

Jahrestagung des Arbeitskreises Hochgebirge

in der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG)

Abstracts

Das afro-alpine Anthropozän: Seit wann verändern Menschen alpine Ökosysteme?

Georg Miehe

Menschen haben heute alle Ökosysteme der Erde in Nutzung, das Wissen über das Alter des Eingriffs divergiert jedoch und vor allem in Hochgebirgen, weil sie durch Sauerstoffmangel, Kälte und Strahlung als lebensfeindlich gelten. Menschen sind zwar durch den Gebrauch des Feuers in den Savannen Nordost-Afrikas seit 1.9 M Jahren nachweisbar, doch gelten die alpinen Ökosysteme der ostafrikanischen Hochberge als naturnah und erst spät besiedelt.

Die DFG-Forschungsgruppe 2358 („The Mountain Exile Hypothesis: How humans benefited from and re-shaped African high altitude ecosystems during Quaternary climate changes“) untersucht mit sieben interdisziplinären Arbeitsgruppen, seit wann Menschen bei wechselndem Klima die afroalpine Vegetation und den Ericaceous Belt der Bale Mountains in Süd-Äthiopien durch Feuer und Beweidung verändert haben. Der Forschungsstand aufgrund von Pollenanalysen konzidiert Menscheinfluss seit 2000 Jahren, die Ausgangs-Hypothese der FOR 2358 geht von einer bereits in der Mittelsteinzeit einsetzenden Nutzung durch Jäger aus, die während des Hochstandes der letzten Eiszeit vor der Trockenheit in Tiefländern in die feuchteren Berginseln („Mountain Exile“) ausgewichen waren. Die übergeordnete Frage sucht eine Antwort zum Alter des alpinen Anthropozän und seinen Kriterien.

Late Pleistocene and Holocene Human Settlement and Adaptation in Tropical High-altitude Environments: A Contribution from the Bale Mountains, Southeast Ethiopian Highlands

Minassie Girma Tekelemariam, Götz Ossendorf, Ralf Vogelsang

Human colonization of high-altitude regions is considered a relatively recent process, not least as high-altitude environments are usually perceived as unfavorable for human subsistence and are believed to have functioned as a migration barrier due to their physiological and ecological challenges, including high-altitude hypoxia, cold stress and lack of enough resources. Although it is not yet clear when and how human population dispersed into the high-altitude mountains of tropical Africa, our new findings suggest that specialized hunter-gatherer successfully colonized and exploited a wide range of 'harsh' landscapes of the Bale Mountains (>3800m asl) in the Southeastern Ethiopian Highlands during the Late Pleistocene and terminal Pleistocene even up to the Late Holocene.

Erste Biomarker- und $^2\text{H}/^{18}\text{O}$ -Stabilisotopenergebnisse aus den Bale Mountains, Äthiopien

Michael Zech

Im Rahmen der DFG Forschergruppe 2358 „The Mountain Exile Hypothesis“ untersucht unser Teilprojekt „P5 – Paläoklimatologie“ stabile Wasserstoff- und Sauerstoffisotope ($^2\text{H}/^1\text{H}$ und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) und Biomarker um einen Beitrag zur Rekonstruktion der Landschafts- und Klimageschichte der Bale Berge in Äthiopien zu leisten. Ein Workpackage (WP1) fokussiert dazu auf die Untersuchung des rezenten Niederschlags, der insbesondere in 10 Klimastationen/Regensammlern 2-wöchentlich gesammelt wurde. Die Ergebnisse des ersten Jahres weisen auffällig hohe Deuteriumexcess (d-) Werte auf und bestätigen die Existenz einer Höhen- sowie (innerannuellen) Mengenabhängigkeit der Isotopie. Derzeit wird durch die Kombination der Isotopenbefunde mit Trajektorienstudien die Bedeutung des Source-Effekts für die Bale Berge eingehender evaluiert. In WP2 untersuchen wir pflanzliche Alkan- und Zuckerbiomarker entlang von Höhen- transekten um den Einbau des ^2H und ^{18}O Isotopensignals des Niederschlags in die Biomarker quantitativ zu erfassen. Ziel ist es insbesondere die Eignung des in den vergangenen Jahren entwickelten gekoppelten $^2\text{H}_{\text{Alkan}}-^{18}\text{O}_{\text{Zucker}}$ Ansatzes als „Paläohygrometer“ zu evaluieren (c.f. Hepp et al., 2017). Und schließlich widmen wir uns in WP3 in enger Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten der FOR 2358 der Untersuchung von Sedimentarchiven. ^2H - und ^{18}O -Minima, ermittelt anhand der Untersuchung von sedimentären Alkan- und Zuckerbiomarkern des Sees Garba Guracha in 3950 m, liefern dabei erste klare Hinweise auf die African Humid Period während des Früh-Holozäns.

Literatur

Hepp, J., Zech, R., Rozanski, K., Tuthorn, M., Glaser, B., Greule, M., Keppler, F., Huang, Y., Zech, W. and Zech, M., 2017. Late Quaternary relative humidity changes from Mt. Kilimanjaro, based on a coupled ^2H - ^{18}O biomarker paleohygrometer approach. *Quaternary International* 438, Part B, 116-130.

Rekonstruktion der Feuergeschichte und der Zerstörung von *Erica* auf dem Sanetti Plateau, Äthiopien, anhand biogeochemischer Daten von Anthrosolen und Sedimenten

Wolfgang Zech, B. Mekonnen, T. Bromm, T. Bekele, S. Memomissa, F. Schlütz, B. Glaser

Auf dem Sanetti Plateau (SP) gedeihen *Erica trimera* oberhalb der oberen Grenze des Ericagürtels (ca. 3900 m) nur in Form kleiner Fragmente.

Fragen:

1. In welchem Umfang war das SP nach dem Abschmelzen des LGM-Eises mit *Erica* bedeckt?
2. Warum existieren aktuell nur noch *Erica*-Fragmente?
3. Hat der Mensch die *Erica*-Bestände nieder gebrannt oder sind sie durch Klimaveränderungen zerstört worden?
4. Lässt sich die frühere Verbreitung von *Erica* anhand spezifischer Biomarker rekonstruieren?

