

**Zeitschrift:** Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark  
**Herausgeber:** Eidgenössische Nationalparkkommission  
**Band:** - (2014)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Junge Forschende berichten : Zusammenfassungen abgeschlossener Arbeiten 2013  
**Autor:** Berger, Samuel / Brüllhardt, Martin / Walker, Sven  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-676445>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ZUSAMMENFASSUNGEN ABGESCHLOSSENER ARBEITEN 2013

## WALDSTRUKTUREN

*Samuel Berger*

### Waldflächenveränderungen im Schweizerischen Nationalpark zwischen 1899 und 2008

In dieser Arbeit werden mittels Kartenanalysen und unter der Verwendung von Höhenmodellen Waldflächenveränderungen vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels über einen Zeitraum von 109 Jahren sichtbar gemacht.

Die Resultate zeigen, dass die Waldfläche in diesem Zeitraum um 1497 ha zugenommen und sich die Waldgrenze um 93 Meter in die Höhe ausgedehnt hat. Mit zunehmender Höhe nimmt die Waldfläche ab. Mit der Zeit breitet sich der Wald in höheren Lagen stärker aus und die Peaks verschieben sich in grössere Höhen. Die grössten Zunahmen finden sich auf Nord- und Westhängen, dies höchstwahrscheinlich wegen der historischen alpwirtschaftlichen Nutzung auf Südhängen, die das Ansiedeln von Waldflächen durch den regelmässigen Düngereintrag noch Jahrzehnte nach der Aufgabe behindern. Im Waldgrenzbereich, zwischen 2200 und 2400 m ü.M. finden sich die grössten Zunahmen spezifisch auf Südwesthängen. Diese Umkehr der Verteilung von tieferen zu höheren Lagen scheint im alpinen Raum typisch, eine kausale Erklärung wurde aber noch nicht gefunden.

Die Analyse der fünf stärksten Waldzunahmen im

Waldgrenzbereich ergab für alle eine rasche Zunahme in den ersten zwei Perioden mit einem Abflachen der Zunahme in der letzten Periode. Dies lässt sich durch die Forst- und Waldgeschichte relativ gut dokumentieren. Die Zunahmen befinden sich vor allem auf Südwest- und Westhängen, mit Hangneigungen von 2 bis 25 Grad, auf lockerem karbonatreichem, teils dolomitischen Untergrund, auf ehemaligen alpinen Wiesen und Matten. Das Resultat lässt sich gut mit vorhandener Literatur belegen. Einerseits besiedeln Bergföhren als Pionierpflanzen präferiert lockeren, zum Teil noch geomorphologisch aktiven Untergrund, andererseits nutzten Bergamasker Schafhirten bis ins 20. Jahrhundert Alpweiden extensiv, das heisst, dass der Einfluss des damaligen Düngereintrages nicht mehr allzu hoch sein dürfte.

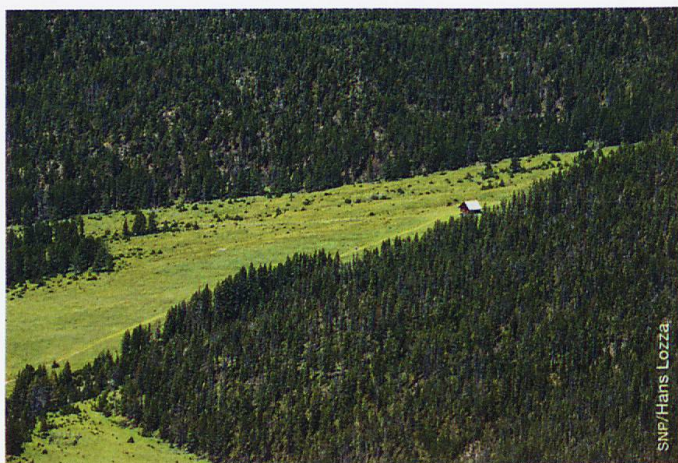
Die Analyse der Gebiete oberhalb der Baumgrenze auf 2400 bis 2600 m ü.M. zeigte, dass für den Baumaufwuchs gewisse negative Faktoren dazukommen, generell aber die Bedingungen für die Besiedlung, auch aufgrund der Verteilung des Reliefs, nicht einschränkend sind. Diese Resultate lassen die Aussage zu, dass sich aufgrund des Klimawandels der Waldgrenzbereich im Nationalpark in höhere Lagen ausbreiten wird.

BERGER SAMUEL (2013) Waldflächenveränderungen im Schweizerischen Nationalpark zwischen 1899 und 2008. Masterarbeit, Universität Basel.

*Martin Brüllhardt*

### Räumlich-zeitliche Dynamik der natürlichen Baumverjüngung in unbewirtschafteten subalpinen Nadelwäldern der Zentralalpen mit hoher Huftierdichte

Bisherige Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass sehr hohe Huftierdichten die Struktur sowie Artenzusammensetzung in den Wäldern verändern sowie die Baumverjüngung hemmen oder verhindern. Allerdings fehlt den meisten Studien der zeitliche und grossräumige Bezug, wodurch wenig über langfristige Folgen der intensiven Huftiernutzung auf die Walddynamik auf Landschaftsebene bekannt ist.



