen stehen zum Teil am Eis und fließen mit diesem mit. Seit 2004 werden daher die Übergänge von Gletscher zu Liftstationen, sowie besonders betroffene Lift- und Pistentrassen abgedeckt, beschneit oder mit Naturschnee zugeschoben. Dadurch kann kurzfristig sogar Masse aufgebaut werden, wie Untersuchungen der Massen- und Energiebilanz im Jahr 2006 zeigten. Aber wie sieht die Auswirkung der Bewirtschaftungsmassnahmen mittel- und langfristig aus?

Im Jahr 2015 wurde die Auswirkung von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf fünf Gletscherskigebiete untersucht. Die Massnahmen zeigten Wirkung: die Oberflächenhöhen konnten, auch bedingt durch die geringen Fliessgeschwindigkeiten, in den Gebieten mit Snow Management höher gehalten werden als in den umliegenden Flächen. Allerdings ist die langfristige Anwendung von Snow Farming auf sehr kleine Teilflächen der Gletscher beschränkt. Oft werden mit Snow Farming Anlagen so lange erhalten, bis bei fortschreitender Ausaperung neue technische Lösungen für die Infrastruktur möglich sind. Das Sommerskifahren kann allerdings durch Abdeckungen nicht angekurbelt werden, es wurde in den meisten Skigebieten eingestellt.

# Seasonality of habitat selection shown to buffer alpine reindeer pastoralism against climate variability

R. Pape & J. Löffler

*Department of Geography, University of Bonn*

pape@giub.uni-bonn.de, joerg.loeffler@uni-bonn.de

## Abstract

Climate-driven variability of habitat selection of large herbivores has not yet been explicitly analyzed. To this end, we aimed to better understand the climate-ecological mechanisms behind geographic patterns of reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) habitat utilization. Our study area comprised of the ranges of Filefjell Reinlag, southern Norway. We analyzed habitat selection of 20 ( $\pm 2$ ) GPS-collared female reindeer over a period of five years. We examined the mechanistic forces of habitat selection variability by applying a novel stepwise factor analysis approach based on the niche concept. In contrast to expected similarities between conspecifics, our analyses revealed varying degrees of intra-species variability and therefore suggest that responses of individual reindeer to climate variability are inconsistent. Moreover, we found annually reoccurring patterns of habitat selection strength during different seasons that help explain coping capacities of reindeer against climate variability. In contrast with our expectations, we detected a very high inter-annual variability in habitat preferences to be related to governing climatic conditions. Here, we present new evidence for the variability of response mechanisms of reindeer's habitat selection shown throughout different seasons and years that buffer alpine pastoralism against climate variability. Our work contributes to a better understanding of alpine ecological response mechanisms as a key for projections of future responses to climate change.