Forschungsarchive:

- Anthrosole.
- Standorte bestockt mit *Erica*-Fragmenten, bzw. ohne *Erica*.
- Sedimente aus Depressionen und Seen.

Ergebnisse:

Die bisher untersuchten 6 **Anthrosole** und 4 Kontrollböden weisen Alter zwischen 4 – 9 cal kaBP auf und höhere Gehalte an TOC, $\delta^{15}\text{N}$, BC, P, Ca und Zn. Ein Profil reicht in die Mittlere Steinzeit zurück (25-45 cal kaBP); es weist typische Sterolmuster menschlicher Exkremente auf.

Erica-Fragmente auf dem SP stocken stets auf blockreichen Standorten was vermutlich das Mikroklima positiv beeinflusst.

Depression B4 in 4000 m weist erhöhte Pollengehalte zwischen 15,4 und 12,6 cal kaBP auf. Umer et al. (2007) fanden im Garba Guracha (3950 m) jedoch erhöhte Pollengehalte zwischen 10,6 und 4,6 cal kaBP. Auch die Maxima an Black Carbon decken sich in beiden Archiven nicht.

Zusammenfassung:

1. Das SP war während der mittleren Steinzeit (25-45 ca kaBP) und seit ca 9 kaBP vom Menschen beeinflusst.
2. Die auf blockreichen Standorten wachsenden *Erica*-Fragmente oberhalb der oberen Grenze des *Erica*-Gürtels überleben vermutlich wegen günstigerer thermischer Bedingungen.
3. Die Befunde bezüglich Pollen und Black Carbon in Depression B4 und Garba Guracha stimmen nicht überein.
4. Die Identifizierung weiterer Archive und eindeutiger *Erica*-Biomarker haben Priorität.

Glacial chronology of the Bale Mountains and its implications for the early human occupation

Alexander Raphael Groos, Naki Akçar, Christof Vockenhuber, Heinz Veit

The Bale Mountains in southern Ethiopia represent Africa's largest alpine environment. Even though glaciers are absent in Ethiopia nowadays, the complete set of glacial landscape features as well as periglacial phenomena indicate different phases of extensive glacial and periglacial processes during the Pleistocene (Osmaston et al. 2005). Detailed knowledge of the glacial history and palaeo-climate in the region is still lacking.

Information on the timing and extent of the maximum glaciation are contributing to a better understanding of the palaeo-climate and landscape evolution of the alpine environment. They serve as an important proxy for palaeo-ecologists and archeologists to answer the question whether humans already migrated to the more humid and meltwater-supplying mountains in East Africa during the late Pleistocene – a period when the lowlands were dry and probably uninhabitable. The extent of palaeoglaciations in southern Ethiopia is investigated by extensive mapping of moraines in the field as well as on high-resolution satellite imagery. Surface exposure dating is applied to 75 boulders from the Bale and Arsi

Mountains to constrain the timing of the different glacial stages.

References

Osmaston, H. A., Mitchell, W. A. & Osmaston J. A. N. 2005: Quaternary glaciation of the Bale Mountains, Ethiopia. *JQS*, 20, 593-606.

**Do alpine dwarf shrubs and subalpine trees contain similar growth and stable isotope signals?
 A case study from the Tibetan plateau**

Achim Bräuning, Jakob Wernicke, Georg Starka, Jussi Grießinger, Liang Eryuanb, Lily Wang

High-elevation tree-ring sites are widely used to determine the impact of climate factors on tree growth and on stable isotope ratios in wood cellulose to reconstruct past climate variability. Beyond the upper tree limit, dwarf shrubs are long-living woody plant forms that potentially allow similar studies and to extend dendroecological approaches into the alpine zone. The Tibetan plateau (TP) is the largest area in the world that rises above the upper treeline. We studied trees and shrubs from the genus *Juniperus* growing beyond and above the upper tree limit. *Juniperus tibetica* is the dominant conifer in the steppe forests on the southern TP and can grow up to 1000 years of age. Beyond its distribution limit, the shrub *Juniperus pingii* var. *wilsonii* may form individuals reaching ages of 500 years. We compared ring-width and stable oxygen isotope variations of both species at two sites being around 100 km apart. Interestingly, ring-width patterns of tree and shrub individuals correlated not only significantly between individuals of the same site, but also between shrubs and trees. Similarly, $\delta^{18}\text{O}$ variations of shrubs and trees were highly correlated over the study period 1957-2009 and demonstrated the high potential of dwarf shrub chronologies to extend dendroecological approaches to shrub life forms to investigate past climate variability in treeless high-elevation areas

**Intra-annual oxygen isotope chronologies detect changing climate conditions in
 seasonal resolution in the high mountains of Corsica**

**Sonja Szymczak, Achim Bräuning, Martin Häusser, Emilie Garel,
 Frédéric Huneau, Sébastien Santoni.**

The mountainous island of Corsica in the western Mediterranean basin hosts Mediterranean as well as alpine ecosystems. It is highly affected by current climate change which manifests in an increasing number of heat waves and drought periods. The interdisciplinary bundle project *CorsicArchive* integrates dendroecological, climatological, and hydrological studies on the island of Corsica. The superordinate aim of the project is to better understand the forcing factors and fractionation processes responsible for spatial and temporal oxygen isotope variability in tree rings and in the hydrological cycle.

Here, we present results from the dendroecological part of the project. We established a 30-year long intra-annual oxygen isotope chronology from tree-ring cellulose of Corsican Black pine (*Pinus nigra* ssp. *laricio*) growing at an upper tree line site in order to identify typical intra-annual patterns and the climate parameters responsible for the oxygen isotope variability. The isotope ratios in the early part of the early wood are strongly influenced by the amount of snow during winter, while patterns in the remaining part of the tree ring are mainly determined by summer precipitation conditions. In total, three different intra-annual patterns could be observed which can be attributed to different climate conditions during the vegetation period. The stable isotope pattern reflecting dry-warm conditions during summer occurs with higher frequency after 2007, thus confirming a trend towards pronounced drought stress during summer, which might become critical for Black pine growing at dry sites if becoming more extreme in the future.