Alp Stabelchod





Fegender Rothirsch

In dieser Arbeit wurde die räumlich-zeitliche Dynamik der Baumverjüngung in unbewirtschafteten und ungestörten Wald-Ökosystemen mit hohen Huftierdichten (Rothirsch, Gämse, Steinbock) untersucht. Auf einem systematischen Raster wurden im Jahr 2003 Daten zu Jungbaumdichte, Jungbaumzusammensetzung und Triebspitzenverbiss gesammelt. Diese Untersuchungen wurden 2011/12 wiederholt.

Obwohl das Untersuchungsgebiet die wohl höchsten sommerlichen Huftierdichten der gesamten nördlichen Hemisphäre hat, blieb der Endtrieb-Verbiss mit 2,9 bis 10,6 % (zwischen Jahren und Gebieten) erstaunlich gering. Gleichzeitig erhöhte sich die Jungbaumdichte in der Untersuchungsperiode in beiden Gebieten. Der Einfluss der Huftiere auf die Baumverjüngung dürfte deshalb in den untersuchten Wäldern relativ gering sein. Zusätzlich fanden wir eine höhere Artenvielfalt in der Baumverjüngungsschicht auf Flächen mit Endtriebverbiss im Vergleich zu Flächen, auf denen kein Endtriebverbiss festgestellt wurde. Die hohe Lebensraumqualität in den Untersuchungsgebieten dürfte ein entscheidender Faktor für diese überraschenden Resultate sein: Die Huftiere können sich auch ausserhalb des Waldes frei bewegen, weil sie weder durch den Menschen noch durch Vieh gestört werden. Deshalb dürfte der Nutzungsdruck auf die Wald-Ökosysteme relativ gering bleiben. Diese Studie ermöglichte nach neun Jahren einen ersten Einblick in die Prozesse in diesen langsam wachsenden Nadelwäldern. Zukünftige weitere Erhebungen könnten die Kenntnisse über die Herbivoren-Pflanzen-Interaktionen in diesen Ökosystemen allerdings noch beträchtlich verbessern

BRÜLLHARDT MARTIN (2013) Räumlich-zeitliche Dynamik der natürlichen Baumverjüngung in unbewirtschafteten subalpinen Nadelwäldern der Zentralalpen mit hoher Huftierdichte. Masterarbeit, ETH Zürich.

*Sven Walker*

### Untersuchung der Waldlücken und Waldstrukturen und deren Dynamik im SNP mit multitemporalen LiDAR Daten

Während sich schon diverse Studien mit der statischen Erfassung von Waldlücken und Waldstrukturen mittels Laserdaten befasst haben, existieren erst wenige Untersuchungen über deren Dynamik. Die vorliegende Masterarbeit setzt an diesem Punkt an, indem sie sich neben der allgemeinen Erfassbarkeit von Waldlücken auch mit der Frage befasst, wo neue Lücken im Wald entstehen und ob sich diese allenfalls gerichtet (Nord, Ost, Süd, West) ausweiten. Überdies werden explorativ räumliche und topografische Einflüsse untersucht, welche sich unterschiedlich auf Lückengrösse, Lückenstruktur und deren Dynamik auswirken können.

Die Universität Zürich besitzt den ersten multitemporalen Laserdatensatz aus dem Gebiet des Schweizerischen Nationalparks für die Aufnahmejahre 2002 und 2010. Dieser stand für die vorliegende Studie zur Verfügung. Die Datenauswertung hat gezeigt, dass viele Parameter einen Einfluss auf die Genauigkeit der Wald- und Lückenerfassung haben.

Mit der gewählten Methode zur Waldflächenbestimmung zeigte der reine Bergföhrenwald im Untersuchungsgebiet eine grössere Fragmentierung als die gemischten Nadelwälder. Als Grund hierfür kann wohl die Struktur der untersuchten Bergföhrenwälder genannt werden, denn diese weisen häufig keine so klaren Wald-Lücken-Grenzen auf wie andere Waldtypen. Das äussert sich auch darin, dass die Lücken sich in den gemischten Nadelwäldern hauptsächlich an bestehenden Wald-Lücken-Rändern ausweiten, wohingegen in den reinen Bergföhrenwäldern vielfach neue Lücken innerhalb der ermittelten Waldfläche entstehen.

Die Lückenanteile in den unteren Höhenlagen, also am Talboden und an den unteren Seitenhängen, haben in den untersuchten acht Jahren im Schnitt um etwa fünf Prozent abgenommen. Nach dem rund 100-jährigen Bewirtschaftungsverbot befindet sich der Wald in diesen Flächen folglich immer noch im Aufbaustadium. Es leben also nicht nur die Bäume einzeln für sich, die Waldstruktur lebt als dynamisches Ganzes.

WALKER SVEN (2013) Untersuchung der Waldlücken und Waldstrukturen und deren Dynamik im Schweizerischen Nationalpark mit multitemporalen LiDAR Daten. Masterarbeit, ETH Zürich.



