

**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Thun, 6./7. Juni 2012**

**Thoune les 6 et 7 juin 2012**

---

Alp 'relève 2012 : abstract

**Approche multiscale d'une zone alluviale au Gasterntal (Kandersteg, BE) : focus sur la matière organique, facteur fondamental dans l'établissement des communautés biologiques.**

*David Zigerli, Clémence Salomé, René Amstutz, Julie Steffen, Gaëlle Monnat, Alessandro Staehli, Claire Le Bayon, Jean-Michel Gobat*  
*Laboratoire Sol & Végétation, Université de Neuchâtel, Rue Emile-Argand 11, CH-2000 Neuchâtel*

En raison de leur dynamique et de leur position topographique, les zones alluviales figurent parmi les écosystèmes les plus complexes et les plus diversifiés de Suisse. L'Université de Neuchâtel s'est spécialisée depuis des années sur ce type de milieu. Celui-ci constitue en effet un bon modèle pour étudier, d'une part, dans leur dimension spatio-temporelle les premières étapes de développement d'un écosystème et, d'autre part, la genèse des sols, en particulier l'intégration de la matière organique dans l'épisolum humifère.

A ce jour, les recherches se sont essentiellement focalisées aux étages collinéen et montagnard. L'Université de Neuchâtel a donc décidé de lancer plusieurs travaux de recherche pour appréhender de façon holistique le fonctionnement écologique d'un écosystème alluvial subalpin encore peu anthropisé. Le site d'étude choisi est le Gasterntal au-dessus de Kandersteg, dans l'Oberland bernois. Les zones alluviales de cette vallée sont en effet parmi les dernières de l'étage subalpin possédant un régime hydrologique naturel et demeurant très peu anthropisées. La vallée est parcourue par la Kander, rivière à régime nivoglaciaire et chargée en calcaire dans sa partie aval. Celle-ci s'écoule en tresses, créant de nombreux biotopes (barres sédimentaires, îles, terrasses alluviales) qui, en fonction de l'activité alluviale, sont naturellement colonisés par la faune et la végétation, eux-mêmes ingénieurs de l'écosystème. Les forêts dominantes de la zone alluviale sont des aulnaies subalpines à épicéas.

Six travaux de recherche ont été menés dans cette vallée entre 2005 et 2012. Presque tous ont été réalisés en se fondant sur le gradient de dynamique alluviale, depuis les zones pionnières faiblement végétalisées jusqu'au stade de l'aulnaie mature à caractère post-pionnier. L'approche est autant diachronique que synchronique, et s'opère à diverses échelles spatiales, du bassin versant au millimètre. Les divers travaux portent sur les thèmes suivants:

(1) **L'évolution du paysage alluvial au cours du siècle passé** (*résultats présentés à Alp 'relève 2010, travail de master d'Alessandro Staehli, terminé*) : la dynamique de la Kander diminue naturellement au cours du XX<sup>ème</sup> siècle. La proportion de milieux dépourvus de végétation diminue au détriment des forêts alluviales et plus récemment des forêts à caractère post-pionnier.

(2) **Le développement de l'épisolum humifère** (*thèse de doctorat de René Amstutz, en cours*) : la litière s'accumule ou non à la surface du sol dans des proportions variables suivant la texture du sol, l'activité biologique et la quantité de litière produite, conduisant à une grande diversité de formes d'humus, dont certaines originales pour les systèmes alluviaux.

(3) **L'écologie des communautés de bryophytes** (*travail de master de Julie Steffen, terminé*) : un total de 104 espèces de Bryophytes (1/10 de la flore suisse) réparties en 9 communautés ont été trouvées. Le type de substrat, la température et le taux d'humidité apparaissent comme des facteurs déterminants dans leur répartition. Des communautés typiques et originales sont définies sur les bancs de galets, alors que les forêts alluviales ne possèdent pas de communautés de bryophytes typiquement associées.

(4) **Diversité et fonctionnalité de la faune du sol (collemboles et vers de terre)** (*travail de master de David Zigerli et thèse de doctorat de Clémence Salomé, terminés*) : du fait de la connectivité entre les compartiments alluviaux, quel que soit le stade évolutif de la végétation, la diversité en collemboles et vers de terre est importante. Quatre communautés lombriciennes se distinguent, regroupant un quart des espèces de lombricidés connus en Suisse. La distribution et l'abondance des espèces lombriciennes dépendent de la texture minéralogique du sol, du taux de matière organique dans la litière et le sol, tout comme du caractère hydromorphe du sol. L'abondance des Collemboles endogés est influencée par le pH, la teneur en matière organique, la température et l'humidité du sol, tandis que leur diversité est indépendante de ces paramètres. Les fortes densités dans les forêts les plus matures sont attribuées à la présence d'horizons holorganiques OF et OH. La prise en considération de combinaisons caractéristiques de familles ou de genres de Collemboles (épigés ou endogés) se révèle être un bon indicateur du stade évolutif des unités de végétation alluviale considérées.

(5) **Le développement de la structure pédologique et l'intégration de la matière organique dans le sol** (*thèse de doctorat de Clémence Salomé, terminée*) : en fonction de la texture minérale et de l'activité des vers de terre, la matière organique de surface est intégrée dans les couches minérales et des agrégats organo-minéraux se forment, de tailles et stabilité variables.

(6) **Diversité et fonctionnalité des champignons sous aulnaie alluviale subalpine** (*travail de master de Gaëlle Monnat, terminé*) : 305 souches fongiques ont été isolées par la méthode culturale dans 3 profils de sol et 35 morphotypes fongiques ont pu être différenciés. La biomasse fongique est plus importante dans les horizons supérieurs probablement en raison d'une quantité de matière organique plus importante. Les horizons de surface se distinguent de ceux de profondeur grâce à certains morphotypes caractéristiques.

Ces différentes approches permettent de montrer que les premières phases d'évolution d'un écosystème alluvial subalpin sont fortement marquées par le cycle de la matière organique. L'activité de la pédofaune et celle de la pédo flore sont étroitement liées aux niches créées par l'accumulation de matière organique en surface ou dans le sol. A chaque échelle d'approche, des communautés biologiques bien choisies permettent d'indiquer des conditions spécifiques de l'habitat.

## **Beziehungen zwischen Vegetationsmosaik, Schneedecke und Ausaperungsmuster in der alpinen Stufe**

am Wannengrat (2517 m), Davos (GR), Schweiz

Der von IPCC (2007) prognostizierte Klimawandel bedrängt die Natur der Alpen. Daher sind die vegetationsökologischen Untersuchungen in alpinen Gebieten von besonderem Interesse. In der alpinen Stufe der Gebirge wird sich das Schneemuster infolge einer Erhöhung der durchschnittlichen Luft- und Oberflächentemperatur ändern (Beniston 1997). Unter den sich ändernden Klimabedingungen wird ein Wandel des floristischen Artgefüges erwartet (Scherrer & Körner 2010). Um klimabedingte Änderungen innerhalb der ansässigen Pflanzengesellschaften festzustellen, sind langfristige Dauerbeobachtungen nötig. Grundlegend dazu ist eine Status quo-Ermittlung, die einerseits das aktuelle Vegetationsmosaik und andererseits die gegenwärtigen Klimabedingungen erfasst. Erst mittels dieser Erhebungen können Zusammenhänge zwischen der aktuellen Vegetation und den einzelnen Klimaparametern erkannt werden. Dem zu Folge wurden schwergewichtig vier Forschungsfragen bearbeitet: 1) Wie sieht die Schneeverteilung am Wannengrat aus? 2) Wie sieht das aktuelle Vegetationsmosaik am Wannengrat aus? 3) Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Schneeausaperungsmuster und dem sich darunter befindenden Vegetationsmosaik? 4) Welche weiteren abiotischen Einwirkungen prägen das aktuelle Vegetationsmosaik am Wannengrat? Die vorliegende Untersuchung ist dem multidisziplinären und regionsübergreifenden Projekt *Swiss Experiment* angegliedert, das zum Ziel hat hoch aufgelöste Klimadaten für zukunftsorientierte Fragestellungen zur Verfügung zu stellen.

Im Rahme der vorliegenden Arbeit wurden im Raum Davos ein nach Südosten ausgerichtetes Tal im Gebiet Strela (2636 m), Latschüelfurgga (2310 m) und Wannengrat (2517 m) à 1.5 km<sup>2</sup> untersucht. Zur Untersuchung zählte einerseits eine flächendeckende kartographische Erfassung aller auftretenden Pflanzengesellschaften. Andererseits wurden 92 Flächen à 1 m<sup>2</sup> bezüglich ihrer pflanzlichen Eigenschaften aufgenommen. Es liegen total zehn Gesellschaften vor, die in vier Gesellschaftsgruppen eingeteilt werden: Rasengesellschaften (aufglockertes *Caricetum curvulae*, *Geo montani-Nardetum*, *Seslerio-Caricetum sempervirentis*), Schneebodengesellschaften (verarmtes *Salicetum herbaceae*; unterschieden nach Schneehang und Schneemulde, verarmtes *Arabidetum caeruleae*, *Salicetum herbaceae*), Windheidegesellschaften (*Cetrario-Loiseleurietum*) und Moore (alpines Flachmoor mit *Carex nigra*, *Cardamino-Montion*). Der Deckungsgrad der einzelnen Pflanzenarten, differenziert nach der Wuchsformen, die mittlere und maximale Wuchshöhe sowie die oberirdische Biomasse pro Einheitsfläche gehören zu den Erhebungsgrößen jeder Einheitsfläche. Die am NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) gemessene Vitalität konnte über ein flächendeckendes Falschfarbenbild mit einer Auflösung von 0.25 m ermittelt werden. Aus einem luftbasierter Laserscan mit einer Auflösung von 0.5 m lassen sich die flächendeckenden Informationen zur Schneehöhe in Untersuchungsgebiet ablesen. Die in Anlehnung an das Projekt *Swiss Experiment* installierten Klimamessstationen lieferten die Inputdaten für die Klimamodellierung, die mit *Alpine3d* berechnet wurde. Das Klimamodell gibt die Messdaten in einer stündlichen Auflösung von der Boden-, Oberflächen- und Lufttemperatur sowie der kurz- und langwelligen solaren Einstrahlung wieder. Alle beschriebenen Datensätze fanden Eingang in die statistische Analyse, die mittels des

Statistikprogramms SPSS 17.0 durchgeführt wurden. In Abhängigkeit der zu untersuchenden Daten wurden unterschiedliche statistische Verfahren angewendet: Signifikanztests mit 5 %-iger Irrtumswahrscheinlichkeit, Korrelations- und Regressionsanalysen sowie Varianz- und Komponentenanalysen.

Aus der allgemeinen Datenanalyse geht hervor, dass die verschiedenen Gesellschaftsgruppen unterschiedlich stark an die verschiedenen Klimavariablen gebunden sind. Einige Gesellschaftsgruppen sind stark an die Schneedecke gekoppelt während andere stärker von den Temperaturverhältnissen geprägt werden. Die Windheiden- und Schneebodengesellschaften scheinen in einer direkten Abhängigkeit zu Schneehöhe zu stehen, während die Rasengesellschaften eher von Temperaturvarietäten beeinflusst werden. Weil die topographischen Eigenschaften im Gebirge kleinräumig stark variiert und daran die Schnee- und Temperaturbedingungen gekoppelt sind, variieren auch die Pflanzengesellschaften äusserst kleinräumig. Die Pflanzengesellschaften würden demzufolge aufgrund eines alleinigen Temperaturanstieges nicht Hunderte von Metern in die Höhe wandern. Es wäre eher mit kleinstandörtlichen Verschiebungen zu rechnen. Ein Temperaturanstieg würde sich vermutlich nur unmittelbar auf diejenigen Pflanzengesellschaften auswirken, die primär von der Temperatur gesteuert werden. Gewisse Pflanzengesellschaften würden sich dann in höher gelegene Habitate verschieben. Nach Burga et al. (2003) kann aber nicht mit einer geschlossenen Wanderbewegung des gesamten Vegetationsgürtels gerechnet werden. Diejenigen Pflanzenarten, die mit der Verschiebung der Klimazonen nicht mithalten können, werden dann ausscheiden (Keller, Goyette & Beniston 2005).

## **Literatur**

- BENISTON, Martin (1997): Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: Links to changes in large-scale climatic forcings. Publication in *Climatic Change*, Nr. 36. S. 281-300.
- BURGA, Conradin A. et al. (2003): Abiotische und biotische Dynamik in Gebirgsräumen – Status quo und Zukunftsperspektiven. In: JEANNERET, François et al. (Hrsg.) (2003): *Welt der Alpen – Gebirge der Welt. Ressourcen, Akteure, Perspektiven*, Bern: Haupt Verlag. S. 25-39.
- IPCC Intergovernmental Panel Climate Change (2007): Vierter Sachstandsbericht des IPCC. *Klimaänderung 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*, Statusbericht von ProClim, Forum for Climate and Global Change, Bern. 97 S.
- KELLER, Franziska; GOYETTE, Stéphane; BENISTON, Martin (2005): Sensitivity analysis of snow cover to climate change scenarios and their impact on plant habitats in alpine terrain. Publication in *Climatic Change*, Nr. 72. S. 299-319.
- SCHERRER, Daniel; KÖRNER, Christian (2010): Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. Publication in *Journal of Biogeography*, Nr. 38., S. 406-416.



ECOLOGY & EVOLUTION  
CONSERVATION BIOLOGY

u<sup>b</sup>

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

## Resumé du projet : Effets à court terme de la fertilisation et irrigation sur la biodiversité des prairies de fauches en milieu subalpin.

### Introduction

L'écosystème prairial alpin revêt une importance capitale pour la biodiversité en Europe. Depuis environ 5000 ans, l'homme y exploite les terres et les pratiques agricoles traditionnelles y ont façonné des communautés végétales et animales extrêmement riches. Malheureusement, on assiste actuellement à une rapide dégradation de ces milieux. Un problème majeur est l'intensification de la production herbagère, qui passe par une augmentation de la charge en intrants (fertilisants) et par le recours de plus en plus généralisé à l'irrigation par aspersion. Il en résulte une homogénéisation et un appauvrissement des communautés végétales, un petit nombre d'espèces banales prédominant au sein du paysage cultivé. S'ensuit un appauvrissement radical des communautés et populations d'invertébrés, et, par un effet de cascade, de tous les vertébrés situés aux niveaux supérieurs des chaînes trophiques, comme par exemple les oiseaux des prairies.

Afin de mieux comprendre cet écosystème et de pouvoir fournir, à long terme, des lignes directrices quant à la gestion de ce milieu, il est primordial de comprendre l'effet de chacun des facteurs de l'intensification que sont la fertilisation et l'irrigation. Si plusieurs études ont précédemment été menées en plaine sur l'effet de la fertilisation, on constate qu'aucune d'entre elles n'a traitée des effets de la fertilisation, de l'irrigation et de la combinaison des deux sur la biodiversité en milieu subalpin.

Dans cette étude, la fertilisation et l'irrigation sont manipulées dans une expérience grandeur nature d'évaluer l'influence de chaque facteur séparément ainsi que leur interaction. L'objectif est d'investiguer les effets de l'intensification agricole sur le rendement, la structure de la végétation, la richesse spécifique des plantes ainsi que la biomasse et l'abondance des arthropodes.

### Sites d'étude

12 prairies de fauches s'étendant de 800 à 1700 m d'altitude ont été sélectionnées en Valais, entre Martigny et Sierre. Toutes ces prairies sont exploitées extensivement depuis plusieurs années et sont donc riches en espèces, tout en restant peu productives du point de vue fourrager. Une étude préliminaire menée en 2010 a révélées les associations végétales de *Mesobromion* et *Arrhenaterion* pour 5 et 4 des 12 prairies respectivement. Les 3 restantes ont une composition végétale mixte. Afin de permettre la fertilisation et l'irrigation expérimentales, nous avons jeté notre dévolu sur des prairies accessibles par voie motorisée et disposant d'un point d'eau exploitable à proximité.

### Design expérimental

Sur chacune des 12 prairies, six plots (cercles virtuels de 20 m de diamètre) ont été définis. Chaque plot reçoit un des quatre traitements différents qui modulent expérimentalement la charge en intrants (lisier) et l'irrigation par aspersion. Le premier plot (C) (témoin) ne reçoit ni fumure ni eau et correspond ainsi à l'exploitation extensive traditionnelle. Le second (I) et le troisième (F) simulent une intensification moyenne avec, respectivement, un intrant en eau uniquement et un intrant en fertilisants uniquement. Le dernier (I+F) reçoit une intensification de moyenne intensité constituée de fertilisants et d'eau.



ECOLOGY & EVOLUTION  
CONSERVATION BIOLOGY

u<sup>b</sup>

b  
UNIVERSITÄT  
BERN

## Organismes étudiés

Durant la saison 2011, les plantes ont été déterminées et mesurées à trois reprises grâce à la méthode des points-quadrats. Avant chacune des deux fauches, la productivité de chaque plot a été mesurée. Enfin, les arthropodes ont été collectés deux fois durant la période de végétation.

## Résultats

### Rendement

Avant la première fauche, le rendement des plots fertilisé (F), irrigué (I) et combinés (I+F) est plus élevé que le contrôle (C). De plus, les plots I et I+F ont significativement un meilleur rendement que le plot F.

Les mêmes résultats ont été observés lors de la seconde fauche.

### Richesse d'espèces

Le plot I montre une richesse spécifique des plantes plus élevée déjà en juin. En juillet et août, la richesse est plus élevée dans le plot I et I+F.

### Structure de la végétation

En juin, au début de la période de croissance, la structure de la végétation était déjà améliorée par les plots F, I et I+F.

En juillet, cette amélioration s'est conservée. De plus, les plots I et I+F avaient significativement une meilleure structure que les plots F.

En août, la structure du plot F a été réduite pour devenir semblable à celle du plot C. Le plot I avait une meilleure structure et celle du plot I+F était significativement plus élevée que celle des plots C.

### Abondance des arthropodes

Avant les deux fauches, les plots I et I+F contenaient plus d'arthropodes que dans les plots C et F.

