

ABSTRACTS (IN ENGLISH AND GERMAN LANGUAGES) OF 10 PROJECTS FUNDED THROUGH THE ESS PROJECT CALL 2015

1. Research on Alpine sediment processes, morphodynamics and ecosystem behaviour considering extreme events (RAISE)

Principal Investigator: Marcel Liedermann (BOKU) Marcel.Liedermann@boku.ac.at

Project duration: 3 Years

The extreme floods of the recent 14 years demonstrate the vulnerability of mankind against such events. River geometry is not constant during flood events as an increase of their width by up to 14 times has been documented. All houses and infrastructure situated in the affected area are endangered. Hence, morphodynamics is of central importance for flood risk management and therefore an improved understanding of the underlying sediment transport is fundamental.

On the other hand sediment transport and morphodynamics form the backbone for the ecosystem of rivers and thus determine the ecosystem services. There is a significant knowledge gap related to process understanding of sediment transport, morphodynamics and the linked ecosystem. Important shortcomings are the lack of field data, adapted calibrated and validated mathematical models for sediment transport and the relevant ecological processes. Thus, in Alpine rivers, changes of sediment transport processes like interruption of the sediment continuum are of great importance due to their ecological, energy and risk-related consequences.

Based on these knowledge gaps the project aims to combine longterm (e.g. geological setting) with shortterm (e.g. extreme floods) sediment research, including abiotic and biotic processes (e.g. habitat modelling) and particularly related socioeconomics.

The objectives are to link and integrate sediment data sampled over the last decade at various Austrian sites, study the interlinkages between sediment sources, erosion, transfer, deposition and remobilisation in relation to climate change (e.g. glacier retreat), to investigate the role of extreme events on the magnitude of sediment transport and morphodynamics, to establish a new 3D numerical sediment transport-morphodynamics-habitat model, to predict consequences of anthropogenic influences and to develop and test strategic policies and tools for an integrated and sustainable sediment management.

The expected outcomes are integrated insights into the interaction of sediment transport, morphodynamics, ecosystem services and socio-economics, based on field data, numerical modelling and physical model studies. The results will be published in scientific papers and guidelines as well as in a manual for practical application and can directly contribute to political decision making.

Die Extremhochwässer der vergangenen 14 Jahre verdeutlichten die Vulnerabilität der Menschheit gegenüber derartigen Ereignissen. Eine Änderung der Gewässergeometrie kann sich in der Zunahme der Breite um das 14-fache wieder spiegeln. Alle Infrastruktureinrichtungen in dem betroffenen Gebiet, sind in Gefahr. Daher ist Morphodynamik und ein verbessertes Verständnis der Sedimenttransportprozesse zentral für das Hochwasserrisikomanagement. Andererseits bilden Sedimenttransport und Morphodynamik das Rückgrat des Flussökosystems und bestimmen daher die Ökosystemleistung. Es gibt ein Wissensdefizit hinsichtlich des Prozessverständnisses von Sedimenttransport, Morphodynamik und dem damit vernetzten Ökosystem. Zu nennen ist das Fehlen von Naturmessungen, angepassten, kalibrierten und validierten Modellen bezüglich Sedimenttransport und Ökosystemprozessen. Daher sind die Veränderungen der Sedimenttransportprozesse, wie die Unterbrechung des Sedimentkontinuums, aufgrund ihrer ökologischen, energetischen und risikobezogenen Folgen sehr wichtig. Aufbauend auf diesen Wissensdefiziten zielt das Projekt auf die Kombination von Langzeit- (z.B. geologische Aspekte) mit Kurzzeit-Sedimentforschung (z.B. Extremhochwässer) ab, einschließlich abiotischer und biotischer Prozesse (z.B. Habitatmodellierung) unter Berücksichtigung der damit im Zusammenhang stehenden Sozioökonomie.

Die Ziele sind die integrative Analyse der im vergangenen Jahrzehnt gewonnenen Sedimentdaten, die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Sedimentquellen, Erosion, Transfer, Deposition und Remobilisierung im Zusammenhang mit dem Klimawandel (z.B. Gletscherrückgang), die Rolle von Extremereignissen auf Sedimenttransport und Morphodynamik, die Entwicklung eines neuen 3D numerischen Sedimenttransport-Morphodynamik-Habitatmodells zur Untersuchung anthropogener Einflüsse sowie die Entwicklung und Anwendung von Werkzeugen für ein integratives und nachhaltiges Sedimentmanagement.

Die erwarteten Ergebnisse sind integrative Einblicke in das Zusammenspiel von Sedimenttransport, Morphodynamik, Ökosystemleistung, Habitatqualität und Sozioökonomie, basierend auf Naturmessdaten, numerischer Modellierung und physikalische Modellstudien. Die Ergebnisse werden in wissenschaftlichen Zeitschriften sowie in Schriften zur praktischen Anwendung veröffentlicht und können direkt in die Entscheidungsfindung der Politik einfließen.

2. Detection and analysis of landslide-induced river course changes and lake formation (RiCoLa)

Principal Investigator: Günther Prasicek (Universität Salzburg) quenter.prasicek@sbg.ac.at

Project duration: 3 Years

The project "Detection and analysis of landslide-induced river course changes and lake formation" (RiCoLa) aims to develop a novel method to (semi-)automatically detect locations of abrupt landslide-river interference in mountain regions, and to analyze the derived results with respect to possible triggers and causes of such events. The project contributes to understanding past and predicting future land-surface change due to interaction of the hillslope and channel systems, and helps improving management and mitigation of resulting natural hazard cascades such as dam breach and flooding.

Landsat, Sentinel-2 and ASTER imagery is employed to extract river courses and lakes using object-based image analysis and (b) detect and quantify river course changes by performing object-based change detection and time-series analysis over the past 30 years.

Four study areas in different mountain regions of the world (European Alps, Southern Alps of New Zealand, Mountains of Taiwan, and the Himalayas of Nepal) serve to validate the developed methods and to evaluate and demonstrate their applicability and transferability. The study areas have a wide range of tectonic, climatic and lithological settings which makes them ideally suited to extensively test our technique. Results are fed into a comprehensive database and are made available online. The database is further enhanced with information on possible triggers and causes of the observed events.

Based on this database, statistical analyses are performed to determine spatio-temporal hotspots of landslide-induced river course changes and lake formation and to evaluate their linkage to predisposing (e.g. lithology and structural geology), preparatory (e.g., climate) and triggering (e.g., earthquakes or intensive rainfall) factors.