## LEBENSRAUM GEWÄSSER

Susanne Felder

**Faunistische Charakterisierung alpiner Quellen im Schweizerischen Nationalpark**

In dieser Masterarbeit wurde erstmals seit NADIG (1942) eine umfassende faunistische Charakterisierung von 20 Quellen durchgeführt. Das Ziel der Arbeit war es, ein detailliertes Inventar der Quellfauna zu erstellen und gleichzeitig die wichtigsten abiotischen Faktoren zu analysieren, deren Einflüsse sich auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos auswirken. Die Quellen wurden im Sommer und Herbst 2012 kartiert und die physikochemischen Parameter wurden gemessen. Die Makroinvertebraten wurden quantitativ mit einem Surber-Sampler und qualitativ von Hand abgesammelt.

Die Resultate zeigen, dass die *Diptera*, *Trichoptera* und *Plecoptera* die artenreichsten Ordnungen sind. Darunter befinden sich viele kaltstenotherme Arten, teilweise mit begrenzter Verbreitung. Damit wird die Rolle des Schweizerischen Nationalparks als Schutzgebiet für gefährdete Arten der Quellfauna belegt. Ein zusätzlicher Schutz von Quellen ausserhalb des Parks wäre erstrebenswert.

FELDER SUSANNE (2013): Faunistische Charakterisierung alpiner Quellen im Schweizerischen Nationalpark. Masterarbeit, Universität Basel, Departement Umweltwissenschaften.

Remo Freimann

**Mikrobielle Diversität in alpinen Schwemmebenen: Einfluss räumlich-zeitlicher Faktoren auf Bakteriengemeinschaften und Ökosystemfunktionen**

Mit dieser Dissertation wurden das knappe Wissen über die Mechanismen, welche die bakteriellen Gemeinschaften und Funktionen innerhalb alpiner, ehemals vergletschter Überschwemmungsebenen in Raum und Zeit beeinflussen, substantiell erweitert und mögliche Auswirkungen zukünftiger Landschaftsveränderungen abgeschätzt. Eine erste extensive saisonale Feldstudie deckte drei hydrologisch unterschiedliche Perioden ab und lieferte den Hintergrund für die darauf folgenden Studien. Um eine möglichst grosse Bandbreite an Landschaftscharakteristiken abzudecken, untersuchten wir drei alpine Einzugsgebiete, welche sich in ihrem Grad der Deglaziation, der Geologie, dem Vorkommen von Seen und der allgemeinen physikochemischen Charakteristik unterscheiden. Eine zweite Studie fokussierte auf kleinräumigere Landschaftsinteraktionen in Zusammenhang mit der Hydrologie. Piezometer dienten

als Inkubationskammern für Bakterien und wurden an zwei Orten in einem Tal installiert, welches ein vielfältiges Spektrum morphologischer Landschaftsstrukturen enthält. In einer dritten Studie wurde der Einfluss von potentiellen zukünftigen Veränderungen der Wasserressourcen und des Nährstoffstatus in den hyporheischen Sedimenten auf Struktur und Funktion der Bakteriengemeinschaften untersucht. Dazu wurden Mesokosmosexperimente durchgeführt, bei welchen Sedimente von einem Gletscherfluss und einem Grundwasserfluss reziprok transplantiert und zusätzlich mit Nährstoffen angereichert wurden.

Die Resultate der drei Studien zeigen, dass die verschiedenen Einzugsgebiete unterschiedliche bakterielle Gemeinschaften und mit ihnen verknüpfte Funktionen aufweisen. Die Separation zwischen Grundwasser- und Gletschersystemen und die Stärke ihrer temporalen Dynamik zeigen in Bezug auf Struktur und Funktion unterschiedliche Ausprägungen in den einzelnen Einzugsgebieten. Die physikochemischen Eigenschaften diktieren die bakteriellen Strukturen und teilweise ihre Funktionen. Die Grundwassersysteme zeigen höhere zeitliche Stabilität und eine kleinere Kopplung zwischen Struktur und Funktion, was auf eine Dominanz von Generalisten in diesen Systemen hindeutet. Die Zusammensetzung bakterieller Gemeinschaften innerhalb der Uferzone als auch im hyporheischen Sediment scheint von der hydrologischen Situation der Systeme bzw. dem landschaftlichen Vernetzungsgrad und der vorherrschenden Strategie der anwesenden Bakterien abhängig zu sein. Zudem zeigen die Resultate, dass hydrologische Prozesse einen starken Einfluss auf die bakterielle Funktionalität alpiner Überschwemmungslandschaften ausüben, und dass die bakteriellen Gemeinschaften ein hohes Mass an Resistenz gegenüber Störungen, wie etwa veränderte Wasserressourcen oder erhöhte Nährstoffkonzentrationen, aufweisen.

Die präsentierten Resultate zeigen die hierarchisch strukturierten, komplexen und teilweise verknüpften Faktoren, welche bakterielle Gemeinschaften und ihre Funktionen beeinflussen. Diese Gemeinschaften und ihre zugehörigen Funktionen werden sich höchst wahrscheinlich in Übereinstimmung mit den voranschreitenden Gletscherrückzügen und Änderungen der ökohydrologischen Umwelt wandeln.

FREIMANN REMO (2013): Mikrobielle Diversität in alpinen Schwemmebenen: Einfluss räumlich-zeitlicher Faktoren auf Bakteriengemeinschaften und Ökosystemfunktionen. Dissertation, ETH Zürich.