### Biomasse des arthropodes

Seuls les plots I+F montrent une différence significative lors du second relevé, avant la première fauche.

## Conclusion

En milieu de montagne, une seule application de fertilisants ou l'apport en eau d'irrigation durant une période de végétation modifie la structure de la végétation et la richesse d'espèces de plantes. La valeur de production pour l'agriculteur est ainsi améliorée. Dans un contexte climatique relativement sec, l'irrigation a un effet élevé concernant la richesse d'espèces, surtout en tout début de période de croissance.

L'abondance des arthropodes, et donc la nourriture pour les chaînes trophiques plus élevées, est augmentée lors d'un apport d'eau ou d'eau et de fertilisants combinés. En juillet, la variance de l'abondance des arthropodes et leur biomasse semble être expliquée principalement par la richesse d'espèces de plantes, tandis qu'en août, c'est la structure de la végétation qui explique ces variances pour les plots F et I+F.

# Vertikale Ausbreitung alpiner Heuschrecken in Graubünden

## Zusammenfassung

Weltweit hat sich die Verbreitung von Pflanzen und Tieren zum Teil stark verändert. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass Pflanzen und Tiere in den letzten Jahrzehnten immer höher gelegene Gebiete besiedeln und neue Nischen besetzen. Die meisten der beobachteten Veränderungen der Verbreitungsgrenzen betreffen die Besiedlung höher und weiter nördlich gelegener Habitats (Wilson et al. 2005, Bergamini et al. 2009 & Hill et al. 2002).

Um allfällige Veränderungen in der vertikalen Verbreitung von Heuschrecken zu dokumentieren wurden verschiedene Datensätze analysiert. Zum Einen detaillierte historische Beobachtungen von Heuschrecken am Muottas Muragl/ Schafberg im Engadin aus Nadig (1931), zum Anderen wurden Daten aus der Datenbank des Schweizer Zentrums für die Kartografie der Fauna (SZKF/ CSCF) analysiert. In einem ersten Schritt wurden die maximalen Höhenangaben aus den eigenen Felddaten mit den höchsten genannten Fundhöhen aus Nadig (1931) verglichen. In einem weiteren Schritt wurden Datensätze mit Beobachtungen ab 1800 m ü.M. für den Kanton Graubünden (7930 Datenpunkte) und für die gesamte Schweiz (16390 Datenpunkte) verwendet um die Verschiebung der Verbreitungsgrenzen der Heuschrecken zu analysieren. Um den unterschiedlichen Beobachtungsintensitäten der einzelnen Beobachter in zwei Untersuchungszeiträumen Rechnung zu tragen, wurde ein Subsampling-Verfahren angewendet.

Die Studie hat auf verschiedenen Skalen, d.h. Einzelberg, Kanton Graubünden und gesamte Schweiz, gezeigt, dass Heuschrecken im Mittel in grössere Höhen aufgestiegen sind. Im Untersuchungsgebiet hat sich die Verbreitungsgrenze der Heuschrecken um 22m pro Dekade aufwärts verschoben. Im Kanton Graubünden liegt die mittlere Höherwanderung für den Untersuchungszeitraum bei 21m, d.h. 7m pro Dekade. Die Auswertung des gesamtschweizerischen Datensatzes zeigt für den Untersuchungszeitraum eine Verschiebung um 22m, d.h. 7.3m pro Dekade. 19 der 26 analysierten Arten zeigen eine Aufwärtsverschiebung, für 7 Arten liegt die Verbreitungsgrenze im neueren Untersuchungszeitraum tiefer.

Es ist anzunehmen, dass sich die Verbreitungsgrenzen der Heuschrecken weiterhin aufwärts verschieben werden. Die Vorliegende Untersuchung bestätigt die Verschiebung der Verbreitungsgrenzen in höher gelegene Gebiete wie dies auch für andere Organismengruppen wie alpine Gefässpflanzen oder Tagfalter gezeigt wurde. Die Höherwanderung der Heuschrecken ist vergleichbar mit Resultaten aus anderen Studien zu anderen Organismengruppen und ist konsistent mit den Trends der Klimaerwärmung in den letzten Dekaden.

**Thèse de doctorat**, spécialité « sciences du territoire »

**Auteur** : Yann Kohler

**Date** : 2011

## **Réseaux écologiques en régions alpines : une approche comparée de la mise en œuvre d'un principe d'aménagement par la préservation**

**Mots-clés:** réseau écologique, connectivité écologique, aménagement du territoire, biodiversité, protection de la nature, relation nature-société

Le concept de « réseau écologique » datant de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle souligne l'importance de la connectivité écologique entre différents espaces naturels pour le bon fonctionnement des processus écologiques vitaux. Produit des évolutions historiques des pratiques de conservation de la nature et des nouvelles découvertes scientifiques, ce concept propose une nouvelle manière d'appréhender la protection de la nature.

De nombreuses réflexions et initiatives de « réseaux écologiques » ont ainsi lieu à travers le monde dans différents contextes géographiques, notamment dans les Alpes dans le cadre de la Convention alpine. Elles témoignent de cette nouvelle conception de la protection de la nature, qui dépasse la simple conservation d'espèces pour s'orienter vers la préservation de systèmes cherchant à assurer l'intégralité des processus écologiques au sein d'un territoire. Ceci implique une extension du concept de protection de la nature au-delà des territoires qui lui étaient jusqu'à présent réservés, aux espaces urbanisés, exploités, investis par la société. Un phénomène qui ne reste pas sans effet sur les pratiques actuelles de conception et de gestion de l'espace.

L'application de ce concept est étudiée dans trois régions alpines : le Land de Bavière (Allemagne), le Canton de Fribourg (Suisse) et la Région Rhône-Alpes (France). Sur ces territoires, de nombreuses initiatives différentes viennent se superposer, engendrant des questionnements quant à la coordination et la coopération entre ces diverses échelles, acteurs, actions et les objectifs qui en découlent.

En plus de ses impacts purement écologiques, la démarche de réalisation de réseaux écologiques semble également offrir un potentiel particulier allant au-delà des objectifs liés à la protection de la nature. Ce sont également ces autres effets fortuits qui sont au cœur de la recherche : le potentiel mobilisateur de l'outil offrant des possibilités particulières de

gouvernance territoriale, les liens existants et potentiels avec l'aménagement du territoire, et les nouvelles logiques d'acteurs qui se mettent en place.

Le concept de réseaux écologiques est venu bouleverser les pratiques de protection de la nature et constitue en quelque sorte une rupture avec un mode de protection centré sur des espaces protégés isolés, sanctuaires de nature remarquable. Ce bouleversement entraîne des modifications de la perception de la nature par la société et vient ainsi également transformer la relation entre la société et la nature.

**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Regionalentwicklung**

**Développement régional**

---

## Dissertation Erreichbarkeiten in den Alpen

Seit der Tertiärisierung werden die großräumigen Disparitäten zwischen Stadt und Land abgebaut. Dabei spaltet sich der ländliche Raum jedoch auf: Entweder dieser ist mit den Agglomerationen eng verzahnt, oder seine relative Distanz zur Stadt nimmt zu. Ersterer vermischt sich immer stärker mit städtischen Funktionen, bis sich eine Unterscheidung zwischen Stadt und Land als zunehmend schwierig gestaltet. Diese Entwicklung nimmt mit der Globalisierung weiter zu, wobei nun die „Nähe“ zu den globalisierten Wirtschafts- und Finanzplätzen der Welt als immer wichtiger erachtet wird. Handelte es sich während der Industrialisierung um den Gegensatz Stadt – Land, tritt mit der Globalisierung der Gegensatz Metropole Peripherie in den Vordergrund.

Ein wichtiger Indikator ist dabei die Erreichbarkeit. In allen Alpenstaaten und auf europäischer Ebene existieren verschiedene Untersuchungen zur Erreichbarkeit des Territoriums. Selten wird dabei betrachtet, dass diese jeweiligen Ebenen der Erreichbarkeit unterschiedliche normative Implikationen beinhalten.

Die überregionale Erreichbarkeitsebene steht dabei im Zusammenhang mit der wirtschaftswissenschaftlichen Annahme von komparativen Kostenvorteilen durch überregionale Arbeitsteilung, die beiden Seiten zu gute kommen soll. Dagegen spricht die regionale Ebene den Aspekt der Daseinsvorsorge an, der für periphere Gebiete oft lebensnotwendig ist.

Für die Alpen als Gesamttraum fehlen bislang spezifische Erreichbarkeitsstudien. Eine geeignete alpenspezifische Erreichbarkeitsuntersuchung bedarf auf Grund des Reliefs im Alpenraum eine Darstellung der Entfernungen in Fahrtzeit und die Maßstabebene der Gemeinde. Darüber hinaus ist es wichtig, die Ergebnisse mit der Bevölkerungsdynamik in Verbindung zu setzen, um somit Räume hinsichtlich gängiger Theorien zur Raumentwicklung besser zu identifizieren und diese Theorien zu überprüfen.

Zudem kann eine Antwort auf die Frage gegeben werden, welche dieser beiden sehr unterschiedlichen Erreichbarkeitsebenen die Regionalentwicklung wie beeinflusst, ob diese Ebenen sich positiv ergänzen oder gar ausschließen. Damit entsteht ein geschärfter Blick auf Entwicklungen im Alpenraum im Kontext der Erreichbarkeit.

Die Dissertation, welche im April 2012 abgeschlossen wird, gibt im ersten Teil einen Überblick über die aktuellen Erreichbarkeitsstudien in den einzelnen Ländern mit Alpenanteil

und über bestehende Erreichbarkeitsstudien in den Alpen. Dabei steht die Herausarbeitung der normativen Implikationen im Vordergrund. Mit Hilfe von Experteninterviews wurde die raumpolitische Dimension dieser Studien herausgearbeitet. Dabei wurden aktuelle Diskussionen zur Raumentwicklung in der Schweiz in den Kontext zu Diskussionen in anderen Staaten mit Alpenanteil gestellt. Auf Basis dieser Untersuchungen entstanden geeignete Indikatoren für eine eigene Erreichbarkeitsuntersuchung im gesamten Alpenraum:

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die eigene alpenweite Erreichbarkeitsdarstellung umgesetzt, die erstmals auf Gemeindeebene und Fahrtzeit erstellt wurde, und dabei auf die einzelnen Länder zugeschnittene Indikatoren berücksichtigt. Auf Basis dieser Karten werden alpenweit die Erreichbarkeitsverhältnisse unterschiedlicher Ebenen dargestellt und interpretiert. Auf Basis der Ergebnisse der Karten wird die Regionalentwicklung in unterschiedlichen Regionen der Alpen in Bezug auf die Erreichbarkeit dargestellt und gleichzeitig ein Szenario geliefert, wie sich Regionen in den Alpen zukünftig bei unterschiedlichen politischen Entscheidungen entwickeln könnten.

# Zweitwohnungen im Alpenraum

Dissertation von Roger Sonderegger, Luzern

Betreuung: Prof. Dr. Werner Bätzing, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

---

## Ausgangslage

Seit den 1960er-Jahren erlebt der Alpentourismus eine Wachstumsphase, die insbesondere auf dem Wintersport beruht. Die hierfür benötigten Betten wurden vor allem in Zweitwohnungen erstellt. Inzwischen stagniert zwar der Wintersport in den Alpen, aber der Bau von Zweitwohnungen läuft – zumindest in der Schweiz – ungebremsst weiter. Die Annahme der Volksinitiative „Schluss mit dem uferlosen Bau von Zweitwohnungen“ zeigt, dass in der Schweizer Bevölkerung ernsthafte Sorgen bezüglich den negativen Auswirkungen des Zweitwohnungsbaus bestehen. In den übrigen Alpenstaaten hingegen lässt sich nur auf lokaler Ebene eine öffentliche Auseinandersetzung mit dem Thema feststellen.

Bisher liegen keine alpenweiten Untersuchungen zur Situation im Zweitwohnungswesen vor, und bestehende Schätzungen zu den Gästebetten gehen weit auseinander. Damit scheint ein internationaler Vergleich lohnenswert, um die Bedeutung der Zweitwohnungen für den Alpentourismus abschätzen zu können. Ebenso interessiert für die vorliegende Untersuchung, weshalb in keinem Staat ausser in der Schweiz eine öffentliche Diskussion zum Thema geführt wird. Für die Schweizer Tourismusgemeinden ist zu klären, wie die bisherige Entwicklung verlaufen ist, wer dabei eine zentrale Rolle eingenommen hat und welche Konsequenzen für den Tourismus, die Gemeinde und die Bevölkerung daraus entstanden sind.

## Forschungsfragen

1. Alpenweite Übersicht zum Zweitwohnungsbau: Wie viele Zweitwohnungen gibt es in den Alpen, und wo liegen diese? Von welchen Institutionellen Rahmenbedingungen hängt der Zweitwohnungsbau ab?
2. Situation in der Schweiz: Wie hat sich der Zweitwohnungsbau in den Schweizer Alpen seit den 1960er-Jahren entwickelt? Welche Institutionellen Rahmenbedingungen und welche Akteure haben diese Entwicklung wie geprägt?

## Methodisches Vorgehen

Für die Bearbeitung der ersten Forschungsfrage wird mit Wohnungsdaten aus den Volkszählungen gearbeitet. Mit Ausnahme von Deutschland liegen in allen Staaten Daten zum Zweitwohnungsbestand auf Gemeindeebene vor, allerdings in unterschiedlicher Qualität. Die Wohnungsdaten werden auf einer Alpenkarte dargestellt und analysiert. Für die Interpretation der unterschiedlichen Entwicklungen und Bestände der Zweitwohnungen wird auf das Instrumentarium der Institutionenökonomie zurückgegriffen. In diesem Theoriegebiet wird davon ausgegangen, dass die Rahmenbedingungen für das individuelle Handeln eine entscheidende Rolle spielen.

Die zweite Forschungsfrage wird mit vier Fallstudien in Schweizer Tourismusgemeinden beantwortet: Ascona, St. Moritz, Brigels und Münster-Geschinen. Die Entwicklung in diesen Gemeinden wird mit Kartenanalysen, Inhaltsanalysen von Dokumenten und qualitativen Interviews aufgezeigt. Eine Analyse der relevanten Stakeholder und ihrer Einflussmöglichkeiten auf die lokale Entwicklung zeigt auf, wie die Interessenlage in einer alpinen Tourismusgemeinde bezüglich dem Bauen liegt und welche Akteure dabei entscheidend sind. Diese Analyse wird an der Neuen Politischen Ökonomie angelehnt.

## **Resultate der empirischen Arbeit**

Alpenweit gibt es im Jahr 2001 rund 1,7 Millionen Zweitwohnungen, was rund 7 Millionen Gästebetten entspricht. Die Anzahl und die Konzentration der Zweitwohnungen nimmt von Westen nach Osten ab. Neben topographischen und klimatischen Faktoren spielen unterschiedliche nationale Rahmenbedingungen die entscheidende Rolle für diese Unterschiede. Ausserdem hat die Abwanderung aus dem Berggebiet einen relevanten Einfluss auf die Zweitwohnungsthematik ausgeübt, indem weggezogene Familien meist noch eine (teilweise bewohnte) Wohnung in den Alpen zurück gelassen haben.

In den französischen und westitalienischen Alpen griff der Staat nie in nennenswerter Weise in die bauliche Entwicklung ein; in Frankreich förderte er sie sogar während Jahrzehnten aktiv. In diesen Gebieten hat zudem der stärkste Bevölkerungsrückgang im gesamten Alpenraum stattgefunden. In Bayern, Österreich und im Südtirol existieren heute vergleichsweise wenige Zweitwohnungen, was auf eine strenge Regulierung des Boden- und Wohnungsmarktes zurückzuführen ist. In Slowenien war die bauliche Entwicklung im Sozialismus Jugoslawiens fast komplett blockiert; hier wächst jedoch der Bestand seit der Unabhängigkeit Sloweniens umso schneller. Die Unterschiede in der Ausprägung des Tourismus in den Alpenregionen wurden bereits früher von Werner Bätzing erkannt und beschrieben, allerdings ohne die institutionellen Rahmenbedingungen als Erklärungsmodell.

Für die Schweizer Alpen wurde ein aktueller Bestand von rund 300'000 Zweitwohnungen errechnet. Neben der dynamischen Entwicklung in den Tourismusgemeinden spielen auch hier ehemalige Erstwohnungen in strukturschwachen Abwanderungsregionen eine Rolle, insbesondere in den südlichen Schweizer Alpen. Alle vier Untersuchungsgemeinden verfügen über einen Zweitwohnungsanteil von über 50% und eine hohe touristische Attraktivität. Die Dynamik ist jedoch sehr unterschiedlich verlaufen. In den grossen und renommierten Gemeinden Ascona und St. Moritz lassen sich Zweitwohnungen schon vor dem Ersten Weltkrieg beobachten, während in den beiden kleineren Gemeinden die Entwicklung erst mit der Hochkonjunktur der 1960er-Jahre eingesetzt hat. In den letzten 50 Jahren teilen dann alle untersuchten Gemeinden ein stetiges Wachstum der Zweitwohnungen.

Die institutionellen Rahmenbedingungen dafür waren in der Schweiz ideal. Der Wohlstand, die politische Stabilität, das Stockwerkeigentum, eine hervorragende Infrastruktur und ein Steuersystem, das den Abzug von Hypotheken ermöglicht, haben hierzu beigetragen. Die Schweizer Gemeinden verfügen beim Bauwesen eine grosse Autonomie; hier werden alle relevanten Fragen von der Einzonung von Bauland bis zur Baubewilligung entschieden. Gleichzeitig haben zahlreiche Stakeholder in den Gemeinden selber ein Interesse am Bau. Grundbesitzer, Baugeschäfte, Handwerker, Architekten, Immobilienbüros und Wirte profitieren vom Bau ebenso wie die Gemeinde selber, die dadurch Steuereinnahmen generiert. Durch die soziale Nähe in den meist sehr kleinen Tourismusgemeinden entsteht nur selten Widerstand gegen Bauprojekte, oder er wird heftig bekämpft.

