

CRATSCHLA 2/17

Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark

SCHWERPUNKT

PROZESSSCHUTZ UND KLIMAWANDEL

FORSCHUNG

LANDWIRTSCHAFT IN DER VAL MÜSTAIR

JUNGE FORSCHENDE BERICHTEN

ABGESCHLOSSENE
FORSCHUNGSARBEITEN 2016



ALLEGRA

1 DAS WÄRMERE KLIMA DARF UNS NICHT KALT LASSEN

Ruedi Haller

SCHWERPUNKT

2 ZWISCHEN PROZESSSCHUTZ UND KLIMAWANDEL

Heinrich Haller

4 DER KLIMAWANDEL ALS HERAUSFORDERUNG FÜR DIE SCHMETTERLINGE

Sarah Schmid, Yannick Chittaro, Yves Gonseth

6 WIRD'S DEN WASSERINSEKTEN IM NATIONALPARK ZU HEISS?

Verena Lubini

8 WARUM PFLANZEN EINE KÄLTERE UMWELT ANZEIGEN

Martin Schütz, Anita C. Risch

10 KLEIN, ABER WIRKSAM – ALPINE BODENMIKROORGANISMEN

Johanna Donhauser, Beat Frey

12 WIE KANN MAN DEN HERAUSFORDERUNGEN DES KLIMAWANDELS BEGEGNEN?

Daniel Cherix

FORSCHUNG

14 AUF DEN SPUREN VON JOSIAS BRAUN-BLANQUET AUF MACUN

Bogdan Favre, Wanda Wietlisbach, Pascal Vittoz

16 DIE BIOSFERA VAL MÜSTAIR AUS SICHT DER LANDWIRTE

Adelheid Humer-Gruber

JUNGE FORSCHENDE BERICHTEN

20 ZUSAMMENFASSUNGEN ABGESCHLOSSENER FORSCHUNGSARBEITEN

Benjamin Rohrbach, Christoph Lauber, Eduardo Martin Sanz, Remo Wild, Bogdan Favre & Wanda Wietlisbach, Andrea Rimle, Marco Vanoni, Tim Aussieker

26 AKTUELL



sc | nat

Herausgeber Eidgenössische Nationalparkkommission ENPK und SCNAT-Forschungskommission des SNP. Redaktor dieser Ausgabe Thomas Scheurer, FOK-SNP. thomas.scheurer@scnat.ch Lektorat/Übersetzungen Jürg Rohner, Reinach BL; Margret Powell. Gestaltung, Satz und Bildreproduktion DUPLEX DESIGN GMBH, Basel. Druck, Ausrüsten und Versand Somedia, Chur. Papier LuxoArt Silk FSC MIX IMO-COC-028666 Redaktion Schweizerischer Nationalpark, Nationalparkzentrum, 7530 Zernez, Telefon 081 851 41 11, Telefax 081 851 41 12, www.nationalpark.ch, info@nationalpark.ch. CRATSCHLA erscheint zweimal jährlich und kann im Abonnement bezogen werden. ISSN 1021-9706. Spendenkonto PC 70-1600-7

DAS WÄRMERE KLIMA DARF UNS NICHT KALT LASSEN



In Zeiten, da in den USA das Wort «Klimawandel» in der öffentlichen Verwaltung verboten und durch «Wetterextreme» ersetzt wird, gilt es, die Fakten und Auswirkungen von steigenden Temperaturen, schmelzenden Gletschern, wärmeren Gewässern und zunehmenden Extremereignissen genau zu betrachten. Diese Ausgabe der Cratschla zeigt an ausgewählten Beispielen der Ökosysteme im Schweizerischen Nationalpark (SNP), was sich ändert, was bleibt, wer Gewinner und wer Verlierer dieser globalen Erwärmung sind. Die Maxime des SNP besteht darin, natürliche Prozesse nicht durch menschliche Aktivitäten zu beeinflussen und die Natur weitestgehend sich selbst zu überlassen. Dies ermöglicht es den Forschenden, den Klimawandel unter besonderen Rahmenbedingungen zu dokumentieren.

Durch das Ausschliessen der menschlichen Aktivitäten lassen sich die Auswirkungen der oben genannten Phänomene im SNP besonders gut und im Vergleich zu intensiv genutzten Gebieten ungestört erforschen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Sicht von Martin Schütz auf die Vegetations-Dauerbeobachtungsflächen, welche seit 100 Jahren untersucht werden. Er zeigt auf, dass sich die Vegetation des SNP eigentlich «unerwartet» in Bezug auf die Erwärmung verhält. Die jahrhundertlange Nutzung des Gebietes vor der Parkgründung hat dazu geführt, dass sich zuerst die natürliche Vegetation wiedereinstellen muss, bevor der Klimawandel auf die Pflanzengemeinschaften in der andernorts erwarteten Form wirkt. Auch andere Autoren gehen auf diese gegenseitige Beeinflussung von Landschafts- bzw. Ökosystemwandel im Nationalpark ein. Sie stellen damit den Klimawandel nicht infrage, keineswegs, sondern sie zeigen auf, wie komplex das Ganze ist: Dem Klimawandel kann nicht mit Schlagwörtern, Vereinfachungen oder schlichten Unwahrheiten begegnet werden. Die Erforschung der Natur braucht Zeit. Erst durch intensives Beobachten und Messen über eine gewisse, häufig lange Periode sind wissenschaftlich gesicherte Aussagen möglich.

Wer wird in den kommenden Jahrzehnten im Hinblick auf den Klimawandel zum Gewinner, wer zum Verlierer? Die Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in den benachbarten Gebieten des UNESCO Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair wird auch in Zukunft einen engagierten Beitrag zur Klärung dieser Frage leisten. Wir im SNP werden weiterhin die natürlichen Prozesse gewähren lassen, sie erforschen und dokumentieren: Für uns Menschen als Gesellschaft ist es indes höchste Zeit, den negativen Auswirkungen des Klimawandels mit entschlossenem Handeln entgegenzuwirken.

*Dr. Ruedi Haller
Leiter des Bereichs Forschung und Geoinformation
des Schweizerischen Nationalparks*

ZWISCHEN PROZESSSCHUTZ UND KLIMAWANDEL

Wenn ein Gebiet wie der Schweizerische Nationalpark (SNP) sich selbst überlassen wird und die Natur somit uneingeschränkt ihre Dynamik entfalten kann, dann ist es naheliegend, dass die damit verbundenen Veränderungen mannigfaltige Auswirkungen auf die Lebenswelt haben. So gibt es Arten, die von der Alterung der Wälder im SNP profitieren (zum Beispiel der Dreizehenspecht) und andere, die gerade dadurch an Terrain verloren haben (zum Beispiel das Auerhuhn). Selbstverständlich reagiert die Natur auch mit Anpassungen an die Klimaerwärmung – an Veränderungen, die letztlich durch den Menschen ausgelöst werden.

Heinrich Haller

Wegen der globalen Dimension des Klimawandels sind Schutzgebiete stets mitbetroffen und dienen oft als Referenzflächen, um das Phänomen mit wissenschaftlichen Methoden zu beschreiben. Dieser Auftrag ist auf den SNP mit seiner Ausrichtung auf die Forschung wie zugeschnitten.

ALPENSCHNEEHÜHNER ZIEHEN IN DIE HÖHE

Klimabedingte Veränderungen beim Vorkommen von Pflanzenarten, zum Beispiel das Höhersteigen der Wald- und Baumgrenze, gehören zu den augenfälligsten Zeichen der Erwärmung. Ähnliches gilt für auf kühle Temperaturen angewiesene Tierarten wie das Alpenschneehuhn (siehe Umschlag). Daten aus dem SNP zeigen, dass die Schneehühner von 2000 bis 2010 im Mittel 120 Höhenmeter weiter oben anzutreffen waren als ein Jahrzehnt zuvor (Abbildung 1). Dieser Trend steht im Einklang mit anderen Untersuchungen in den Alpen. Übrigens nahm auch beim Schneehasen die durchschnittliche Höhenlage der Nachweise im SNP zu, und zwar kontinuierlich seit den 1980er-Jahren. Für Bestandsrückgänge der beiden Arten gibt es bisher keine Hinweise; in den inneren Alpen können die Tiere in höhere Lagen ausweichen. Alpenweit und langfristig erhält das Alpenschneehuhn allerdings keine gute Prognose.

STEINHÜHNER PROFITIEREN

Im Vergleich zu den Raufusshühnern (zum Beispiel Alpenschneehuhn, Auerhuhn und Birkhuhn) ist das Steinhuhn, ein Vertreter der Feldhühner, weniger an winterliche Bedingungen angepasst. Es profitiert von der geringer gewordenen Schneebedeckung bzw. den wärmeren Temperaturen. Früher im SNP eher als Rarität betrachtet, sind die Nachweise dieser Vögel seit der zweiten Hälfte der 1980er-Jahre häufiger geworden. In sonnseitigen Lagen, wo sich selbst im Winter schneefreie Stellen finden, lassen sich Steinhühner jetzt hin und wieder beobachten. Sie sind gut getarnt, doch wird man oft aufgrund ihrer auffälligen Stimme auf die Vögel aufmerksam.

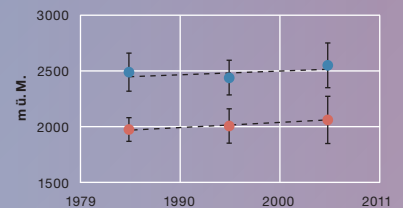


Abb. 1 Durchschnittliche Höhenlage der Nachweise von Alpenschneehuhn (blau) und Schneehase (rot) im SNP in drei Zeitabschnitten (aus: Atlas des SNP, 2013)

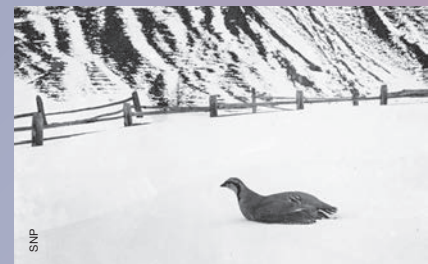


Abb. 2 Ein seltenes Dokument: Steinhuhn in der Nationalparkregion in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

UNTERSCHIEDLICHE ENTWICKLUNGEN

BEI AUERHUHN UND BIRKHUHN

Ganz anders ist die aktuelle Lage beim Auerhuhn. Hier spielt die Klimaerwärmung keine ausschlaggebende Rolle. Vielmehr macht die Alterung bzw. Verdichtung der Wälder dieser Art zu schaffen. Dieses grösste einheimische Wild-

huhn ist auf locker bestandene Wälder mit reichlich Unterwuchs, bevorzugt Heidelbeeren, angewiesen. Diese Voraussetzungen waren in den ersten Jahrzehnten des Bestehens des SNP besser erfüllt als heute. So waren Auerhühner in den 1940er-Jahren im Spöltal zwischen Ova Spin und Puntal Gall/Plan da l'Asen flächig verbreitet.