Giorgio Renz

### Kinderstuben für Bachforellen am Beispiel des Spöls

In dieser Arbeit wurde untersucht, welche Habitate Bachforellen (*Salmo trutta fario*) für ihre Reproduktion nutzen und wie man eine Modellierung ihres Laichhabitats erarbeiten könnte, sodass eine Eignungsklassifizierung der angebotenen Laichplätze eines Flussabschnittes möglich wäre. Dazu wurden 37 Bachforellenlaichgruben im Spöl empirisch untersucht. Die Laichgrubenstruktur und Mikrohabitatparameter wie Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit über der Flusssohle und Substratgrösse wurden erhoben. Zusätzlich zu den 37 untersuchten Laichgruben wurden weitere 126 Laichplätze kartiert. Aus der Analyse der Laichgruben geht hervor, dass die Bachforellen ihre Laichgruben im Spöl am häufigsten in Wassertiefen zwischen 10–20 cm graben. Dabei betragen die Fließgeschwindigkeiten oft zwischen 0,2–0,3 m/s. Die dominante Substratkategorie in den Laichgruben ist grobkörniger Kies ( $\varnothing$  16–32 mm).



Bachforelle im Spöl

Anhand der aktuell vorhandenen Geodaten war es nicht möglich, ein aussagekräftiges Modell für die Laichhabitate der Bachforelle zu erarbeiten. Zusätzliche Informationen über die Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung sind dafür notwendig. So wurde für eine Modellierung auf die Daten zur Hydromorphologie des Spöls aus der Dissertation von Markus Noack zurückgegriffen. Die Arbeit hat ergeben, dass die Beschreibung der Eignung eines Flussabschnittes als Laichhabitat am besten gelingt, wenn ein Modell mit einem breiten Spektrum an Parametern mit einer zusätzlichen Datenerhebung kombiniert wird.

RENZ GIORGIO (2013): Kinderstuben für Bachforellen am Beispiel des Spöls, Schweizerischer Nationalpark. Bachelorarbeit, ETH Zürich.

## HUFTIERE

Alan G. Haynes

### Nahrungsnetze in zwei unterschiedlichen Pflanzen-Gemeinschaften: Bedeutung der Herbivorie für Weide-Ökosysteme

Weil in den allermeisten Studien über Interaktionen zwischen Herbivoren und der Vegetation nur die Bedeutung der grossen pflanzenfressenden Tiere (in der Regel der Huftiere) untersucht wurde, ist über die Bedeutung der gesamten Herbivoren-Gemeinschaft, von Huftieren bis zu Wirbellosen, wenig bekannt. In diesem Projekt wurden deshalb experimentell mittels Schachtelzäunen sukzessive alle Herbivoren-Gemeinschaften aus zwei ausgewählten Weide-Ökosystemen im Schweizerischen Nationalpark ausgeschlossen. Der direkte und indirekte Einfluss der verschiedenen Herbivoren-Gruppen auf die Artenzusammensetzung und Produktivität der Vegetation sowie deren Nährstoffgehalt standen im Vordergrund der Arbeit. Ergänzend wurde jedoch auch untersucht, wie die Abbaurate von organischem Material im Boden durch Herbivoren beeinflusst wird.

Die Resultate zeigen, dass die Herbivoren auf die subalpinen Weide-Ökosysteme im Schweizerischen Nationalpark weitreichende Auswirkungen haben. Nicht nur die Huftiere, sondern alle Herbivoren-Gruppen – im Speziellen die Invertebraten – sind wichtige Mitspieler. Durch direkt und indirekt wirkende Faktoren beeinflussten die Herbivoren alle untersuchten Parameter von der Zusammensetzung, Produktivität und dem Nährstoffgehalt der Vegetation bis zu den mikroklimatischen Bedingungen im Boden, welche wiederum den Abbau von organischem Material beeinflussten. Zusätzlich fanden sich zahlreiche Indizien, dass sich die verschiedenen Herbivoren-Gruppen auch gegenseitig sehr stark beeinflussen, konkret konkurrenzieren. Die Herbivoren-Gemeinschaften interagierten auf drei verschiedenen trophischen Ebenen: unter sich selbst (Primär-Konsumenten), mit der Vegetation (Produzenten) und mit den abbauenden Organismen (Destruenten).

HAYNES ALAN G. (2013): Nahrungsnetze in zwei unterschiedlichen Pflanzen-Gemeinschaften: Bedeutung der Herbivorie für Weide-Ökosysteme. Dissertation, ETH Zürich.