## **Lösungsansätze und Bilanz**

Zweitwohnungen sind heute aufgrund der Grössenordnung und der Bedeutung für den Tourismus ein relevantes Phänomen im Alpenraum. Die Anzahl und die Konzentration der erstellten Wohnungen hängen dabei in erster Linie von den institutionellen Rahmenbedingungen ab. Insbesondere die staatliche Regulierung des Boden- und Wohnungsmarktes und die Abwanderung waren für die Entwicklung in der Vergangenheit zentral. In der Schweiz wurden für die Anpassung des Raumplanungsgesetzes bereits zahlreiche Lösungsansätze erarbeitet, und die angenommene Volksinitiative beinhaltet eine drastische Verschärfung der staatlichen Regulierung. Während in der Schweiz ein hoher Handlungsdruck besteht, ist die Zweitwohnungsthematik in Italien und Frankreich ein lokales Thema geblieben – wohl aufgrund der peripheren Lage der Alpen. In Bayern, Österreich und Südtirol hingegen besteht aufgrund der relativ geringen Anzahl von Zweitwohnungen offenbar nur wenig Handlungsdruck.

# Von Perlenschnüren und Goldenen Schnitten – Wie das bauliche Erbe der Walserkultur lokal wahrgenommen wird

## Ein Vergleich zwischen dem Kleinwalsertal (A) und dem Safiental (CH)

*Masterarbeit (2010)*

*Autor: Manuel Bamert*

### *Zusammenfassung:*

Traditionelle Kulturbauten sind nicht nur charakteristische Landschaftselemente der Schweiz, sondern auch des gesamten Alpenraums. So gilt mancher ländliche Baustil als landschaftsprägend und repräsentativ für eine bestimmte Region. Aufgrund der Mechanisierung der Landwirtschaft, des Bauernsterbens sowie der Abwanderung stehen heute jedoch auch viele alte Kulturbauten ungenutzt in der Landschaft. Einige von ihnen werden beispielsweise zu Ferienhäusern umgebaut, andere lässt man, bewusst oder unbewusst, zerfallen. Gleichzeitig kämpft speziell in der Schweiz die Denkmalpflege immer wieder mit finanziellen Problemen. Diese zwei Entwicklungen haben zur Folge, dass die Frage nach dem geeigneten Umgang mit typischen und evtl. nicht mehr genutzten Kulturbauten zurzeit sehr aktuell ist. Oftmals entstehen dabei latente Konflikte zwischen den verschiedenen Anspruchsgruppen, welche jedoch oft erst im Nachhinein, also nach gefällten baulichen Entscheidungen, zum Vorschein kommen.

Diese Arbeit geht der Frage nach, wie die Bewohner einer alpinen Gegend selbst ihr gebautes kulturelles Erbe wahrnehmen und was die dahinterstehenden Faktoren sind. Dieser Frage lässt sich am besten nachgehen, indem als Fallbeispiel eine kulturelle Minderheit genommen wird, welche sich zur Wahrung ihrer kulturellen Identität besonders stark abgrenzen muss und bei welcher das gebaute kulturelle Erbe eine besonders grosse Bedeutung haben dürfte.

Die Walser als isolierte Volksgruppe mit ihren charakteristischen Kulturbauten eignen sich deshalb sehr gut dafür, dieser Frage nachzugehen. Gleichzeitig wirkt die oben beschriebene Problematik der ungewissen Zukunft von ländlichen Kulturbauten auf diese Frage ein, denn auch in den Walser Gebieten existiert dieses Phänomen. So können die Resultate dieser Untersuchung unmittelbar mit einer vorhandenen Problematik der Gegenwart verknüpft werden.

Konkret stehen folgende Forschungsfragen im Vordergrund:

- Was verstehen die Walser unter gebautem Kulturerbe?
- Welcher Stellenwert hat das gebaute Erbe für die kulturelle Identität der Walser?
- Welches Wissen besitzen die Menschen in den ursprünglichen Walser Siedlungen über ihr kulturelles Erbe und wie wünschen sie sich den zukünftigen Umgang mit diesem?
- Welche Faktoren beeinflussen die Einstellungen zum Umgang mit dem kulturellen Erbe?

Um diesen Forschungsfragen nachzugehen wird mit zwei Fallstudienregionen gearbeitet: Das Kleinwalsertal ist heute diejenige Tourismusdestination im österreichischen Bundesland Vorarlberg mit den meisten Übernachtungen pro Jahr. Das Schweizer Safiental gilt hingegen als ursprünglich und typisch für die Walserkultur, es liegt inmitten des Niederlassungsgebiets der Walser und hat bis heute keine grossen Tourismusströme erlebt. Die Untersuchung wurde mit einem qualitativen Forschungsdesign angegangen, insbesondere mittels halbstandardisierten Leitfadeninterviews.

Bei einem Vergleich der Resultate fallen vor allem zwei markante Unterschiede zwischen den zwei Untersuchungsgebieten auf: Einerseits in Bezug darauf, was die Bewohner unter gebautem kulturellem Erbe verstehen; andererseits in Bezug auf die Einstellung der Bewohner zum Umgang mit dem kulturellen Erbe.

Im Safiental wird unter baulichem Erbe mehrheitlich die gesamte Kulturlandschaft verstanden, also die Siedlungsstruktur resp. die Anordnung der Häuser im Raum. Im Kleinwalsertal hingegen werden unter kulturellem Erbe vor allem die einzelnen verbliebenen Gebäude betrachtet, welche noch punktuell vorhanden sind im Tal.

Hinsichtlich des zukünftigen Umgangs mit dem gebauten Erbe wünschen sich die Bewohner im Safiental die Integration von Kulturerbe in das Leben des Tals. Es wird entsprechend nicht das

Materielle der Gebäude betont, sondern deren Nutzung. In diesem Sinne hat die Trennung zwischen Kultur und gebauter Kultur im Safiental also noch nicht stattgefunden.

Für die Bewohner des Kleinwalsertals steht hingegen der Wunsch nach der Erinnerung an vergangene Zeiten im Vordergrund. Da das Tal in den letzten Jahrzehnten eine bedeutende touristische Entwicklung erlebt hat, wünschen sich die Menschen in erster Linie ein Bewahren der typischen Strukturen ihrer Gebäude, sei dies durch Konservierung oder durch angepasste Neubauten.

Die vergleichende Studie der zwei Walsersiedlungen konnte zeigen, dass das gebaute kulturelle Erbe für die kulturelle Identität der Bewohner neben der gemeinsamen Sprache und den überlieferten Bräuchen eine zentrale Rolle spielt: Sowohl im noch schwergewichtig bäuerlichen Safiental wie auch im stark Tourismus-orientierten Kleinwalsertal. Sowohl die einzelnen Bauten als auch die gesamte Kulturlandschaft werden als etwas „Originales“ und Identitätsstiftendes wahrgenommen, mit denen sich die Menschen sowohl kulturell als auch touristisch von anderen Orten abgrenzen können.

Die wichtigste Erkenntnis aus der Untersuchung ist die Feststellung, dass auf die Wahrnehmung von gebautem Kulturerbe hauptsächlich zwei Faktoren einen Einfluss haben. Haupteinflussfaktor ist dabei der jeweilige sozio-kulturelle Kontext, in diesem Fall bedeutet dies die Stärke des Vorhandenseins der jeweiligen Kulturobjekte. Es lässt sich dabei ein Zusammenhang erkennen, wonach sich die Anzahl an vorhandenen Elementen auf den Betrachtungsmaßstab auswirkt: Je mehr Kulturelemente (noch) vorhanden sind, desto grösser ist der Betrachtungsmaßstab. So werden im Kleinwalsertal die vorhandenen einzelnen Gebäude als kulturelles Erbe bezeichnet, während im Safiental in erster Linie die gesamte Siedlungsstruktur als Kulturerbe bezeichnet wird, also nicht nur die Gebäude selbst, sondern v.a. auch die Anordnung eben dieser etc. Auch bei den Einstellungen der befragten Personen zum zukünftigen Umgang mit ihrem Kulturerbe hängt lässt sich ein solcher Zusammenhang erkennen: Je mehr Kulturbauten noch vorhanden sind, desto eher werden Eingriffe in diese und Umnutzungen akzeptiert. So wollen die Menschen im touristisch stark erschlossenen Kleinwalsertal ihre wenigen noch erhaltenen Walserbauten in erster Linie museal nutzen resp. konservieren, während im nach wie vor bäuerlichen Safiental Veränderungen an den Gebäuden akzeptiert werden, wenn sie dadurch eine Wohnnutzung ermöglichen.

Der zweite, jedoch weitaus schwächer wirkende Einflussfaktor auf die Wahrnehmung von gebautem Kulturerbe ist der soziale Hintergrund einer Person: Bei gewissen Aspekten wie z.B. der Frage nach dem Abriss von ausgedienten Landwirtschaftsgebäuden können Nutzungsinteressen einen Einfluss auf die Meinungen und Werthaltungen haben. So akzeptieren Vertreter der Landwirtschaft beispielsweise den Abriss von ökonomisch nicht mehr zweckmässigen Bauten, während sich Akademiker eher eine museale Nutzung von diesen wünschen.

Die Herausforderung für die Zukunft wird sein, zum einen der Frage nach zu gehen wer die Legitimation besitzt über den Umgang mit alten Kulturbauten zu entscheiden. Und natürlich ist anschliessend die Frage nach der Art des Umgangs entscheidend, im besten Fall sind die jeweiligen Entscheide und Massnahmen auf die jeweilige Region abgestimmt. Eine letzte Herausforderung wird sein, wie sich allfällige Veränderungen auf das jeweilige alpine Landschaftsbild auswirken. Diese Frage ist in der heutigen Zeit, wo sich der Druck auf ursprüngliche Kulturlandschaften weiter verstärkt, von grosser Bedeutung.

## Ein Weltrekord mit Folgen

### Gesellschaftliche Verhandlungsmomente im Kanton Uri rund um den Bau des Gotthard-Basistunnels

Am 15. Oktober 2010, kurz nach 14 Uhr, schien die Schweiz für einen Moment still zu stehen. In diesen Minuten wurde – nach 17 Jahren Bauzeit – die erste Röhre des Gotthard-Basistunnels durchstoßen. Seit diesem Tag darf sich die Schweiz Weltrekordhalterin nennen: Der Basistunnel, der von Erstfeld nach Bodio führt, ist mit seinen 57 Kilometern der längste Tunnel der Erde. Als Herzstück der Neuen Eisenbahn Alpentransversale (Neat) soll er in Zukunft täglich von 300 Güter- und Personenzügen durchfahren werden.

Während der Durchstich als nationaler Freudentag gefeiert wurde, beschäftigt sich die Masterarbeit hauptsächlich mit der regionalen Dimension dieses Bauwerks. Die Realisierung eines Tunnelprojekts dieser Art bleibt nicht ohne Folgen für die Bewohner der betroffenen Regionen. So entstehen beispielsweise in der Bauphase zahlreiche neue Arbeitsplätze, was zu einer temporären Zuwanderung auswärtiger Arbeitnehmer führt, neue Infrastrukturen werden geschaffen und auch das touristische Angebot kann sich verändern. Es kommt zu Verschiebungen im ökonomischen wie auch im soziokulturellen Bereich. Des Weiteren bedeutet der entstehende wie auch der fertig gebaute Tunnel einen massgeblichen Eingriff in die natürliche und die gebaute Umgebung. Der Tunnel wirkt als neues Artefakt auf verschiedenen Ebenen, er führt zu strukturellem Wandel und vermag damit auch die subjektiven Wahrnehmungs- und Bedeutungsgeflechte nachhaltig zu beeinflussen.

Im Rahmen der Masterarbeit wird einerseits danach gefragt, welche Aspekte des Tunnels – sei es den Bau betreffend oder im Hinblick auf die Tunnelöffnung – die Urnerinnen und Urner besonders beschäftigen, wie sie den Tunnel und seine Folgen in ihren persönlichen Sinnhorizont integrieren und welche Relevanz sie ihm in ihrer alltäglichen Lebenswelt zugestehen. Andererseits geht es auch um das Motiv des Regionalen: Die oben genannten Handlungen nehmen Einfluss darauf, wie die Urner Bevölkerung das Regionale oder die regionale Identität verhandelt und konstituiert.

Das Ziel der Erschliessung einer subjektiven Wahrnehmung und Beurteilung des Tunnelbauwerks erfordert die Berücksichtigung von Forschungsmethoden, die sich nahe an den Forschungsobjekten bewegen. Mittels qualitativer Interviews konnte dieser Forderung entsprochen werden. In den Leitfadent-Interviews mit insgesamt 11 Urnerinnen und Urnern haben sich vier Hauptthemen herauskristallisiert, welche für die Befragten in Bezug auf den Tunnel besonders bedeutsam erscheinen und in den alltagskulturellen Praxen eine Wirkung zu entfalten vermögen. Diese vier Themen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Die *landschaftliche Veränderung*, die sich im Zuge des Tunnelbaus manifestiert, ruft in Teilen der Bevölkerung Ablehnung und Unmut aus. So stellen die Bau- und Installationsplätze der Neat als Zeichen des Temporären und Hässlichen eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes dar; sie können im schöpferischen Prozess der Landschaftswahrnehmung nicht befriedigend integriert werden. Viel eher lässt sich ein Wunsch nach der vorherigen, als intakt wahrgenommenen Umgebung feststellen. Die frühere Landschaft, die teilweise auch mit einer bestimmten Gefühlslage gekoppelt war, soll nach der Fertigstellung des Tunnels wieder hergestellt werden.

Bei der Betrachtung der Tunnelbauregion als *Technotop* (nach Klaus Erlach) zeigt sich, dass der neue Tunnel hauptsächlich als Prothese/Hilfsmittel verstanden werden kann, die von der Bevölkerung durchaus unterstützt wird. Die Funktion des neuen technischen Artefakts innerhalb der Technosphäre, also die Verlagerung der Lastwagen auf die Schiene, erfährt viel Zuspruch, da man sich davon eine Erhöhung der Lebensqualität in der Region erhofft. Gleichzeitig stossen die Umstände, welche die Realisierung der neuen Prothese mit sich bringt, auf Ablehnung. Der Tunnelbau als technische Handlung hat zu einer Vielzahl von Debatten und Auseinandersetzungen geführt, im Rahmen derer die verschiedenen Gruppen ihre Interessen durchzusetzen versuchten. Eine zentrale Forderung der Urner Bevölkerung war und ist noch heute die Bergvariante bei der nördlichen Neat-Zufahrt. Bei vielen Informanten ist im Zuge der Verhandlungen der Eindruck entstanden, zwar in hohem Masse von dem neuen Tunnel betroffen zu sein, jedoch nur über ein marginales oder gar kein Mitspracherecht zu verfügen, also kaum diskursmächtig zu sein.

Damit wird bereits das dritte Thema angesprochen: Die Frage nach der *Beteiligung der Bevölkerung am Diskurs um den Basistunnel*. Zwar haben die Urnerinnen verschiedene Mittel (Petition, Leserbriefe) gefunden, um sich in den Diskurs einzuschalten, gleichzeitig bleibt deren tatsächliche Wirkung jedoch fraglich. Die Beteiligungen am Diskurs können als Versuch verstanden werden, in den Verhandlungen um allfällige negative Auswirkungen, beziehungsweise um Zugang zu Ressourcen, die der Tunnel schafft, mehr Selbstbestimmung zu erlangen.

Ein letzter Punkt, der im Rahmen der Untersuchung evident wurde, ist das *Verhältnis von Fremd- und Selbstwahrnehmung* in der Region Uri. In den Forschungsgesprächen wurde deutlich, dass die Urner den Eindruck haben, vom Rest der Schweiz nicht richtig, d.h. nur als Transitkanton wahrgenommen zu werden und im gesamtschweizerischen Kontext verhältnismässig wenig Bedeutung zu haben. Die These, die besagt, dass der Basistunnel dieses Selbstbild zusätzlich fördern kann, scheint berechtigt. In diese Überlegungen muss die Facette einer kollektiven, regionalen Identität miteinbezogen werden: Regionale Identität als Diskursformation kann gerade in Zeiten des Wandels oder der Verunsicherung an Bedeutung gewinnen. Somit dürfte der Schluss gelten, dass die Phase des Tunnelbaus – gerade durch eine zusätzliche Verstärkung des Transitbildes von aussen – zu einer Stärkung der symbolischen, imaginierten «Uerner Identität» führt.

Die Masterarbeit kommt zum Schluss, dass die Urnerinnen und Urner die Neat als nationales Projekt verstehen, von dem sie zwar in hohem Ausmass betroffen sind, welches sie jedoch kaum beeinflussen können. Es dominiert die Vorstellung einer Steuerung von aussen, durch politische Entscheidungsträger und Beamte auf nationaler Ebene. Was bedeutet dies für die Haltung gegenüber der Neat? Eine totale Ablehnung des ganzen Projekts wäre als Reaktion auf den Eindruck des „fremd verhandelt werden“ durchaus nachvollziehbar. Diese Tendenz hat sich in der Untersuchung jedoch nicht feststellen lassen. Neben einer gewissen Resignation dem ganzen Themenkomplex gegenüber ist es eher ein verstärkter Rückgriff auf eine symbolische und imaginierte Uerner Identität, die im Zuge des Tunnelbaus aktualisiert wird. Zwar muss diese Feststellung nicht unbedingt negativ beurteilt werden, dennoch stellt sich die Frage, wie ein solches Projekt gestaltet werden müsste, um generell mehr Zufriedenheit und Zuspruch in den betroffenen Bevölkerungsgruppen zu erreichen. Ein stärkerer Einbezug der Bevölkerung in die politischen Entscheidungsfindungen hätte zwar den gesamten Prozess verzögert, im Gegenzug jedoch – gerade in einer Region, die schon eine erhebliche nationale Verkehrslast trägt – viel Unmut und manche Urner Faust im Sack verhindern können.