Heute beschränkt sich das Vorkommen in diesem Gebiet auf die nach wie vor eher locker bestandene Kuppe von Muottas Champlönch nordwestlich von Grimmels und auf eine begrenzte Fläche umgeworfener Bäume bei der Alp la Schera. Sonst sind die Wälder für das Auerhuhn und insbesondere für die (grossen) Hähne zu dicht geworden.

Es ist absehbar, dass die gleichförmigen Bergföhrenbestände am Ofenpass an ihr Lebensende kommen, wodurch sich zunehmend ein Mosaik unterschiedlicher Waldentwicklungsstadien herausbilden dürfte. Dies könnte dann für das Auerhuhn wieder von Vorteil sein. Beim Birkhuhn als typischer Art für den stets offenen oder halboffenen Waldgrenzbereich ist langfristig von stabileren Bestandsverhältnissen auszugehen. Diese Art verfügt in den inneren und südlichen Alpen nach wie vor über lebenskräftige Populationen.

Der im SNP praktizierte Prozessschutz ist nicht auf die Förderung einzelner Arten ausgerichtet, sondern nimmt Bezug auf die gesamte Natur und deren Wirkungsweisen. Damit leistet der SNP einen wichtigen Beitrag zur Biodiversität, die nebst der Artenvielfalt auch Lebensgemeinschaften und ihre Beziehungsnetze sowie die genetische Variabilität einschliesst. Die dynamische Komponente der Biodiversität erhält schweizweit immer noch zu wenig Gewicht. Selbst wenn allfällige punktuelle Verluste eintreten: Es lohnt sich, wenn man das Ganze in Betracht zieht. Naturgebiete mit freier Entfaltung sind nichts weniger als Tummelfelder der natürlichen Entwicklung und für die weiteren Schritte der Evolution bedeutungsvoll. 🦋

Heinrich Haller, Direktor des Schweizerischen Nationalparks, 7530 Zernez



SNP/Feahti Bort

Abb. 3 Junger Auerhahn im (zu) dichten Bergföhrenwald im Ofenpassgebiet

Literatur

HALLER, H., A. EISENHUT & R. HALLER (Hrsg.) (2013): Atlas des Schweizerischen Nationalparks. Die ersten 100 Jahre. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 99/I. Haupt Verlag, Bern.

DER KLIMAWANDEL ALS HERAUSFORDERUNG FÜR DIE SCHMETTERLINGE

Ob Schmetterlinge in einem Lebensraum vorkommen, hängt nicht nur vom Vorhandensein von Futterpflanzen für ihre Raupen ab, sondern auch von den herrschenden klimatischen Bedingungen. Diese hohen Anforderungen sind ein guter Indikator, um die Auswirkungen der Klimaerwärmung zu verfolgen.

Sarah Schmid, Yannick Chittaro & Yves Gonseth

GEWINNER ...

Gewisse wärmeliebende Schmetterlinge aus dem Mittelland und den Voralpen kommen heute in höher gelegenen Gebieten vor als früher. Im Schweizerischen Nationalpark haben PASCHE et al. (2007) für das 20. Jahrhundert einen bemerkenswerten Höhengewinn für folgende Arten aufgezeigt: Roter Würfelfalter (*Spialia sertorius*), Schwarzkolbiger Braundickkopffalter (*Thymelicus lineola*) und Mandeläugiger Mohrenfalter (*Erebia albertanus*). Auch erfolgen die ersten Beobachtungen im Jahr bei einigen Schmetterlingen früher als in der Vergangenheit, was manchmal eine höhere Anzahl Generationen pro Jahr zur Folge hat.

Die durchschnittliche Erhöhung der Temperaturen, vor allem im Winter, macht auch eine Besiedlung unseres Landes durch Arten möglich, die sich bis jetzt hier nicht entwickeln konnten. Der Kardinal (*Argynnis pandora*), in der Schweiz ein sehr seltener Wanderfalter, hat sich nun in der Region Martigny VS etabliert (PADFIELD et al. 2014). Mildere Temperaturen in Kombination mit einer Anpassung an eine neue Futterpflanze (einen Kreuzblütler *Iberis sempervirens*) haben auch die starke Ausbreitung des Karstweisslings (*Pieris mannii*) in der Schweiz begünstigt. Arten, die in jüngster Zeit in Südeuropa eingeführt worden sind, profitieren ebenfalls von milderen Wintern und besiedeln unser Land. Dies gilt etwa für den Pelargonien-Bläuling (*Cacyreus marshallii*), der seit 15 Jahren im Tessin zu finden ist.



Yannick Chittaro

Abb. 1 Während *Pieris mannii* immer häufiger vorkommt und heute weite Teile der tieferen Lagen in der Schweiz besiedelt...

... UND VERLIERER

Auf der anderen Seite sind bestimmte kälteliebende Arten in Lebensräume mit immer schwierigeren Lebensbedingungen verdrängt worden (in grosse Höhe, in Talkessel, an Nordhänge), um dort ein für ihre Entwicklung günstiges Klima zu finden. Im Schweizerischen Nationalpark wurden der Veilchen-Scheckenfalter (*Euphydryas cynthia*) und der Alpenweissling (*Pontia callidice*) im 20. Jahrhundert deutlich seltener und lassen sich heute nur noch in den kältesten Gebieten des Parks beobachten (PASCHE et al. 2007).

Die Zunahme der Häufigkeit von Extremereignissen (lange Hitzeperioden oder Überschwemmungen) ist eine weitere Folge der Klimaerwärmung. Ihre Auswirkungen können verheerend sein, insbesondere für isolierte Populationen. Die grossen Überschwemmungen vom Mai 2015, gefolgt von einer länger als üblichen Sommertrockenheit, haben sich auf den Dunklen Moorbläuling (*Maculinea nausithous*), eine charakteristische Art der Feuchtwiesen am Südufer des Neuenburgersees, katastrophal ausgewirkt.

UND DIE BILANZ?

In einer ersten Phase dürfte die Zahl der Insektenarten und damit auch der Schmetterlinge in der Schweiz als Folge des Klimawandels zunehmen (VITTOZ et al. 2010), vorausgesetzt, die Neankömmlinge finden noch ihnen zusagende Lebensräume. Diese rein quantitative Betrachtung muss allerdings nuanciert werden. Die Erfahrung zeigt nämlich, dass die Gewinne eher zugunsten von wenig anspruchsvollen Ubiquisten-Arten gehen, während die Verluste insbesondere spezialisierte Arten betreffen, die an wertvolle Lebensräume gebunden sind. In den bestehenden Lebensgemeinschaften bilden sich deshalb neue Gleichgewichtszustände, was zu tief greifenden Veränderungen der Ökosysteme führen kann. Die Beobachtung dessen, was zurzeit abläuft, ist deshalb entscheidend, um die sich abzeichnenden Veränderungen mit dem nötigen Wissen bewältigen zu können. 🦋

Sarah Schmid, Yannick Chittaro & Yves Gonet,
Centre suisse de cartographie de la faune, 2000 Neuchâtel



Abb. 2 ...wird dort *Euphydryas cynthia* immer seltener...

Literatur

PASCHE, A., Y. GONSETH & D. CHERIX (2007): Recherches sur les Lépidoptères diurnes au Parc National Suisse: résultats principaux. Nationalparkforschung in der Schweiz 94: 89–121.

VITTOZ, P., D. CHERIX, Y. GONSETH, V. LUBINI, R. MAGGINI, N. ZBINDEN & S. ZUMBACH (2010): Klimawandel. In: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Schriftenreihe Bd. 25, S. 350–377.

PADFIELD, G., V. BAUDRAZ, M. BAUDRAZ & Y. CHITTARO (2014): Le Cardinal *Argynnis pandora* (Denis & Schiffermüller, 1775) s'est-il établi en Suisse (Lepidoptera, Nymphalidae)? Entomo Helvetica 7: 99–111.



Abb. 3 ...und weichen auf der Suche nach geeigneten Entwicklungsbedingungen für ihre Raupen in höher gelegene Gebiete aus.

WIRD'S DEN WASSERINSEKTEN IM NATIONALPARK ZU HEISS?

Vom Klimawandel besonders betroffen ist der Alpenraum, erkennbar am immer schnelleren Rückzug der Gletscher. Seit Beginn der Industrialisierung hat die global ermittelte Temperatur um $0,85\text{ }^{\circ}\text{C}$ zugenommen. Im gleichen Zeitraum ist es in der Schweiz $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ wärmer geworden. Bis zum Jahr 2050 dürften sich die Auswirkungen aber akzentuieren. Welche Folgen hat das für die sich im Wasser entwickelnden Insekten? Ist ein Trend bereits heute sicht- und nachweisbar?

Verena Lubini

Das Klima im Nationalpark ist geprägt durch inneralpine Trockenheit, weil die umliegenden Berge die Region von den aus allen Richtungen eindringenden Niederschlägen abschirmen. Mit 800 mm Niederschlag pro Jahr (Messstation in Buffalora) wird nur etwa die Hälfte der Summe anderer Alpenstationen gleicher Höhe erreicht. Das Klima des Nationalparks kann als trocken-kühl mit ausgeprägten Temperaturunterschieden zwischen Sommer und Winter umschrieben werden.

Wie wirkt sich das auf die Gewässer und ihre Bewohner aus? Messungen der Wassertemperatur an einzelnen Fließgewässern (Abbildung 1) wie dem Spöl und der

Ova dal Fuorn sowie an verschiedenen Quellen zeigen, dass sie auch im Sommer im kalten Bereich liegen und höchstens $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreichen. Die darin lebende Fauna ist an das harsche Klima bestens angepasst. Die Wissenschaft bezeichnet Arten, die sich ausschliesslich in kalten Gewässern aufhalten und entwickeln, als kaltstenotherm. Mit Ausnahme weniger gehören dazu fast alle in den Gewässern des Parks lebenden wirbellosen Arten – allen voran die sich im Wasser entwickelnden Insekten wie die Eintagsfliegen, die Steinfliegen, die Köcherfliegen und die Zuckmücken. Letztere besiedeln hauptsächlich stehende Gewässer und sind in den Macunseen vielfältig vertreten.



Abb. 1 Ova da Stabelchod im Mai 2012

WESHALB IST DIE TEMPERATUR SO WICHTIG?

Weil sie nicht nur die Verbreitung bestimmt, sondern in fast alle Lebensbereiche eingreift, angefangen bei der Entwicklung bis zum Verhalten. Jede Art hat ein durch die Evolution optimiertes Temperaturfenster. So steuert die Wassertemperatur die Entwicklung: Wärmere

Temperaturen beschleunigen, kalte Temperaturen verzögern sie bis zum völligen Stillstand. Gewisse Insekten weichen sehr kalten Temperaturen aus, indem sie als Ei oder Junglarve eine Entwicklungspause (Diapause) einlegen, die erst endet, wenn die Temperatur wieder steigt; wird es aber zu warm, sterben die Larven kaltsteno-thermer Arten ab. Die Temperatur bestimmt auch, in welchem Zeitfenster die Larven sich zum geflügelten Insekt wandeln und das Wasser verlassen. Dadurch ist ein mehr oder weniger synchrones Schlüpfen gewährleistet, so dass sich die Geschlechter in der oftmals nur kurzen zur Verfügung stehenden Zeit auch finden.