Das Projekt „Detektion und Analyse von massenbewegungsinduzierten Flusslaufänderungen und Seebildungen“ (RiCoLa) hat das Ziel, eine neue Methode für die teilautomatisierte Detektion von abrupten Interaktionen von Massenbewegungen und Flüssen zu entwickeln und die gewonnenen Daten im Hinblick auf Auslöser und Ursachen solcher Ereignisse zu analysieren. Das Projekt trägt zum Verständnis vergangener und zur Vorhersage zukünftiger Änderungen der Landoberfläche aufgrund abrupter Interaktionen von Hang und Gerinne bei, und hilft das Management von resultierenden Naturgefahrenkaskaden wie Dambruch und Überschwemmungen zu verbessern.

Methoden der objekt-basierte Bildanalyse werden genutzt, um (1) Flussläufe und Seen auf optischen Satellitenbildern der Landsat und Sentinel-2 Missionen zu identifizieren, (2) sie mit Fließwegen aus digitalen Höhenmodellen zu vergleichen, um Referenzflussläufe zu erstellen, und (3) Flusslaufänderungen und Seebildungen durch einen Vergleich der Referenzflussläufe mit Zeitreihen von Satellitenbildern zu vergleichen. Die entwickelte Methodik wird in vier Untersuchungsgebieten in verschiedenen Gebirgsregionen der Welt (Europäische Alpen, Südalpen von Neuseeland, Taiwan, und der nepalesische Himalaya) getestet, um ihre Anwendbarkeit und Übertragbarkeit zu evaluieren. Die große Bandbreite an tektonischen, klimatischen und lithologischen Eigenschaften macht die Untersuchungsgebiete ideal, um die Methode intensiv zu testen.

Die Ergebnisse werden in eine umfassende Datenbank eingespeist und online zur Verfügung gestellt. Die Datenbank wird außerdem mit Informationen zu möglichen Ursachen und Auslösern der beobachteten Ereignisse erweitert.

Basierend auf dieser Datenbank werden statistische Analysen durchgeführt, um Brennpunkte von massenbewegungsinduzierten Flusslaufänderungen und Seebildungen zu bestimmen und deren Verbindung zu prädisponierenden (z.B. Lithologie, Strukturgeologie), vorbereitenden (z.B. Klima) und auslösenden (z.B. Erdbeben oder Starkregen) Faktoren zu analysieren.

3. Resilience through synergies between agriculture and tourism: A comparison of two contrasting trajectories in the Tyrolean Alps (RESULT)

Principal Investigator: Rike Stotten (Universität Innsbruck) rike.stotten@uibk.ac.at

Project duration: 2 Years

The tourism industry contributes to the rural livelihood in Austrian mountain areas. Multifunctional farming has various ways to integrate with the tourism sector: providing accommodation in the form of on-farm holidays, using employment opportunities as well as marketing opportunities for their products and gaining compensation for the provision of public goods and the use of their property by tourism operators. The project

explores the synergies provided by these interlinkages between agriculture and tourism on three different levels: First of all the effects on the resilience of family farms, second of the rural communities and last not least on their surrounding social-ecological system, measured by the provision of selected ecosystem services. The empirical case is provided by the two villages of Obergurgl and Vent, both parts of the municipality of Sölden in the Tyrolean Alps. Therefore the project applies sociological and ecological perspectives on resilience and uses the conceptual framework of sustainable rural livelihoods to integrate them to identify long term trends of economic, social and environmental changes as well as sudden ruptures provided by extreme events. In both cases the project will take a closer look with a mix of qualitative and quantitative sociological and ecological methods into the assets on farm level as well as on community level to deal with these factors of vulnerability. It will investigate (1) which strategies farms as well as the communities develop to deal with trends and to mitigate shocks and (2) if/how provision of ES has changed, which livelihood outcomes result and how this impacts on the future configuration of capabilities. Therefore the project will provide deeper scientific insights into interlinkages between tourism and agriculture and its impacts on social-ecological resilience to help improving agricultural support programs as well as rural development strategies and sustaining present and future social- ecological resilience.

Die Tourismusindustrie trägt maßgeblich zur Sicherung der Lebensgrundlagen im ländlichen Raum im Berggebiet Österreichs bei. Die multifunktionale Landwirtschaft kann den Tourismussektor als zusätzliche Einkommensquelle in verschiedenen Weisen integrieren: durch die Bereitstellung von Unterkünften wie ‚Urlaub auf dem Bauernhof‘, Produktvermarktung, Arbeitseinsätze im Tourismus, Kompensierung der Bereitstellung öffentlicher Güter sowie durch Überfahrtsrechte für Tourismusbetreiber. Das Projekt erforscht die Synergien, die aus den Verknüpfungen zwischen Landwirtschaft und Tourismus hervorgehen auf drei Ebenen: Zunächst auf Ebene der Resilienz von einzelnen Familienbetrieben, dann auf Gemeindeebene und in Bezug auf das umliegende sozio-ökologische System, gemessen anhand der Bereitstellung ausgewählter Ökosystemleistungen.

Empirisch beobachtbar werden diese Aspekte in den zwei Dörfern Obergurgl und Vent in Tirol. Soziologische und ökologische Sichtweisen auf Resilienz werden angewandt und mittels der konzeptionellen Grundlagen der ‚sustainable rural livelihoods‘ miteinander in Bezug gesetzt. Dabei werden Langzeittrends von wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Wandel sowie plötzliche Schocks ausgelöst von Extremereignissen identifiziert. Insbesondere werden mit einem Mix aus qualitativen und quantitativen Methoden vorhandene Faktoren der Anfälligkeit auf Betriebsebene wie auch auf Gemeindeebene untersucht. Erstens wird untersucht welche Strategien landwirtschaftliche Betriebe und Gemeinden entwickeln, um mit Trends umzugehen und Krisen abzufangen. Darauf aufbauend wird erforscht, ob bzw. wie die Bereitstellung von Ökosystemleistungen sich geändert hat, wie diese auf die Lebensgrundlagen einwirken und wie diese auf Zukunftsstrategien der Betriebe bzw. Gemeinde einwirken. Mit diesem Methodenmix werden tiefere wissenschaftliche Einblicke in die Verknüpfungen von Landwirtschaft und Tourismus sowie deren Einflüsse auf die sozial-ökologische Resilienz ermöglicht. Diese fließen in die Weiterentwicklung und Verbesserung von Agrarumweltprogrammen wie auch von Regionalentwicklungsstrategien ein.