## **Methodik zur ganzheitlichen Beurteilung des Kleinwasserkraftpotentials in der Schweiz**

*Carol Hemund, Geographisches Institut der Universität Bern  
Prof. Dr. Rolf Weingartner, Geographisches Institut der Universität Bern*

Die stetig wachsende Energienachfrage und die gleichzeitig schwindenden fossilen Energiereserven haben das Interesse am Ausbau erneuerbarer Energien sowohl auf internationaler wie auch auf nationaler Ebene gesteigert. In der Folge wurden verschiedenste Fördermechanismen eingeschaltet, um die Technologien und deren Nutzung möglichst rasch voranzutreiben. Mit der Einführung der KEV-Fördergelder 2009 stieg in der Schweiz die Anzahl Projekte für die Nutzung erneuerbarer Energien rasant an. Entsprechend zahlreich waren bzw. sind die Gesuche für Kleinwasserkraftwerke  $\leq 10$  MW, welche bei der nationalen Netzwerkgesellschaft Swissgrid sowie insbesondere auch bei den kantonalen Konzessionsbehörden auf ein Bewilligungsverfahren warten. Da allerdings bis anhin eine systematische und ganzheitliche Beurteilung von Kleinwasserkraftprojekten, trotz einzelner vorliegender Leitlinien [1, 2] und Methodenvorschlägen [3], nur schwer möglich war, wurde vom BFE ein Projekt initiiert, das dieser Problematik Abhilfe schaffen sollte. Als Teil dieses Projektes wurde in der vorliegenden Arbeit eine ganzheitliche Beurteilungsmethode für das Kleinwasserkraftpotential in der Schweiz erarbeitet. Sie soll die Frage nach den für eine Wasserkraftnutzung geeignetsten Gewässerabschnitten mittels Szenarien basierter Empfehlungen beantworten und damit für die verantwortlichen Behörden ein Hilfsmittel bereitstellen.

Die Interessen, welche im Hinblick auf eine Kleinwasserkraftnutzung aufeinandertreffen, sind sehr vielfältig und aufgrund ihrer Gegenläufigkeit nur schwer vereinbar. Die Beurteilungsmethode verfolgt deshalb das Ziel einer ganzheitlichen Sichtweise, die gleichermassen ökologische, soziokulturelle wie auch wirtschaftliche Anliegen berücksichtigt. Damit orientiert sie sich ganz klar am Nachhaltigkeitskonzept [4, 5], stützt sich andererseits aber auch auf den Ansatz der Ökosystemleistungen [6]. Denn der Beurteilung des Ökosystems Gewässer und damit der Ausweisung von Ökosystemleistungen gilt der Hauptfokus, sie sind zentraler Gegenstand der Untersuchungen. Zur Beurteilung werden Indikatoren eingesetzt, welche die vielfältigen Ausprägungen aller relevanten Ökosystemfunktionen eines Gewässers mithilfe eines GIS erfassen. Indem sie den aktuellen Zustand jedes einzelnen Gewässerabschnitts, basierend auf bestehenden Geodaten, abbilden und den darin enthaltenen Funktionen einen entsprechenden Wert, d.h. eine Ökosystemleistung zuweisen, wird ersichtlich inwiefern sich dieser Abschnitt für eine Kleinwasserkraftnutzung eignet. Mittels Rangierung aller möglichen Bewertungsausgänge wird anschliessend die effektive Nutzungseignung festgelegt. Mit dem Einsatz von Regeln wird das raumplanerische Ziel der Verdichtung und Konzentration verfolgt. In einem systematischen Auswahlverfahren wird jenen Gewässerabschnitten höchste Nutzungspriorität zugewiesen, welche bereits einen Nutzungsschwerpunkt aufweisen. Hingegen wird in besonders schützenswerten Gewässerabschnitten von einer Nutzung abgeraten, wobei gesetzliche Schutzgebiete eine Wasserkraftnutzung gänzlich ausschliessen. Wo die Grenze zwischen Schutz und Nutzung effektiv zu liegen kommt, d.h. wie viele Gewässerabschnitte eine Nutzungsempfehlung erlangen, ist letztlich den politischen Entscheidungsträgern überlassen. Diese Flexibilität wird durch einen Regelmechanismus ermöglicht, welcher bspw. eine auf ein bestimmtes Ausbauziel ausgerichtete Auswahl von Gewässerabschnitten zulässt. Die daraus resultierenden Szenarien werden in Kartenform dargestellt und liefern damit fundierte Grundlagen für die Entscheidungsprozesse. Die Zuordnung der Nutzungseignung erfolgt unabhängig von der Anzahl und Anordnung der Gewässerräume in einem

Gebiet, d.h. die Verteilung von Nutzungs- und Schutzzschwerpunkten im Raum bleibt offen. Es wird darauf hingewiesen dies regional zu diskutieren und auszuarbeiten.

Die Methode wurde unter Aufsicht einer wissenschaftlichen Begleitgruppe mit Vertretern aus Umwelt, Wirtschaft, Politik und Wissenschaft entwickelt und an vier verschiedenen Einzugsgebieten des Berner Ober- und Mittellandes getestet. Eine Anwendung garantiert die Einhaltung der schweizerischen Gesetzgebung und der aktuellen Richtlinien zur Kleinwasserkraftnutzung in der Schweiz. Durch die ganzheitliche Berücksichtigung sämtlicher relevanter Ökosystemfunktionen eines Gewässers führt sie zu einer nachhaltigen und plausiblen Lösung. Dies ist trotz umfangreicher Datenmenge mit einem zeitlichen Aufwand von ungefähr zehn Tagen pro Gebiet machbar. Zudem erfüllt die Bewertungsmethode die erforderlichen wissenschaftlichen Gütekriterien der Objektivität, Validität und Reproduzierbarkeit, womit die Zuverlässigkeit und Repräsentativität der Ergebnisse gewährleistet ist. Der Anwendungsbereich lässt sich ausserdem aufgrund der detaillierten Charakterisierung der einzelnen Gewässerabschnitte beliebig erweitern. Die Szenarien spezifischen Karten können ebenso als Hilfsmittel zur groben Selektion von Kleinwasserkraftprojekten wie auch zur Planung von Renaturierungen eingesetzt werden. Die effektive Nutzbarkeit des Wasserkraftpotentials einzelner Gewässerabschnitte vermag die Methode allerdings nicht abschliessend zu beurteilen. Hierzu sind detaillierte Abklärungen durch entsprechende (Wasserbau-) Experten oder eine UVP notwendig.

Durch den modularen Aufbau der Methode und die unspezifische Anwendbarkeit auf verschiedene Gewässertypen bleibt sie flexibel und könnte mit gewissen Anpassungen auch in anderen Ländern zum Einsatz kommen. Einzige Einschränkung hierbei wären womöglich die Verfügbarkeit und der Auflösungsgrad von Geodaten, die als Grundlage für die Analyse verwendet werden.

Insgesamt ist die Beurteilungsmethode als Arbeitsinstrument zu verstehen. Es gelingt ihr die Interessenskonflikte im Spannungsfeld zwischen Schutz und Nutzung der Gewässer sachlich darzustellen und grossräumige Empfehlungen abzugeben. Damit erfüllt sie ihre Aufgabe das Kleinwasserkraftpotential der Schweiz aus einer ganzheitlichen Sichtweise zu beurteilen. Dennoch bleibt die Frage offen, wo konkret ein Ausbau der Wasserkraft stattfinden soll. Zusammen mit der Aufforderung unbedingt spezifische Gebietskenntnisse und eine regionale Sichtweise in die Planung einfliessen zu lassen, wird diese Entscheidung der Politik überlassen.

- 
- [1] **BAFU; BFE; ARE (Hg.) (2011):** *Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke.* Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE und Bundesamt für Raumplanung ARE. Bern.
  - [2] **Platform Water Management in the Alps (2011):** *Common Guidelines for the Use of Small Hydropower in the Alpine Region.* Alpine Convention. Innsbruck.
  - [3] **AWA (2010):** *Wassernutzungsstrategie 2010 des Kantons Bern.* Amt für Wasser und Abfall AWA. Bern.
  - [4] **United Nations (1987):** *42/187 Report of the World Commission on Environment and Development.* United Nations. (General Assembly, A/RES/42/187).
  - [5] **Schweizerischer Bundesrat (2008):** *Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011.* Bericht vom 16. April 2008. Bundesamt für Raumplanung ARE. Bern.
  - [6] **MEA (2005):** *Ecosystems and Human Well-being. Synthesis.* Herausgegeben von Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington DC.

**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Alpwirtschaft – aus alt mach neu**

**Les alpages en transformation**

---

Marianne Tiefenbach  
IKAÖ Universität Bern  
Schanzeneckstrasse 1  
Postfach 8573  
CH – 3001 Bern

Bern, den 21.02.2012

---

## Kandidatur Phil.Alp: Die Alpen aus der Sicht junger Forschender & ProMontesPreis

---

### Dissertation

Alpkorporationen – traditionelle Institutionen nachhaltiger Landschaftsentwicklung?  
Das Beispiel der Bergschaften Grindelwalds im Kontext aktueller  
gesellschaftlicher Herausforderungen.

### **Zusammenfassung**

**Die vorliegende Dissertation** ist eine Folgearbeit der Arbeiten aus dem Nationalen Forschungsprogramm 48 „Landschaften und Lebensräume der Alpen“ (Kooperation im Landschaftsmanagement). In dieser Dissertation werden anhand der theoretischen Konzepte von Pierre Bourdieu (Habitus, Feld und Kapitalien) und qualitativer Sozialforschung (Grounded Theory, Teilnehmende Beobachtung und Fotografie) die gemeinschaftlichen Arbeiten – das Tagwannen – in der Landschaft und die damit verbundenen, nicht unmittelbar sichtbaren Kapitalien am Beispiel der Grindelwalder Bergschaften Bussalp, Holzmaten und Wärgistal herausgearbeitet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden im Rahmen der heutigen gesellschaftlichen Herausforderungen (Agrarpolitik, Landschaftsqualität und Tourismus) diskutiert. Das Manuskript der Dissertation liegt im Mai 2012 vor.

**Im Alpenraum** leisten Korporationen wie Bergschaften durch ihre Verbundenheit und Bewirtschaftungsweise ihrer Bergland- und Alpwirtschaft einen wichtigen Beitrag an das Grundkapital Landschaft. Mit ihrer angepassten Nutzungsweise (Alpregelung) stellen sie der Gesellschaft wichtige Ausgleichs-, Freizeit- und Erholungsräume zur Verfügung. In ihren Alpregelungen (Alpsatzungen Alpbriefen z.B. in Grindelwald der Taleinungsbrief aus dem Mittelalter) standen schon damals eine angepasste Nutzung für ein längerfristig stabiles Ökosystem im Vordergrund.

**Grindelwalder Bergschaften** sind das Gefüge einer mittelalterlichen Rechtstradition (Urkunde 1404 und Taleinungsbrief 1538). Nicht der Besitz allein, sondern die Gemeinschaft im gemeinsamen Handeln und Entscheiden ist das Besondere. Die Aufrechterhaltung der alten Ordnung, der Taleinung (Taleinung ist eine Alphenossenschaft und umfasst die sieben Alpen der Talschaft Grindelwald, ihre Rechtsgrundlage ist der Taleinungsbrief), ist die oberste Pflicht des Einzelnen, bis zur Selbstaufgabe der eigenen Interessen. Begründet werden die Bergschaften mit dem Zweck, eine geordnete und nachhaltige Bewirtschaftung der sieben Alpen der Talschaft Grindelwald zu verfolgen, d.h. eine an die Landschaft angemessene Bewirtschaftung zu führen und dabei die festgelegten ‚gseyeten‘ Besatzungsgrößen zu respektieren. Sie drücken ein exaktes Wissen über ökologische Zusammenhänge aus, was als Erfahrungswissen seit Generationen weitergegeben wird.

Flächenmässig gehören Scheidegg, Grindel und Wärgistal zu den grössten drei Bergschaftsgebieten, gefolgt von Itramen, Bach und Bussalp. Holzmaten hat das kleinste Bergschaftsgebiet. Ihr oberstes Entscheidungsorgan ist die Taleinungskommission. Die Verantwortung für die Organisation der

Alpbetriebe und die Durchführung der Alparbeiten tragen Besetzer- und Hagpfander. Grindelwalder Bergschaften sind in der Hauptsache gekennzeichnet

- durch den gemeinsamen Besitz mit einem gemeinsamen Zweck (Gemeinschaftsalp),
- durch die Verbundenheit des Besitzes von privatem Talboden mit der gemeinschaftlich gepflegten und genutzten Alp (Bergrechtsregelung) und
- durch ein mittelalterlich gelebtes Rechtsgefüge in einer modernen Zeit (Taleinungsbrief)

Die Bergschaften (Alpkorporationen) Grindelwalds – auf der Schattseite des Tales (Nordhang) sind dies Wärgistal und Itramen, sonnseitig (Südhang) sind es Bussalp, Bach, Holzmatten, Grindel und Scheidegg – leisten durch ihre Verbundenheit mit der Bergland- und Alpwirtschaft einen wichtigen Beitrag an das öffentliche Gut „Landschaft“ im Alpenraum.

In der Gemeinde Grindelwald nehmen die Bergschaften als grösste Land- und Waldbesitzer eine zentrale Stellung sowohl für die touristische als auch für die landwirtschaftliche Entwicklung in der Gemeinde beziehungsweise der Region ein. Auf ihrem Terrain spielt sich heute der Sommer- und Wintertourismus hauptsächlich ab. Ihre Nutzungs-, Unterhalts- und Pflegearbeiten tragen zur Erhaltung der ökologischen Stabilität einer intakten und vielfältigen Kulturlandschaft und eines attraktiven Erholungsraumes zugunsten unserer Gesellschaft bei.

Bergschaftsmitglieder leben und handeln innerhalb der Bergschaft in unterschiedlich spezifischen Feldern. In all diesen wird der Kollektiventscheid vor das individuelle Interesse gestellt. Dieses übergeordnete Rechtsgefüge, der Taleinungsbrief, ist ein kulturelles Gut. Dieses Gut ist zwar materiell übertragbar, aber nicht die damit verbundene, gezielte Umsetzung, weder das langjährige lokal verankerte Erfahrungswissen noch die damit verbundene Geschichte. Tagwann bietet Ort der Identifikation mit einer alten, vertrauten und tief verwurzelten Umgebung, wo seit Generationen eine wiederkehrende Gewohnheit, die durch die Art und Weise der Bewirtschaftung der Alpen notwendig ist, gepflegt wird.

Innerhalb dieser gemeinschaftlichen Arbeit erhalten Bergschaftsmitglieder durch ihre sozialen Positionen und ihren unterschiedlichen Verfügungsmöglichkeiten über die verschiedenen Arten von Ressourcen (kulturelle, soziale, symbolische, ökonomische Kapitalien) vielseitige Funktionen. Ökonomisches Kapital garantiert innerhalb der Gemeinschaft keine Machtstellung. Von grosser Wichtigkeit innerhalb der Gemeinschaften sind jedoch die Verfügbarkeit von kulturellem und sozialem Kapital. Sie haben mit ihren Wirkungsbereichen und ihrem gezielten Einsatz in der Nutzung, für die Pflege und Erhaltung der Landschaft eine wichtige gesellschaftliche Bedeutung. Sie leisten im sozialen, im kulturellen und im ökologischen Bereich einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung, zum Weiterleben und zur –entwicklung von Traditionen, Ritualen und tragen insgesamt zu einer Landschaftsqualität und damit zu einer lokalen und regionalen Identität bei.

**Bergschaften mit ihren kulturellen, sozialen und ökologischen Ressourcen leisten nicht nur wichtige Beiträge an die lokale und regionale Kultur,** ebenso leisten sie einen wesentlichen Beitrag an die lokale und regionale Wirtschaft. Sie pflegen zusätzlich zum kulturellen und sozialen Kapital auch das ökonomische Kapital „Landschaft“. Durch ihre alljährlich wiederkehrenden Tagwannarbeiten grenzen sie Verbuschung, Verwaltung und Murgänge ein, sichern Zufahrtswege und Wasserläufe, pflegen marginale Nutzflächen und tragen so entscheidend zur Aufrechterhaltung einer attraktiven und ästhetisch wertvollen Landschaft bei. Tourismus, lokale und regionale Bevölkerung, wie auch das Gewerbe profitieren davon. Mit ihren landschaftsbezogenen Arbeiten stellen die Bergschaften auch Grundlagen für weitere Wirtschaftsformen (in Grindelwald der Tourismus) zur Verfügung und sind zudem Träger eines starken Regionenbezugs. Die Erhaltung und Stärkung der Berglandwirtschaft sowie der traditionellen Alpkorporationen – der Bergschaften – ist daher für die Landschaft Grindelwalds, die Landschaft der Region Berner Oberland-Ost und möglicherweise auch für weitere Alpengebiete von grosser Bedeutung. Für die Gemeinde Grindelwald ist diese traditionelle Einrichtung – die Taleinung – von unschätzbarem Wert, nämlich ein kulturelles und ökonomisches Gut mit aktuellem Gültigkeitswert.

In einer Zeit, in der die Menschen die Landschaft erschliessen und nutzen, um den entwickelten gesellschaftlichen Bedürfnissen gerecht zu werden und gleichzeitig ungestörte, erholsame Landschaften, in denen sie ihre Bedürfnisse nach ästhetisch-emotionaler Ortsbezogenheit ausleben können, aufsuchen, erhalten Alpkorporationen eine wichtige Bedeutung für eine längerfristig gesicherte Kulturlandschaft. Angesichts der Bedeutung, die Alpkorporationen auf lokaler und regionaler Ebene für die Kulturlandschaft haben, sollten diese in Wissenschaft und Praxis stärker berücksichtigt und unterstützt werden.

## **Die letzte traditionelle Mehrstufenalpwirtschaft Eine Beobachtung zum Verständnis alpiner Siedlungsnahe und Wirtschaftsformen in der Archäologie.**

Eine Möglichkeit zur Interpretation archäologisch erfasster alpiner und hochalpiner Siedlungsstrukturen und ihrer Funktion bietet die Beobachtung traditioneller Bewirtschaftungsformen, wie sie noch heute im Südalpinen Raum existieren. Im Untersuchungsgebiet, den Valli del Bitto in den Orobischen Alpen der Lombardei, findet sich eine saisonale Transhumanz, eine sogenannte kleine oder vertikale Transhumanz. Sie wird im Gegensatz zur Dreistufenwirtschaft der Nordalpen, über eine mehrstufige Bewirtschaftung durchgeführt.