Abb. 2 Die Larve der Steinfliege *Perla grandis*

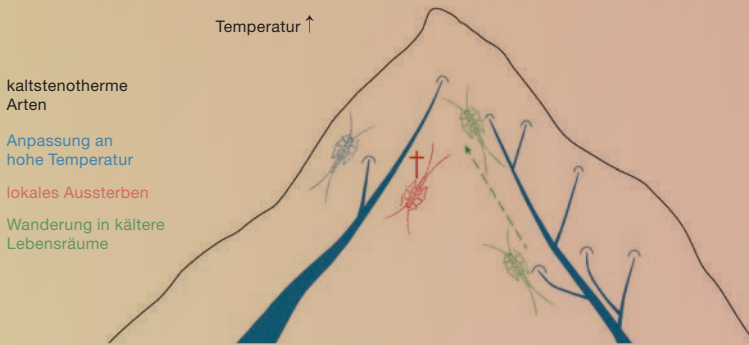


Abb. 3 Schematische Darstellung, wie die an kalte Verhältnisse angepassten (kaltsteno-thermen) Arten auf die Klimaerwärmung reagieren können. (Grafik D. Kury).

WIE WIRD SICH DAS KLIMA IM PARK VERÄNDERN?

Längerfristig rechnet man mit einem Anstieg der Lufttemperaturen in allen Jahreszeiten um mehrere Grade, was bereits heute auch in Gewässern messbare Spuren hinterlässt. Die Niederschlagsmenge wird im Sommer ab-, im Winter eher zunehmen. Das hat auch Auswirkungen auf die Gewässerfauna. Bereits jetzt sind Trends sichtbar. Die wärmeren Temperaturen haben nämlich zur Zuwanderung von Arten aus tieferen Lagen geführt. In jüngster Zeit sind mindestens zwei «Neuzuzüger» dokumentiert, die Mitte des 20. Jahrhunderts trotz damals intensiver Feldforschung nicht gefunden worden sind. Es ist dies die grösste Steinfliege der Schweiz, *Perla grandis*, die den Forschern erstmals 2008 in der Ova Il Fuorn bei Buffalora ins Netz ging (Abbildung 2), und *Leuctra moselyi*, die 2012 im Spöl entdeckt wurde. Zuwanderung ist aber nur eine mögliche Reaktion auf die Klimaveränderung; Anpassung, Aussterben oder Ausweichen in höhere Lagen sind weitere (Abbildung 3). Kaltsteno-therme Arten haben dabei das höchste Risiko auszusterben, weil die Besiedlung höher gelegener Gewässer infolge der kleineren Einzugsgebiete die Bestände vermutlich schrumpfen lässt, zumal solche Gewässer, besonders die Quellen, eher austrocknen. Längerfristig ist im Park also mit einem Wandel der Artenzusammensetzung auch in den Gewässern zu rechnen. 🦋

Verena Lubini, Büro für Gewässerökologie, 8053 Zürich

Literatur

KNISPEL, S. & V. LUBINI (2015): Assessing the stability of stonefly (Plecoptera) biodiversity in the Swiss National Park. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 88: 257–271.

KÜRY, D., V. LUBINI & P. STUCKI (2016): Temperature patterns and factors governing thermal response in high elevation springs of the Swiss Central Alps. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-016-2918-0.

WARUM PFLANZEN EINE KÄLTERE UMWELT ANZEIGEN

Die globale Erwärmung macht auch vor dem SNP nicht halt. Die durchschnittlichen Temperaturen sind seit Messbeginn und verstärkt seit den 1980er-Jahren angestiegen. Die Entwicklung der Vegetation seit Parkgründung lässt jedoch auf das Gegenteil schliessen: Sie weist auf eine Abkühlung hin. Der menschliche Einfluss und die Viehhaltung vor der Parkgründung dürften für dieses Paradoxon verantwortlich sein.

Martin Schütz, Anita C. Risch

ZEIGERWERTE DER PFLANZEN

Die Pflanzenwelt ist in Mitteleuropa sehr gut untersucht und in zahlreichen Publikationen, Floren, Atlanten, etc. beschrieben worden. Wir wissen daher ziemlich gut, welche Pflanzenart unter welchen Umweltbedingungen besonders gut gedeiht und häufig vorkommt. Der Verbreitungsschwerpunkt jeder Art, beziehungsweise die dort herrschenden Umweltbedingungen können in der Pflanzenökologie mit simplen Zahlen (Skala von 1 bis 5), den sogenannten Zeigerwerten umschrieben werden. Klimafaktoren wie das Temperaturregime (Temperatur-Zahl) gehören ebenfalls zu dieser Charakterisierung. Je höhere Ansprüche eine Art an einen entsprechenden Faktor stellt, desto höher ist der Zeigerwert. Die Stein-Eiche kommt beispielsweise gerade noch im südlichsten Zipfel des Tessins vor und ist durch die Temperatur-Zahl 5 charakterisiert. Die im Mittelland dominante Buche hat eine Temperatur-Zahl von 3,5, die SNP-Bäume Lärche und Arve eine 2. Oberhalb der Waldgrenze in der sogenannten alpinen Vegetationsstufe hat das berühmte Edelweiss eine Temperatur-Zahl von 1,5 und der auf Berggipfeln vorkommende Gegenblättrige Steinbrech eine 1.

VEGETATIONSENTWICKLUNG AUF BOTANISCHEN DAUERFLÄCHEN

Wenn eine Liste der vorkommenden Pflanzenarten existiert, aber keine Umweltfaktoren gemessen wurden, können Zeigerwerte gebraucht werden, um die Standortsbedingungen auf einer bestimmten Fläche zu charakterisieren. Ein gutes Beispiel hierfür sind die botanischen Dauerflächen im SNP. Auf ihnen wurden seit der Parkgründung regelmässig Listen von Pflanzenarten erstellt. Wir wissen deshalb, wie sich die Vegetation in den vergangenen gut 100 Jahren entwickelt hat, und wir können mit Hilfe der Zeigerwerte auf Veränderungen der Umwelt in dieser Zeit schliessen. Zwischen 1917 und 1922 wurden auf subalpinen (= unterhalb der Waldgrenze gelegenen) ehemaligen Viehweiden elf Dauerflächen (Grösse zwischen 15 und 3055 m²) angelegt. Überraschenderweise nahm die Temperatur-Zahl auf drei der elf Flächen ab, auf sieben gab es keine Veränderungen und nur auf einer einzigen nahm die Temperatur-Zahl zu (Abbildung 1a). Die übliche Interpretation wäre, dass es seit der Parkgründung eher kälter geworden sein müsste. Die Aufzeichnungen der

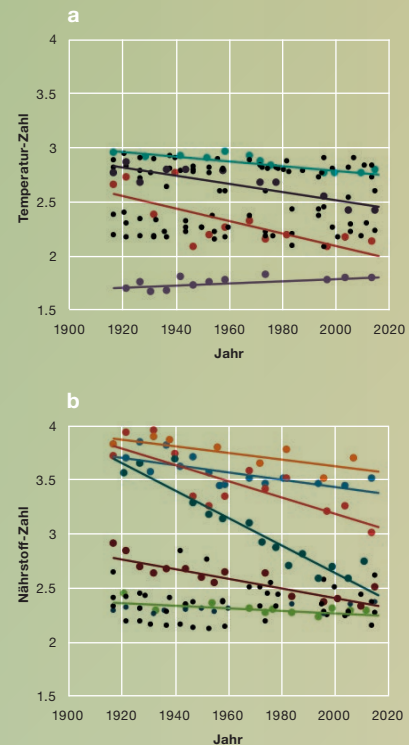
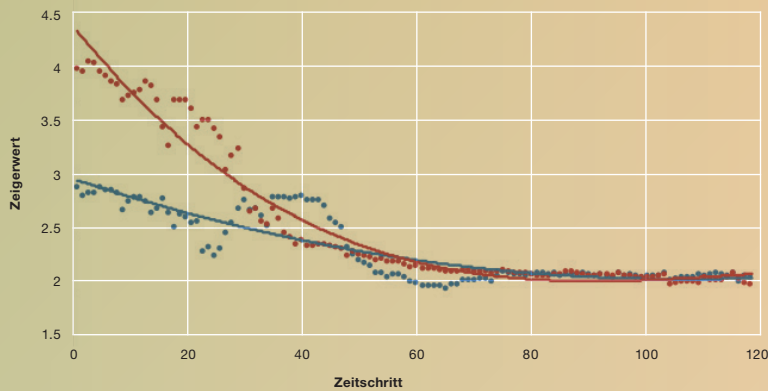


Abb. 1 Vegetationsentwicklung auf elf botanischen Dauerflächen von subalpinen Weiden seit der Parkgründung. Illustriert ist die Entwicklung der Zeigerwerte (Median gruppiert Daten) für Temperatur (a) und Nährstoffe (b). Farbige Punkte kennzeichnen Einzelflächen mit zeitlichem Trend (eine Farbe pro Fläche), schwarze Datenpunkte stammen von Dauerflächen ohne zeitlichen Trend.



Nährstoff-Zahl
Temperatur-Zahl

Abb. 2 Entwicklung von Temperatur- und Nährstoff-Zahl (Median gruppierter Daten) im Sukzessionsverlauf

Klimastationen zeigen jedoch das Gegenteil: Seit Messbeginn und verstärkt seit den 1980er-Jahren stieg die Temperatur um durchschnittlich $1,60^{\circ}\text{C}$ pro 100 Jahre an (Meteoschweiz 2013).

WARUM ZEIGT DIE VEGETATION KEINE TEMPERATURERHÖHUNG AN?

Es stellt sich daher die Frage, warum die Parkvegetation diese Temperaturerhöhung nicht anzeigt. Der SNP war bei Gründung keineswegs ein unberührtes Gebiet. Erst mit seiner Gründung wurden der Mensch und sein Vieh ausgeschlossen. Die Viehhaltung führte zur grossräumigen Umlagerung von Nährstoffen (SCHÜTZ und RISCH 2013a). Es entstanden Standorte mit überdurchschnittlich guter Nährstoffversorgung auf den subalpinen Weiden. Die Vegetation auf den subalpinen Dauerflächen zeigt dies auch an (Nährstoff-Zahl; Abbildung 1b); die Nährstoff-Zahl nahm auf vielen Flächen seit der Parkgründung stark ab, aber in keinem Fall zu. Diese Abnahme widerspiegelt eine langsame Rückentwicklung zu einer naturnahen Vegetation ohne menschlichen Einfluss. Die Entwicklung der Zeigerwerte im Sukzessionsmodell (Abbildung 2), welches viel längere Zeiträume umfasst, zeigt diesen Trend noch besser und die Bedeutung der Nährstoffe für die Vegetationsentwicklung tritt noch stärker in den Vordergrund. Das Modell zeigt auch, dass naturnahe Zustände irgendwann in der Zukunft erreicht werden dürften, nämlich dann, wenn sowohl Nährstoff- wie Temperatur-Zahlen Werte um 2,5 erreichen, was typische Werte für subalpine Pflanzenarten sind.