Umweltbedingungen in den Nordalpen während des Mittelwürms

Philipp Stojakowits, Christoph Mayr, Bernhard Lempe, Maarten Blaauw,

**Volker Diersche, Lars Hedenäs, Michael Krautblatter, Andreas Lücke, Renate Matzke-Karasz,
 Christian Ohlendorf, Frank Preusser, Paula Reimer, Holger Wissel, Bernd Zolitschka**

Der Nesselstalgraben-Aufschluss (47°39.4'N, 13°02.8'E, 555-595 m ü. NN) stellt eine einzigartige Sequenz mittelwürmzeitlicher Sedimente in den Nördlichen Kalkalpen dar. Nach einer kontinuierlichen Beprobung mit überlappenden Einzelprofilen wurde die Sedimentoberfläche mittels XRF-Scans erfasst und basierend auf diesen Daten in Kombination mit Markerlagen ein 21 m langes Kompositprofil erstellt. Im Liegenden von oberwürmzeitlichem Vorstoßschotter und Belastungs-Till liefern insgesamt 29 Radiokohlenstoffdatierungen ein konsistentes Altersmodell mit Werten von

29 600 bis rund 59 000 Jahren cal. BP. Demnach ist das komplette marine Isotopenstadium (MIS) 3 im Profil repräsentiert. Das Altersmodell wird zusätzlich durch eine geomagnetische Exkursion (Laschamp-Ereignis) gestützt. Die Lumineszenzdaten (OSL, IRSL) lieferten hingegen keine validen Altersdaten, sondern indizieren unvollständige Bleichung aufgrund kurzer Transportstrecken vor der Ablagerung. Neben paläobotanischen Rekonstruktionsmethoden (Pollen, Makroreste) wurden auch Ostrakoden, Elementgehalte, organisch-geochemische Parameter und Korngrößen analysiert.

Die das MIS 3 umfassenden Schichten zeichnen sich durch eine ausgesprochen variable Lithologie aus. Laminierte bis ungeschichtete karbonatische Silte wechseln abrupt mit organischen bis torfigen Silten. Die Elementgehalte des XRF-Scans bestätigen diese lithologische Vielfalt. Ca verhält sich antagonistisch zu den meisten anderen erfassten Elementen. Ca-Maxima dürften kalte und trockene stadiale Verhältnisse mit geringer chemischer und starker physikalischer Verwitterung widerspiegeln. Dagegen verweisen Elemente, die gegenüber chemischer Verwitterung resistent sind, wie z.B. Ti und Zr, auf wärmere und feuchtere Bedingungen (Interstadiale) bei zugleich intensiver Karbonatverwitterung und Akkumulation organischen Materials. Schwankende Baumpollen- und Nichtbaumpollenverhältnisse stimmen weitgehend mit den geochemischen Variationen überein. Die ersten Isotopenanalysen von Bulk- und Moos-Cellulose zeigen starke $\delta^{18}\text{O}$ -Schwankungen, die ebenfalls auf schnell wechselnde Umweltbedingungen hinweisen. Die raschen Änderungen, die sich in vielen Proxy-Daten des Nesselstalgrabens wiederfinden, führen wir auf Dansgaard-Oeschger-Zyklen zurück.

Rekonstruktion der Vegetations-, Klima- und Besiedelungsgeschichte anhand bodenkundlicher und gearchäologischer Untersuchungen am mesolithischen Fundplatz Ullafelsen, Fotschertal bei Innsbruck, Österreich

Marcel Lerch, Clemens Geitner, Dieter Schäfer, Jean-Nicolas Haas,

Michael Strasser, Bruno Glaser, Michael Zech

Mit dem Fund der kupferzeitlichen Mumie des „Mannes aus dem Eis“ (Ötzi) am Tisenjoch in den Ötztaler Alpen im Jahre 1991 erfuhr die Hochgebirgsarchäologie in Tirol weltweit große Aufmerksamkeit. Der Ullafelsen in 1869 m ü. NN im Fotschertal (Stubai Alpen) stellt einen der bedeutendsten mesolithischen Fundplätze dar und wurde bereits vor über 10.000 Jahren als sommerlicher Siedlungsplatz genutzt (Schäfer, 2011). Im Rahmen unseres DFG-Projekts „Ullafelsen“ wollen wir für das Fotschertal einen Beitrag zur

Rekonstruktion der Vegetations-, Klima- und Besiedelungsgeschichte anhand von bodenbiogeochemischen und isotopenanalytischen Methoden leisten.

Erste Ergebnisse zeigen, dass sich die dominante Vegetation im Untersuchungsgebiet zum Teil anhand von Zucker- und Lipidbiomarkern unterscheiden lässt. Koniferen weisen erhöhte Gehalte an Galactose und Mannose auf, während mit Ausnahme von Juniperus die Konzentration von Alkanbiomarkern in Koniferen sehr niedrig ist. Das Fehlen von pflanzenwachs-bürtigen Alkanbiomarkern in den untersuchten tiefschwarzen Unterbodenhorizonten am Ullafelsen deutet auf ausgeprägte Podsolierungsdynamik hin. Das Vorhandensein ehemaliger spätglazialer und nunmehr begrabener Oberbodenhorizonte kann für diese Standorte ausgeschlossen werden. Auffällig sind des Weiteren die stark erhöhten $\delta^{15}\text{N}$ Werte am Ullafelsen. Dies spiegelt die starke anthropo-zoogen bedingte Öffnung des Stickstoffkreislaufs wider (c.f. Zech et al., 2011).

Literatur

Schäfer (2011) Das Mesolithikum-Projekt Ullafelsen (Teil 1). Mensch und Umwelt im Holozän Tirols (Band 1). 560 p., Innsbruck: Philipp von Zabern.