Zur mobilen Weidewirtschaft werden spezifische Siedlungsstrukturen benutzt. Trockenmauerbauten, - *calécc* im lokalen lombardischen Dialekt - dienen hier auf den alpinen Weidestufen als temporäre Wohnstätten und als Ort der Käseherstellung. Die festen Grundmauern werden während des Aufenthaltes mit einer Zeltplane überdacht. Das mobile Dach kann, wenn es die Futterversorgung erfordert und die Tiere weiterziehen, abgebrochen und beim nächsten *calécc* wieder aufgerichtet werden. Auf diese Weise wird bis zu 20-mal während der Alpzeit der Standort gewechselt, was für die einzelne Sennerei eine gleiche Anzahl Trockenmauergrundrisse, *calécc*, erfordert. Die Bestossung erfolgt mit Kühen und Ziegen.

Eine archäologische Untersuchung der *calécc* fand bislang noch nicht statt. Zur Alpwirtschaft in den Valli del Bitto sind zwar ethnographische Berichte vorhanden, der Aspekt ist aber in all diesen Arbeiten vorwiegend auf die Käseherstellung, den *bitto*, ausgerichtet. Nur am Rand wird auf die Bewirtschaftungsform und die Siedlungsstruktur, den *calécc*, eingegangen. Eine ganzheitliche Betrachtung der Mehrstufenwirtschaft, insbesondere der Anlage und Baustruktur des *calécc*, sowie seine mobile und immobile Einrichtungen wurden bislang vernachlässigt und auch in keinen weiteren, überregionalen Kontext gestellt.

Während heute die Viehwirtschaft des Alpenraumes seit dem Neolithikum als gesichert gilt, sind noch viele Fragen über die Bewirtschaftungs- und Siedlungsform offen. Durch die Archäologie aufgenommene Alpwüstungen sind oft nicht nur zeitlich, sondern auch funktionell schwierig zuzuordnen. Ohne vertiefte Kenntnisse des Wirtschaftssystems hinter den Gebäuden, respektive ihren archäologischen Resten, ist der Interpretationswert eingeschränkt. Der grosse Vorteil meiner Arbeit lag im Studium am noch lebendigen Objekt. Damit liess sich eine alte alpine Wirtschaftsweise in Ihrer Funktion beobachten. Die Absicht dieser Arbeit ist die Erweiterung des Interpretationsspektrums alpiner Siedlungsreste und ihrer Funktion.



Alp Trona Soliva, *calécc pia deli cabri giu in mezz*, über die festen Grundmauern wird während des temporären Aufenthaltes eine Zeltplane gezogen.



**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Versteckte Risiken**

**Des risques cachés**

# **Modellierungen von Landnutzungsszenarien für Risikoabschätzungen von Flutwellen aus zukünftigen hochalpinen Seen in der Schweiz**

## **Zusammenfassung**

Durch die globale Klimaerwärmung ziehen sich Gletscher immer weiter zurück und legen zuvor eisbedeckte Flächen frei. In diesen Gletschervorfeldern können in Übertiefungen Seen entstehen. Ausserdem werden durch einen Rückzug der Gletscher Felsflanken destabilisiert. Kommen solche Seen unter instabilen Felsflanken zu liegen, können durch Felsstürze in diese Seen Flutwellen ausgelöst werden. Von diesen Flutwellen kann ein grosses Gefahrenpotenzial ausgehen. Denn sie können beim Erreichen von Siedlungen grossen Schaden an Menschen und Infrastruktur anrichten. Um Schäden abschätzen und reduzieren zu können, muss das Risiko solcher Ereignisse ermittelt werden.

Das Ziel dieser Diplomarbeit war, zukünftige Landnutzungsszenarien zu modellieren, um eine Risikoabschätzung von potenziellen zukünftigen Flutwellen aus hochalpinen Seen in der Schweiz durchführen zu können. Als erstes wurde ein Überblick über den Stand der Forschung der Landnutzungsmodelle geschaffen und ein geeignetes Modell für diese Arbeit gesucht. In einem zweiten Schritt wurde eine Methodik entwickelt, die Modellierungen von Landnutzungsszenarien und Risikoabschätzung erlaubt. Zuletzt wurde die entwickelte Methodik anhand eines Fallbeispiels umgesetzt.

Dazu wurde die Arbeit in vier Teile gegliedert, in den Forschungsstand, in die Entwicklung einer Methodik, in die Umsetzung der Methodik anhand eines Fallbeispiels und der Diskussion der Ergebnisse. Im ersten Teil wurde der Stand der Wissenschaft in den Bereichen Risiko, Landnutzungsmodellierungen und Szenarien erarbeitet und diskutiert. Als Resultat wurde eine Liste aktueller Landnutzungsänderungsmodelle erstellt und ihre Eigenschaften im Hinblick auf eine Weiterverwendung untersucht. Aufgrund dieser Liste wurde klar, dass für diese Arbeit eine eigene Methodik erstellt werden musste, denn ein Vorgehen, das Modellierungen von Landnutzungsszenarien und Risikoabschätzungen von Flutwellen miteinander kombinierte, hatte bis anhin gefehlt. Wegen der Komplexität von Landnutzungsänderungsmodellen kam ausserdem das Anwenden eines schon vorhandenen Modells nicht in Frage. Deshalb wurde im zweiten Teil der Arbeit eine eigene Methodik erstellt. Die Herausforderung dabei war, die Erstellung der Landnutzungsszenarien, deren Modellierungen und die Risikoabschätzung auf eine Ebene zu bringen. Im dritten Teil wurde die Methodik anhand der Gemeinde Naters umgesetzt. Zuerst wurden die Landnutzungsszenarien anhand von Experteninterviews, Dokumentenanalysen und Feldbegehungen erstellt. Daraus entstanden drei Szenarien bis ins Jahr 2045, die von der nationalen Wirtschaftslage, vom Tourismus und von den Landwirtschaftssubventionen abhängig waren und sich je nach getroffenen Annahmen anders verhielten. In einem weiteren Schritt wurden die

Landnutzungsszenarien im GIS modelliert. Dazu wurden die Landnutzungsdaten der Arealstatistik ausgewählt sowie klassiert und einen Trend vergangener Änderungen erstellt. Dieser wurde in die Zukunft extrapoliert und anhand der Szenarien angepasst. Die Ergebnisse zeigten für alle Szenarien ein grosses Siedlungswachstum auf Kosten der Landwirtschaft, vor allem im Bereich der Ein- bis Zweifamilienhäusern und der Mehrfamilienhäusern. Schliesslich wurde die Risikoabschätzung durchgeführt. Sie wurde durch die drei Faktoren Intensität, Objektwert/Personen und physische/soziale Vulnerabilität ausgedrückt und für die Risikoabschätzungskarten miteinander multipliziert. Für die Intensität wurden zwei Seeausbruchsszenarien unterschiedlicher Volumen angenommen und in Intensitätskarten dargestellt. Für den Objektwert/Personen sowie der Vulnerabilität wurden durch Dokumentenanalyse und Abschätzungen den Klassen der Landnutzungsszenarien Werte zugeteilt und in Karten dargestellt. Alle modellierten Ergebnisse wurden qualitativ durch die Werte "tief", "mittel", "hoch" und "sehr hoch" ausgedrückt. Die Resultate der Risikokarten zeigten in allen Szenarien eine deutliche Zunahme des Risikos erfolgt durch Verbauungen und Verdichtungen der Flächen. Das grösste Risiko befand sich jeweils in der Nähe der Rhône, wo eine hohe Intensität der Flutwelle und eine Zunahme des Baus von Mehrfamilienhäusern, also hoher Objektwert, Personenanzahl und Vulnerabilität, zu erwarten war.

Mit dieser Diplomarbeit konnte belegt werden, dass die Entwicklung einer Methodik, die bis anhin gefehlt hatte, machbar war, die Modellierungen von Landnutzungsszenarien und Risikoabschätzung von hochalpinen Flutwellen miteinander kombinierte. Ausserdem konnte aufgezeigt werden, dass eine Umsetzung dieser Methodik möglich war und trotz den getroffenen Annahmen klare Ergebnisse lieferte. Die Methodik überzeugte vor allem durch ihre Flexibilität, ihrer klaren Struktur und ihrer Nachvollziehbarkeit. Aussagen über das Schadensausmass eines Ereignisses in Franken sowie den Zeitpunkt eines Ereignisses, wurde in dieser Arbeit nicht behandelt. Für zukünftige Arbeiten wären die Untersuchung dieser zwei Punkte sowie die Eingrenzung der für diese Arbeit getroffenen Unsicherheiten ein interessanter Aspekt. Für weiträumigere Untersuchungen müsste an der Methodik gearbeitet werden. Um das Risiko zu reduzieren, wurde vorgeschlagen, den Siedlungsbau anhand der Raumplanungspolitik zu steuern. Dabei sollte vor allem von den zuständigen Personen in den Gemeinden mit einem offenen Blick in die Zukunft geschaut werden, um mögliche Gefahren erkennen und somit vermeiden zu können. Dennoch müssten Aussagen über das Risiko in einem weiteren Kontext angeschaut werden und die Bedürfnisse und Wünsche der Gemeinden mit einbezogen werden.

## **Die neuen Seen: Gletscherseen und deren Ausbrüche am Gruebengletscher (Berner Oberland) in ihrem geologischen Kontext**

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts bildete sich an der linksufrigen Seite des Gruebengletschers, im Haslital, Berner Oberland, ein See. Das Schmelzwasser eines abschmelzenden Nebengletschers staute sich an der fast 30 m hohen Eiswand, des Gruebengletschers. Der See wurde kaum zur Kenntnis genommen, bis er am 4. Oktober 1921 ausbrach. Der dadurch verursachte Murgang zerstörte die zirka 3 km flussabwärts liegende Aerenalp und die dort vorhandenen Alphütten. Im Haupttal (Haslital) wurde die Passstrasse beschädigt und die Flut konnte bis nach Innertkirchen (ca. 15 km flussabwärts) beobachtet werden. Von 1923-1941 leerte und füllte sich der nun überwachte See mehrmals, ohne einen Murgang auszulösen. 1942 brach der See erneut aus. Danach wurde ein Stollen gebaut, um das zufließende Schmelzwasser zu regulieren.

Heute sind in die Spuren, die der Gletscherseeausbruch hinterlassen hat, noch immer in der Landschaft sichtbar. Die überführte Alp wurde nicht von den Gesteinsmassen befreit und wird nicht mehr genutzt. Ausbrüche von eisgestauten Seen haben in den Schweizer Alpen schon vermehrt zu Schäden an Infrastruktur und zu Todesfällen geführt (Haeberli 1983). Mit dieser Masterarbeit wird versucht, den Ablauf der Ausbrüche am Gruebengletscher möglichst genau zu rekonstruieren. Es geht darum herauszufinden, was zum Ausbruch geführt hat und welche Spuren ein Ausbruch im Feld hinterlässt, aber auch darum, die abgelaufenen Prozesse besser zu verstehen.

Vom ganzen Gebiet, dem Gruebenkessel, wurde eine glaziogeologische Karte im Massstab 1: 10'000 angefertigt. Dafür wurden neben der Feldbegehung auch Orthofotos und ein digitales Höhenmodell als Hilfsmittel herbeigezogen. Diese Karte zeigt den heutigen Stand der Landschaft und Gletscher. Daraus wird der Verlauf der Gletscherseeausbrüche sichtbar. Die dabei entstandenen Ablagerungen und Erosionsformen werden in der Arbeit beschrieben. Aufgrund von rekonstruierten Seevolumina, erodierten Gerinne Querschnitten und Blockgrößen, kann der maximale Abfluss und Fliessgeschwindigkeiten der Flut abgeschätzt werden. Die dafür verwendeten Formeln stammen von Costa (1983), Clague & Mathews (1973) und Manning (1891). Zusätzliche Informationen wurden aus historischen Berichten von Augenzeugen, Fachleuten und Medien entnommen.

Der See von 1921 brach bei einem Volumen von über 2 Millionen Kubikmeter aus. 1942 lag das Volumen unter 1 Million Kubikmeter. Durch das Abschmelzen der Gletscher war die stauende Eiswand weniger mächtig als noch 1921. Dadurch konnte sich nicht die gleiche Menge Wasser stauen. Beide Ausbrüche erfolgten durch einen ins Eis eingeschmolzenen Tunnel mit einem Durchmesser von ca. 5 m. Die Flut trat an der Gletscherfront aus, wo sie über eine Klippe in die Tiefe stürzte. Das unterhalb dieses Felsriegels liegende Lockergestein wurde durch die beschleunigte Flut mitgerissen. Weiter flussabwärts wurde das Gerinne bis auf den Fels erodiert. Der dort gemessene erodierte Querschnitt, ergibt eine Fliessgeschwindigkeit von 16 m/s. Auf der Aerenalp, wo grosse Mengen von Schutt abgelagert wurden, lassen sich durch die mittlere Achse (b-Achse) der grössten Blöcke von 2 bis 3 Meter, Fliessgeschwindigkeiten von 8 m/s berechnen. Von der Aerenalp schoss der Murgang durch eine Schlucht hinunter zur Handegg und floss dort in die Aare. Das mitgeführte Material staute sich, so dass es vor den Handeggfällen zu einer Übermuring kam, wodurch die Passstrasse beschädigt und die umliegenden Brücken zerstört wurden.

Der Ausbruch von 1921 war das grössere Ereignis, als der Ausbruch von 1942. Dies ist schon aus der doppelt so grossen Menge an gestautem Wasser festzustellen. Das Ereignis von 1921 hat vor allem oberhalb und auf der Ärlenalp grosse Auswirkungen gehabt.

Die Alp wurde mitsamt Hütten und Vieh zerstört. Das oberhalb der Alp liegende Gerinne wurde stark bis auf den Fels erodiert. Beim Ausbruch von 1942 waren die Schäden im Tal grösser. Trotz des geringeren Wasservolumens. Da die Alp schon mit Geröll bedeckt war wurde kaum noch Material abgelagert. Im Gegenteil, es wurde Geschiebe mobilisiert und erst bei der Handegg wieder abgelagert. Dass der Aerenbach oberhalb der Handeggfälle an zwei Stellen ausbrach, deutet auch darauf hin, dass der Murgang von 1942 unterhalb der Ärlenalp mehr Geschiebe führte als noch 1921. Schliesslich baute der Kanton Bern 1945 einen Stollen, der das zufließende Schmelzwasser ableitete. Der Stollen tat nur einige Jahre seinen Dienst. In den 60er Jahren war der Gruebengletscher soweit abgeschmolzen, dass er den See nicht mehr stauen konnte.

Zwischen den 50er und 60er Jahren begann sich an einer neuen Stelle, vor dem Gruebengletscher, ein See zu bilden. Dieser staut sich nicht am Eis, sondern am davor liegenden Felsriegel. Der See existiert heute noch und wird beim Ausfluss in einen Stollen geleitet, durch den das Wasser in den Grimsensee fliesst. Der Gruebengletschersee ist ein schönes Beispiel dazu, wie sich das Gefahrenpotenzial eines Gletschersees mit der Zeit stark verändern kann, durch die Veränderung des Gletschers, durch einen Ausbruch aber auch durch das Eingreifen des Menschen. Es zeigt auch, welche Einflüsse ein solcher See auf die Nutzung eines Gebietes haben kann. Von alpinen Weiden die aufgegeben werden zu einem zusätzlichen Energiepotential für die Wasserkraft.

Die Masterarbeit wird auf Ende April fertiggestellt.

### **Quellenverzeichnis:**

Clague, J.J. & Mathews, W.H., 1973. The magnitude of Jökulhlaups. *Journal of Glaciology*, 12(66), pp.501-504.

Costa, J.E., 1983. Paleohydraulic reconstruction of flash-flood peaks from boulder deposits in the Colorado Front Range. *Geological Society Of America Bulletin*, 94, pp.986-1004.

Haeberli, W., 1983. Frequency and Characteristics of Glacier Floods in the Swiss Alps. *Annals of Glaciology*, 4, pp.85-90.

Manning, R., 1891. On the flow of water in open channels and pipes: Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland, v. 20, p. 161–207

# Improved methodology for rock fall hazard zoning at the local scale

## ABSTRACT

Rock falls represent a serious threat to communities living in mountainous areas in several European countries, and their potential hazard must be taken into account for an appropriate land use planning and for establishing risk mitigation measures. Rock fall hazard assessment and zoning at the local (and site specific) scale(s) require detailed information on rock fall frequency of departure and trajectories, which have to be determined quantitatively.

The research work performed in this Thesis deals with procedures for rock fall hazard zoning for urban planning at the local scale, particularly focusing on methodologies based on rock fall trajectory modelling.

This objective was pursued in the first part of the work by comparing current methodologies used in Europe, based on 2D rock fall modelling, for achieving a clearer understanding of differences, weak points and limits characterising each procedure. The results of the several performed sensitivity analyses show that rock fall hazard assessment and zoning are highly conditioned by both national guidelines and mapping methodologies. These results underline as well that, as a consequence of diversities in guidelines and due to assumptions/uncertainties in zoning techniques, land use planning measures at a given site do change considerably, depending on which methodology and respective guidelines are applied. In particular, significant differences arise both in terms of extent of the hazard zones, and in terms of type of land use planning. Measures for urban planning correspond indeed to definitions of hazard degrees changing from one country to another, according to the adopted risk management strategies, which condition the regulations for the areas in danger and therefore the choice of threshold values for energy and frequency.