DIE GEBIRGSFLORA ALS SIEGERIN

Nährstoffreiche Bedingungen sind in der Regel nicht im Hochgebirge, sondern in tieferen Lagen mit gut entwickelten Böden zu finden. Daher werden nährstoffliebenden Arten meist höhere Temperatur-Zahlen zugeordnet. Greift der Mensch ein, wandern sie aber als sogenannte Kulturfolger mit ihm in höhere Lagen, was im SNP-Gebiet vor der Parkgründung offensichtlich geschehen ist. Der fälschlicherweise angezeigte Trend zu tieferen Temperaturen dürfte daher auf diesem Zusammenhang beruhen. Längerfristig dürften die standortsgerechte Gebirgsflora Siegerin, die nährstoffliebenden Pflanzenarten Verliererinnen sein. 🌿

Martin Schütz, Anita C. Risch, WSL, 8903 Birmensdorf

Literatur

Meteoschweiz (2013): Die Klimaentwicklung im SNP: von den frühen Messungen bis zum Jahr 2099. In: HALLER, H., A. EISENHUT & R. HALLER (Hrsg.): Atlas des Schweizerischen Nationalparks. Die ersten 100 Jahre. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 99/I. Haupt Verlag, Bern: 214–217.

SCHÜTZ, M. & A. C. RISCH (2013a): Die Geschichte der Alpweiden: von der Vieh- zur Hirschweide. In: HALLER, H., A. EISENHUT & R. HALLER (Hrsg.): Atlas des Schweizerischen Nationalparks. Die ersten 100 Jahre. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 99/I. Haupt Verlag, Bern 92–93.

SCHÜTZ, M. & A. C. RISCH (2013b): Sukzession auf Stabelchod: wie schnell bewalden Alpweiden? In: HALLER, H., A. EISENHUT & R. HALLER (Hrsg.): Atlas des Schweizerischen Nationalparks. Die ersten 100 Jahre. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 99/I. Haupt Verlag, Bern: 220–221.

KLEIN, ABER WIRKSAM: ALPINE BODENMIKROORGANISMEN

Im alpinen Lebensraum machen sich die Auswirkungen des Klimawandels zunehmend bemerkbar. Vegetationsmuster verändern sich und auch die Ökologie von Bodenlebewesen, die entscheidend an globalen Stoffkreisläufen beteiligt sind, hängt stark von der Temperatur ab. In einem Bodenverpflanzungs-Experiment auf Berggipfeln ausserhalb des Nationalparks wird untersucht, wie sich Erwärmung auf das Bodenmikrobiom auswirkt.

Jobanna Donhauser und Beat Frey

In den letzten Jahren wurden wiederholt globale Temperaturrekorde gebrochen. In kälte-dominierten Lebensräumen wie der Arktis und den Alpen ist der Klimawandel besonders ausgeprägt. Im alpinen Lebensraum wird sich die Jahresmitteltemperatur bis zum Ende dieses Jahrhunderts voraussichtlich um etwa 5 °C erwärmen (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2016), was mehr als dem Doppelten des globalen Durchschnitts entspricht.

MIKROORGANISMEN SIND KÄLTESPEZIALISTEN

Je wärmer es wird, umso mehr verändern sich viele biotische und abiotische Prozesse im Ökosystem. Viele davon sind bislang erst unzureichend bekannt, so auch im alpinen Lebensraum. Dort werden die Lebensbedingungen für Pflanzen mit zunehmender Höhe immer unwirtlicher und Mikroorganismen dominieren die biologischen Prozesse im Boden zunehmend. Mikrometer-grosse Bakterien sowie Pilze (= das Bodenmikrobiom) sind an extremste Umweltbedingungen angepasst und trotz extremen Temperaturschwankungen.

BAKTERIEN UND PILZE IN HÜLLE UND FÜLLE

Im Rahmen des GLORIA Projekts (Global Observation Research Initiative in Alpine environments), das sich mit klimatisch bedingten Veränderungen pflanzlicher Diversität im alpinen Lebensraum befasst, wurden auf sechs Gipfeln in zwei Regionen im Schweizerischen Nationalpark mikrobielle Gemeinschaften auf Berggipfeln untersucht. Hierbei haben wir gezeigt, dass das Bodenmikrobiom je nach Höhenstufe und Exposition eine spezifische Struktur hat. Wir fanden 1000–2300 bakterielle Arten sowie 300–750 Pilzarten pro Standort (Abbildung 1). Die Anzahl der Pilzarten unterscheidet sich von Standort zu Standort nur geringfügig, während die Anzahl der Bakterienarten auf dem jeweils höchsten Gipfel (2797 m ü. M.) deutlich geringer ausfällt als auf den niedrigeren beiden Gipfeln (2424 m ü. M. und 2519 m ü. M.). Die Diversität von Bakterien und Pilzen wurde dabei mittels Sequenzierung der DNA erfasst, die vorgängig aus dem Boden extrahiert wurde. Hierbei werden, ähnlich wie bei Diversitätsstudien an Makroorganismen, der Artenreichtum sowie der Anteil verschiedener Arten in einem bestimmten Habitat erfasst.

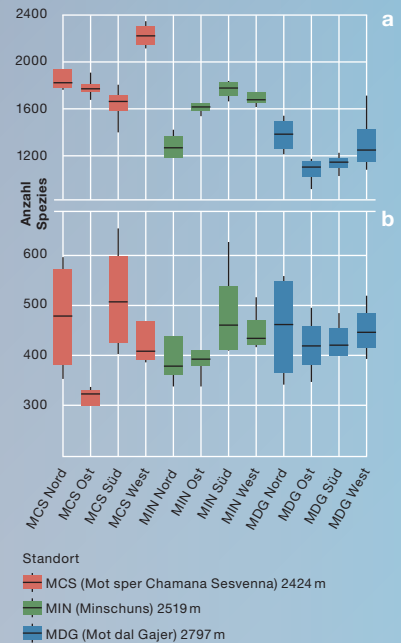


Abb. 1 Anzahl verschiedener Bakterien- (a) und Pilzarten (b) pro Standort.

Es wurden zwischen 1000 und 2300 Bakterienarten gefunden, deren Anzahl mit der Höhe abnahm. Die Anzahl der Pilzarten betrug zwischen 300 und 750 und ist über die Höhe konstant.

FREILANDEXPERIMENT ÜBER 10 JAHRE

Diese Daten bilden die Grundlage für ein neues Experiment, das wir im Sommer 2016 in der gleichen Region ausserhalb des Nationalparks gestartet haben. In diesem untersuchen wir, wie sich das Bodenmikrobiom im Klimawandel verändert. Wir machen uns dabei die Tatsache zunutze, dass die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Diesen räumlichen Temperaturgradienten nutzen wir als Stellvertreter für die Temperaturänderungen, die in den kommenden Jahrzehnten während des Klimawandels eintreten dürften. Standorte für dieses Experiment bilden drei Gipfel auf einer Höhe von 2450 bis 3100 m ü. M., von denen zwei Bestandteil des oben erwähnten GLORIA-Projektes sind. Dieses umfasst den alpinen Lebensraum von oberhalb der Baumgrenze bis in die nivale Vegetationszone, wo Pflanzenwachstum nur noch vereinzelt möglich ist. Der Unterschied in der Bodentemperatur zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Gipfel beträgt in der schneefreien Saison ca. 5 °C – ähnlich der erwarteten Erwärmung am Ende des 21. Jahrhunderts. Die Hypothese ist, dass die wärmeren, tiefer gelegenen Gipfel zukünftige klimatische Bedingungen für die kälteren, höher gelegenen Gipfel widerspiegeln. Unter der Voraussetzung, dass die mikrobielle Diversität vorwiegend durch die Temperatur bestimmt wird, wäre somit zu erwarten, dass sich die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft der hohen Standorte bei einer Erwärmung derjenigen der niedrigeren Standorte angleicht.

Um die oben genannte Hypothese zu überprüfen, werden die Böden nun aktiv ihren Zukunftsbedingungen exponiert. Daher wurde im Sommer 2016 Boden in 90 etwa zwei Liter fassenden Stahltopfen von hohen zu tiefen Gipfeln verpflanzt (Abbildungen 2 und 3). Ein weiterer Aspekt dieses Experimentes ist die Anpassung des Bodenmikrobioms an unterschiedliche mikroklimatische Bedingungen, die zum Beispiel durch Nord- und Südexposition entstehen. Um die Anpassung des Bodenmikrobioms an diese Bedingungen zu erfassen, wird die Abwärtsverpflanzung sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite durchgeführt. Darüber hinaus wird innerhalb eines Gipfels Boden von Nord nach Süd und umgekehrt verpflanzt.

Im Sommer 2017, also ein Jahr nach dem Beginn des Experiments, wurden erstmals von allen versetzten Böden Proben untersucht. Auch im Sommer 2018 werden wir alle Orte wieder beproben. Insgesamt wird das Experiment etwa zehn Jahre laufen. Denn: Das Klima ändert sich nicht von heute auf morgen. Daher ist zu erwarten, dass sich auch die mikrobielle Diversität erst über mehrere Jahre verändert. 🦋

Johanna Donhauser und Beat Frey, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), 8903 Birmensdorf

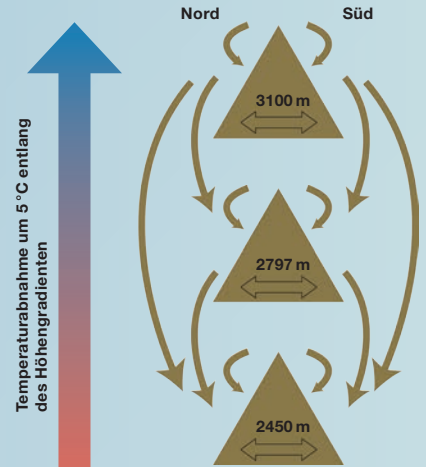


Abb. 2 Schematischer Aufbau des Bodenverpflanzungs-Experiments. Dreiecke repräsentieren Gipfel auf verschiedenen Höhenstufen. Auf der Nord- und Südseite wurde jeweils Boden von oben nach unten verpflanzt. Zusätzlich wurde auf jedem Gipfel von Nord nach Süd und umgekehrt verpflanzt.



Abb. 3 Entnahme des Bodens für die Verpflanzung und Ausheben der Löcher für die Töpfe am Mot dal Gajer auf 2797 m ü. M. Weitere Experimente finden am Mot dal Hom (Nebengipfel, 2450 m ü. M.) und am Piz Plazer (3100 m ü. M.) statt.

Dank

Dieses Projekt wird unterstützt von der Europäischen Union (EU-Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 675546).

Literatur

AKADEMIEN DER WISSENSCHAFTEN SCHWEIZ (2016): Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academies Reports vol. 11, No 5.

WIE KANN MAN DEN HERAUSFORDERUNGEN DES KLIMAWANDELS BEGEGNEN?