4. Facing change in the Alps: 35000 years of man-environment interrelations in the UNESCO World Heritage Region of Hallstatt-Dachstein/Salzkammergut (FACEALPS)

Principal Investigator: Kerstin Kowarik (Naturhistorisches Museum Wien) kerstin.kowarik@nhm-wien.ac.at

Project duration: 3 Years

In terms of human settlement mountainous regions represent a challenging environment. Nonetheless the Alps have been home to intense and widespread human activity for a very long time. As part of this highly dynamic system human societies faced abundant natural hazards and were also detrimental in bringing about substantial environmental change (Bätzing 1991, Nicolussi et al. 2009, Kothieringer 2015). The proposed multidisciplinary project aims to investigate the interrelation between environmental change, with a special focus on geologic and climatic extreme events, and human land use dynamics in the Eastern Alps during the late Holocene. By studying the co-evolving human-environment system over a long time period and in high resolution within a multi-proxy approach we hope to contribute to a deeper understanding of present conditions and help to inform decisions for the future (cf. Costanza et al. 2007).

We intend to trace the development of human-environment relations in the UNESCO World Heritage region Hallstatt-Dachstein from the beginnings of underground salt mining in the Hallstatt High Valley in 15th cent. BC until today. Our principal research objective is to investigate how certain types of extreme events (gravitational

mass movements, extreme precipitation events) influenced the socioecological systems of the research area. Within this context special attention will be paid to (i) environmental stress caused through mass movements and extreme precipitation events, (ii) environmental stress caused through human impact, (iii) conditions influencing system stability, and (iv) societal response to environmental crisis. The discussion will be based on an integrated and highly resolved long term record of human-environment relations in the Hallstatt-Dachstein region. For this purpose the project will (a) establish an inventory of extreme events, (b) enhance the palaeoenvironmental data record of the research area, and (c) investigate human land use dynamics with special attention to change.

Gebirgsregionen stellen einen schwierigen Lebensraum für Menschen dar. Nichtsdestotrotz ist in den Alpen über lange Zeiträume eine intensive großflächige Besiedelung nachgewiesen. In dieser sehr dynamischen Landschaft sind und waren die hier lebenden Menschen ständig mit Naturgefahren konfrontiert und waren gleichzeitig beteiligt an der massiven Veränderung dieses Naturraumes (Bätzing 1991, Nicolussi et al. 2009, Kothieringer 2015). Das eingereichte Projekt zielt auf die Erforschung der Wechselwirkungen zwischen geologischen und klimatischen Extremereignissen und der menschlichen Landnutzung in den Ostalpen im Spätholozän ab. Durch die interdisziplinäre Erforschung des Mensch-Umwelt-Systems in einer hohen Auflösung über einen langen Zeitraum erhoffen wir, ein tieferes Verständnis des Systems zu erlangen und damit Grundlage für zukünftige Entscheidungen zu schaffen (cf. Costanza et al. 2007).

Wir wollen das Mensch-Umwelt-System in der UNESCO Weltkulturerberegion Hallstatt-Dachstein vom Beginn des untertägigen Salzbergbaus im Hallstätter Hochtal (15.Jhdt v.Chr.) bis heute nachzeichnen. Unsere geplanten Untersuchungen zielen auf die Frage ab, wie Extremereignisse (Massenbewegungen und extreme Niederschlagsereignisse) die im Untersuchungsgebiet lebenden Gemeinschaften beeinträchtigten. Im Speziellen sollen (i) die durch Massenbewegungen und extreme Niederschlagsereignisse ausgelösten Beeinträchtigungen von Ökosystemfunktionen, (ii) der durch den Menschen verursachte Druck auf die natürliche Umwelt, (iii) die Bedingungen, die Resilienz hervorbringen, und (iv) gesellschaftliche Reaktionen auf Katastrophen analysiert werden. Um das Mensch-Umwelt-System in der UNESCO Region interdisziplinär und hochauflösend erforschen zu können, ist (a) der Aufbau eines möglichst lückenlosen Inventars an Extremereignissen, (b) die Erarbeitung der Umweltgeschichte im Untersuchungsgebiet, und (c) die Untersuchung von menschlichen Landnutzungsdynamiken unter besonderer Berücksichtigung von Veränderungen notwendig.

5. Resilience of tourism systems to natural hazards in the Himalayas (touRES)

Principal Investigator: Robert Steiger (Universität Innsbruck) robert.steiger@uibk.ac.at

Project duration: 3 Years

Mountain regions are good examples of complex social-ecological systems as they have remained highly vulnerable to natural hazards due to their active bio- and geophysical environment intensified human use and poor hazard prevention and management. The Himalayan region is one of the most popular tourist destinations worldwide with nature-based tourism in parks and protected areas being the most important tourism sector. But nature-based tourism in the Himalayas is challenged by a number of natural hazard processes with often vague future dynamics under conditions of global climate change. Thus, being able to anticipate, proactively cope with and recover from these hazard processes finally represents a major step towards sustainable mountain development.

The overall goal of our project is to a) identify the resilience of tourism enterprises to natural hazards in mountain regions based on two case studies in Nepal and b) to provide future development paths for tourism enterprises to enhance their resilience. The two case study regions –Annapurna Conservation Area and Sagarmatha National Park and Buffer Zone – belong to different IUCN protected areas. Anticipated scientific results of the project include the use of social-ecological network analysis in tourism systems; the development of local event and effect portfolios of past and future natural hazards and institutional constraints/options for coping with these hazard portfolios; the establishment of a conceptual framework of tourism enterprises' resilience; and the development of a method for classifying tourism enterprises based on their resilience to natural hazards. Also, the project provides practical relevance by building local event and effect portfolios of future natural hazards. These portfolios form the basis for a participatory evaluation of potential development paths for improving tourism enterprises' resilience to natural hazards.

Bergregionen stellen gute Beispiele für komplexe sozio-ökologische Systeme dar, da sie aufgrund ihrer bio- und geophysikalischen Parameter, verstärkter menschlicher Nutzung, sowie auch unzulänglicher Gefahrenprävention und -management stark verwundbar gegenüber Naturgefahren sind.

Die Himalaya-Region zählt zu einer der beliebtesten Tourismusdestinationen weltweit mit naturnahem Tourismus in Nationalparks und Schutzgebieten als wichtigsten Tourismussektor. Jedoch wird die Region von zahlreichen Naturgefahren-Prozessen mit vagen Zukunftsdynamiken unter den sich verändernden Klimabedingungen bedroht.

Um die nachhaltige Entwicklung von Berggebieten langfristig zu gewährleisten, ist die Fähigkeit wichtige Gefährdungen zu antizipieren und proaktiv zu bewältigen von großer Bedeutung. Daher ist das übergeordnete Ziel dieses Projekts, Resilienz von Tourismusunternehmen gegenüber Naturgefahren in Bergregionen zu analysieren. Zwei unterschiedliche IUCN Schutzgebiete, die *Annapurna Conservation Area* und der *Sagarmatha National Park* in Nepal dienen als empirische Fallstudien um mögliche Entwicklungspfade zur Erhöhung der Resilienz aufzuzeigen.