The purpose of the second part of the work was to propose improvements to quantitative rock fall hazard zoning at the local scale, based on the Cadanav methodology developed at the Rock Mechanics Laboratory of EPFL. In particular, the new methodology attempts at reducing assumptions and uncertainties affecting the use of trajectory modelling results and the techniques for combining energy and rock fall frequency according to an intensity-frequency diagram. The new Cadanav methodology evaluates the hazard degree by means of “hazard curves”. The curves are described at each point of the slope by energy-return period couples, to be superposed to an intensity frequency diagram in order to determine which hazardous condition prevails at that point of the slope. The new methodology allows for hazard zoning obtained starting from either 2D or 3D trajectory modelling. For 2D modelling-based zoning, it was checked by means of comparisons with the original version of the Cadanav methodology, performing sensitivity analyses for several sites, block sizes and return period conditions. For 3D modelling-based zoning, the methodology was validated by studying benchmark problems for an infinite linear cliff topography, and tested as well on a more realistic complex topography. For these two configurations, the analyses were performed for several return period values and types of scenario, i.e. single rock fall hazard instabilities, either localised or diffused, and combined instabilities, characterised by different frequencies of failure, but same block size. In addition, further elements to be accounted for in rock fall hazard zoning were discussed, such as the influence of the block size on hazard zoning and the combination of several rock fall hazards affecting the same site, but characterised by different block sizes and failure frequencies.

In terms of results, the new methodology performs well in all the tested conditions and provides a more objective and detailed hazard evaluation. Its implementation is general and flexible, as it can be used based both on 2D and on 3D trajectory modelling as well as according to different intensity-frequency diagrams (e.g. Switzerland, Principality of Andorra), and it allows for evaluating the rock fall hazard for complex scenarios involving several sources and event return periods.

**Keywords:** rock fall, trajectory modelling, hazard assessment, hazard zoning methodology, hazard zoning guidelines, land use planning.

## Publications

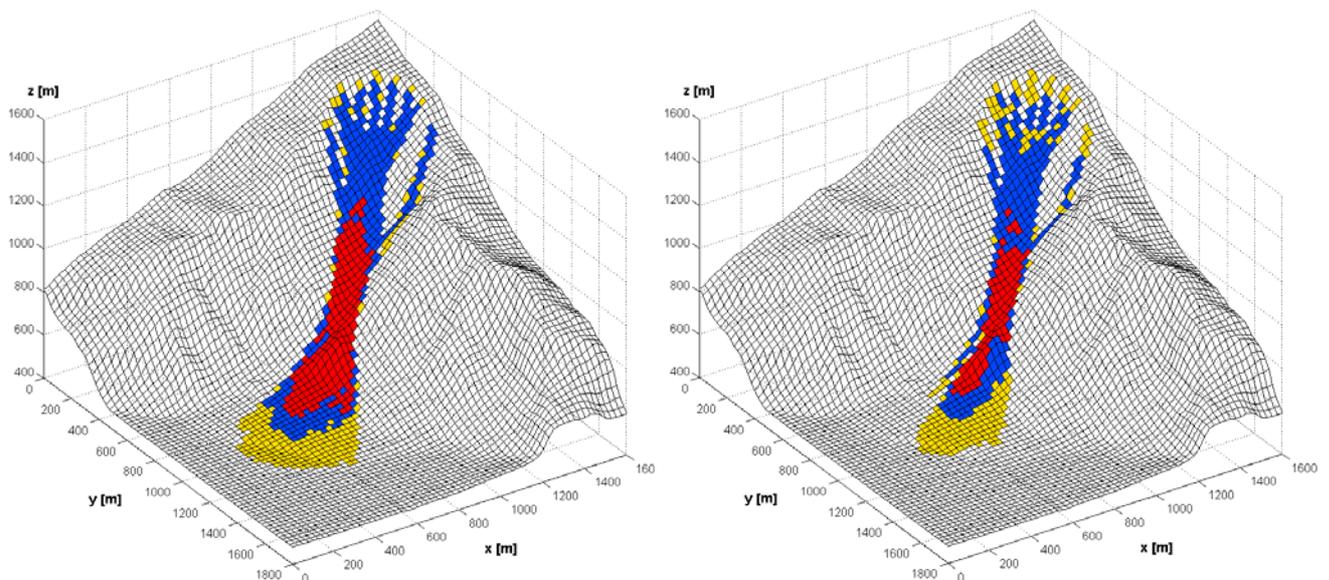
Abbruzzese, J. M., Sauthier, C., and Labiouse, V.: “Considerations on Swiss methodologies for rock fall hazard mapping based on trajectory modelling”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 1095-1109, 2009.

Abbruzzese, J.M., Labiouse, V.: “Comparison of two rock fall hazard mapping methodologies based on the French and Swiss guidelines”. In: *Proceedings of the Rock Slope Stability RSS 2010 Symposium*, Paris, France, 24-25 November, 2010.

Abbruzzese, J.M., Labiouse, V.: “Challenges in achieving European-wide methodologies for rock fall hazard mapping”. In Malet, J.-P., Glade, T., Casagli, N. (Eds): *Mountain Risks: bringing science to society*, *Proceedings of the International Conference Mountain Risks – Bringing science to society*, Firenze, Italy, 24-26 November 2010, CERG Editions, Strasbourg, 507-513, 2010.

Abbruzzese, J.M., Labiouse, V.: “Comparison of different rock fall hazard mapping methods: challenges in harmonising current procederes”. *Proceedings of the “2<sup>ème</sup> Journée de rencontre sur les dangers naturels”*, Lausanne, Switzerland, February 18, 2011.

Labiouse, V., Abbruzzese, J. M.: *Rockfall hazard zoning for land use planning*, in: Lambert Stéphane, Nicot François (eds), *Rockfall Engineering*, John Wiley & Sons, New York, ISTE ltd, London, 2011. ISBN 978-1-84821-256-5. 464 pages.



*Example of hazard zoning for a complex topography and for a source area constituted by 9 cells. The comparison of the left and right figures shows the influence on hazard zoning of a change in the return period of the events, i.e. 1 block released from each cell on average every 50 years (left) and 100 years (right).*

# STATISTICAL ANALYSIS OF MOUNTAIN PERMAFROST TEMPERATURES

Dissertation Evelyn Zenklusen Mutter

## Summary

The consequences of climate change are clearly visible in the Swiss Alps. In the past decades, increasing air temperatures have induced pronounced glacier retreat and permafrost thawing. Thawing permafrost in steep terrain is a potential natural hazard, as it can become unstable and trigger mass movements such as settlement, debris flows or rock fall. The WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF has been measuring ground temperatures and displacements in permafrost boreholes for more than a decade. This thesis aimed to analyse these ground temperatures with statistical methods, assessing possible changes, trends and physical coherencies.

In a first step, temporal changes in daily ground temperatures measured in two adjacent boreholes at Muot da Barba Peider in the Eastern Swiss Alps were analysed. Statistical models, which could for example describe changes in the amplitudes or in the mean, were used to estimate possible trends. The results for the period 1996 - 2008 revealed increasing summer temperature for the upper ground layers, whereas winter temperatures had decreased. For the frozen rock below 10 m however, a general temperature increase was found. Although increasing summer temperatures were consistent with the development of the air temperatures, decreasing winter temperatures could be attributed to a thin early winter snow depth. The general warming trend in the deeper layers was assigned to increased heat transfer through the mountain ridge of Muot da Barba Peider induced by warming air temperatures and lower snow depths. These results confirm that permafrost temperatures in the Alps are influenced by factors such as snow cover, surface properties, hydrology and topography. Increasing air temperatures do not necessarily induce permafrost thawing.

Special attention was paid to the so-called "active layer", the topmost ground layer above permafrost, which seasonally thaws in summer. An increase in its thickness implies a potential increase of the material which might be released in a mass movement. Typical active layer characteristics have been analysed and compared for ten different permafrost sites. Whereas over the past decade, the active layer remained rather constant at the individual sites, significant differences due to local terrain properties were visible. The comparison of the daily development of the active layer thickness with that of the thawing degree days revealed that ice-rich ground layers delay the active layer development efficiently and thus isolate the permafrost from warm air temperatures. Two of the ten sites, however, revealed abrupt active layer deepening due to lateral air and/or water flows.

Further investigation of the dependence between air and ground temperature was performed. Transfer function models were used to quantify the relation between air and ground temperatures measured at 0.5 m depth at seven different permafrost sites. The results showed that the delay between daily changes in the air and ground temperature ranges from one to six days, depending on

the site. The most efficient relation was found for a very coarse-blocky rock glacier site, whereas scree slopes with smaller grain sizes showed a weaker and more prolonged relation.

The main heat transfer mechanism in permafrost is conduction, but due to phase change, air or water flows, heat can also be transferred non-conductively. A statistical procedure including spectral analysis, order-restricted inference and a false discovery rate procedure has been developed to detect depths and frequencies at which significant non-conductive heat transfer processes occur. The application of the procedure to two-hourly borehole temperatures measured at Muot da Barba Peider revealed significant non-conductive heat transfer for the period 2005 - 2009 only in an ice-rich layer between 1 and 1.9 m depth. To gain deeper insight into the processes occurring shorter (three-week) periods have been analysed. The results showed non-conductive heat transfer processes that could be attributed to phase changes at the freezing front and at the base of the active layer in autumn, to convective air and vapour flows through the frozen scree in winter, and to phase changes and meltwater infiltration during the thawing period in spring.

Analyses of borehole temperatures also revealed special phenomena. A case study for the famous permafrost site at Flüela Pass showed that the permafrost body inside the scree slope, close to the lake has degraded from 7 m to 3.5 m thickness within four years. This rapid permafrost degradation could be attributed to a seasonal ventilation system inside the scree, leading to condensation which melts the permafrost body from below. Increasing lake water temperatures might accelerate the phenomenon.

The ground temperatures analysed in this work include about one decade of measurements and therefore are too short for climate-related statements. However, the statistical analyses performed give an interesting insight into the development of permafrost ground temperatures during the past ten years and their interaction with air temperature and local properties. The presented results furthermore emphasize the strong spatial variability of the ground thermal regime in mountain permafrost.

**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Tourismus unter Anpassungsdruck**

**Le tourisme forcé à l'adaptation**

## **Die Rolle der Regionalpolitik bei der Anpassung alpiner Winter-sportdestinationen an veränderte Rahmenbedingungen**

Beitrag von Fabian Widmann (Dissertation an der Universität St.Gallen, Anstellung an der Hochschule Luzern)

---

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Rolle die Regionalpolitik bei der Anpassung alpiner Wintersportdestinationen an veränderte Rahmenbedingungen hat und wie ein künftiger Einfluss der öffentlichen Hand gesteuert werden kann.

In vielen Ortschaften in den alpinen Regionen der Schweiz und ebenso im benachbarten Ausland stellt der Wintersporttourismus die wichtigste Wertschöpfungsquelle dar. Andere Einnahmequellen durch den Tourismus, beispielsweise im Sommertourismus, sind als vergleichsweise weniger wertschöpfungsintensiv zu bezeichnen. Auch die regionale Wertschöpfung in anderen Dienstleistungsbranchen sowie in anderen Sektoren ist, bis auf die Energiegewinnung durch Wasserkraft, weniger intensiv.

Diese regionalwirtschaftliche Schlüsselfunktion des Wintersporttourismus in den alpinen Destinationen wird durch verschiedene Änderungen der klimatischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stark herausgefordert. Die globale Erwärmung, der demographische Wandel sowie Änderungen im Freizeit- und Urlaubsverhalten bewirken eine Verschärfung des Wettbewerbs von Wintersportdestinationen.

Die ersten typischen Anpassungsmassnahmen in den Skigebieten mit Ausweitungen in die Sommer- und Nebensaisons, sowie einer allfälligen Höhenverlagerung des Skigebietes und vorrangig der Ausbau der künstlichen Beschneigung werden mit grossem finanziellen Aufwand vollzogen. Grundsätzliche Überprüfungen der bisherigen Strategie im Wintersporttourismus münden, wenn überhaupt vollzogen, in den allermeisten Fällen lediglich in der Fortführung der bisherigen Ausrichtung. Diese Entscheide haben somit eine weitere Intensivierung der künstlichen Beschneigung zur Folge. Bis auf wenige Tage in der Wintersportsaison mit Spitzennachfrage wird

dadurch weiterhin eine Überkapazität an Skigebieten fortgeführt (vgl. OECD, 2007: Klimawandel in den Alpen).

Da eine Abkehr von dieser kostenintensiven Wirtschaftsstruktur oder gar eine allfällige Schrumpfung weder durch die betroffenen Leistungsersteller noch von der öffentlichen Hand als mögliche Option betrachtet wird, kommt es durch die Fortführung von staatlichen Zuwendungen zu einer zunehmenden Verschärfung der finanziellen Belastung der betroffenen Gemeinden und Kantone. Um eine weitere finanzielle Überlastung dieser Stellen zu verhindern, sowie den betroffenen voralpinen Gemeinden eine langfristig tragfähige Zukunftsperspektive zu ermöglichen, ist die weitere Rolle der Regionalpolitik zu diskutieren und eine allfällige nationalstaatliche Strategie mit entsprechenden Unterstützungsleistungen zu erarbeiten.

Im Rahmen dieser Dissertation wird anhand von fünf Destinationen in der Schweiz (Sörenberg, Toggenburg und Sattel) sowie in Deutschland (Garmisch-Partenkirchen und Oberstaufen) die bisherige und weitere Strategie erfasst sowie der Einfluss der Regionalpolitik untersucht. Mittels einer Szenarioanalyse werden mögliche Zukunftsprojektionen dieser Wintersportdestinationen aufgezeigt in denen die Rahmenbedingungen sich verschiedenartig gestalten. Dabei werden sowohl Szenarien mit einer Fortführung des Wintersporttourismus als auch Szenarien mit einem Rückgang, also einer Schrumpfung beschrieben und durch die jeweiligen Verantwortlichen in der Gemeinde, bzw. beim Kanton bewertet.

Basierend auf diesen Zukunftsprojektionen und den Bewertungen schlussfolgert diese Arbeit mit der Interpretation der Ergebnisse und der Ableitung von Handlungsmaßnahmen einerseits für das Destinationsmanagement und die touristischen Leistungsträger, sowie andererseits für die überregionalen, beziehungsweise kantonalen öffentlichen Stellen. Besondere Betonung findet dabei die grundsätzliche Hinterfragung der aktuell dominierenden Ausrichtung wirtschaftlicher Aktivitäten auf das von vielen Seiten propagierte Wachstum. In den Schlussüberlegungen wird appelliert an eine Orientierung der massvollen Substanzerhaltung in den Wintersportdestinationen auf bestehendem Niveau sowie an eine strategische Ausrichtung auf Nischenangebote und dabei auf die Unterstützung von nationalen Ausgleichszahlungen zum Wohle sowohl der Bevölkerung in den alpinen und nicht-alpinen Räume.

## Fiche détaillée

Cadre académique	Université de Genève, Institut des Sciences de l'Environnement ISE
Thématique & formation	Maîtrise universitaire en sciences de l'environnement, Filière C "Globalisation, urbanisme et gouvernance"
Auteur	BARRAS Juliane
Titre	Perception du changement climatique et tourisme en moyenne montagne : stratégies d'acteurs dans la station des Gets
Résumé	<p>Ce travail part de l'interrogation suivante : les stations de moyenne montagne sont-elles sensibles au thème du changement climatique, se sentent-elles menacées et s'adaptent-elles aux effets supposés qu'il peut avoir sur leur environnement ?</p> <p>La première partie étudie les rapports des sports d'hiver avec leur environnement et les conséquences du changement climatique sur l'activité touristique hivernale. Elle tente, à travers les principales études menées dans ces domaines, de décrire les conséquences attendues du changement climatique pour les stations de sports d'hiver et de donner un aperçu des scénarios possibles pour le tourisme hivernal ces prochaines décennies.</p> <p>La deuxième partie reprend les réflexions de la première partie en les appliquant à un cas particulier, la station haut-savoyarde des Gets. Elle tente d'apporter des éléments de réponse à la question de départ par l'étude des perceptions du changement climatique et de l'environnement ainsi que les stratégies de certains acteurs du tourisme de cette station de moyenne montagne. Cette étude est menée à l'aide d'entretiens qualitatifs avec les principaux responsables du tourisme ainsi que des personnes concernées mais non impliquées dans les décisions. A travers le discours des personnes rencontrées, ce travail cherche à identifier les perceptions dominantes de la montagne, du changement climatique et du tourisme. Puis, une analyse de quelques données climatiques permet de comparer les impressions des personnes interrogées avec des données plus factuelles.</p>
Date de la soutenance	30.11.2010
Collation	98 pages + annexes, 18 figures
Mot-clés	Relations Homme-Environnement, Tourisme hivernal alpin, Changements climatiques
Cote bibliothèque	Consultable au Secrétariat ISE

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Première partie : Les Alpes du tourisme</b> .....	<b>3</b>
Succès et défis du tourisme dans les Alpes.....	3
Le tourisme hivernal.....	3
Perspectives d'avenir .....	6
Lien tourisme et environnement.....	8
Climat et tourisme hivernal .....	8
Enneigement artificiel.....	11
Le climat dans les Alpes, perspectives futures pour le tourisme .....	16
Changement climatique .....	16
Impact sur le tourisme hivernal .....	20
Réponses des stations aux risques climatiques .....	25
Acteurs et stratégies touristiques .....	27
Contraintes.....	27
Perceptions et représentations .....	29
Problématique.....	34
<b>Deuxième partie : Etude de cas, la station des Gets en Haute-Savoie</b> .....	<b>36</b>
Méthodologie et travail de terrain.....	36
Justification du choix de la station .....	36
Justification du choix des acteurs .....	37
Les entretiens .....	38
Présentation générale de la station des Gets .....	41
<b>Grille d'analyse</b> .....	<b>59</b>
Rôle des perceptions et représentations.....	60
La montagne imaginée .....	60
La traduction des représentations dans les actions.....	66
Synthèse .....	81
Conclusion analytique.....	83
Le biais des perceptions .....	83
Synthèse .....	88
<b>Conclusion</b> .....	<b>89</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>93</b>
<b>Annexes</b>	

## **Alp.relève**

### **Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs et PrixProMontes**

Candidate : *Estelle Lépine*

Résumé d'un travail de diplôme de master en architecture à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

#### ***Vulnérabilité. Les apports de l'architecture face aux risques subséquents de la popularité du Mont-Blanc***

*Un nouveau refuge pour l'Aiguille du Goûter, Saint-Gervais, Haute-Savoie, France.*

Ce projet de recherche est un travail pour l'obtention d'un diplôme de master en architecture à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) sous la direction des professeurs Luca Ortelli et Valérie November, diplôme obtenu en octobre 2010. Il est né d'une vocation de croiser le développement des études en architecture de l'étudiante ici candidate, Estelle Lépine, et son admiration à l'égard de la montagne.