*Michael Plank***Vergleichende Modellierung von Steinbock (*Capra ibex*)-Habitaten im SNP und im Nationalpark Hohe Tauern**

Die Habitatsprüche des Alpensteinbocks (*Capra ibex*) wurden mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Modellierungsmethoden analysiert. Um einen Vergleich zwischen den westlichen und den östlichen Alpen zu bekommen, wurden zwei Untersuchungsgebiete ausgewählt, in denen Daten für GPS-besenderte Tiere zur Verfügung standen. Zusätzlich zum Gebietsvergleich wurden auch noch die jeweiligen Sommer- und Winterhabitate getrennt analysiert. Es zeigte sich, dass in beiden Gebieten die Habitatpräferenzen während des Winters sehr ähnlich sind. Zudem war es möglich, das Modell aus dem westlichen Untersuchungsgebiet für das östliche Gebiet zu übernehmen und damit akkurate Vorhersagen zu machen. Im Gegensatz dazu zeigte sich für die Sommereinstände von Steinwild eine grosse Variation zwischen den Gebieten. Der Vergleich zwischen den beiden Modellierungsmethoden ergab, dass die generellen Ergebnisse sehr gut vergleichbar sind. Jedoch konnten keinen allgemeinen Empfehlungen für eine bestimmte Methode gegeben werden, da sie sehr unterschiedliche Vor- und Nachteile besitzen und je nach verwendeter Validierungsmethode verschiedene Modellqualitäten aufweisen. Zusätzlich wurde eine neue Methode zur Validierung von Habitatmodellen, bei welchen keine gesicherten Absenzdaten vorhanden sind, entwickelt und implementiert.

PLANK MICHAEL (2013): Vergleichende Modellierung von Steinbock (*Capra ibex*)-Habitaten im Schweizerischen Nationalpark und im Nationalpark Hohe Tauern. Masterarbeit, BOKU Wien.

**LEBENSRAUM WEIDERAUSEN***Frederic de Schaetzen***Bedeutung der Vegetationsstruktur für die Bodenoberfläche bewohnende Arthropoden-Gemeinschaft auf subalpinen Weiden im SNP**

In diesem Projekt wurde untersucht, wie die Struktur der Vegetation mit fotografischen Methoden effizient erfasst werden kann und ob die Arthropoden-Gemeinschaften der Bodenoberfläche tatsächlich von der Vegetationsstruktur beeinflusst werden. Die Untersuchungen wurden in zwei verschiedenen Weide-Ökosystemen im Schweizerischen Nationalpark durchgeführt, wobei die Struktur der Vegetation experimentell durch Zäune – und damit verbundenem Ausschluss von Herbivoren – manipuliert wurde. Die

untersuchten Arthropoden wurden mit Bodenfallen gefangen.

In erster Linie gingen Laufkäfer, Spinnen und Tausendfüsser in die Fallen. Es zeigte sich, dass nicht etwa die kleinräumige Strukturvielfalt der Vegetation mit der Anzahl gefangener Individuen korrelierte, sondern primär deren Dichte. Je dichter die Vegetation war, desto höher waren die Fangzahlen. Nicht alle Organismengruppen waren gleich stark betroffen: Spinnen und Tausendfüsser reagierten kaum auf die Vegetationsdichte, während die Laufkäferzahlen sehr deutlich positiv durch die Vegetationsdichte beeinflusst wurden. Der fotografische Ansatz zur Bestimmung der Vegetationsstruktur bewährte sich insgesamt, wobei das Wetter, insbesondere der Sonnenstand und der Wind, ganz entscheidend die Qualität beeinflussten. Optimale Resultate waren nur bei bedecktem Himmel und bei Windstille möglich.

DE SCHAETZEN FREDERIC (2013): Bedeutung der Vegetationsstruktur für die Bodenoberfläche bewohnende Arthropoden-Gemeinschaft auf subalpinen Weiden im Schweizerischen Nationalpark. Bachelorarbeit, Provinciale Hogeschool Limburg.

**DYNAMIK IM GERINNE***Karoline Messenzehl***Sedimenttransport im Schweizerischen Nationalpark**

In dieser Masterarbeit wurde die raum-zeitliche Dynamik alpiner Sedimentkaskaden und ihre Rolle im Sedimentfluss-System alpiner mesoskaliger Einzugsgebiete analysiert. Als Untersuchungsgebiete dienten zwei ehemals vergletscherte und unterschiedlich morphometrische Täler ( $< 10 \text{ km}^2$ ) – Val dal Botsch und Val Müschauns – im Schweizerischen Nationalpark.

Die Untersuchungen zeigen in beiden Tälern eine individuelle Zusammensetzung von Sedimentspeichertypen. Während in der Val dal Botsch ca. 25 % der Oberfläche von Moränenmaterial bedeckt sind, wird in der Val Müschauns der grosse Anteil an Festgestein (59 %) deutlich. Zudem zeigen die morphometrischen Untersuchungen eine spezifische räumliche Organisation der einzelnen Speichertypen auf, welche aus dem Wechselspiel zwischen Hangmorphometrie und klimatisch-ökologischen Faktoren resultiert. In beiden Tälern existieren bis zu 33 verschiedene topologische Abfolgen von Speichertypen am Hang. Die Analyse der funktionalen Nachbarschaftsbeziehungen zeigt dabei auf, dass in der Val dal Botsch über mehr als 90 % der Speichergrenzen aktuell ein Materialaustausch stattfindet. In der Val Müschauns sind



hingegen nur 74 % der Speichergrenzen gekoppelt. Insgesamt lassen sich diese Diskrepanzen zwischen den beiden Tälern durch ein komplexes Zusammenspiel von Speichernachbarschaften, Talmorphometrie sowie dem Einfluss von Murgängen erklären.