Zech, M. et al. (2011) Human and climate impact on ^{15}N natural abundance of plants and soils in high mountain ecosystems – a short review and two examples from the Eastern Pamirs and Mt. Kilimanjaro. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 47 (3), 286–296.

Deglaciation chronology in southern Norway following the Last Glacial Maximum

Philipp Marr, Jörg Löffler

Growth and decay of Quaternary glaciers and ice sheets had fundamental implications for environmental changes worldwide. The chronology of the last deglaciation following the Last Glacial Maximum (LGM, 26.5–20 ka) and its ice marginal positions in Norway are generally perceived as being well constrained. The detailed vertical extent in Norway remains, however, still uncertain over large areas. The knowledge of the vertical dimension of the LGM ice sheet can provide crucial information on paleoenvironmental factors like sea-level changes, atmospheric and oceanic circulation, (de-)glaciation patterns, which are important input variables for climate modelling. The interpretation of differently weathered bedrock in mountain areas affected by Quaternary glaciation can be crucial for determining ice-sheet behaviour and thickness. Based on terrestrial cosmogenic nuclide dating and Schmidt-hammer exposure age-dating performed in east and west of South Norway, we provide new insights in the (de)glaciation patterns and estimate ice thickness during and following the LGM. Results point to a more complex ice sheet behaviour than previously expected. We present the first numerical dates from the western study area showing that deglaciation started ~ 4 ka earlier and ice sheet downwasting lasted longer than assumed. Exposed bedrock at the summit in the eastern study area yields an exposure age predating the Late Weichselian Maximum of 43.7 ± 1.9 ka indicating ice free areas during the LGM. Our results have wider implications on the glaciation history of the area. We suggest a more complex and topographically controlled configuration of the LGM ice sheet in relation to previous reconstructions

Thermal niche predictors of alpine plant species

Jörg Löffler, Roland Pape

We explored the thermal preferences of vascular plants, lichens, and bryophytes in the alpine vegetation of the Scandinavian mountain chain along different environmental gradients by linking their frequencies to long-term measurements of directly plant-relevant, near-surface temperatures. For 26 focal species, we applied partial least squares regression (PLSR) to assess the importance of thermal variables within the range of occurring temperatures throughout the different meteorological seasons and for the entire year. Thermal niches were highly variable among our focal species and best described from the interplay of the thermal conditions during different seasons plus the annual perspective, challenging common single-season approaches, trait catalogs based on mean-value climatology, and plant functional type-based assumptions

Temperature and soil moisture regimes determine microbial community composition in an arctic-alpine ecosystem along elevational and micro-topographic gradients

Katharina Frindte, K. Werner, R. Pape, J. Löffler, C. Knief

Arctic-alpine ecosystems provide spatially heterogeneous habitats for microorganisms. So far, variation in microbial community composition in these habitats was mostly explained by variation in soil pH, while temperature or soil water content were not identified as major explanatory variables, although they correlate with spatial heterogeneity (i.e., elevation, micro-topography). We hypothesize that long term records of temperature and soil moisture do control microbes in arctic-alpine ecosystems. We analyzed the soil microbiota along spatial gradients of micro-topography, elevation, and continentality and integrated these results with long-term temperature and soil moisture datasets and physicochemical soil properties. With Partial Least Square Regression (PLSR) we correlated 16S rRNA amplicon data with long-term recorded datasets. Our results indicate that the microbiota was mainly affected by micro-topography and elevation, but not continentality. PLSR enabled us to define the ecological response of the detected taxa. This revealed that taxa responsive to elevation were most strongly controlled by temperature, while depression-enriched taxa were influenced by a specific soil moisture threshold. Microbes respond to 5-year rather than to 1 or 2-year temperature datasets, indicating that the composition of the microbiota along elevational gradients is the result of a long-term temperature regime, and does not rapidly adapt to short-term temperature shifts. In comparison, soil moisture conditions of the last year were most relevant. Taken together, spatial heterogeneity is relevant for shaping soil microbial communities in arctic-alpine systems and long-term temperature and soil moisture regimes result in elevation-dependent and micro-topographic variation of the microbiota, respectively.

Die Lift-Kontroverse um das Riedberger Horn – eine politisch-ökologische Analyse in den Allgäuer Alpen

Andreas Benz, Niklas Völkening

Seit Jahren tobt um ein geplantes Skilift-Projekt am Riedberger Horn im Oberallgäu ein erbitterter Streit zwischen Befürwortern und Gegnern des Vorhabens. Über eine sog. ‚Ski-Schaukel‘ sollen zwei bestehende Skigebiete zu einem ‚Lift-Verbund‘ zusammengeschlossen werden. Dabei sind der Neubau eines 1,6 km langen Gondel-Lifts und die Neuerschließung von 3,3 km Skipiste vorge-sehen. Das betroffene Gebiet liegt teilweise in einem durch die internationale Alpenkonvention geschützten Gebiet, in dem jeglicher Infrastrukturausbau untersagt ist. Das Gebiet stellt zudem einen der wenigen Rückzugsräume für die bedrohten Birkhühner in den bayerischen Alpen dar. Der bayerische Alpenplan, der die Internationale Alpenkonvention seit 1972 in Landesrecht umsetzt, wurde bis dato nicht angetastet. Für den Skilift am Riedberger Horn wurde 2017 jedoch erstmals eine Änderung von der bayerischen Staatsregierung durch-gesetzt, um den Liftbau zu ermöglichen.

Umweltschutzverbände fürchten einen Präzedenzfall, der einen Dambruch bei weiteren Infra-strukturprojekten in Schutzgebieten auslösen könnte und haben Klage gegen die Entscheidung eingereicht. Die Bewohner, Hoteliers und Liftbetreiber der betroffenen Gemeinden sprechen sich dagegen mit Verweis auf vermehrte Konkurrenz mehrheitlich für das Vorhaben aus. Im April 2018 wurden die Pläne durch die Bayerische Staatsregierung vorläufig gestoppt. Die Kontroverse um das Liftprojekt am Riedberger Horn hatte längst überregionale Dimensionen angenommen: politisch reicht die Auseinandersetzung über die Kommunen, die Kreisebene und die bayerische Landespolitik bis nach Berlin, medial berichten überregio-nale Zeitungen.