Mots-clés : Territoire alpin, Architecture alpine, Refuge, Typologie, Risques, Alpinisme, Confort.

Le Mont-Blanc est un site alpin de haute montagne d'une incroyable richesse de paysages et de diversités. C'est un monde à part, fascinant, séparé des vallées par son altitude, ses conditions climatiques et son accès difficile. L'architecture est un domaine d'élaboration d'espaces et de projets. Elle a la faculté de dialoguer avec une multitude de contextes. Cette recherche, empreinte d'attachements intimes à une région et un enthousiasme particulier pour un domaine d'activité, est une rencontre entre deux parts de vie personnelle. De cette rencontre entre architecture et montagne est né un intérêt singulier pour les problèmes architecturaux, sociaux ou environnementaux constatés sur la voie normale d'accès au sommet du Mont-Blanc. Des observations empiriques et une confrontation entre réflexions architecturales et contextuelles ont permis de développer une problématique spécifique à ce lieu : **Quelles solutions l'architecture peut-elle offrir face aux risques, à la fois humains et environnementaux, de la surfréquentation du Mont-Blanc ?**

Afin de répondre à cette question, de manière théorique et de manière pratique, le travail de master s'est déroulé en deux moments distincts mais complémentaires : la rédaction d'un énoncé théorique et l'élaboration d'un projet d'architecture.

La première partie a guidé la recherche à travers la prise de connaissance du contexte de la haute montagne, du lieu particulier du Mont-Blanc, de sa voie populaire (Versant de Saint-Gervais par le couloir de l'Aiguille du Goûter et l'arête des Bosses) et du refuge obsolète de l'Aiguille du Goûter ; ceci afin de contextualiser la question précédemment énoncée. La réflexion s'est poursuivie sur l'étude des protagonistes de l'alpinisme : leur identité, leurs caractéristiques, leur action et leurs besoins. Enfin, les spécificités du lieu et ses utilisateurs ont été confrontés afin de mettre en avant les relations qu'ils entretiennent, parfois conflictuelles, au travers de concepts tels que les risques sanitaires, naturels, d'incendie ou environnementaux. L'énoncé s'est conclu sur une analyse architecturale des notions de paysage et d'intégration, de marche et de parcours, de refuge, d'atmosphère, de fonctionnalité ainsi que de matérialité. Cette recherche et ce texte théorique ont eu pour but de maîtriser le contexte du futur projet d'architecture, d'élaborer un programme adapté à un nouveau refuge et de problématiser la notion d'habitat et d'intervention en milieu extrême. La partie théorique a permis de poser les premières questions

et hypothèses de réflexion du projet tels que la capacité d'accueil, le lieu adéquat pour une implantation adaptée, le confort attendu à cette altitude. Ce fut, en somme, une préparation à l'élaboration du cahier des charges et à l'imaginaire du projet d'architecture qui allait suivre.

Ainsi la seconde partie de ce travail de master, le projet d'architecture en soi, tente de répondre au problème de l'obsolescence et de l'inadaptation du refuge actuel face à une demande accrue d'hébergement et de confort. Il s'ancre dans un processus de sensibilisation des utilisateurs au milieu extrême dans lequel ils évoluent et dissimulé par différents phénomènes sociologiques. Ainsi une réflexion particulière a été opérée sur le choix du lieu d'implantation. Une étude topographique a été effectuée afin de comprendre si l'implantation à une hauteur différente de l'actuelle aurait pu contribuer à limiter les problèmes qui affligent de plus en plus les altitudes de l'arc alpin. Dans sa version finale, le projet propose un nouvel emplacement pour le refuge, à une hauteur inférieure à celle de l'existant. Cette décision est motivée par une envie de redonner un statut de course d'alpinisme au sommet du Mont-Blanc, la reconnaissance d'une ascension de haute montagne, et ces qualités de « hauts lieux ». De cette façon, l'accès au Mont-Blanc serait limité aux alpinistes chevronnés, avec une réduction sensible des risques liés à la sous-évaluation des dangers. Intégrant dans la composition des espaces la marche d'approche, les sentiments et émotions ressentis le long du parcours de la vallée au sommet, le refuge devient partie intégrante de l'expérience de l'ascension. Les choix typologique et morphologique cherchent à intégrer une sensibilisation et une prise en considération du milieu extrême afin d'intégrer et de mettre en exergue les risques auxquels les alpinistes s'exposent, de manière parfois inconsciente, lors d'une telle ascension populaire. Le choix distributif répond à une problématisation spécifique au lieu par des notions de confort, de fonctionnalité et d'atmosphère. Les matériaux complètent cette volonté de faire s'imprégner les alpinistes du milieu extrême qu'ils sont entrain de parcourir pour leur faire prendre conscience à la fois de l'endroit, mais aussi de ce que représente l'ascension à laquelle ils sont entrain de procéder avec les conséquences humaine et environnementale qu'elle implique. Le nouveau projet de refuge a pour but de démontrer les capacités de l'architecture, implantation, typologie et matérialité, à répondre concrètement aux questions et hypothèses avancées théoriquement, dans la première partie du travail, contre les risques subséquents de la popularité du Mont-Blanc.

L'ascension du sommet du Mont-Blanc est un parcours démocratisé, célèbre et convoité. Cette popularité implique une surfréquentation de la voie d'accès et du principal lieu d'hébergement que représente le refuge de l'Aiguille du Goûter. Cette recherche théorique, complétée par un projet d'architecture, a l'ambition de réfléchir aux possibilités de développement d'une réflexion propre à un lieu alpin d'altitude pour donner des réponses à un problème concret et actuel dans les Alpes : une fréquentation accrue des cimes. L'aspect original de ce travail est la mise en relation de différentes échelles. Une simple augmentation de la capacité physique des refuges, sans remettre un certain nombre d'acquis en question, dont notamment l'accès, le lieu et l'altitude d'implantation, n'est plus suffisante. Les protagonistes de projets doivent entreprendre une réflexion complète en fonction de chaque lieu et de chaque projet envisagé.

Ce projet de Master a été l'un des deux projets de l'EPFL distingué par le magazine *Wallpaper magazine* en Janvier 2011 dans sa sélection internationale *Next Generation*.

<http://www.wallpaper.com/gallery/art/graduate-directory-2011/17052208/38387#38387>

<http://www.wallpaper.com/gallery/art/graduate-directory-2011/17052208/38387#38388>

Il est à noter que l'intérêt de cette démarche et de ces questions a été souligné par l'obtention d'une bourse du Fond National de Recherche Suisse pour l'élaboration d'une thèse sur ce même thème à l'échelle de la Suisse. Recherche effectuée par la candidate au sein de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) sous la direction du professeur Luca Ortelli.

## RESUME

Ce mémoire de Master en anthropologie analyse la controverse autour des rénovations des cabanes de montagne. L'enquête de terrain s'est concentrée sur le canton du Valais, à travers trois bâtiments aux profils distincts. La première est la cabane de la Tsa. Privée, elle est gardiennée depuis 24 ans par la même personne qui tient à conserver son aménagement très simple. La seconde est la cabane des Vignettes, rénovée en 2008 et placée sur la Haute Route Chamonix-Zermatt. La dernière est la Rambert, dont les travaux de modernisation devraient en principe débiter en 2011.

Si la cabane existe par sa matérialité, elle existe aussi à travers les discours produits sur elle. Je propose donc d'approcher le sujet par le biais de ces deux axes, l'immatériel et le matériel. Le premier est lié à la notion d'imaginaire collectif. Comme la cabane est indissociable de son milieu, j'exposerai en premier lieu la construction de « l'esprit montagne ». Ensuite, j'analyserai comment la cabane est perçue dans l'imaginaire. A travers deux attributs de son idéal architectural, la petitesse et la simplicité, j'expliquerai comment l'espace et ses pratiques sont liés, s'influencent et construisent une socialisation propre à la cabane. Cette partie parlera aussi d'un désir de rupture avec les valeurs de la plaine que les rénovations, par le biais d'aménagements et d'architectures plus modernes, viennent bouleverser.

L'aspect matériel sera principalement traité à travers le regard du Club alpin suisse et des architectes. J'expliquerai comment le cadre physique influence le projet architectural, mais aussi comment l'imaginaire collectif agit sur les architectes. Cette partie sera l'occasion de traiter de la notion de reformulation et montera comment les dispositifs et les comportements évoluent et traduisent un nouvel ordre et une nouvelle utilisation de la cabane.

**Mots clés :** anthropologie de l'architecture ; anthropologie de l'espace ; cabane de montagne ; refuge de montagne ; Alpes ; imaginaire ; représentations ; matérialité ; immatérialité.

# Baden, Trinken, Wandern, Schmausen und Gesunden.

Eine kultur- und sozialhistorische Studie zum Fremdenverkehr im Entlebuch von 1840 bis in die 1930er-Jahre

*Lizentiatsarbeit an der Uni Freiburg i.Ue. bei Prof. Urs Allematt, angenommen im Oktober 2010*

Heute versucht sich die Voralpen-Region Entlebuch als UNESCO-anerkannte Modellregion zu vermarkten, die in ihren Grundsätzen auf nachhaltige Entwicklung und naturnahen Tourismus setzt. Nicht erst in der letzten Dekade – das UNESCO-Label wurde dem Entlebuch 2002 verliehen – waren Exponenten der Region bestrebt, Wertschöpfung durch fremde Gäste zu erzielen. In den Anfängen des Tourismus im Entlebuch Mitte des 19. Jahrhunderts und zur Zeit der darauf folgenden Belle Epoque beheimatete auch das Tal zwischen Luzern und Bern verschiedene Kurbetriebe, wie sie in der Schweiz zahlreich anzutreffen waren. Die Studie zeigt auf, welche Schwerpunkte im Bereich des Tourismus damals gesetzt wurden und welche Personen in Zeiten der um sich greifenden Reiselust ein Interesse daran hatten, einen Teil ihrer Reise oder gar einen längeren Aufenthalt in diesem ländlichen und aufgrund der Verkehrsbedingungen schlechter erreichbaren Gebiet zu verbringen, wo doch die grossen Fremdenverkehrszentren der Schweiz mit ihren vielfältigen Angeboten lockten und mit Luzern und dem Vierwaldstättersee eines davon in – zumindest beim Betrachten der Luftlinie – nicht allzu grosser Entfernung lag.

Um die Forschungsergebnisse zum behandelten Gebiet einordnen zu können, beschäftigt sich die Arbeit zunächst mit dem Tourismus in der Schweiz und in Europa zur Untersuchungszeit. Dabei wird ein spezielles Augenmerk auf den Kur- und Badetourismus gelegt, weil dieser auch im Entlebuch der Belle Epoque sehr wichtig war.

In einem zweiten Teil wird das Untersuchungsgebiet vorgestellt. Es wird geographisch eingeordnet und wirtschaftliche Voraussetzungen werden erläutert. Dabei spielt auch die Erreichbarkeit durch Strassen und öffentlichen Verkehr eine Rolle sowie natürlich die Gasthäuser und Kurbetriebe, die die anreisenden Gäste aufnehmen konnten.

Der dritte Teil widmet sich dann den Beziehungen zur bekannten Tourismusregion Zentralschweiz. Dabei stellt sich heraus, dass das Entlebuch Mitte des 19. Jahrhunderts vor allem eine Durchreisestation zwischen Berner Oberland und Luzern war. Bis zur Eröffnung der Brünigstrasse 1861 nutzte ein Grossteil der Reisenden die Route durch das Entlebuch. Mit neuen Verkehrswegen und der sich etablierenden Eisenbahn veränderte sich aber auch der Reiseverkehr im Entlebuch. Durchreisende wurden seltener, der Kurtourismus nahm zu und gipfelte in seiner Blütezeit, der Belle Epoque.

Durch diesen Wandel ergab sich auch eine Änderung in der Zusammensetzung der Gästeschar: Waren es Mitte 19. Jahrhundert vor allem ausländische Gäste – und unter jenen vor allem die

reiselustigen Briten – kamen für die Kuren vorwiegend Schweizer in die Region. Unter den Gästen befanden sich auch einige berühmte Persönlichkeiten. So verbrachte Lenin den Sommer 1915 im Dörfchen Sörenberg, damit sich seine Frau von der Basedowschen Krankheit erholen konnte. Er arbeitete sehr viel, wanderte aber auch ausgiebig in den Entlebucher Bergen. Erwähnenswert ist weiter ein Kur-Aufenthalt von C.G. Jung in seinen Jugendjahren in Entlebuch. Sowohl diese berühmten Persönlichkeiten wie auch weniger bekannte Schriftsteller und Literaten hinterliessen in ihren Werken Eindrücke und Erlebnisse ihrer Zeit im Entlebuch. Dabei wird vor allem immer wieder das Ländliche der Region betont. Es wird klar, dass sich immer mehr Leute einen Ausgleich zum hektischen Leben in der Stadt suchten. Allerdings ist nicht immer ganz deutlich, ob man das Ländliche wirklich so angetroffen hat, oder aber ob es auch ein Stück weit in die Region hinein projiziert worden ist, beeinflussen doch gerade auch Reisende das von ihnen besuchte Gebiet und nehmen ihm dabei einen Teil seiner Authentizität.

Während ihrer Kuraufenthalte beschäftigten sich die Gäste einerseits mit ihren Bade- und Trinkkuren, unternahmen ausgedehnte Wanderungen in der Umgebung oder vergnügten sich bei geselligen Abenden. Nicht zu kurz kamen auch die kulinarischen Genüsse, die ebenfalls ihren Platz finden in der vorliegenden Studie. Die untersuchten Quellen lassen auf ein fröhliches Miteinander und genussvolles Leben während der Kur schliessen. Eine Parallele zum heutigen Wellness-Tourismus lässt sich nicht absprechen.

Der letzte Teil der Arbeit beschäftigt sich schliesslich damit, wie sich die Kuranstalten selber präsentierten. Weil es in der Schweiz zahlreiche konkurrierende Kurorte gab, musste man für sich etwas Eigentümliches finden. Die beiden grössten Entlebucher Kuranstalten rühmten sich zum Beispiel mit einer trotz der relativ hohen Lage guten Erreichbarkeit oder einer speziell guten Schwefelquelle. Weitere vorgebrachte Pluspunkte waren die gute Luft, die beeindruckende Aussicht oder die frische Milch, die selber verarbeitet wurde. Mit genau diesen Elementen versuchte man, die gewünschte Ruralität darzustellen und der städtischen Bevölkerung das zu bieten, was sie suchte: Eine Oase der Ruhe und der Erholung.

Mit dem Ersten Weltkrieg setzte schliesslich der schleichende Untergang für die Entlebucher Kurbetriebe ein. Schlechte Besucherfrequenzen und Brände, die die grössten Etablissements zerstörten, verunmöglichten ein Aufrechterhalten des Kurbetriebes. Man verlagerte den Schwerpunkt immer mehr in Richtung Winterangebot und vergass den Sommertourismus über lange Zeit. Erst mit der Etablierung der Biosphäre an der Schwelle zum 21. Jahrhundert bekam auch der Sommer aus touristischer Sicht wieder mehr Gewicht – aber die Erforschung dieser Entwicklung bedürfte einer neuen Studie.

Bern, 22. Februar 2012

Susanne Dängeli

**Phil.Alp**

Die Alpen aus der Sicht junger Forschender

**Alp.relève**

Les Alpes sous la loupe des jeunes chercheurs

**Das Klima hinterlässt Spuren**

**Les traces du climat**

# Zusammenfassung

The surface radiation budget plays a fundamental role in the climate system of the Earth. It determines the exchange of energy between the surface and the atmosphere and controls the atmospheric and oceanic circulations and hence, the climate. Therefore, an accurate determination of the surface radiation budget and the analysis of its temporal evolution is essential to study changes in the climate system.

The Long-wave Infrared Radiative forcing Trend Assimilation over Switzerland project was initiated and financed by the National Weather Service of Switzerland, MeteoSwiss, in the framework of the Swiss Global Atmospheric Watch program. This program is the contribution of Switzerland to the Global Atmospheric Watch program which is coordinated by the World Meteorological Organization of the United Nations. In a collaboration with the Institute of Applied Physics of the University of Bern, the project aims to analyze an almost 15 year time series of down-welling long-wave and short-wave radiation measurements provided by four stations of the Alpine surface radiation budget network in Switzerland. Thereby, the project focuses mainly on down-welling long-wave radiation which is a key component in the surface radiation budget and directly related to the greenhouse effect. Consequently, it will experience the largest change of all components of the surface radiation budget when the concentration of greenhouse gases in the atmosphere increases. Thus, the down-welling long-wave radiation is the predestined parameter to detect and monitor greenhouse gas induced climate change.

The main objective of the project is to produce consistent and quality assessed trend estimates of down-welling long-wave radiation through the assimilation of these radiation observations with a large ancillary data set including additional long-wave radiation measurements performed in the wavelength range between 8 and 14 microns (main atmospheric window). These ancillary long-wave radiation measurements were initiated in 2007 at five stations across Switzerland. In a comprehensive radiative closure study, radiative transfer calculations were compared to the measurements in the main atmospheric window and additionally, to broadband integrated observations. The model calculations were found to be consistent within  $2 \text{ Wm}^{-2}$  with the observations if accurate vertical temperature and humidity profiles derived from radiosondes were applied to the radiative transfer models. When surface temperature and humidity data were used in the absence of such detailed vertical profile information instead, the calculations in the atmospheric window are still within  $5 \text{ Wm}^{-2}$ , whereas in the broadband long-wave range, the mean difference between observations and model exceeds  $5 \text{ Wm}^{-2}$ . Thus, using these ancillary long-wave observations in combination with model calculations, it might be possible to determine more precisely the radiative effect of thin cirrus clouds in the future than with common broadband measurements and models.