Der Entscheid des US-Präsidenten, sich vom Pariser Klima-Abkommen zurückzuziehen, hat nicht nur die Grenzen der Einsicht von gewissen Politikern aufgezeigt, sondern auch unsere eigene Verantwortung bei diesem Phänomen von globaler Bedeutung wieder in den Vordergrund gerückt. Man kann heute nicht mehr nur «lokal» denken, «globales» Denken ist nötig. Das gilt auch, wenn man die Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Fauna betrachtet. In diesem Geiste wurde die Sonderausstellung «Alpen und Hoher Norden» gestaltet und dabei ein wissenschaftlicher mit einem künstlerischen Ansatz verbunden. Mehr als 80 Lithographien, Bilder und Zeichnungen sowie ein Film sind in der Ausstellung zu entdecken.

Daniel Cherix

Die Öffentlichkeit zeigt langsam Ermüdungserscheinungen gegenüber den alarmierenden Meldungen zum Thema Klima, so wie das auch schon beim Thema Biodiversität der Fall ist. Ein Versäumnis der Medien oder der Wissenschaft?

Die Ausstellung, die dieses Jahr im Nationalparkzentrum in Zernez gezeigt wird, geht einen etwas anderen Weg im Wissen darum, dass die Besucherinnen und Besucher auf Exkursionen die Schönheiten des Parks entdecken wollen und Steinböcke, Hirsche, Gämsen, Bartgeier, bunte Schmetterlinge, Enziane, Edelweiss und viele andere der rund 5000 in der Region vorhandenen Tier- und Pflanzenarten gesehen haben oder noch sehen wollen. Der künstlerische Ansatz wird in diesem Fall durch die Lithographien des Freiburger Künstlers Dominique Cosandey vertreten, der die Voralpen und Alpen und ebenso Nordeuropa durchstreift hat. Ausgehend davon wollen wir den Besucherinnen und Besuchern auf Tablets mit 6 wissenschaftlichen Darstellungen auf Deutsch und Französisch zeigen, welchen Einschränkungen die Tier- und Pflanzenarten heute ausgesetzt sind.

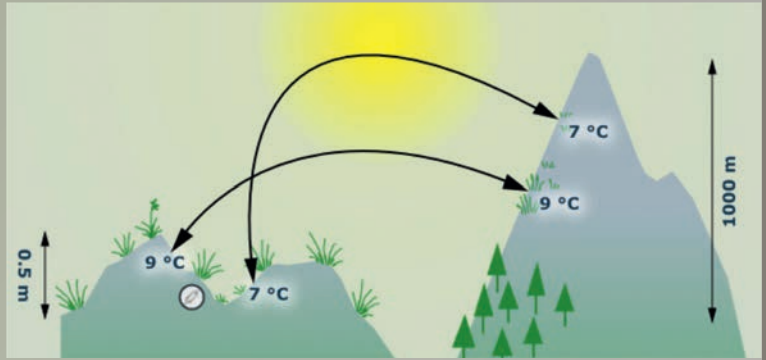
AUSSTELLUNG IST MODULAR AUFGEBAUT

Das erste Modul handelt vom Klima und der Frage, wie der Klimaerwärmung begegnet werden kann. Drei Lösungen sind denkbar: anpassen, sich verschieben oder verschwinden. Diese Möglichkeiten ergeben sich sowohl in horizontaler Richtung (in Europa) als auch in vertikaler Richtung (in den Alpen). Die Arten müssen somit wählen zwischen einer lokalen Anpassung (Modul 6) oder Verschiebungen in der Höhe oder im Breitengrad (Module 3 und 5, Abbildung 1) oder aber – die schlechteste Lösung – verschwinden. Interessanterweise gibt es eine Korrelation zwischen der Abfolge der Biozönosen nach der Höhe und nach dem Breitengrad. Man geht davon aus, dass ein Breitengrad (111 km) ungefähr 100 Höhenmetern entspricht. Seit einigen Jahrzehnten misst man die

Weitere Fakten zu den Auswirkungen des Klimawandels im Nationalpark:

www.nationalpark.ch/de/forschung/fachuebergreifende-forschung/klimawandel/

Veränderung von Arten in der Höhe in Metern (Modul 3), während das beim Breitengrad Kilometer sind. In unseren Alpen verschiebt sich die untere Verbreitungsgrenze des Alpenschneehuhns um 7–9 m pro Jahr nach oben, während die Verschiebungen in Europa 17 km pro Jahrzehnt betragen (rechne: das sind 20 cm pro Stunde!).



ANPASSUNG IST MÖGLICH

Es gibt aber einige interessante Ausnahmen, die zeigen, dass ein Überleben auch mit einer Anpassung möglich ist. Die meisten Modelle gehen davon aus, dass gewisse Pflanzen die Verschiebung bevorzugen und schliesslich auf den höchsten Gipfeln in eine Falle geraten und lokal verschwinden werden. Andere Arten können aber die Mikrotopografie ausnützen und sich um nur 1 bis 2 Meter verschieben, um optimale Entwicklungsbedingungen zu erhalten (Abbildung 1). Das ist etwa der Fall beim Mercantour-Steinbrech (*Saxifraga florulenta*), der in den französischen Seeralpen untersucht wurde.

Abb. 1 Gebirge und Arktis zeichnen sich durch kleinräumig ändernde Entwicklungsbedingungen aus.

(Grafik: Ausstellung)

FREIWILLIGE SAMMELN DATEN

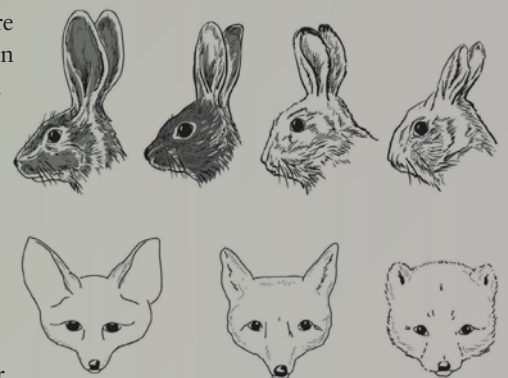
Neben diesen Forschungen gibt es auch ein Projekt partizipativer Wissenschaft (www.phenoclim.org), das mit Hilfe von Freiwilligen die Entwicklung von Bäumen im Frühling in Abhängigkeit von der Tagestemperatur verfolgt (Modul 4). Dieses Projekt startete 2004 und hat schon mehr als 25 000 Daten für 5 Baumarten wie Birke oder Fichte zusammengetragen. Zwischen dem wärmsten (2007) und dem kältesten Jahr (2010) betrug der Unterschied für das Auftreten der Knospen bei der Fichte 2 Wochen! Man hat aber auch besonders bei der Birke ein neues Phänomen entdeckt. Die Birke entwickelt zwar ihre Blätter in einem warmen Jahr früher, der Vorsprung ist aber in tieferen Lagen kleiner. Paradoxerweise erhalten die Bäume in tieferen Lagen nicht mehr genügend Kälte, damit ihre Knospen im Frühling aus der Winterruhe herauskommen können.

Abb. 2 Exponierte Körperteile sind in kalten Lebensräumen kleiner: Erläuterung siehe Text.

(Grafik: Ausstellung)

WIE PASSEN SICH TIERE AN KALTES KLIMA AN?

Das letzte Modul (Modul 2) wirft einen Blick auf zwei Forscher des 19. Jahrhunderts, die sich für die Zusammenhänge zwischen Morphologie und Klima interessierten (Bergmannsche und Allensche Regel). Bergmann hat entdeckt, dass Individuen einer Population von Säugetieren oder Vögeln (oder nah verwandter Arten wie Braunbär und Eisbär) grösser und voluminöser sind, wenn sie in einer kalten Umgebung leben. Die Allensche Regel besagt, dass die Körperproportionen endothermer Tiere je nach Klima unterschiedlich sind. Die exponierten Körperteile (Ohren, Glieder, Schwänze) sind in kalten Lebensräumen kürzer (Polarfuchs, Rotfuchs, Wüstenfuchs, Abbildung 2). 🦊



AUF DEN SPUREN VON JOSIAS BRAUN-BLANQUET AUF MACUN

Seit der Gründung des Schweizerischen Nationalparks besteht eines seiner Ziele in der Dokumentation der natürlichen Dynamik der Ökosysteme. Josias Braun-Blanquet hat deshalb ein Netz von markierten Flächen eingerichtet, um die Flora regelmässig inventarisieren zu können. Viele Flächen sind erhalten geblieben und werden heute noch beobachtet. Eine Fläche ging verloren, weil sie ausserhalb des ursprünglichen Parkgebietes lag. Bei einer kürzlich durchgeführten Untersuchung der Flora und der Böden im Seenzirkus von Macun konnte sie wieder aufgefunden werden.

Bogdan Favre, Wanda Wietlisbach & Pascal Vittoz

Josias Braun-Blanquet (geboren 1884 in Chur) ist vor allem bekannt für die Entwicklung der Segasozologie, einer in Europa allgemein angewandten Methode zur Klassifizierung der Pflanzengemeinschaften. Er hat sich aber auch für die Dynamik der Vegetation interessiert und in seiner langen Karriere als Wissenschaftler wiederholt Inventare aufgenommen, um zu begreifen, welche Faktoren die Vegetation beeinflussen. Bei der Inventarisierung der Flora des Piz Linard in Graubünden 112 Jahre nach O. Heer hat er als einer der ersten Botaniker die Verbreitung der Arten in der Höhe und den Gletscherrückgang mit der Klimaentwicklung in Verbindung gebracht (BRAUN-BLANQUET 1957).

DIE DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHE VON MACUN

Diese Fläche liegt auf 2635 m ü.M. Sie sollte dazu dienen, die Stabilität der Vegetation, die einer sehr langen Schneebedeckung unterliegt, zu testen (BRAUN-BLANQUET et al. 1931). Die Aufnahmen erfolgten zwischen 1921 und 1947. Braun-Blanquet

beobachtete dabei eine Dynamik, die von einer Pioniervegetation mit einem Deckungsgrad von nur 12 % im Jahr 1921 zu einer Vegetation mit einem Deckungsgrad von 80 % führte (BRAUN-BLANQUET 1975). Die Zunahme der Individuenzahl der Blütenpflanzen war besonders deutlich. Braun-Blanquet sagte voraus, die sehr lange schneebedeckten Schneetälchen (mit 10 und mehr Monaten Schnee am Boden), die von Moosen (darunter *Polytrichum sexangulare*) dominiert werden, würden sich natürlicherweise zu Krautweidengesellschaften (*Salix herbacea*) entwickeln, wenn die Dauer der Schneebedeckung abnimmt oder die Temperaturen im Sommer ansteigen.