Zu den zu erwartenden wissenschaftlichen Ergebnissen unseres Projekts zählt eine sozio-ökologische Netzwerkanalyse der Tourismussysteme; die Entwicklung von Portfolios von aktuellen und zukünftigen Naturgefahrenprozessen und institutionellen Rahmenbedingungen; die Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens für die Analyse von Resilienz in einem Tourismuskontext, und die Klassifikationen der Tourismusunternehmen basierend auf deren Resilienz gegenüber Naturgefahren. Ein Praxisbezug wird durch die Entwicklung von narrativen Szenarien über mögliche Entwicklungspfade der Naturgefahrenprozesse und von institutionellen Rahmenbedingungen hergestellt, welche von Stakeholdern, PraktikerInnen, und politischen EntscheidungsträgerInnen in der Untersuchungsregion partizipativ evaluiert werden.

6. Zero emissions from agriculture, forestry and other land use in the Eisenwurzen and beyond (ZEAFOU)

Principal Investigator: Christian Lauk (IFF) christian.lauk@aaug.ac.at

Project duration: 3 Years

Transitions towards a low-carbon society will require a fundamental reorganization of society's metabolism, i.e. the material and energy flows associated with socioeconomic activities. The 2°C target, and even more so a 1.5°C target, agreed as fundamental climate protection target in 2015, requires a massive reduction of global greenhouse gas emissions until 2050 and more or less complete decarbonization until 2100. The land-use sector, denoted AFOLU (agriculture, forestry and other land use), will play a decisive role in this context, first as provider of food, fibres, and bioenergy, and second, due to its powerful capability to absorb and store atmospheric carbon. Many global assessment models rely on net-carbon sequestration by terrestrial ecosystems to reach the ambitious climate targets. This massively constraints land use, as land-based production is currently a net carbon source, mainly due to deforestation in the tropics, partly caused by consumption patterns in industrialized countries. Still, eliminating carbon emissions from land-based production is considered mandatory for climate protection.

ZEAFOU will explore the biophysical option space (i.e. the sum of feasible scenarios), of a world without AFOLU emissions in 2050. This options space, determined by e.g. agricultural technology, spatial patterns of land use, diets and biomass demand, will be evaluated for the impacts on biodiversity, wellbeing and the economy, in an iterative participatory process. In order to systematically scrutinize the dependency of the option space from biomass trade, which can result in a spatial disconnect between production and consumption, we choose a nested analytical design in which the zero-AFOLU constraint is to be reached at four different spatial scales: the rural Eisenwurzen region, a LTSER (long-term socio-ecological research) platform represents the focus of research, Austria at the national scale, as well as the European and the global level. The analyses will allow to gain insights into the fundamental nature of the 2°C (or even 1.5°C) target and the role of terrestrial ecosystems will play in this context. ZEAFOU will further scrutinize the role of spatial organization of land use and identify trade-offs and synergies emerging from employing land-based climate change mitigation strategies. A particular focus will be on the analysis of urban-rural interlinkages as well as to identify leverage points to trigger a transition towards a low carbon society in line with the Sustainable Development Goals.

Der Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft und Gesellschaft erfordert substantielle Reorganisationsprozesse sozio-ökonomischer Aktivitäten. Das Ziel der Begrenzung der Erderwärmung auf 2°C oder weniger gegenüber dem vorindustriellen Niveau erfordert eine massive Reduktion der anthropogen verursachten Treibhausgasemissionen bis 2050 und eine mehr oder weniger vollständigen Dekarbonisierung unserer Gesellschaft bis 2100. Landnutzung und Landnutzungsveränderungen, z.B. durch die Land- und

Forstwirtschaft, wird eine bedeutende Rolle in diesem Zusammenhang zukommen. Landökosysteme sind einerseits Lieferanten von Nahrungsmitteln, Faserstoffen und Bioenergie, andererseits ermöglicht Land die Aufnahme und Speicherung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Globale Assessment-Modelle zeigen, dass dieser Senkeneffekt von Landnutzung ein zentrales Element für das Erreichen des 2°C (und damit auch des 1,5°C) Ziels darstellt. Dies bedingt massive Einschränkungen der Landnutzung. Ziel von ZEAFOU ist die systematische Analyse der Voraussetzungen, Bedingungen und Beschränkungen einer solchen „zero-AFOU-emission“ (Null-Emissionen aus Landnutzung) Welt.

Zentrales Element in ZEAFOU ist die Analyse der biophysischen Handlungsoptionen hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen im Rahmen eines iterativen partizipativen Prozesses (Prinzipien der Co-Produktion von Wissen). Dieser Ansatz soll neue Erkenntnisse hinsichtlich der Rolle von terrestrischen Ökosystemen und deren Nutzung liefern. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Fragen der räumlichen Organisation von Landnutzung, der Landnutzungstechnik, der Ernährungsweisen und der Biomassenachfrage, sowie der volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte von Null-Emissionsstrategien. ZEAFOU wird Synergien und Trade-offs von landbasierten Emissionsminderungsstrategien analysieren, mit einem besonderen Fokus auf der Analyse von Stadt-Land-Beziehungen sowie auf der Identifikation zentraler Ansatzpunkte (Leverage Points), um den Wandel in Richtung einer kohlenstoffarmen Gesellschaft zu unterstützen.

7. Regional and stratigraphic delineation of deep groundwater systems in Upper Austria using geochemical and thermal data (Deep groundwater systems in Upper Austria)

Principal Investigator: Doris Gross (Montanuniversität Graz) doris.gross@unileoben.ac.at

Project duration: 3 Years

The Alpine Foreland Basin (AFB) is a dense populated area with important industries. In the Upper Austrian part, the AFB is intensively used for hydrocarbon and geothermal energy production, for gas storage and balneology. To avoid conflicts between different users, a detailed knowledge of hydrostratigraphic units is crucial. Traditionally two hydrostratigraphic units are distinguished:

- The Malmian aquifer is characterized by complex flow patterns, often low salinity and discharges into shallow marine Oligocene sandstones. Both aquifers are used for geothermal and balneological purposes.
- Oligo-/Miocene aquifers provide iodide-rich, high salinity waters for balneological applications.

Considering the great economic importance of the AFB, hydrogeological models have been created. However, these models have obvious weak points caused by low data density, inhomogeneous data sets and poor integration of data from water supply, geothermal and petroleum wells.

The general project aim is a 3D hydrostratigraphy model of the AFB in Upper Austria. To fulfill this, we will create a database with all relevant, available data from different sources. Based on these, a target-oriented sampling strategy will be developed. About 60 samples from petroleum, geothermal and water supply wells will be investigated regarding hydrochemical composition and stable isotopes. Main targets of the analyses are to define water types, to recognize water mixing and to apply chemical geothermometers. The composition of dissolved gases will be determined to gain information on their origin. Temperature data from formation tests supplemented by new measurements will be used to improve existing models. The distribution of water types and possible temperature anomalies will be used together with information on dissolved gases to reconstruct upward and downward fluid flow.