In unserem Vortrag wollen wir aus Perspektive der Politischen Ökologie, die Natur als ein ‚Schlachtfeld divergierender Interessen‘ begreift, diesen Konflikt betrachten. Neben einer Be-standsaufnahme des bis-herigen Konfliktgeschehens, der beteiligten Akteure und ihrer Interessen sowie der angewandten Stra- tegien möchten wir die Konfliktdynamiken mit ihren wechselnden Allianzen analysieren. Der Konflikt am Riedberger Horn kann dabei als Exempel für die Anatomie und Dynamik politisch-ökologischer Konflikte im Allgemeinen dienen und erlaubt Einsichten in das politische Gefüge kontroverser regionalplanerischer Projekte.

Feeding the Mountains: Shifting foodscapes in the Tajik Pamirs

Andrei Dörre

Food is a basic requirement to human existence and social development. Due to the often marginal pro-ductivity of locally available resources, high mountain populations commonly rely on external exchange relations to meet their basic needs. Food provision in the high mountains is, thus, structurally based on two main pillars – the local generation of food (including cultivation, rearing of livestock, horticulture, gathering and hunting/fishing, etc.) and food imports – and secured access to both. In the context of global and climate change, a recent study of the Food and Agriculture Organization of the UN shows that in both the Global South and Low Income Economies the size, as well as the share, of mountain popula-tions that are considered to be vulnerable to food insecurity have increased since the turn of the millen-nium (FAO 2015). At the same time, there is a lack of studies at the regional level that are enriched with

differentiated local cases that can be used as a basis for developing socio-ecologically contextualized solutions.

My presentation starts from this point; it uses the insecure state of food supply in the Pamirs of Tajikistan as an opportunity to examine the social and ecological root causes and processes that hamper or facilitate people's access to locally produced food and imported foodstuffs. I attempt to capture the complexity of the research problem with the aid of the concept of *foodscapes*, informed by Bennett (2007), Goodman (2016), and Fraser (2017). Foodscapes, in this sense, do not exist in a material sense. Foodscapes are seen as socially, spatially, and environmentally situated and contextualized arrangements at different scales shaped by social and environmental factors and processes. This means that both ecological changes and societal transitions accompanied by shifting power relations can lead to changes in the foodscapes of, and within a region. I argue that intentionally acting actors with uneven levels of power and institutions, which represent the societal 'rules of the game' (North 1990), play a special role in shaping foodscapes. This also means that the challenge of food supply in marginalized high mountain regions is not to be understood as a natural condition, but as a product of the effects of societal processes and decisions including development strategies, investments, governance structures, resource management approaches and practices, as well as shifting institutions in connection with the (possibly marginal) productivity of the respective region in terms of local food production. Foodscapes, therefore, are highly political. Findings of empirical research conducted in the Western Pamirs, as well as historical secondary data collected in archives in Tajikistan, Uzbekistan, and Russia support this understanding. Results will be presented that suggest that the secure supply of food in Tajikistan's Pamirs is critically dependent upon conditions that both facilitate and promote local food production and the reliable import of foodstuffs, as well as guarantee general and just access to food.

References

- Bennett J. (2007): Edible Matter. *New Left Review* 45: 133-145.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015): Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity. Roma: FAO.
- Fraser A. (2017): *Global Foodscapes. Oppression and Resistance in the Life of Food*. Abingdon, New York, NY, Routledge.
- Goodman M. K. (2016): Food geographies I. Relational foodscapes and the busy-ness of being more-than-food. *Progress in Human Geography* 40(2): 257-266.
- North D. (1990): *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cryosphere-fed irrigation networks in the north-western Himalaya: Threatened livelihoods and adaptation strategies under the impact of climate change

Susanne Schmidt, Marcus Nüsser, Juliane Dame, Sitara Parveen, Benjamin Kraus, Ravi Baghel

Irrigated agriculture is crucial for livelihood security of local mountain communities in the north-western part of the Himalayan arc and adjoining regions of the Karakoram, Hindu Kush and Trans-Himalaya. Based on meltwater from glaciers, snow packs and permafrost, mountain dwellers have developed sophisticated techniques to cope with the challenge of recurrent water scarcity, posed by glacier retreat, glacier thinning, and seasonal snow-cover dynamics. Using empirical case studies from the Nanga Par-

bat region, Hunza-Karakoram and Ladakh, our paper seeks to identify general patterns and site-specific particularities of agrarian practices and adaptation strategies in the face of climate change. Our comparative case study approach reveals various responses to water scarcity, which depend on local conditions and include the construction of new irrigation channels, installation of pipes and building of artificial ice reservoirs. The conceptualization of this paper draws on the integrated concept of socio-hydrology and is based on long-term research in the three study areas. The methods used include multi-temporal remote sensing analyses, mapping of natural water storage components and irrigation infrastructure and interviews. Taking into consideration social factors such as the expansion of off-farm income opportunities and market integration, we seek to identify key variables that affect the sustainability and resilience of land use systems beyond our case study results. Overall, outcomes are diverse and include the abandonment of irrigated areas on the one hand, and intensification and extension of irrigated mountain agriculture on the other.