Die Ergebnisse spiegeln ferner eine zeitliche Dynamik von Sedimentkaskaden wider. Infolge der direkten Kopplung zwischen Felswänden und Schutthalden durch Sturzprozesse kleiner Magnituden weisen mehr als 28 % der Speichergrenzen in jedem Tal einen kontinuierlichen Sedimentaustausch auf. Rund 66 % der Grenzen verhalten sich zudem regressiv, insbesondere aufgrund von Steinschlagprozessen und der Hangeinschneidung durch Murgänge. Es ist anzunehmen, dass die zeitliche Dislokation der Speichergrenze signifikant die Intensität der Kopplung und Konnektivität auf langer Zeitskala beeinflussen kann.

Die Resultate zeigen weiter, dass die beiden alpinen Täler Val dal Botsch und Val Müschauns eine unterschiedliche Rolle im Sedimentfluss-System des Schweizerischen Nationalparks einnehmen. Abhängig von der Talmorphometrie und der individuellen glazialen Geschichte weisen alpine Sedimentkaskaden verschiedene räumliche und zeitliche Dynamiken auf.

MESSENZEHL KAROLINE (2013): Sedimenttransport im Schweizerischen Nationalpark, Graubünden. Masterarbeit, Universität Bonn.

*Anna Schoch*

### **Einflüsse von Hang-Gerinne-Kopplungen auf die Gerinne im alpinen System des SNP**

Mit dieser Arbeit soll ein besseres Verständnis des Einflusses von Hang-Gerinne-Kopplung auf das Gerinne in mesoskaligen Einzugsgebieten (EZG) erlangt werden. Durch Untersuchungen des Gerinnetyps, der morphometrischen und sedimentologischen Eigenschaften des Gerinnes sowie der Hang-Gerinne-Kopplungen können die Auswirkungen des erhöhten Sedimenteintrags in zwei mesoskaligen Einzugsgebieten im Schweizerischen Nationalpark (SNP) erforscht werden.

Die beiden Untersuchungsgebiete Val dal Botsch (VdB) und Val Müschauns (VMu) waren im Pleistozän vergletschert und weisen deutlich voneinander abweichende glaziale Überprägungen auf. Während die Val dal Botsch ein V-förmiges Tal ist, dessen Oberfläche durch Lockermaterial dominiert wird, ist in der Val Müschauns in den oberen Talsegmenten ein U-förmiges Tal ausgeprägt. Die Oberfläche ist zum Grossteil mit anstehendem Gestein bedeckt.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass der Sedi-



Murgänge erreichen in der Val Müschauns das Bachbett.

menteintrag vom Hang in die Gerinne in den Untersuchungsgebieten von Murgängen dominiert wird. Diese Hangbereiche weisen die höchste Konnektivität zum Gerinne auf. Ausserdem führen in beiden Untersuchungsgebieten ausschliesslich Sedimenteinträge durch Muren in das Gerinne zu länger anhaltenden Veränderungen in diesem. Zu den Anpassungen im Gerinne an den erhöhten Sedimenteintrag gehören das Größerwerden der Korngrössen, die Verschlechterung des Rundungsgrads und der Sortierung, die Zunahme der Blockdichte, die Erhöhung der Neigung sowie das tiefe Einschneiden des Gerinnes in das abgelagerte Material.

Anhand eines Vergleichs der einzelnen Murgänge konnte festgestellt werden, dass Murgänge, deren EZG durch anstehendes Gestein dominiert wird und deren sedimentlieferndes Gebiet absolut und relativ zum EZG des Hauptgerinnes gross ist, einen stärkeren Einfluss auf das Gerinne haben. Dies spiegelt sich in Unterschieden zwischen den beiden Untersuchungsgebieten wider. Da in der VMu die Oberfläche durch anstehendes Gestein dominiert wird, haben die Murgänge hier einen grösseren Einfluss auf die Gerinne. Aus diesen Resultaten wird ersichtlich, dass der verschieden starke Einfluss auf die Gerinne in den beiden Untersuchungsgebieten auch mit Unterschieden der Überprägung durch die pleistozäne Vergletscherung zusammenhängt. Das bedeutet, dass die geomorphologische Geschichte heutige Prozesse beeinflusst und eine wichtige Rolle spielt. In beiden EZG ist die paraglaziale Periode noch nicht abgeschlossen. Dies muss zwingend bei Untersuchungen der Hang-Gerinne-Kopplungen in alpinen Systemen beachtet werden.

SCHOCH ANNA (2013): Einflüsse von Hang-Gerinne-Kopplungen auf die Gerinne im alpinen System des Schweizer Nationalparks. Diplomarbeit, Universität Bonn.



Matthias Pfäffli

**Modellierung der Sediment-Dynamik im Spöl**

Die Nutzung von Wasserkraft mittels grossen Stauseen in den Bergen beeinflusst die Sediment-Dynamik und damit verbundene Prozesse flussabwärts eines Staudamms. Das Abflussregime kann übers Jahr keine natürlichen dynamischen Prozesse aufrecht erhalten. Im alpinen Fluss Spöl wird im Abschnitt des Schweizerischen Nationalparks ein einzigartiges Restwasser-Management angewendet, das regelmässige künstliche Hochwasser beinhaltet, um die Diversität der Lebensräume zu erhalten, und somit auch eine Sediment-Dynamik auslöst.