Based on recent research on petroleum systems, the interaction between petroleum and groundwater systems will be discussed. The joint interpretation is promising, because results show that hydrocarbon composition is influenced by waters and vice versa in balneological waters.

Outcomes of the project will include maps and profiles showing the lateral and vertical distribution of hydrostratigraphic units, as well as their delineation and interaction. These units will be characterized by the distribution of hydrochemical and isotopic parameters and the chemistry of dissolved gases.

Das alpine Vorlandbecken (AVB) ist ein dicht besiedelter Raum mit bedeutenden Industriestandorten. In Oberösterreich (OÖ) wird das AVB intensiv zur Gewinnung von Öl und Gas, geothermischer Energie sowie für Gasspeicherung und Balneologie genutzt. Um Konflikte zu vermeiden, ist die detaillierte Kenntnis hydrostratigraphischer Einheiten essentiell. In OÖ werden zwei Haupteinheiten unterschieden:

- Der Malm Aquifer ist durch komplexe Fließmuster und häufig geringsalinare Wässer charakterisiert. Er entwässert in flachmarine oligozäne Sandsteine. Beide Gesteinseinheiten werden für Geothermie und Balneologie genutzt.
- Oligo-/Miozäne Aquifere liefern iodreiche hochsalinare Wässer für Heilbäder.

In Anbetracht der großen wirtschaftlichen Bedeutung wurden hydrogeologische Modelle erstellt. Diese haben deutliche Schwächen, die auf geringe Datendichte, inhomogene Datensätze und unzureichende Integration von Daten aus Geothermie- und Kohlenwasserstoffbohrungen zurückzuführen sind.

Das Projektziel ist die Erstellung eines hydrostratigraphischen 3D-Modells für den Großraum OÖ. Dazu wird eine Datenbank aller relevanten Daten von Ölindustrie, Geothermiebetreibern und Wasserversorgern erstellt. Darauf aufbauend, wird eine zielorientierte Probenahmestrategie entwickelt.

Ca. 60 Proben aus Öl-, Geothermie- und Brunnenbohrungen werden hydro- und isotochemisch untersucht. Ziel ist die Abgrenzung von Wassertypen, das Erkennen von Mischungen und die Anwendung von Geothermometern. Die Zusammensetzung gelöster Gase liefert Informationen über deren Ursprung. Temperaturen aus Formationstests, ergänzt durch neue Messungen, werden zur Verbesserung existierender Modelle beitragen. Die Verbreitung der Wassertypen, mögliche Temperaturanomalien und Informationen aus den gelösten Gasen geben Aufschluss über auf- und absteigende Wässer.

Basierend auf neuen erdölgeologischen Erkenntnissen wird die Interaktion zwischen Kohlenwasserstoff- und Grundwassersystemen diskutiert. Dieser Ansatz ist vielversprechend, da die Zusammensetzung von Ölen durch Wässer beeinflusst wird und Ölspuren in balneologischen Wässern auftreten.

Die Ergebnisse werden in Karten und Profilen dargestellt, die die laterale und vertikale Verbreitung der hydrostratigraphischen Einheiten und ihre gegenseitige Beeinflussung zeigen. Die Einheiten werden durch hydro- und isotochemischer Parameter und den Chemismus gelöster Gase charakterisiert.

8. Glacier-Headwall Interaction and its Influence on Rockfall Activity (GlacierRocks)

Principal Investigator: Markus Keuschnig (GEORESEARCH, Wals) markus.keuschnig@georesearch.at

Project duration: 3 Years

Climate models predict continued climate warming and a decrease of Austrian glaciers to less than 20% of their present area by the end of this century. Rockfall from freshly exposed headwalls has been documented as an increasing risk factor with considerable significance for man and high-alpine infrastructure. Despite these implications, little is known about the thermal, mechanical and hydrological processes that operate at the glacier-headwall interface (randkluft). Systemic in-situ monitoring of stability-relevant parameters are lacking, leaving fundamental gaps in the understanding of rockfall preconditioning in glacial headwalls and the geomorphological evolution of glaciated catchments.

The proposed project *GlacierRocks* will establish the worldwide first research site for long-term monitoring of stability-relevant processes inside a randkluft system. Based on the acquired monitoring data *GlacierRocks* is pursuing three overall aims at (1) gaining a better understanding of rockfall preconditioning in randklufts and related geomorphological shaping of headwalls, (2) analyzing poorly understood glacial thinning dynamics near headwalls, and (3) estimating present and future rockfall hazard potential in headwalls on a regional scale. We will employ an interdisciplinary and systemic methodological approach using state-of-the-art measuring and modeling techniques. The three system components (headwall, glacier, randkluft) will be investigated by combining geomorphological, glaciological and meteorological methods. *GlacierRocks* will continuously monitor rock temperature, rock moisture, frost cracking, glacier ice temperature, glacier ice motion, randkluft depth/width changes and a series of meteorological parameters.

The study site of *GlacierRocks* is located in the summit region of the Kitzsteinhorn (3.203 m a.s.l.), which is home to an interdisciplinary Open Air Lab (OAL) focusing on permafrost and rockfall monitoring. Utilizing the existing infrastructure of the OAL and collaborating with several Kitzsteinhorn-based partner projects, *GlacierRocks* will create unique synergy effects. An international cooperation of researchers from five institutions in Austria, Germany and Switzerland will combine expertise from geomorphology, glaciology and geology, to create the necessary interdisciplinary skills base to successfully accomplish *GlacierRocks*.

Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird der Klimawandel in Österreich zu einer Verringerung der Gletschergebiete auf weniger als 20 % ihrer heutigen Fläche führen. Eisfrei gewordene Karrückwände sind besonders häufig von Steinschlägen und Felsstürzen betroffen. Trotz ihrer Bedeutung als zunehmender Risikofaktor ist wenig über die im Übergangsbereich Gletscher-Felswand ablaufenden thermischen,

mechanischen und hydrologischen Prozesse bekannt. Systemische in-situ Messungen stabilitätsrelevanter Parameter liegen bis dato nicht vor. Diese sind aber notwendig für ein verbessertes Verständnis von Steinschlägen/Felsstürzen aus glazialen Rückwänden sowie der langfristigen geomorphologischen Entwicklung vergletschelter Einzugsgebiete.