Furthermore, the long-wave measurements in the main atmospheric window in combination with the broadband observations allow to derive the effective radiative temperature of the atmospheric boundary layer and hence, its diurnal variability with respect to the surface. The atmospheric boundary layer is the layer closest to the ground. It directly interacts with the ground and thus, has a large impact on the surface radiation budget in general and on the down-welling long-wave radiation in particular since the former is mainly emitted from this layer. The study demonstrates that the performance of conventional empirical models to calculate the cloud-free down-welling long-wave radiation at the surface can be substantially improved by taking the temperature variability of the atmospheric boundary layer explicitly into account. Indeed, the discrepancies between such modified model calculations and observations reduce to  $5 \text{ Wm}^{-2}$  which corresponds to the measurement uncertainty. Furthermore, a new cloud-free long-wave model is proposed based on radiative transfer calculations in the wavelength range between 8 and 14 microns. In contrast to the empirical schemes, the new approach does not include any empirical coefficients. The performance of the new model is comparable to the modified empirical schemes. The application of these modified empirical models and the new model in combination with statistical tools

allows to disentangle the trends in the observed down-welling long-wave radiation induced directly by an increase of anthropogenic greenhouse gases and indirectly by the changes of temperature, clouds and water vapor due to changes in the atmospheric state.

The long-term data analysis revealed no significant change of all-sky down-welling long-wave radiation in the last 12 years even though air temperature and specific humidity have been significantly increasing by 1 °C and 0.3 gkg<sup>-1</sup> per decade, respectively. It is likely that a decreasing long-wave cloud effect masks the all-sky long-wave trend that could be expected from the corresponding temperature and humidity increases. Indeed, the analysis of the long-wave cloud effect using a modified empirical scheme revealed a significant negative trend. In contrast to the all-sky down-welling long-wave radiation, the trend analysis of cloud-free down-welling long-wave radiation yielded a consistent and - on the 95 % confidence level - significant increase of 3.5 Wm<sup>-2</sup> per decade in the last 12 years at all four stations. Monthly cloud-free trends, however, tend to be negative in winter, whereas an upward tendency can be observed in summer except in August. The monthly trends of down-welling long-wave radiation can be enhanced by a factor up to ten compared to the overall trend. They are consistent with the corresponding monthly temperature and humidity trends. The application of a modified empirical down-welling long-wave model indicates that about 70 % of the observed long-wave trends are temperature and humidity induced. Less than 10 % are directly caused by rising CO<sub>2</sub> concentrations. The model indicates that the remaining long-wave trends must be due to changes in high level clouds in some single months. The model suggests a decrease in the radiative effect of high level clouds South of the Alps, whereas the northern sites revealed an increase.

#### Publications:

Wacker S., Gröbner J., Hocke K., Kämpfer N., Vuilleumier L.: 2011, Trend analysis of surface cloud-free downwelling long-wave radiation from four Swiss sites, *Journal of Geophysical Research*, 116, doi: 10.1029/2010JD015343,2011.

Wacker S., Gröbner J., Nowak D., Vuilleumier L., Kämpfer N.: 2011, Cloud effect of persistent stratus nebulosus at the Payerne BSRN site, *Atmospheric Research*, 9, doi:10.1016/j.atmosres.2011.06.007.

Gröbner, J., Wacker, S., Vuilleumier, L., Kämpfer N.: 2009, Effective atmospheric boundary layer temperature from longwave radiation measurements, *Journal of Geophysical Research*, 114, doi: 10.1029/2009JD012274

23. Februar 2012

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF  
Gruppe Gebirgsökosysteme  
Jonas Schwaab  
Telefon +41-81-417 0267  
schwaab@slf.ch

Bewerbung um die Teilnahme an der Phil.Alp-Tagung 2012 mit dem Diplomarbeits Thema:

**Auswirkungen von Waldveränderungen im Schweizerischen Alpenraum auf das globale Klima**  
(Bearbeitungszeitraum November 2011 – Mai 2012)

Überblick: Der Mensch beeinflusst das Klima der Erde auf sehr unterschiedliche Art und Weise. Neben der Emission von Treibhausgasen, ist vor allem sein Einfluss auf die Oberfläche der Erde von großer Bedeutung. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Abholzung von Wäldern. Die Auswirkungen dieses menschlichen Eingriffes auf das Klima werden in der Regel damit erklärt, dass große Mengen an CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Die Freisetzung von CO<sub>2</sub> gehört zu den sogenannten biogeochemischen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf das Klima. Gleichzeitig gibt es jedoch sogenannte biogeophysikalische Effekte. Diese müssen mit einbezogen werden, wenn der Einfluss von der Landnutzung auf das Klima evaluiert werden soll. Einer der wichtigsten biogeophysikalischen Faktoren ist die Änderung der Albedo. Die Albedo ist ein Maß dafür, welcher Anteil der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche absorbiert wird. Eine niedrige Albedo bedeutet, dass sehr viel Strahlung absorbiert wird und dem System Erde dadurch mehr Energie zugeführt wird als bei einer hohen Albedo. Landoberflächen die von niedriger Vegetation bedeckt sind, haben in der Regel eine höhere Albedo als beispielsweise Wälder. Dies bedeutet, dass der sogenannte Albedo-Effekt bei Wäldern zu einer Erwärmung der Erde beiträgt und den Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Wäldern entgegenwirkt. Die beiden genannten Effekte wurden bisher vor allem auf globaler Ebene untersucht. Auf regionaler und lokaler Ebene gibt es noch wenige Untersuchungen zum Thema. Allerdings zeigen sowohl Albedo-Effekt, als auch CO<sub>2</sub>-Effekt eine hohe räumliche Variabilität. Es ist daher notwendig die Effekte kleinskalig zu untersuchen und möglichst viele lokale Variablen einzubeziehen. Bei einer Untersuchung für die Schweiz spielen die Alpen eine außerordentliche Rolle. So verstärkt insbesondere die langanhaltende Schneebedeckung den Albedo-Effekt. Gleichzeitig bietet die ausgeprägte Topographie eine sehr gute Möglichkeit Faktoren wie Exposition und Hangneigung genauer zu beleuchten.

Methodisches Vorgehen: Unterschiedliche klimatische Variablen wie CO<sub>2</sub> und Albedo können über das Konzept des Radiative Forcings miteinander verglichen werden. Hinter diesem Konzept verbirgt sich die Vorstellung, dass der Strahlungshaushalt der Erde durch eine Störung, ein Radiative Forcing, in ein Ungleichgewicht versetzt werden kann. Ein Ungleichgewicht bedeutet, dass nicht gleich viel Strahlung von der Sonne absorbiert wird, wie von der Erde emittiert. Existiert ein solches Ungleichgewicht, so ändert sich die Temperatur auf der Erde. Über Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen konnte festgestellt werden, dass die Temperatur sich in etwa gleichem Ausmaß ändert, gleichgültig ob eine Störung in Form einer CO<sub>2</sub>-Konzentrationsänderung oder in Form von einer Albedoänderung erfolgt.

Um nun konkret Albedo-Effekt und CO<sub>2</sub>-Effekt von Landnutzungswandel und Waldveränderungen vergleichen zu können, müssen zunächst verschiedene Parameter bekannt sein. Grundlage für den Landnutzungswandel in der Schweiz ist die Arealstatistik. Sie bietet hoch aufgelöste und detaillierte Angaben zu Landnutzungs- und Waldveränderungen. Mit Hilfe der Arealstatistik kann ermittelt werden, in welcher Form und an welchen Orten ein bestimmter Landnutzungswandel auftritt. Für den CO<sub>2</sub>-Effekt muss bekannt sein, welche Masse an Kohlenstoff in terrestrischen Ökosystemen

gebunden werden kann und welche atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationsänderungen sich aus einem bestimmten Landnutzungswandel ergeben. Solche Untersuchungen wurden für die Schweiz bereits durchgeführt und ich werde daher auf die daraus abgeleiteten Ergebnisse zurückgreifen können. Zur Berechnung des Albedo-Effekts müssen die Albedowerte spezifischer Landnutzungsklassen bekannt sein. Diese spezifischen Albedowerte werde ich mit Hilfe von Daten berechnen, die über den Satellitensensor MODIS gewonnen und aufbereitet wurden. Da der Albedowert einer bestimmten Fläche sehr stark davon abhängt, ob Schnee vorhanden ist oder nicht, sollte außerdem die Dauer der Schneebedeckung bekannt sein. Entsprechende Daten werden von der Universität Bern bereit gestellt, wo die Schneebedeckung für die zurückliegenden Jahre mit Hilfe von AVHRR-Satellitenaufnahmen berechnet wurden. Ein weiterer Parameter, der bekannt sein muss, ist die Globalstrahlung. Diese werde ich mit Hilfe eines Auszugs aus dem meteorologischen Computermodell Alpine3d ermitteln.

Aus den genannten Parametern kann letztlich berechnet werden, welche Strahlungsantriebe (Radiative Forcings) sich für die Schweiz aus einem allgemeinen Landnutzungswandel und insbesondere aus Waldveränderungen ergeben. Mit Blick auf die Arealstatistik kann der Strahlungsantrieb rückwirkend für die Jahre 1985-2009 berechnet werden. Da außerdem Szenarien für die zukünftigen Landnutzungs- und Waldveränderungen in der Schweiz zur Verfügung stehen, kann der Strahlungsantrieb für diese Szenarien auch bis zum Jahre 2050 ermittelt werden. Mit Hilfe der Analyse für die gesamte Schweiz können später einzelne Parameter und deren Einfluss auf den Albedo-Effekt isoliert untersucht werden. Der Fokus dieser Untersuchung wird auf dem Alpenraum liegen, da vor allem topographische und nivale Effekte relevant sein könnten.

Erwartete Resultate/Bedeutung: Die Ausarbeitung der Arbeit könnte einen wichtigen Beitrag zur klimatischen Bewertung von Landnutzung und Wäldern im Schweizerischen Alpenraum leisten. Besonders die Anwendung des Konzeptes der Ökosystemdienstleistungen könnte zukünftig erweitert werden. Bisher wird der klimatische Nutzen von Wäldern fast ausschließlich über die CO<sub>2</sub>-Speicherung bewertet. Allerdings greift diese Methode mit Blick auf die Albedo zu kurz. Ökosystemdienstleistungen sind eine wichtige Grundlage, um landschaftliche Planungen nachhaltig zu gestalten und stellen somit ein bedeutsames politisches Hilfsmittel dar. Da die Schweiz zu den Unterzeichnern des Kyoto Protokolls gehört, liegt es in ihrem Interesse das Klima zu schützen. In Bezug auf Landnutzungswandel und Waldveränderungen kann Klimaschutz jedoch nur effektiv erfolgen, wenn möglichst viele klimatische Auswirkungen dieser Veränderungen, unter Beachtung regionaler Merkmale, mit einbezogen werden. Der Einbezug des schweizerischen und alpinen Albedo-Effektes ist ein erster Schritt in diese Richtung.



# Changes in the spatial distribution of vascular plant species in the Southeastern Swiss Alps over the past century

Kristina Herz

WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF  
Swiss Federal Institute of Technology Zürich

Over the course of the last 100 years, alpine conditions have changed dramatically in the Swiss Alps. Human land use practices, such as increased livestock grazing pressures, forest management practices, and increased tourism and high alpine recreation, have had a large influence on high mountain systems. Additionally, climatic processes have certainly had an effect on environmental conditions on mountain summits. Annual average temperature has increased by approximately 1–2°C over the past century and glaciers which previously covered large tracts in the Swiss Alps have retreated by an area of approximately 40% since 1850 (Haeberli and Beniston 1998). Why should we care about such changes and the impacts they may have on remote mountain summits? Because changes in vulnerable high mountain ecosystems may impact biodiversity and can have implications for species' responses to environmental changes (Markham *et al.* 1993; Grabherr *et al.* 1995; Thuiller *et al.* 2005; Fischlin *et al.* 2007; Engler *et al.* 2009). Of particular importance are long-term monitoring studies of high alpine ecosystems which can be used to assess impacts of environmental changes or even act as indicators of environmental concerns. This study investigates changes in plant species on mountain summits over the past century. Such studies can potentially help to steer mountain conservation management and can possibly help to predict future extinctions, colonizations and general changes in species communities.

This study is a resurvey of vascular plant species on 120 mountain summits in the Southeastern Swiss Alps. Historical plant surveys from 1871 to 1947 were compared with systematic plant resurveys of the same mountains from 2010 to 2011. Changes in the spatial distribution of vascular plant species on alpine summits were studied using two approaches: (1) changes in latitudinal and elevational ranges of species; (2) effects of spatial factors, including surface area and isolation, on species richness and species assemblages on alpine summits.

## Species Range Shifts

Species range shifts were studied in order to understand the current and historic geographical patterns of species distribution and changes which may have occurred in

high alpine plant species patterns over the past century. A variety of range shifts metrics were quantified using GIS analysis.

The average range shifts in the alpine plant taxonomic group show noteworthy shifts over the past century in three ways: (1) range expansion, (2) north–northwestward latitudinal range shift, and (3) shifts to higher elevations. Average patterns of latitudinal alpine range shifts over the past century in our study area showed a species range expansion of 660.3 km<sup>2</sup> at an average rate of 66.7 km<sup>2</sup> per decade. On average, each species occurred on nine different mountain summits recently than historically. However, this change is more precisely explained by an average of five local extinctions (mountains which no longer have that species in recent data) and a mean of 14 local colonizations per species (mountains which historically did not have that species). Species have shifted an average of 8.77 km (0.86 km/decade) to the north–northwest (315.10°) in the alpine/nival habitat. Patterns of mean alpine altitudinal range shifts have shown significant changes as well. As revealed by the increase of maximum alpine elevation by 42.03 meters over the past century, alpine plants are indeed climbing in elevation. These findings are in agreement with other studies and predictive models of plant range shifts.

## Effect of Spatial Abiotic Factors on Species Richness and Assemblages

In the second part of the study, I investigated which abiotic landscape and spatial factors may influence small–scale local patterns of species richness and assembly in the context of the island biogeography theory. Results show that species richness is not related to the surface area of the summit or isolation distances from other mountain peaks. Additionally, the similarity of species composition between mountains is not related to distance between peaks.

This study is presented in the larger context of the importance of long–term monitoring for conservation management and biodiversity concerns. Understanding changes in large scale and local scale patterns of species distribution can be used as a tool to continue high alpine ecosystem monitoring efforts in the future. Additionally, recognition of a species' individual or taxonomic responses to environmental changes may allow conservation managers to make informed decisions for the future of Swiss flora.

## References

- Engler, R., Randin, C. F., Vittoz, P., Czaka, T., Beniston, M., Zimmermann, N. E. & Guisan, A. (2009) Predicting future distributions of mountain plants under climate change: does dispersal capacity matter? *Ecography*, **32**, 34–45.
- Fischlin, A., Midgley, G. F., Price, J. T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M. D. A., Dube, O. P., Tarazona, J. & Velichko, A. A. (2007) Ecosystems, their properties, goods, and services. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. v. d. Linden & C. E. Hanson), pp. 211–272. Cambridge University Press, Cambridge.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A. & Pauli, H. (1995) Patterns and current changes in alpine plant diversity. *Arctic and Alpine Biodiversity* (eds F. S. Chapin III & C. Korner). Springer–Verlag, Berlin.
- Haeberli, W. & Beniston, M. (1998) Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio*, **27**, 258–265.
- Markham, A., Dudley, N. & Stolton, S. (1993) *Some Like It Hot: Climate Change, Biodiversity, and the Survival of Species*. Gland, Switzerland.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M. B., Sykes, M. T. & Prentice, I. C. (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **102**, 8245–50.

**Title of Thesis:****Reconstructing the Mass and Energy Balance of the Silvretta Glacier using Tree Rings****Summary**

Information about past climate is important for the development of climate models and future climate scenarios. Since glacier fluctuations (e.g., volume and length changes) are strongly dependent on climatic conditions, the reconstruction of glacier history provides valuable data about paleoclimate. However, historic glacier records are discontinuous and the uncertainties are considerable. Efforts have been made to use trees as high-resolution climate proxies for filling in gaps in glacier history. Although this approach is promising, the potential for obtaining information about glacier volume from tree rings is poorly known.

The aim of this study was to analyze the relationship between the energy balance and tree growth and the mass balance and tree growth, respectively, by fitting different statistical models to these relationships and extending existing glacier series back in time. The Silvretta Glacier is used in this study because both energy and mass balance series are available. Three correlation analyses were performed to understand the influence of climate on the energy balance, on the mass balance (net, winter and summer balances) and on tree growth. From existing and sampled tree-ring data, two ring-width chronologies – one temperature-sensitive, the other precipitation-sensitive – were built. These variables were the input for linear regression and scaling models that were fitted to the energy balance and to the net and summer mass balances of the Silvretta Glacier. The summer mass balance was finally reconstructed to the year 1053. The reconstruction was then evaluated using data about historic glacier fluctuations.

This study has shown that, in the case of the Silvretta Glacier, a suitable model only results for the summer mass balance, which is mainly influenced by summer temperature, for which tree rings are a good proxy. In contrast, the net mass balance depends also on winter precipitation, a parameter that cannot be modeled well enough with trees. No model could be fitted to the energy balance because the energy balance is strongly influenced by the glacier albedo, which is unrelated to temperature. On an annual basis, model errors are high, but decrease considerably when data are averaged over several years. The reconstructed summer mass balance shows partial agreement with glacier fluctuations. A problem of tree-ring based estimates of the mass balance is the influence of glacier dynamics on mean specific mass balances.

This study could be further improved by making a more detailed selection of ring-width data. Beside, since the overall energy balance is strongly affected by the glacier albedo, it might prove more useful to reconstruct the temperature-dependent components of the energy balance rather than the entire balance.