AUFNAHMEN 2015

68 Jahre nach dem letzten Besuch durch J. Braun-Blanquet haben wir die Fläche wieder gefunden (FAVRE & WIETLISBACH 2016). Der erste auffällige, auf den Fotos gut sichtbare Unterschied ist die Abnahme der felsigen Flächen, die nun langsam von Moosen überwachsen sind. Gleichzeitig hat die Zahl der Pflan-



Abb. 1 Dauerbeobachtungsfläche beim Lai Grond (Macun), links fotografiert 1931 von Josias Braun-Blanquet, rechts 2015 von Pascal Vittoz.

zen von 305 auf 1391 Individuen zugenommen. Es besteht allerdings eine gewisse Inkohärenz zwischen der Verdoppelung der von Gefäßpflanzen eingenommenen Fläche (von 8 auf 15%) und der Vervielfachung der Anzahl Individuen. Damit stellt sich einerseits das Problem der unterschiedlichen Beurteilung durch einzelne Beobachter, welche den Deckungsgrad von Auge abschätzen, und andererseits die Frage, wie in der Botanik ein Individuum definiert wird. J. Braun-Blanquet hat uns dazu keinerlei Angaben hinterlassen. Es ist zum Beispiel nicht eindeutig klar, wie Individuen von *Gnaphalium supinum* mit seinen sehr kleinen, manchmal isolierten, aber in kleinen, dichtgedrängten Kolonien vorkommenden Rosetten gezählt werden sollen.

Zwei Artengruppen zeigen beachtliche Zunahmen. Wie von Braun-Blanquet vorausgesagt hat *Salix herbacea* die Fläche besiedelt und die ökologisch zugehörigen Arten (*Gnaphalium supinum*, *Soldanella pusilla*) haben zugenommen. Parallel dazu haben auch die Gräser stark zugenommen, seien das nun Süßgräser (*Poa laxa*) oder Sauergräser (*Eriophorum scheuchzeri*, *Carex lachenalii*) – eine Tendenz, die kürzlich auch in den Westalpen beobachtet wurde (MATTEODO et al. 2016).

AKTUELLE PHASE DER KOLONISIERUNG

Es ist zu vermuten, dass die stark felsige Fläche, die J. Braun-Blanquet 1921 gesehen hat, das Ergebnis einer sehr langen Schneebedeckung während der Kleinen Eiszeit war, in der in einigen Sommern der Firnschnee nie vollständig weggeschmolzen ist. Mit der ab ungefähr 1850 folgenden Erwärmung und der Abnahme der Niederschläge hat die Schneehöhe abgenommen, was eine langsame Kolonisierung durch Pflanzen möglich machte. Die seit den 1970-er Jahren zu beobachtende, vom Menschen verursachte beschleunigte Erwärmung und die Abnahme der Schneedecke (mit mehr Regen und weniger Schnee) haben eine noch frühere Schneeschmelze zur Folge (KLEIN et al. 2016). Die Pflanzen können somit die Fläche weiter besiedeln. Die floristische Zusammensetzung wird sich dabei in den kommenden Jahrzehnten verändern. J. Braun-Blanquet hat uns ein wertvolles Zeugnis hinterlassen, das erhalten werden sollte. 🌱

Bogdan Favre, Wanda Wietlisbach & Pascal Vittoz, Institut des dynamiques de la surface terrestre, Université de Lausanne

Datum der Aufnahme	24.07. 1921	13.08. 1931	02.09. 1938	16.08. 1947	21.07. 2015	%
Mooser und Lebermoose	7	30	52	72		74.5
Blütenpflanzen	5	10	13	8		15
Flechten						0.5
Streu						5
Steine						5
Blütenpflanzen (Zahl der Pflanzen)						
<i>Soldanella pusilla</i>	2	5	2	9 (3)	249 (51)	2.8
<i>Cerastium cerastoides</i>	16 (1)	20 (10)	6 (1)	22 (12)	6 (3)	0.03
<i>Saxifraga stellaris</i>	10 (2)	19 (14)	25 (11)	73 (6)		
<i>Gnaphalium supinum</i>		20	40 (20)	126 (45)	567 (?)	3.5
<i>Poa laxa</i>		24	22 (2)	16 (7)	99 (27)	1.3
<i>Cardamine alpina</i>		20 (10)	30 (812)	41 (10)	2 (1)	0.01
<i>Carex lachenalii</i>			1	3	195 (32)	3.6
<i>Veronica alpina</i>			1	8 (2)	9 (1)	0.06
<i>Epilobium anagallidifolium</i>				6 (4)	66 (25)	0.8
<i>Leucanthemopsis alpina</i>				1		
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>					113 (7)	0.6
<i>Salix herbacea</i>					85 (10)	0.7

Abb. 2 Floristische Inventare von J. Braun-Blanquet (1921–47) und der Autoren (2015) auf einer Fläche von 1 m².

J. Braun-Blanquet hat die Zahl der Individuen jeder Art (mit der Anzahl blühender Pflanzen in Klammern) erhoben. Wir haben die Zählung in gleicher Weise wiederholt und den Deckungsgrad jeder Art in Prozent geschätzt. Definition eines Individuums 2015: Soldanelle: 1 Gruppe von Blättern, die vom gleichen Punkt ausgehen; *Gnaphalium*: 1 Rosette; *Carex*, *Poa*, *Eriophorum*: 1 Gruppe von Blättern, die vom gleichen Punkt ausgehen; *Salix*: 1 Ast aus dem Boden mit 2–5 Blättern. Die Moose wurden von J. Braun-Blanquet ebenfalls erfasst, erscheinen in dieser Tabelle aber nicht.

Literatur

BRAUN-BLANQUET, J., S. BRUNIES, E. CAMPBELL, E. FREY, H. JENNY, C. MEYLAN & H. PALLMANN (1931): Vegetationsentwicklung im Schweizerischen Nationalpark. Ergebnisse der Untersuchung von Dauerbeobachtungsflächen I. Dokumente zur Erforschung des Schweiz. Nationalparkes. Kommission der S.N.G. für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparkes.

Weitere Literatur zum Thema: <http://bit.ly/2wnzGHR>

DIE BIOSFERA VAL MÜSTAIR AUS SICHT DER LANDWIRTE

Das UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair will eine Modellregion für nachhaltige Entwicklung sein, in der durch gemeinsame Entscheidungsprozesse die Zukunft gestaltet wird. Die Landwirtschaft spielt in diesem Spannungsfeld zwischen lebendiger Talgemeinschaft und Naturrefugium eine zentrale Rolle. Mit ihren vielseitigen Funktionen sind Landwirtinnen und Landwirte besonders wichtige Akteure für das Biosphärenreservat. Sie erkennen Chancen für die Region durch das Biosphärenreservat, doch der Weg der Umsetzung wird erst zögerlich beschriftet.

Adelheid Humer-Gruber

DAS BIOSPHÄRENRESERVAT

Wie andere periphere Regionen versucht auch die Val Müstair einer wirtschaftlichen Abwärtsspirale und Abwanderungsprozessen entgegenzuwirken. Die Val Müstair verfügt neben besonderen Kulturlandschaften mit historischen Dörfern, in denen die rätoromanische Sprache im Alltag gesprochen und altes Kunsthandwerk vermittelt wird, auch über einzig-

artige und biologisch vielfältige Naturlandschaften. Die grossteils ökologisch betriebene Landwirtschaft und die Nähe zum Schweizerischen Nationalpark sorgen für ein besonderes Naturjuwel in den Alpen. Das Biosphärenreservat bietet durch gestärkte Kooperationen und gesteigertes Bewusstsein für regionale Wirtschaftskreisläufe Chancen für die Region.



Abb. 1 In den Tällagen (hier in Tschiers) wird überwiegend Viehwirtschaft betrieben. Die bewirtschaftbaren Flächen werden dabei sehr differenziert genutzt.

Das Biosphärenreservat ist in verschiedene Zonen unterteilt, wobei die Kernzone frei von menschlichem Einfluss der Natur überlassen wird und nur für Forschung und Monitoring genutzt werden kann. In der Pflegezone (Abbildung 3) ist eine extensive Nutzung möglich, die gesunde Ökosysteme und Biodiversität fördert. Hier stehen Naturschutz, Umweltbildung und nachhaltige Formen der Erholung im Vordergrund. Menschen, die in und um das Biosphärenreservat leben, sollen in der Entwicklungszone die Möglichkeit haben, ihre ökonomischen, ökologischen, sozialen und kulturellen Bedürfnisse zu erfüllen. Die Bewusstseinsbildung für regionale Wirtschaftskreisläufe, eine gesteigerte Wertschöpfung regionaler Produkte und der Erhalt des kulturellen Erbes der Region sind hier wichtige Ziele.

Im Unterschied zu anderen Formen von Schutzgebieten übernehmen in UNESCO Biosphärenreservaten die Einwohner eine wichtige Rolle für die nachhaltige Entwicklung. Alle Interessengruppen der Region werden in Entscheidungsprozesse einbezogen und das Management der Biosphärenreservate bietet sich als neutrale Anlaufstelle für Ideen aus der Bevölkerung an, um diese im Sinne des gemeinsamen Leitbildes zu unterstützen und zu koordinieren. Das Biosphärenreservat ist aber kein wirtschaftliches Wundermittel für ländliche Regionen. Der Erfolg hängt von der Unterstützung und Kreativität der Bevölkerung ab. Dieser Entwicklungsprozess erfordert Offenheit, respektvolles Miteinander und eine starke Gemeinschaft, die sich beteiligt, diskutiert und mutig neue Wege beschreitet, um eine nachhaltige Region für zukünftige Generationen zu gestalten.

GESPRÄCHE MIT LANDWIRTIINNEN UND LANDWIRTEN

Die Landwirtschaft erfüllt vielfältige Funktionen in der Val Müstair und steht deshalb im Zentrum dieses Forschungsprojekts. Landwirtinnen und Landwirte wurden gefragt, wo sie die Aufgabe der Landwirtschaft sehen und welche Bedeutung das Biosphärenreservat aus ihrer Sicht hat. Im Frühjahr 2015 wurden qualitative Interviews mit zehn Landwirtinnen und Landwirten durchgeführt. Um viele unterschiedliche landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen abzudecken, wurde das Schneeballsystem angewendet und bereits interviewte Personen wurden um Kontakte im Kollegenkreis gebeten. In den zweistündigen semi-strukturierten Interviews wurde nach ihrer Meinung zur Aufgabe der Landwirtschaft, zur Kulturland-

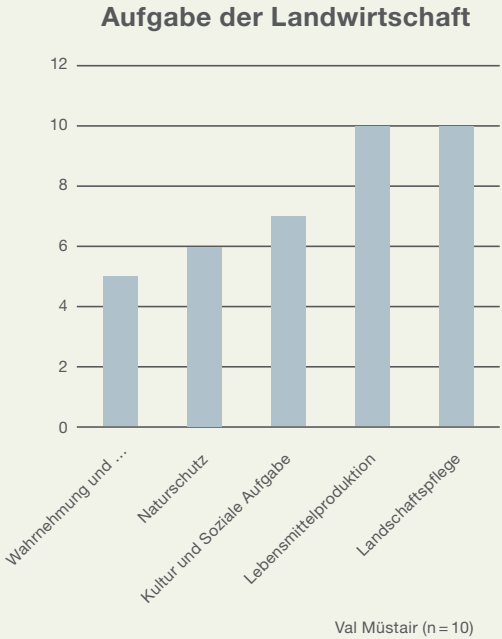


Abb. 2 Auch wenn Landschaftspflege und Lebensmittelproduktion gleichermaßen als eigenständige Aufgaben erwähnt werden, ist die Landschaftspflege für viele Landwirtinnen und Landwirte das Nebenprodukt ihrer Tätigkeit, die Motivation liegt vielfach in der Produktion hochwertiger Lebensmittel.

schaft, zum Naturschutz und zur Wissensweitergabe im Allgemeinen sowie in Bezug auf das Biosphärenreservat gefragt. Die Gespräche wurden aufgezeichnet und transkribiert und mit etwaigen teilnehmenden Beobachtungen verknüpft. Die Auswertung der Interviews erfolgte mithilfe der Software MaxQDA. Die angesprochenen Themen wurden herausgearbeitet und so die Aussagen und unterschiedlichen Positionen gruppiert und interpretiert.