Das Projekt *GlacierRocks* plant die Errichtung eines weltweit einzigartigen Monitorings zur langfristigen Beobachtung stabilitätsrelevanter Prozesse in Randluftsystemen. Basierend auf den gewonnenen Monitoringdaten verfolgt *GlacierRocks* drei Hauptziele: (1) Verbesserung des Verständnisses der vorbereitenden Faktoren von Steinschlägen/Felsstürzen und der verbundenen geomorphologischen Langzeitentwicklung glazialer Karrückwände, (2) Analyse der glazialen Nährgebietsdynamik im Bereich der Rückwände, (3) Abschätzung des gegenwärtigen und zukünftigen Gefahrenpotenzials gletschnaher Steinschläge/Felsstürze auf regionaler Skala. Der zur Untersuchung der drei Systemkomponenten Felswand, Gletscher, Randluft gewählte systemische, interdisziplinäre Ansatz erlaubt die kontinuierliche Überwachung von Felstemperatur, Felsfeuchte, Frostverwitterung, Gletschereistemperatur, Gletschereisbewegung, Randlufttiefe/-weite und einer Serie meteorologischer Parameter.

Das Untersuchungsgebiet von *GlacierRocks* liegt in der Gipfelregion des Kitzsteinhorns (3.203 m über N.N.). Dieses ist seit 2010 Standort eines interdisziplinären Freiluftlabors für Permafrost- und Steinschlagmonitoring. Durch die Nutzung der vorhandenen Forschungsinfrastruktur und der Kooperation mit lokalen Partnerprojekten werden einzigartige Synergieeffekte erzielt. Das Projektteam von *GlacierRocks* besteht aus einer internationalen Kooperation von fünf Forschungseinrichtungen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz. Die Kombination von Expertisen aus den Bereichen Naturgefahren, Geomorphologie, Glaziologie und Geologie bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung von *GlacierRocks*.

9. Demographic change and hydrological hazards: flood risk management in Alpine areas facing population decline and demographic ageing (DemoHazAlps)

Principal Investigator: Thomas Thaler (BOKU) thomas.thaler@boku.ac.at

Project duration: 2,5 Years

The project DemoHazAlps addresses the issue of demographic change and flood risk in Alpine areas. It aims to develop a better understanding of demographic change as a key driver transforming the patterns of risks and to provide a scientific basis for the development of risk management and adaptation strategies for Alpine areas facing population decline and demographic ageing.

DemoHazAlps will address these objectives from an interdisciplinary perspective (of hazard and risk management, political science, and spatial planning) and draws on a broad methodological repertoire, integrating social science research methods with spatial analysis techniques.

The project builds on the disaster risk community's conceptual framing of risk and investigates the influence of demographic change on flood hazard exposure, vulnerability, and the capacity to cope with and adapt to extreme events. Research will begin by developing an analytical framework of demographic change and natural risk management. Through a macro-scale analysis of the dynamics of flood risk and population change in Austria, two Alpine municipalities will be selected for the empirical case study research. In the case studies, the exposure of buildings and residents will be assessed and mapped for different temporal scales on the basis of GIS-analysis, document analysis and semi-structured interviews. To assess the influence of demographic change on social and physical vulnerability the research team will conduct a GIS-based analysis of exposed buildings and a large-scale postal survey among flood-prone households. The capacity to cope with and adapt to extreme events under conditions of demographic change will be investigated through the analysis of legal and political documents and semi-structured interviews with policy-makers and stakeholders. Both case studies will be concluded with stakeholder workshops in order to inform the development of adaptation options for responding to the challenge of demographic change in natural hazards management.

To ensure the transferability of research findings to other mountain regions DemoHazAlps will (i) establish linkages to international research programmes, (ii) cooperate with internationally renowned researchers from the University of Bern, and (iii) conduct a concluding international workshop with policy makers, stakeholders and researchers from Alpine countries.

Das Forschungsprojekt DemoHazAlps untersucht die Auswirkungen von demographischem Wandel in den Alpen auf den Umgang mit Hochwasserrisiko. Das Projekt will zu einem besseren Verständnis der Thematik beitragen und eine wissenschaftliche Grundlage bereitstellen für die Entwicklung von Risikomanagement- und

Anpassungsstrategien in alpinen Gemeinden, die mit Bevölkerungsrückgang und demographischer Alterung konfrontiert sind.

DemoHazAlps nähert sich dieser Herausforderung aus einer interdisziplinären Perspektive, in der Gefahren- und Risikomanagement, Politikwissenschaft und Raumplanung kombiniert werden und ein breites Spektrum an sozialwissenschaftlichen Methoden sowie Verfahren der räumlichen Analyse verwendet wird. Der konzeptionelle Rahmen basiert auf einer Unterteilung von Risiko in Gefährdung, Exposition, Vulnerabilität und Kapazität, wobei das Projekt den Einfluss von demographischem Wandel auf die letzten drei Komponenten untersucht. Zunächst werden ein analytischer Rahmen erarbeitet und anhand der Analyse langfristiger Änderungen von Hochwasserrisiko und Bevölkerungsentwicklung in Österreich zwei Gemeinden für die Fallstudienuntersuchung ausgewählt. Für beide Fälle erfolgt eine Einschätzung der räumlichen und zeitlichen Dynamiken der Hochwassereexposition basierend auf einer Analyse von georeferenzierten Datensätzen, Planungsdokumenten und teilstrukturierten Interviews mit Planungsbehörden. Die physische und soziale Vulnerabilität wird anhand einer GIS-basierten Analyse von exponierten Gebäuden und einer postalischen Umfrage unter hochwassergefährdeten Haushalten in den beiden Gemeinden bewertet. Für die Untersuchung der Anpassungs- und Bewältigungskapazitäten werden rechtliche und politische Dokumente analysiert sowie leitfadengestützte Interviews u.a. mit Entscheidungsträgern und durchgeführt. Zum Abschluss beider Fallstudien werden im Zuge von Stakeholder-Workshops Ansätze für den vorausschauenden Umgang mit demographischem Wandel im Hochwasserrisikomanagement entwickelt.

Um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Gebirgsregionen zu gewährleisten werden wir (i) DemoHazAlps mit internationalen Forschungsprogrammen (z.B. CH-AT Alliance, UNISDR) vernetzen, (ii) mit WissenschaftlerInnen der Universität Bern kooperieren und (iii) einen internationalen Workshop mit Akteuren aus verschiedenen Alpenländer organisieren.