A historical early warning system for glacier lake outbursts in the Hindukush-Karakoram-Himalayas and implications for the modern natural hazard management

Lasafam Iturrizaga

Glacial lake outburst floods are among the most devastating natural hazards in the Hindu Kush-Karakoram Himalayas. The study presents a historical long-distance telecommunication system based on beacon fires, which was deployed as an early warning system for glacial lake outburst floods until the mid of the 20th century. The beacon fire systems were operated over the entire Hindu Kush-Karakoram including Ladakh. The beacon fire lines were a community-based, cooperative natural hazard management even across distinct ethnic groups. The remarkable fact is the location of fire posts in highly difficult accessible mountain environments with communication distances of several hundred kilometres. Distant societies, formerly perceived as isolated villages by physical barriers of the high-mountain relief, were in historical times not only connected by challenging trade routes but also by a fast working optical communication system. The locations of certain signal fire chains were reconstructed for selected valleys. Moreover, interviews with the local population, the analysis of historical travel descriptions as well as reports in international newspapers were carried out. The findings are discussed in the context of a future sustainable natural hazard management in mountain environments. Mountain societies are in a crucial transition phase in terms of the management of natural hazards. Advances in geographic technologies, such as a variety of remote-sensing tools and mobile communication systems, have drastically changed the way of early warning methods in difficult accessible high mountain environments. In order to implement new natural hazard policies, it is essential to unravel the traditional ways of risk management and risk perception.

Dryas-Heinrich 1-Events in Hochasien

Nils Schröder

Heinrich 1- und Dryas-events sind globale Klima-Signale, die sich auch in verschiedenen climate proxies in China und im Bereich des Tibetischen Hochlands nachweisen lassen. Wir haben die bisher vorliegenden ¹⁰Be-Alter von glazialen Sedimenten im Himalaya-Tibet-Karakorum-Orogen nach Heinrich 1/ Dryas-Events durchsucht und haben 51 Lokalitäten gefunden. Die zugehörigen Δ ELA-Absenkungen von ~1000-300m lagen im Bereich dessen, was bisher für das LGM angenommen wurde. Die Stadien, älter als Heinrich 1, lassen sich dagegen keinem eindeutigen Zeitfenster zuordnen, da es bei diesen älteren Stadien keine Cluster von TCN-Altern gibt, weder in den Glazialen, noch Interglazialen. Es zeigt sich aber eine signifikante Ähnlichkeit der statistischen Verteilungsmuster der Daten zu den von TCN-Altern aus den ehemaligen Inlandeisgebieten der Arktis und Antarktis, die in großem Umfang von Inheritance geprägt sind. Wir vermuten, dass die hohen Inheritanceraten der älteren polyglazialen Grundmoränen bedingt durch Vergletscherung Tibets unter cold-based Verhältnissen wie die der Antarktis und Nord-Kanadas verhindert haben, dass sich auch der ausgedehntere Heinrich 2 event als klares Signal in den TCN-Daten widerspiegelt. Noch heute sind die meisten Gletscher des Tibetischen Plateaus cold-based. Ein Gletschervorstoß im Gebiet des Tibetischen Plateaus muß folglich unter cold-based conditions stattgefunden haben. Bisher wurde die extreme Streuung der TCN-Alter im Bereich des Himalayan-Tibetan orogen tendenziell auf das Gegenteil von inheritance, nämlich incomplete exposure zurückgeführt und damit unter der Voraussetzung von warm-based glacier conditions interpretiert. Wir zeigen auf, welche Konsequenzen sich ergeben, wenn man mit der plausiblen Hypothese von cold-based conditions analog zu arktischen Verhältnissen arbeitet.

Herausforderungen für die Modellierung von Waldgrenzarten im Himalaya

Maria Bobrowski

Die großflächige Erfassung von Vorkommensdaten und die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Umweltvariablen stellen die größten methodischen Herausforderungen für die Modellierung von Pflanzenarten an der Waldgrenze in Hochgebirgsregionen wie dem Himalaya dar.

In einem großflächigen, topographisch-komplexen System wie dem Himalaya, ist eine vollständige Aufnahme der Artenvorkommen eine erhebliche Schwierigkeit. Weiterhin ist aufgrund der schwierigen Zugänglichkeit des Geländes die Anzahl und Dichte von Klimastationen an der Waldgrenze gering. Dies führt zu einer unzureichenden Datengrundlage für die Berechnung von Klimadatensätzen im Vergleich zu anderen, besser zugänglichen Gebieten.

Die Verwendung dieser Daten führt zu Modellergebnissen mit unbekanntem Fehlerausmaß und wiederum zu fehlerbehafteten Verbreitungskarten. Freiverfügbare Fernerkundungsdaten und die Evaluation von verschiedenen Klimadatensätzen bieten hier Lösungsansätze für eine verbesserte Qualität der modellierten ökologischen Nische von Waldgrenzarten.

Dies wird von besonderer Bedeutung sein, da ein verbessertes Verständnis und verbesserte Modellergebnisse der aktuellen Verbreitung eine Voraussetzung für die Modellierung von Waldgrendynamiken unter Klimawandelszenarien ist.

Testing Bergmann's rule in arthropods: A study of two generalist species in an alpine tundra environment -implications for gradient-based ecology

Niklas Beckers, N. Hein, A. Anneser, K. A. Vanselow, J. Löffler

Bergmann's rule is frequently revisited in arthropod ecology to seek explanations for size clines observed along environmental gradients at various scales. Body size is in these contexts regarded as a proxy for overall adaptive fitness of a species, especially as it reaches its distributional limits. However, not all species display unambiguous size clines. In many cases, even closely related species show diverging patterns (e.g. Converse-Bergmann) or no cline at all. This raises the question whether such eco-physiological rules, which originally seek to explain broad-scale patterns, are suitable to explain the variation displayed at finer scales. Our study focusses on body size of two generalist species along an elevational gradient in an alpine tundra environment in the Norwegian Scandes. We aimed to unravel the observed patterns of size clines at fine and local scales using several explanatory variables along different environmental gradients under the assumption that generalist species will show similar size clines along these gradients. Thereby, we seek to test the suitability of local-scale study designs to learn about large-scale biogeographical theorems (or vice-versa). We present first insights on the controlling parameters of body size clines in generalist species in alpine tundra environments.