Der Regionale Naturpark Biosfera Val Müstair existiert seit 2010. Gemeinsam mit dem angrenzenden Schweizerischen Nationalpark wurde das Biosphärenreservat Val Müstair Parc Naziunal von der UNESCO vorläufig anerkannt. Mit dem Einbezug der Pflegezone Nord und der Gemeinde Scuol als Kooperationspartner wurde im Juni 2017 das UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair vollständig anerkannt.

WO SIEHT DIE LANDWIRTSCHAFT IHRE AUFGABE IN DER VAL MÜSTAIR?

Das ausserordentliche Landschaftsbild der Val Müstair ist das Ergebnis landwirtschaftlicher Bewirtschaftung über Jahrhunderte. Abbildung 2 zeigt, wo Landwirtinnen und Landwirte ihre Aufgabe sehen. Neben der Produktion von hochwertigen Lebensmitteln, die durch Veredelung wie etwa zu Käse auch einen wichtigen Wirtschaftsfaktor in der Region darstellen, gehört zu den Aufgaben auch die Landschaftspflege und der Erhalt vielfältiger, kleinstrukturierter Habitate, die für eine einzigartige Biodiversität von grösster Bedeutung sind. Die Landwirtinnen und Landwirte selber sehen sich als Produzenten qualitativ hochwertiger Lebensmittel, und dort liegt auch ihre Motivation. Doch gerade im Berggebiet sind öffentliche Mittel ein essenzieller Teil des landwirtschaftlichen Einkommens, das sich oft aus unterschiedlichen, auch nicht-landwirtschaftlichen Quellen zusammensetzt (DARNHOFER et al. 2016).



Abb. 3 Die Alpwirtschaft (hier Alp Tabladatsch) ist prägend für die Region. In der Pufferzone wird extensive Landwirtschaft und der Erhalt der Kulturlandschaft gefördert.

«Unsere Produktion wird so teuer, dass wir einfach vom Produktverkauf praktisch nicht leben können. Darum sind wir darauf angewiesen, dass wir auch unterstützt werden vom Staat. Und eben unsere Leistung ist die Pflege und der Erhalt der Kulturlandschaft.» (VM_28)

Diese besondere Kulturlandschaft wird nicht zuletzt auch vom Tourismus vermarktet und zieht eine Vielzahl an Besuchern an (BACKHAUS et al. 2013). Die Landwirtschaft entpuppt sich als wichtiger Faktor für eine dezentrale Besiedelung, erfüllt soziale Funktionen und bietet Arbeitsplätze im ländlichen Raum. Es ist ein Anliegen der Landwirtinnen und Landwirte, der Gesellschaft den Mehrwert der

erzeugten Produkte für die Region aufzuzeigen. Der Agrartourismus wird als besonderes Sprachrohr für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt, um ein reales Bild ihrer Tätigkeit zu vermitteln.

«Ja, das ist eine Aufgabe von der Landwirtschaft, dass man da versucht, hier die Brücke zu schlagen zwischen Landwirtschaftsbevölkerung und Nicht-Landwirtschaftsbevölkerung. Wir kriegen vom Staat relativ viel Geld ... und wir müssen das irgendwie verkaufen können. Also Verkaufen heisst zeigen, was ich mache.» (VM_27).

Der Anteil an zertifizierten Biobetrieben liegt in der Val Müstair bei 80 Prozent und ist somit sehr hoch im Vergleich zu anderen Regionen. Ackerbau wird kaum mehr betrieben, da der Aufwand sehr gross ist. Wie in Berggebieten üblich, werden in den meisten Betrieben Rinder gehalten, aber auch Schafe, Ziegen und Pferde verbringen die Sommer auf der Alp. Diese Vielfalt an Tieren lässt auf eine kleinräumig strukturierte Landschaft schliessen, die für den Naturschutz besonders wertvoll ist. Die Alpwirtschaft wird grösstenteils durch Genossenschaften als Gemeinschaftsalp betrieben und ist ein bedeutendes kulturelles Erbe der Region (Abbildung 3).

DAS BIOSPHÄRENRESERVAT AUS DER SICHT DER LANDWIRTINNEN UND LANDWIRTE

Anfänglich befürchtete Einschränkungen haben sich nicht bestätigt und die Hälfte der interviewten Personen (n = 5) nimmt das Biosphärenreservat sehr positiv wahr. Dem gegenüber steht nur eine negative Stimme, die meint, Arbeitsplätze zu schaffen war ein wichtiges Argument, das nicht erfüllt wird. Die Erwartungen waren sehr hoch und das Biosphärenreservat wurde teilweise als Wundermittel gegen Abwanderung gesehen. Argumente wie, die Biosfera sei etwas für die Anderen, fehlendes Interesse oder eine unklare Vorstellung, was die Biosfera nun wirklich sein soll, deuten auf eine wichtige Aufgabe des Managements hin, nämlich mehr Bewusstsein für das Biosphärenreservat innerhalb der Bevölkerung zu schaffen.

«Also... ich bin eigentlich sehr positiv eingestellt gegenüber dem Biosphärenreservat. Und ich meine, dieses schränkt uns da jetzt nicht gross ein. Vor allem in der Landwirtschaft. Und ich meine, dass es uns viel mehr bringt als Nachteile da wären. [...] Wir verkaufen den Käse [...] über dem Berg. Ja. Und da ist es halt schon relevant, ob da Biosfera darauf steht und die sich da etwas darunter vorstellen können von der Biosfera.» (VM_29)



Abb. 4 Die Landwirtschaft schafft eine grosse landschaftliche Vielfalt wie hier bei Tschier.

Als Sprachrohr für die Region wird besonders der Wiedererkennungswert nach Aussen geschätzt, sei es für den Tourismus, die Produkte oder die kulturellen Besonderheiten der Region ganz allgemein. Ganz klar wird von den interviewten Personen wahrgenommen, dass es Engagement und Unterstützung aus allen Bereichen des Biosphärenreservats braucht, um eine nachhaltige regionale Entwicklung zu fördern: «Wenn wir nichts machen, dann kommt auch nichts. Dann passiert auch nichts» (VM_30), denn «... die Biosfera sind ja wir» (VM_21). Unter diesem Aspekt geschieht auch viel im Biosphärenreservat, wie die Kooperation Agricultura Jaura GmbH zeigt, wo sich mehrere Akteure zusammengeschlossen haben, um einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung zu leisten.

MITEINANDER, FÜREINANDER

Eine existenzfähige landwirtschaftliche Gemeinschaft ist von zentraler Wichtigkeit für eine Region wie die Val Müstair. Auch wenn die Skepsis gegenüber dem Biosphärenreservat besonders innerhalb der landwirtschaftlichen Bevölkerung anfangs gross war, sind die Landwirte zu wichtigen und aktiven Partnern geworden. Erfahrungen aus anderen Biosphären-

reservaten zeigen, dass der Erfolg in den Ideen und der Beteiligung der Bevölkerung liegt. Dieser langsame Prozess erfordert viel Offenheit, Geduld und Engagement. Durch das Biosphärenreservat und die eingeleiteten Diskussionen kann die Gemeinschaft gestärkt werden und ein starkes Label entstehen für die regionalen Produkte, für Ideen aus der Region und für die Region als Tourismusgebiet. Auch nach innen soll die Idee des Biosphärenreservats getragen werden, wie sie mit dem Motto «Miteinander, Füreinander» aus einem anderen Biosphärenreservat umschrieben wird. 🌀

Adelheid Humer-Gruber, Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Innsbruck

Dank

Besonderer Dank gilt allen Mitwirkenden für die offenen Gespräche und MAB Österreich, dem Schweizerischen MAB-Komitee und der Universität Innsbruck für die finanzielle Unterstützung des Dissertationsprojektes «Landwirtschaft im Biosphärenpark», das in drei Österreichischen und Schweizer Biosphärenreservaten durchgeführt wurde. Die Daten für die vorliegende Arbeit wurden im Zuge der Arbeit am Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung der ÖAW in Innsbruck gesammelt.

Literatur

BACKHAUS, N., C. BUSER, M. BUTTICAZ, D. JORIO & M. SPEICH (2013): Wirtschaftliche Auswirkungen des Sommertourismus im UNESCO Biosphärenreservat Val Müstair Parc Naziunal. Schriftenreihe Humangeographie 27. Geographisches Institut der Universität Zürich.

DARNHOFER, I., C. LAMINE, A. STRAUSS & M. NAVARETTE (2016): The resilience of family farms: Towards a relational approach. *Journal of Rural Studies* 44: 111–122.

HUMER-GRUBER, A. (2016): Farmers' Perceptions of a Mountain Biosphere Reserve in Austria. *Mountain Research and Development* 36, 2:153–161. <http://www.bioone.org/doi/10.1659/MRD-JOURNAL-D-15-00054.1>

HUMER-GRUBER, A. (2016): Biosphärenparks – Innovationsmotor oder Hindernis: Wahrnehmung und Sichtweise von Bäuerinnen und Bauern. In: Helmut Staubmann (Hg.): *Soziologie in Österreich – Internationale Verflechtungen*. Innsbruck university press. <http://webapp.uibk.ac.at/ojs2/index.php/oegs-publikation/article/view/8>

ZUSAMMENFASSUNGEN ABGESCHLOSSENER FORSCHUNGSARBEITEN

Benjamin Rohrbach

Bewertung von Methoden zur Analyse des Landnutzungswandels

Der Landnutzungswandel im Berggebiet kann massiv sein. Beispiele sind die Abnahme des Bergackerbaus im Münstertal um 90 Prozent seit 1990 sowie dessen Förderung unter der neuen Agrarpolitik seit 2014 oder die prognostizierte Abnahme der Rebflächen im Gebiet des Naturparks Pfyn-Finges um 17 bis 51 Prozent bis 2040. Für Forschung und Praxis stellt sich die Frage, ob diese Entwicklungen im Konflikt mit Anstrengungen zum Erhalt der Biodiversität, der Landschaftsästhetik oder auch des sozialen Gefüges stehen. Um hierzu einen Beitrag zu leisten, erforschten wir Methoden, welche helfen, den Landnutzungswandel anhand von real existierenden, aktuellen Themen zu verstehen und zu prognostizieren.