10. The Role of Hydrological Connectivity of Catchment Soils and Streams for the Biodiversity and Functioning of Pre-Alpine Stream Ecosystems (HYDRO-DIVERSITY)

Principal Investigator: Jakob Schelker (Universität Wien) jakob.schelker@univie.ac.at

Project duration: 3 Years

Small headwater streams interlink catchment soils with the river network and contribute substantially to CO₂ emissions of inland waters. At the same time, recent studies have identified small streams as ‘critical reservoirs’ of microbial diversity, but the origin of this diversity is not well understood. The core objective of the HYDRO-DIVERSITY project is therefore to investigate the dynamic transfer of dissolved organic matter (DOM) and microbial life from catchment soils to streams and to evaluate the impact of these influxes on stream biofilm community composition and biodiversity. The HYDRO-DIVERSITY project will address this task by a unique set of experimental work that will be performed across several soil-stream interfaces located along an elevation gradient within the pre-alpine Oberer Seebach (OSB) catchment in Austria. Overall, the HYDRO-DIVERSITY project is set out as an interdisciplinary approach involving the disciplines of hydrology, geography, soil science, chemistry and microbial ecology to understand the origin of biofilms in small streams. This understanding will contribute to gain deeper insights into ecosystem functioning of small streams and their contribution to CO₂ evasion.

Kleine Bäche verbinden die Böden der Bacheinzugsgebiete mit dem gesamten Gewässernetz und tragen gleichzeitig wesentlich zu den CO₂ Emissionen der Binnengewässer bei. Jüngste Studien haben zudem gezeigt, dass diese Gewässer als wichtige Speicher der mikrobiellen Vielfalt in Gewässernetzen fungieren. Der Ursprung dieser Diversität ist jedoch noch nicht gut untersucht. Das Ziel des HYDRO-DIVERSITY Projektes ist daher, den dynamischen Transport von gelösten organischen Stoffen (DOM) und des mikrobiellen Lebens aus den Böden der Einzugsgebiete in die Bachläufe genauer zu untersuchen und die Auswirkungen dieser Stoffflüsse auf die Biofilmgemeinschaft und dessen Biodiversität zu verstehen. Das HYDRO-DIVERSITY Projekt versucht sich diesem Themenkomplex durch einen einzigartigen experimentellen Ansatz zu nähern, indem experimentelle Arbeiten an der Schnittstelle zwischen Boden und Bach entlang eines Höhengradienten ausgeführt werden. Dies soll in der voralpinen Zone im Einzugsgebiet des Oberen Seebaches (OSB) in Österreich geschehen. Alles in allem, verfolgt das HYDRO-DIVERSITY Projekt einen interdisziplinäre Ansatz, welcher die Disziplinen der Hydrologie, Geographie, Bodenkunde, Chemie und der mikrobielle Ökologie zusammenbringt, um die Entstehung von Biofilmen in kleinen Bächen besser zu verstehen. Dieses Verständnis wird dazu beitragen, einen tieferen Einblick in das Funktionieren des Ökosystems Bach zu erhalten und auch den Beitrag kleiner Bäche zu CO₂ Emission besser zu verstehen.

ABSTRACTS (IN ENGLISH AND GERMAN LANGUAGES) OF 2 PROJECTS FUNDED THROUGH THE ESS PROGRAMME FOR INTERNATIONAL COOPERATION WITH BELMONT FORUM PROJECTS

1. Disturbance Impacts on Forest Carbon Dynamics in the Calcareous Alps (C-Alp II)

Principal Investigator: Douglas L. Godbold (BOKU) douglas.godbold@boku.ac.at

Project duration: 2 Years

ESS Project in cooperation with the Belmont Forum Project "Ecological and socioeconomic impacts of climate-induced tree diebacks in highland forests (CLIMTREE)"

Forest ecosystem function in the Calcareous Alps is under threat from intensifying natural disturbance regimes, raising serious questions over the future provision of key ecosystem services. It is likely that climate change will drive an increase in windthrow and bark beetle events in Central Europe, with forests of the Calcareous Alps representing potential hotspots of future disturbance occurrence. Evaluating this risk is however currently limited by insufficient understanding of how disturbance impacts on forest carbon (C) cycling, processes which regulate a number of important ecosystem services. Generalized paradigms of ecosystem disturbance are very limited in their ability to explain the changes and development in forest C stocks and fluxes after stand-replacing disturbance, with evidence indicating that these dynamics are strongly governed by ecosystem-specific factors. Unfortunately, empirical data on disturbance impacts on forest carbon cycling in the Calcareous Alps is severely lacking and fragmented. Considering the huge social, economic, and ecological importance of these ecosystems, we propose a project, "C-Alp", which will investigate C consequences of forest disturbance in the Calcareous Alps. The project will employ a chronosequence approach, synthesizing data on carbon dynamics from test sites in different stages before- and after forest disturbance. The project will build upon existing empirical data from previous test sites and an LTER site, by conducting new measurements and analyses at these and additional experimental sites. To unravel the complexities driving post-disturbance C cycling, the project will draw upon the interdisciplinary skillset of the C-Alp collaborators, conducting soil microclimate- and ecosystem flux measurements in conjunction with analyses of the soil microbial community, soil fauna and decomposition processes. C-Alp will thus not only *describe*, but also *explain* how disturbance affects the carbon cycle of mountainous forest ecosystems. Finally, in addition to strengthening cooperation between leading Austrian research institutions (University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), the Environment Agency Austria (UBA), and the Austrian Institute of Technology (AIT)) and an international consortium of partners from the Belmont forum project ClimTree, the C-Alp project shall also deliver an experimental infrastructure for long term monitoring of forest C dynamics and post-disturbance ecosystem recovery.

Zunehmende Intensitäten von großflächigen Waldstörungen gefährden die Funktionen von Bergwäldern der Kalkalpen. Dabei dürfte die klimatisch bedingte Zunahme von Windwurf – und Borkenkäferbefall für den mitteleuropäischen Raum zukünftig die größte Rolle spielen. Waldregionen der Kalkalpen stellen in diesem Zusammenhang potentielle ‚Hot-spots‘ für Störereignisse dar. Eine genaue Evaluierung der Störungsauswirkungen von Wäldern der Kalkalpen ist bis dato begrenzt. Vor allem eine Auswirkung auf den Kohlenstoffkreislauf ist wenig untersucht, welcher wiederum mit der Erfüllung wesentlicher ökosystemarer Funktionen verbunden ist. Im Projekt ‚C-Alp‘ soll daher ermittelt werden wie sich großflächige Waldstörung auf die Kohlenstoffdynamik von Bergwäldern der österreichischen Kalkalpen auswirken. Mit Hilfe einer Zeitreihenanalyse werden verschiedene Versuchsflächen in unterschiedlich gestörten und ungestörten Stadien untersucht. Aufbauend auf existierenden Daten aus vorangegangenen Projekten und einer Langzeitversuchsfläche (LTER Monitoringfläche Zöbelboden) sollen ergänzende Messungen auf neuen, sowie bereits etablierten Versuchsflächen gemacht werden. Durch die breitgefächerten Fachkenntnisse der Projektmitglieder können die störungsbedingten Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf umfassend ermittelt werden. Neben der Messung wesentlicher Kohlenstoffflüsse (Netto Ökosystemaustausch, Bodenatmung, gelöster Kohlenstoff) liegen weitere Schwerpunkte in der Erfassung mikrobieller Gesellschaften im Boden, Bodenfauna sowie in der Ermittlung der Abbaudynamik von organischem Kohlenstoff. Die Erkenntnisse aus C-Alp ermöglichen es, die Auswirkung von Waldstörung auf den Kohlenstoffkreislauf von Bergwäldern nicht nur zu *beschreiben*, sondern die damit in Zusammenhang stehenden Prozesse auch zu *erklären*. Durch die Zusammenarbeit österreichischer Forschungsinstitutionen (Universität für Bodenkultur, Umweltbundesamt, Austrian Institute of Technology) und Partnern des Belmont Forum Projektes ClimTree, werden nationale und internationale Wissenschaftskooperationen gestärkt, und damit die Grundlage für zukünftige interdisziplinäre Projekte geschaffen. Daten zu Kohlenstoffflüssen sollen des Weiteren die österreichische Beteiligung an den internationalen Programmen LTER und FLUXNET stärken. Dadurch soll die