Das erste Ziel dieser Studie war, die Verteilung der Korngrösse entlang eines 6 km langen Abschnitts des Spöls zwischen dem Staudamm Punt dal Gall und dem seitlichen Zufluss Ova dal Fuorn mittels der line-by-number Methode zu ermitteln. Dadurch wurde es möglich, die Auswirkungen der zahlreichen grossen Schuttkegel entlang dieses Abschnitts zu quantifizieren. Die Verteilung der Korngrösse konnte separat für die Deck-, Untergrund- und Geschiebeschicht ermittelt werden. Die insgesamt 42 Proben zeigten einen dm von 3,9 cm und einen d<sub>90</sub> von 11,1 cm für die Untergrund-Schicht. Bei sieben von elf Schuttkegeln waren die dm flussabwärts des Kegels kleiner als flussaufwärts des Kegels, was zeigt, dass die Schuttkegel vor allem feinere Körner ins Flusssystem einbringen.

Das zweite Ziel war eine Quantifizierung der Erosions- und Ablagerungsprozesse innerhalb des Flussabschnitts über einen Zeitraum von 6 Jahren. Dazu wurden zwei Höhenmodelle, das eine von 2003 und das andere von 2009, miteinander verglichen. In ähnlicher Weise wurde eine Analyse der Fehlerfortpflanzung durchgeführt, die eine Unsicherheitsschwelle von  $\pm 0,85$  m zeigte. Die mittlere Höhenänderung zwischen 2003 und 2009 betrug  $-1,78$  m, was einen Materialverlust über diese 6 Jahre erkennen lässt. Die totale Massenbilanz wurde ebenfalls berechnet und zeigt einen grossen Sedimentverlust im System an.

Das dritte Ziel der Studie bestand darin, mittels der Software ‚Basement‘ ein eindimensionales Sediment-Transport-Modell zu erstellen. Das kalibrierte Modell mit Wu-Geschiebetransport und mehrfacher Korngrössen-Verteilung konnte die Trends aus den Beobachtungen der Differenzen zwischen den digitalen Höhenmodellen reproduzieren, was zusätzliche Hinweise dafür liefert, dass das Flussbett mehr erodiert als akkumuliert wird. Simulationen für den stationären und transienten Zustand zeigten, dass der

Fluss eine Strömung von mindestens  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  benötigt, um dynamische Sedimentprozesse aufzuweisen, und dass ein optimales Hochwasser, das eine solche Sediment-Dynamik auslöst, zwischen  $10\text{--}30 \text{ m}^3/\text{s}$  liegen würde. Die Menge Sediment, die im beobachteten System bei einem mittleren Hochwasser mit einer Spitze von  $30\text{--}40 \text{ m}^3/\text{s}$  herausgewaschen würde, war um  $1000 \text{ m}^3$ . Dieser Wert könnte später benutzt werden, um die Eintrag in das Reservoir Ova Spin zu berechnen.

Die Studie hat gezeigt, dass die line-by-number Analyse sowohl für die Schätzung der Rauheit eines Flussbetts, wie auch für die Definition der Mehrfach-Verteilung der Korngrösse des 1D dynamischen Sediment-Modells geeignet ist. Ausserdem ist der Vergleich digitaler Höhenmodelle ein nützliches Mittel, ein Modell zu kalibrieren, wenn keine Messungen zu Geschiebefracht oder Schwebstoffen zur Verfügung stehen.

PFÄFFLI MATTHIAS (2013): Modellierung der Sediment-Dynamik im Spöl, Schweizerischer Nationalpark. Masterarbeit, ETH Zürich.

Andrea Häberli

**Räumlich-zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität in der Val Brüna**

Murgänge stellen einen der wichtigsten geomorphologischen Prozesse in den Gebirgsregionen dar und verursachen häufig Schäden an Verkehrswegen und Infrastrukturen. Mit Hilfe von dendrogeomorphologischen Methoden können Informationen über vergangene Murgangereignisse gewonnen werden, was dem besseren Verständnis des Prozesses dient.

In dieser Studie wurde der Murgang in der Val Brüna (GR) im Schweizerischen Nationalpark untersucht. Das Ziel war die räumlich-zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität in einem natürlichen System. Dazu wurden insgesamt 164 *Pinus mugo* (Bergföhren) im Bereich des Murkegels beprobt. Die beprobten Bäume wiesen ein Alter von 48 bis 314 Jahren (Durchschnitt: 215 Jahre) auf. Anhand der in den Bäumen registrierten Wachstumsstörungen konnten 32 Murgangereignisse seit 1789 rekonstruiert werden, wobei für die Zeit von Ende des 19. Jahrhunderts bis Anfang des 20. Jahrhunderts weniger Murgänge registriert wurden. Die meisten Wachstumsstörungen traten in Form von Wachstumsschüben (51 %) und Wachstumseinbrüchen (26,1 %) auf, Verletzungen waren eher selten.