Deciphering arthropod diversity in arctic-alpine ecosystems: the effect of microclimate

Nils Hein, J. Astrin, V. G. Fonseca, B. Misof, J. Löffler

The Scandinavian mountain chain is expected to be highly impacted by climate change, with still largely unpredictable effects on the concomitant fauna. Studies on arthropods can deliver insights into the controlling mechanisms for diversity in arctic-alpine ecosystems. However, in order to fully exploit the potential of arthropod communities as proxies in process-oriented ecological studies, we need a reliable and efficient species identification to assess species communities at various spatial and temporal scales. Large-scale environmental barcoding, aka metabarcoding, enables to incorporate large amounts of specimens of all developmental stages. We conducted a metabarcoding study to prove that this method is suitable to provide reliable data in heterogeneous alpine environments. We sampled three middle-alpine sampling sites in Norway on a biweekly basis during the snow-free season in 2015. Each sampling site was equipped with automatic data loggers, to constantly measure microclimatic variables. Total DNA from the sampled material was extracted directly from the trapping solution.

The metabarcoding results show pronounced differences in the arthropod composition and number of species. Over a period of six weeks the three sampling sites show high numbers of unique arthropod taxa (ca. 30-72%) that are habitat specific. Additionally, we found a huge temporal variation of arthropod diversity, which can be linked to microclimate. The small-scale microclimatic heterogeneity of arctic-alpine ecosystems results in pronounced differences regarding the arthropod diversity at relatively short spatial and temporal distances.

Sediments and paleosols as archives for Holocene geomorphological processes in semi-arid mountains of western Mongolia

Michael Klinge, Daniela Sauer, Barbara von der Lühe, Manfred Frechen

We hypothesize that the pattern of geomorphological processes in the mountainous forest-steppe ecotone of semi-arid Mongolia is strongly influenced by (i) the spatial distribution of aeolian sediments, (ii) forest fires, and (iii) a combination of human and climatic impact on the vegetation density. The spatial and functional relationship between these three environmental factors leads to diverse sediment-soil archives of geomorphological processes in different relief positions recording different pieces of information. A combined analysis of these different archives enables reconstructing the Holocene landscape evolution, and in particular, identifying the roles of aeolian sediment distribution and forest fires on the geomorphological processes that took place over the Holocene.

Based on a set of 24 ¹⁴C-datings of charcoal and paleosols, and 25 IRSL-datings of aeolian sediments, we distinguished three main periods of different geomorphological and environmental conditions in western Mongolia:

- (1) Extensive aeolian transport and deposition during the late glacial period, 16-11 ka ago.
- (2) Geomorphological stability and soil formation from early to mid-Holocene.
- (3) Enhanced aeolian, colluvial, and alluvial processes during the last 4.5 ka.

The abundance of charcoal, indicating frequent forest fires during the late Holocene points to a severe change in the landscape ecology. It is not yet clear, whether this simultaneous change of environmental and geomorphological conditions is due to more arid climate or enhanced human activities. Therefore, our further research will focus on differentiating natural and anthropogenic influences on the landscape evolution in Mongolia by analysis of soils and biomarkers.

Retreat of the cryophiles – continued declines of subnival species in the central Eastern Alps

Klaus Steinbauer

Temperature-driven vegetation shifts in alpine ecosystems are a globally observed phenomenon. While many studies reported increasing species richness in high elevation ecosystems, observations of species declines are scarce. Here, we show species-specific responses from the long-term monitoring site Mt. Schrankogel, Tyrol, Austria. Permanent plots were established across the alpine-nival ecotone in 1994 and resurveyed in 2004 and 2014. Consistent with many other studies, we found a continued increase of species with distribution optima at lower elevations, both regarding presence/absence and abundance. In contrast, all cold-adapted high-elevation specialists continued to decrease, indicating a progressive range contraction. Plant communities showed a shift towards a more thermophilous species composition with more scleromorphic leaves. This effect amplified in the recent decade along with an increase in species adapted to drier soil conditions.

How to model the emergence of spatial patterns in alpine-treeline ecotones?

Maaïke Y. Bader, Hannah L. Buckley, Bradley S. Case

Temperature-driven vegetation shifts in alpine ecosystems are a globally observed phenomenon. While many studies reported increasing species richness in high elevation ecosystems, observations of species declines are scarce. Here, we show species-specific responses from the long-term monitoring site Mt. Schrankogel, Tyrol, Austria. Permanent plots were established across the alpine-nival ecotone in 1994 and resurveyed in 2004 and 2014. Consistent with many other studies, we found a continued increase of species with distribution optima at lower elevations, both regarding presence/absence and abundance. In contrast, all cold-adapted high-elevation specialists continued to decrease, indicating a progressive range contraction. Plant communities showed a shift towards a more thermophilous species composition with more scleromorphic leaves. This effect amplified in the recent decade along with an increase in species adapted to drier soil conditions.

Posterbeiträge

Interaktion von Beweidung und Vegetation auf dem Zugspitzplatt

Oliver Korch, Arne Friedmann

Die Arbeitsgruppe Biogeographie an der Universität Augsburg beschäftigt sich seit 2009 unter anderem im Rahmen zweier vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) finanzierter Forschungsprojekte mit der Erforschung der Flora und Vegetation auf dem Zugspitzplatt. Basierend auf einer bis 2013 erarbeiteten, flächendeckenden pflanzensoziologischen Kartierung des Untersuchungsgebiets wurden in den Jahren 2015–2018 verstärkt Fragestellungen zum Impact der Beweidung auf die Pflanzengesellschaften bzw. den Reichtum an Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet bearbeitet.

Hierbei wurde in den Jahren 2015 und 2016 ein zweijähriges Monitoring der weidenden Schafe mittels GPS-Halsbänder durchgeführt. Die hierbei gewonnenen Daten zeigen eine starke Abhängigkeit der Beweidungsmuster mit dem jeweiligen Witterungsverlauf. Dies ist wiederum im Hinblick auf den Klimawandel im alpinen Raum von Bedeutung.