Basis für ein Langzeit-Monitoring der Kohlenstoffflussdynamik in intakten und gestörten Bergwäldern der österreichischen Kalkalpen geschaffen werden.

2. Mountain ecosystems in a changing world: land use, pollution and pathogens (MoLUP)

Principal Investigator: Veronika Gaube, Helmut Haberl (Alpe Adria Universität Klagenfurt)

Veronika.Gaube@aau.at, Helmut.Haberl@aau.at

Project duration: 2,5 Years

ESS Project in cooperation with the Belmont Forum Project "People, Pollution and Pathogens- Mountain ecosystems in a human-altered world (P³) <http://www.p3mountains.org/>

Land-use and climate change are pervasive drivers of global environmental change and posing major threats to ecosystems and biodiversity, particularly in mountain regions. Research to date has mostly focused either on land-use change or on climate change, but rarely on the interactions between both drivers, even though it is expected that systemic feedbacks between changes in climate and land use will have important effects on mountain ecosystems. Climate change will not only alter patterns of temperature and precipitation, and hence directly affect ecosystems and biodiversity, it will also force land owners to alter their land use decisions. Such changes in land-use practices may have major additional effects on ecosystems and biodiversity. If observed changes in mountain ecosystems should be correctly interpreted within the Mountain Ecosystems as Sentinels of Change (MESOC) concept, these systemic interactions must be considered. MoLUP will explore the anticipated systemic feedbacks between (1) climate change, (2) land owner's decisions on land use, (3) land-use change, and (4) changes in ecosystems and biodiversity in the coming decades in mountain areas investigated in P³. Two principal components of the integrated socioecological model developed in the ongoing ÖAW project LUBIO will be implemented for the study site in the Pyrenees: (1) an agent based model (ABM) that simulates decisions of important actors, (2) a spatially explicit GIS model that translates these decisions into changes in land cover and land use patterns. In addition, hydrological data as well as data on pollution and pathogens from the open access database built in P³ will be integrated. This new model will allow to explore the option space for future land use under climate change and to assess both the direct and indirect land-use mediated effects of a warming climate on mountain ecosystems, especially in regard to pollution and the incidence of wildlife and human pathogens. Model development of the ABM will be supported by data collected during P³, local fieldwork and expert interviews. The output of the ABM are modelled land-use changes resulting from modelled decisions of the landowners. This will be translated in spatially explicit land-use/cover maps allowing to gauge pressures on ecosystems resulting from changing land-use patterns and their consequences for chemical pollution and the abundance and diversity of various pathogens as assessed in P³. Besides the integrated socioecological model, a catalogue of recommended policy and stakeholder actions will be developed and included in the concept of Mountains as Sentinels of change developed within P³.

Landnutzungs- und Klimawandel sind wichtige Treiber weltweiter Umweltveränderung und stellen eine Bedrohung für Ökosystem und Biodiversität dar, besonders in alpinen Regionen. Die Forschung hat sich bisher meist auf eine der beiden Komponenten konzentriert und nur selten ihr Zusammenspiel untersucht, obwohl wichtige Rückkoppelungen zwischen den Auswirkungen der Klima- und Landnutzungsveränderungen auf alpine Ökosysteme zu erwarten sind. Insbesondere werden durch den Klimawandel nicht nur Temperatur und Niederschlagsmuster verändert, sondern es werden auch die Grundeigentümer veranlasst, ihre Entscheidungen bezüglich Landnutzung zu überdenken. Wenn Veränderungen in Bergökosystemen als „sentinels of change“ interpretiert werden sollen, ist eine Abbildung dieser Systemeffekte nötig. In MoLUP sollen die erwarteten systemischen Rückkoppelungen zwischen 1) dem Klimawandel, 2) Landnutzungsentscheidungen der Grundeigentümer, 3) Veränderungen der Landnutzung und 4) Veränderungen von Biodiversitätsmustern in den kommenden Jahrzehnten in alpinen Regionen aus P³ untersucht werden. Für die Modellierung dieser Effekte werden Teile eines integrierten sozial-ökologischen Modells, welches in dem von der ÖAW geförderten Projekts LUBIO entwickelt wurde, für die Forschungsregion in den Pyrenäen implementiert. Dieses Modell besteht aus zwei Hauptkomponenten: 1) einem agentenbasierten Modell (ABM), das die Entscheidungen relevanter Akteure simuliert, 2) und einem räumlich-expliziten GIS Modell, das diese Entscheidungen in Veränderungen der Landbedeckung und Landnutzungsmuster übersetzt. Zusätzlich werden hydrologische Daten sowie Daten zu Verschmutzung und Krankheitserregern aus P³, in das Modell integriert. Dieses neue Modell ermöglicht die Exploration verschiedener Landnutzungsszenarien unter dem Einfluss des Klimawandels, sowie eine Abschätzung direkter und indirekter durch Landnutzung vermittelter Auswirkungen von Klimaerwärmung auf alpine Ökosysteme, insbesondere in Bezug auf Verschmutzung und der Verbreitung von Krankheitserregern.

Die Entwicklung dieses Modells wird durch lokale Feldforschung unterstützt. Das Ergebnis des ABM sind modellierte Landnutzungsveränderungen, die sich aus den Landnutzungsentscheidungen durch die Landbesitzer ergeben, welche in eine räumlich-explizite Landnutzungskarte übersetzt werden. Daraus lassen sich räumlich explizite Belastungen für lokale Ökosysteme ableiten, welche in P³ erhoben werden. Ein Maßnahmenkatalog für Politik und andere Stakeholder wird erstellt, um die Ergebnisse des Projektes für die Region nutzbar zu machen.