Die räumliche Ausbreitung der Murgänge hat sich mit der Zeit verändert. Der Verlauf der Hauptrinne scheint sich verschoben zu haben, wobei sich die



Mündung immer weiter Richtung Westen verschoben hat und andere Ausbruchsstellen aktiv waren.

Der Vergleich der Ereignisjahre mit den Niederschlagsdaten ergab keine deutliche Korrelation von Starkniederschlägen und Murgangereignissen. Dies legt nahe, dass die Verfügbarkeit von Lockermaterial die Entstehung von Murgängen in der Val Brüna limitiert und bei genügend vorhandenem Material bereits kleinere Niederschlagsmengen Murgänge auslösen können.

HÄBERLI ANDREA (2013): Räumlich-zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität in der Val Brüna, Schweizerischer Nationalpark. Masterarbeit, Institut für Geologie, Universität Bern.

## COMPUTER SCIENCE

*Niculin Caviezel*

### **Darstellung und Interaktion dynamischer Prozesse**

Thema dieser Arbeit ist die illustrative Darstellung von dynamischen Prozessen mittels interaktiven Karten und Werkzeugen. Das Ziel ist, die Eigenschaften dynamischer Prozesse durch visuelle Analyse räumlich-temporalen Datenreihen und die daraus erkennbaren Muster zu zeigen. Dafür wurden verschiedene Methoden zur Filterung und Abfrage der Daten und deren Visualisierung in der Karte ausgearbeitet und angewendet. In einer webbasierten Applikation wurden Beispieltools zur Darstellung und Analyse von räumlichen Zeitreihen erarbeitet und auf einen Beispieldatensatz angewendet. Die Beispieldaten stammen von Messungen eines GPS-Empfängers am Halsband eines Rothirsches im Schweizerischen Nationalpark. Die Beispieldaten wurden auf einem Server gespeichert und als Web Map Service publiziert. Der Datenaustausch zwischen Server und Browser und die Benutzeroberfläche der Applikation wurden unter Verwendung der ESRI JavaScript API realisiert.

CAVIEZEL NICULIN (2013): Darstellung und Interaktion dynamischer Prozesse. MSc Thesis, ETH Zürich.

*Maja Rapp*

### **Biomassemodellierung der Wiese- und Weideflächen in der Val Trupchun mit APEX Bildspektrometrie-Daten**

Fernerkundung ist heute eine weitverbreitete Technik, um die Erdoberfläche hochaufgelöst über grössere Gebiete zu kartieren. Mittels Bildspektroskopie lassen sich nicht nur die Erdoberfläche, sondern auch die Qualität und Quantität der Vegetation klassifizieren. Im Schweizerischen Nationalpark (SNP) verwenden

wir Airborne Prism Experiment (APEX) Daten, um die Anwendungsmöglichkeiten der Vegetationsanalyse auf alpinen Flächen zu erweitern. Die hochaufgelösten APEX Daten erlauben die Korrelation zwischen der gemessenen Reflexion des Sensors und echten Bodendaten.

In dieser Arbeit wurde der Biomassegehalt auf den Wieseflächen der Val Trupchun mit Hilfe eines Standard Normalized Differenced Vegetation Index (NDVI) und eines optimierten Simple Ratio Index (SRI) mit ausgewählten Bändern modelliert. Eine nichtlineare Korrelation resultierte zwischen den Biomasseinsitu Werten und den SRIs, wahrscheinlich wegen Sättigungseffekten des Sensors. Der optimierte SRI verbesserte die Qualität des Modells, verglichen mit dem Standard NDVI. Alle berechneten Modelle unterschätzten hohe Biomassewerte über 600 g/m<sup>2</sup>. Die Modellgenauigkeit von 57 % ist für solch schwieriges Terrain wie die Val Trupchun gut. Verschiedene Faktoren zeigten jedoch, dass das Modell relativ instabil ist, je nach Parameterwahl oder äusseren Faktoren. Der Unterschied der APEX Daten zwischen den Flugstreifen induzierte wegen des unterschiedlichen Beleuchtungs- und Aufnahmewinkels einen wichtigen Effekt. Die Variabilitätsanalyse, welche den Ort der Probenahme untersuchte, zeigte, dass kleinräumige geometrische Verschiebungen nichts an der gesamten Modellgenauigkeit ausmachten. Die Biomasse-Vorhersagekarte zeigte plausible Werte für das Wiesland der Val Trupchun, mit hohen Konzentrationen rund um die ehemaligen Alpen. Hohe Biomassequellen können mit der ehemaligen Landnutzung in Verbindung gebracht werden und dominante Vegetationsstrukturen mit dem heute bevorzugten Habitat der Huftiere.

Die hochaufgelöste Karte ist nun eine nützliche Basis für zukünftige Untersuchungen, die sich mit dem Futterangebot und Habitatsmuster der Huftiere in der Val Trupchun beschäftigen. Huftierforschung genießt im SNP einen hohen Stellenwert, wodurch diese Arbeit für weitere Forschungsarbeiten sicherlich von Nutzen sein kann.

RAPP MAJA (2013): Biomassemodellierung der Wiese- und Weideflächen in der Val Trupchun mit APEX Bildspektrometrie-Daten. Masterarbeit, UNIGIS Salzburg.