Weiter erfolgte im Jahr 2017 ein Experiment zum Ausschluss der Beweidung auf zuvor eingezäunten Flächen. Dabei konnte am Ende des Beobachtungszeitraums ein Anstieg sowohl der Artenanzahl als auch der Artmächtigkeit auf den eingezäunten Flächen im Vergleich zum umliegenden, beweideten Bereich beobachtet werden.

Reconstruction of precipitation and streamflow in the upper Blue Nile River catchment of Ethiopia using multicentury tree-ring records

Mulugeta Mokria, Aster Gebrekirstos, Abrham Abiyu, Achim Bräuning

Climate-related environmental and humanitarian crisis are important challenges in the Great Horn of Africa (GHA). In the absence of long-term past climate records in the region, tree-rings are valuable climate proxies, reflecting past climate variations and complementing climate records prior to the instrumental era. We established the longest annually resolved multi-century tree-ring chronology from *Juniperus procera* trees in northern Ethiopia. The chronology correlates significantly with wet-season ($r = 0.64$, $p < 0.01$) and annual ($r = 0.68$, $p < 0.01$) regional rainfall. Reconstructed rainfall since A.D. 1811 revealed significant inter-annual variations between 2.2- and 3.8-years periodicity, with significant decadal and multidecadal variations during 1855-1900 and 1960-1990. Spatial correlations revealed that reconstructed rainfall represents wet-season rainfall variations over northern Ethiopia and large parts of the Sahel belt. Besides, we established a combined chronology using the parameters ring width and stable carbon isotope ratios in tree-ring cellulose. This combined chronology explained about 40% of the Blue Nile and Tekeze-Atbara River annual streamflow variability during the past ca. 350 years. Extreme hydroclimate events as well as decadal moisture variability are strongly related to El Niño-Southern Oscillation (ENSO) cyclicity, with an increasing tendency towards more extreme events during the past decades.

nachgereichte Posterbeiträge

Mount Kenya revisited: The disappearance of Lewis Glacier based on detailed reconstruction of ice loss between 1934 and 2018

Marcus Nüsser, Dagmar Brombierstäudl, Susanne Schmidt

Drastic glacier retreat in the tropical mountains of Africa has been analyzed in a number of recent studies. This study focuses on the Lewis glacier, the largest glacier of Mount Kenya, which has been studied intensively, starting with the mapping expedition by Troll and Wien in 1934. Based on a first comprehensive repeat photography campaign using original archival material (photographs and maps from various years), multi-temporal and multi-scale remote sensing data and a drone derived orthophoto and high resolution DEM from 2018, we quantified the glacier areas and volume changes between 1934, 1963, 1983, 2004, 2015 and 2018. The glacier area decreased from 0.49 km² in 1934 to 0.04 km² in 2018. Connectivity of the glacier body is documented until June 2015, whereas the separation of the Lewis glacier in two distinct parts becomes evident in January 2016. The estimated final disappearance of this equatorial glacier is projected for the time between 2027 and 2029, depending on the extrapolation mode.

Zeitreihen zur Abschätzung von Vegetationsdynamiken: eine fernerkundliche Analyse am Beispiel des Langtang-Tals, Nepal

Dagmar Brombierstäudl

Gravitative Massenbewegungen sind im Hochgebirge häufig auftretende Naturereignisse. Aus einem ökologischen Blickwinkel betrachtet gelten sie als Störfaktoren in einem Ökosystem, welche plötzliche Veränderungen der vegetationsdynamischen Prozesse bewirken.

Ziel der Studie war die Detektio gravitativer Massenbewegungen sowie anschließende Vegetationsentwicklung auf den gestörten Flächen. Als Untersuchungsgebiet wurde das Langtang-Tal (Nepal) ausgewählt. Dort wurden infolge des Gorkha-Erdbebens am 25. April 2015 zahlreiche Massenbewegungen ausgelöst. Als Untersuchungsgegenstand dienten die verheerendste Massenverlagerung im Tal, eine Eis-Schuttlawine über dem Dorf Langtang, sowie die gegenüberliegenden Schatthänge, deren Vegetation großflächig Windwurf infolge einer durch diese Rutschung ausgelösten Druckwelle erlitt.

Dazu wurden Aspekte der Vegetationsdynamik, Phänologie sowie Sukzession bzw. Regeneration, aus einer fünfjährigen Landsat 7 und 8 Zeitreihe (2013 - 2017) abgeleitet, wobei der Normalized Difference Vegetation Index den Proxy zur Beschreibung der greenness eines Pixels lieferte. Die Zeitreihenanalyse wurde mit den R-Paketen Breaks for Additive Season and Trend und greenbrown durchgeführt, deren Algorithmen auf dem klassischen Komponentenmodell beruhen. Die plötzlichen Veränderungen sollten sich als Bruchpunkte innerhalb der Trendkomponente, anschließende positive Vegetationsentwicklung als steigende lineare Funktion zeigen.

Trotz Limitierungen, welche sich aus der Lage des Untersuchungsgebietes in Südasien und im Hochgebirge ergeben, zeigen die Ergebnisse das Potential eines Bruchpunkt-basierten Zeitreihen-Ansatzes zur Detektion gravitativer Massenbewegungen und ihrer Auswirkungen.

Fläche und Kontur der Eis-Schuttlawine wurden adäquat erfasst. Mittels Störungsmagnitudo und Vegetationsentwicklung seit dem Erdbeben ließen sich räumlich differenzierende Störungs- und Entwicklungsmuster ableiten, welche ebenso Rückschlüsse auf Materialzusammensetzung und Mächtigkeit der Ablagerungen zuließen.

In Bezug auf die geschädigte Vegetation der Schatthänge kann anhand der Bruchpunkte auf eine talabwärts gerichtete Ausbreitung der Druckwelle geschlossen werden.

Die Störungsmagnituden lassen des Weiteren Rückschlüsse auf die Zerstörungsart zu. Während die hohen Werte in den direkt der Schuttlawine gegenüberliegenden Bereichen Windwurf bestätigen, ist in Arealen mit niedrigeren Werten lediglich von Entnadelung auszugehen.