Eine erste Methode war, die Bewirtschafter ihre Einschätzung direkt auf Luftbildern einzeichnen zu lassen (partizipatives Kartieren). Eine zweite basierte auf einer multikriteriellen Analyse mit nicht-lokalen Experten. Diese Methoden sind räumlich explizit, zeigen also auf, an welchen Orten sich der Ackerbau, respektive Weinbau verändern wird. Sowohl im Münstertal als auch im Gebiet des Naturparks Pfyn-Finges wurden neben dem partizipativen Kartieren auch Interviews durchgeführt und ein Fragebogen verteilt. Damit konnte aufgezeigt werden, wo ein Landnutzungswandel zu erwarten ist und wie dieser von den Bauern und Winzern wahrgenommen wird.

Doch können die Bewirtschafter den Landnutzungswandel überhaupt vorhersagen und wenn ja, mit welcher Genauigkeit? Und wie viele Teilnehmer braucht es für eine solche Vorhersage? Dieser Frage wurde in einer Fallstudie in der Val Müstair nachgegangen. Dabei wurde nicht nur der Zustand unter der neuen Agrarpolitik erfragt, sondern auch wie denn der Zustand 1990 gewesen sei, also zu einer Zeit, als es noch deutlich mehr Ackerbau gab. Die Auswer-



Fotos: Thomas Scheuer

tung zeigte, dass die Bewirtschafter den historischen Zustand genauer und kompletter als die Prognose einzeichnen konnten. Auch zeigte sich, dass dies auf der Skala mit dem grössten Detaillierungsgrad die besten Resultate ergab. Bei einem hohen Detaillierungsgrad reichen zudem wenige Teilnehmer für eine gute Datenqualität, wobei wiederum der vergangene Zustand besser ausfällt als die Prognose.

Aber wäre es nicht glaubwürdiger und genauer, man würde die Landschaftsentwicklung mit einem Modell vorhersagen? Die Fallstudie Pfyn-Finges diente der Beantwortung dieser Frage. Es wurden einerseits 33 Winzer mit der Methode der partizipativen Kartierung befragt und andererseits wurde mit 13 nicht lokalen Experten ein multikriterielles Modell erstellt. Für die Befragung wurden den Winzern folgende zwei Fragen gestellt: Erstens, welche Flächen werden in 25 Jahren nicht mehr Weinreben sein, und zweitens, welche Flächen werden sicher noch Weinreben sein? Die Differenz dieser Meinungen ergab dann die Prognose, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Fläche in 25 Jahren noch weiter bewirtschaftet wird. Es zeigte sich, dass es Regionen gibt, in welchen sowohl das partizipative Kartieren als auch das multikriterielle Modell zu ähnlichen Ergebnissen kommen und somit für Prognosen der Landschaftsentwicklung geeignet sind.

ROHRBACH, B. (2016): Bewertung von Methoden zur Analyse des Landnutzungswandels. Dissertation, Geographisches Institut der Universität Zürich.

Christoph Lauber

Untersuchung thermischer Eigenschaften unterschiedlicher Habitate im SNP

Der Schweizerische Nationalpark ist seit 100 Jahren fast gänzlich der Natur überlassen und ist daher ein beliebtes Forschungsgebiet. Laufend werden auch neue Methoden getestet. In der vorliegenden Studie wurden abwechselnd zwei Hänge im SNP durch eine fest installierte Thermalbildkamera zwischen April und September 2015 halbstündlich fotografiert, je einer in der Brandfläche bei Il Fuorn und einer in der Val Trupchun.

Der Fokus der Studie lag auf der Beschreibung der Temperaturverhältnisse von Habitaten. Zentral war dabei die Entwicklung der Methodik zur Klassifikation der Habitate aufgrund thermaler Eigenschaften, ein Vorgehen, welches in wissenschaftlichen Studien bisher nicht beschrieben wurde. Die Methodik basierte hauptsächlich auf den Temperaturveränderungen im Tagesverlauf und klassifizierte die thermalen Habitate entsprechend dieser Charakteristika. Die statistischen Auswertungen veranschaulichten in Temperaturkurven die durchschnittlichen Habitat-Temperaturen. Bei hoher Sonneneinstrahlung konnten dabei die klassifizierten Habitate aufgrund unterschiedlicher Temperaturzunahmen und -abnahmen sowie Oberflächentemperaturen differenziert werden. Dabei konnte zwischen den Habitatgrenzen und den topographischen Bruchkanten im Gelände eine eindeutige Korrelation hergestellt werden.

Die Anzahl an gleichzeitig dargestellten Temperaturkurven musste jedoch wegen der beschränkten Aufnahmefähigkeit des menschlichen Auges reduziert werden. Es wurde untersucht, in welcher Weise eine Bildfolge über die Zeit (Storymap) die Interpretation erleichtern kann. Die Storymap erwies sich als geeignetes Analysemedium, insbesondere wenn alle Habitate betrachtet werden sollten oder die Temperaturveränderung über kurze Zeitintervalle von Interesse war.

LAUBER, CH. (2016): Untersuchung thermischer Eigenschaften unterschiedlicher Habitate im Schweizerischen Nationalpark in der Raum-Zeit-Relation. Master Thesis, Universität Salzburg.



Eduardo Martin Sanz

Wechselwirkungen zwischen Abfluss- und Sedimentregime in menschlich beeinflussten Fließgewässern

Das Abfluss- und das Sedimentregime eines Fließgewässers gehören zu den wichtigsten abiotischen Faktoren, die Ökosysteme formen. Die beiden Regimes sind zeitlich und räumlich miteinander verbunden. Dadurch haben sie einen wesentlichen Einfluss auf die Ökosystemprozesse und die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften. Aufgrund menschlicher Eingriffe wie Dammbau oder Flusskorrektur sind beide Regime in Fluss- und Auenlandschaften heutzutage stark beeinträchtigt. In diesem Zusammenhang war das Hauptziel dieser Arbeit, die Wechselwirkung von Abfluss- und Sedimentregimen auf Ökosystemstrukturen und -funktionen in regulierten Flüssen zu untersuchen sowie Ansätze und Techniken zu bewerten, die den negativen Einfluss der Regulierung mindern sollen. Als Indikatoren zur Charakterisierung von Ökosystemfunktionen dienten hierbei die Sedimentatmung sowie der Algenaufwuchs inklusive dessen Chlorophyll-a-Gehalt. Zur Bewertung der Ökosystemstruktur dienten Lebensgemeinschaften von Makroinvertebraten als Indikatoren. In der Arbeit wurden vier unterschiedlich bewirtschaftete Flussabschnitte untersucht.

Am Beispiel der Thur wurden unterschiedliche Abfluss- und morphologische Bedingungen untersucht, wobei der kanalisierte Flusslauf mit einer etwa ein Kilometer langen Aufweitungsstrecke (Entfernung der Seitendämme) verglichen wurde. Im Gegensatz zur kanalisierten Strecke konnten sich in der Aufweitungsstrecke neue Habitate wie Kiesbänke bilden.

An einem weiteren Gewässer wurde der Einfluss der Abflussregulierung (Restwasser und Schwall-Sunk) auf aquatische Lebensstadien derjenigen Makroinvertebraten, die während Trockenphasen in Schotterbänken überdauern können, untersucht. Schotterbänke, die durch Schwall-Sunk-Dynamiken ständigem aquatisch-terrestrischem Wechsel ausgesetzt waren, zeigten höhere Organismendichten aufgrund der hohen Überflutungsfrequenz, welche die Drift der Invertebraten auf die Schotterbänke erhöht. In der Restwasserstrecke mit weitgehend fehlenden Wasserstandsschwankungen konnte ein entgegengesetzter Trend aufgezeigt werden.

Drittens wurde die ökologische Wirkung von Sedimentumleitstollen untersucht, mit denen Geschiebe aus dem Einzugsgebiet um den Damm herumgeleitet wird, um die Sedimentakkumulation

im Stausee zu vermindern. Dieser Durchlass von Geschiebe und Abfluss führte generell zu einer Abnahme aller gemessenen Indikatoren (Sedimentrespiration, Algenaufwuchs und Makroinvertebraten).

Weiter wurden Wechselwirkungen von Abfluss und Sedimenteintrag in zwei Flüssen mit unterschiedlicher hydromorphologischer Bewirtschaftung (experimentelle Hochwasser im Spöl und Sedimentumleitstollen in den Bergbächen Albula und Urbach) untersucht.

Insgesamt zeigen die Resultate, dass jede der gemessenen Ökosystemeigenschaften in spezifischer Weise von den Interaktionen des Abfluss- und Sedimentregimes beeinflusst wird. Massnahmen zur Verminderung der negativen Konsequenzen eines beeinträchtigten Abfluss- und Sedimentregimes auf Ökosystemstrukturen und -funktionen können in verschiedener Weise getroffen werden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine integrative Sichtweise dieser Bewirtschaftungsformen.

MARTIN SANZ, E. J. (2016): Flow sediment interactions in managed rivers: influence on ecosystem structure and function. Dissertation No. 24007, ETH-Zürich.



Remo Wild

Zunahme der Vielfalt und von wärmeliebenden Pflanzenarten auf Schweizer Berggipfeln



Die Klimaerwärmung schreitet in Gebirgen schneller voran als anderswo. Da Ökosystemprozesse in grosser Höhe stark durch kalte Temperaturen limitiert sind, reagieren sie besonders sensibel auf Erwärmung. Langfristige Studien erlauben es, Veränderungen alpiner Ökosysteme zu erfassen und mit den antreibenden Klimafaktoren in Zusammenhang zu bringen. Im Rahmen des Netzwerks GLORIA (GLOBAL Observation Research Initiative in Alpine environments; siehe CRATSCHLA 1/2016) wurden im Nationalpark und im Val d'Anniviers Dauerbeobachtungsflächen auf Gipfeln verschiedener Höhe angelegt, wo Veränderungen der Pflanzenzusammensetzung seit 14 Jahren dokumentiert werden. In dieser Masterarbeit wurden auf 192 Dauerflächen von 1 x 1 m Grösse die Muster und Veränderungen der Artenvielfalt und -zusammensetzung sowie der ökologischen und funktionellen Eigenschaften des Artenspektrums analysiert. Entlang der Höhengradienten und im Vergleich von kalten und warmen Expositionen variieren Pflanzenvielfalt und -zusammensetzung deutlich, was den starken Einfluss der Temperatur auf diese Ökosysteme widerspiegelt. Über die vergangenen 14 Jahre erhöhten sich die Artenvielfalt sowie der Anteil von wärmeliebenden Arten besonders durch neu eingewanderte Arten aus tieferen Lagen, was auf die Klimaerwärmung als treibende Kraft hindeutet. Dies resultierte auch in einer Zunahme der ökologischen Zeigerwerte für Schattentoleranz und des Humusanteils des Bodens. Allerdings haben Arten, welche als besonders konkurrenzstark gelten, nicht zugenommen, und kälteliebende Arten sind nicht verschwunden. Da alpine Pflanzen langlebig sind und andere Umweltfaktoren wie Wind,

Bodeneigenschaften, Erosion oder Schnee ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Vegetation haben, sind typischerweise kleinwüchsige, stresstolerante hochalpine Arten möglicherweise noch nicht unmittelbar durch die Konkurrenten aus tieferen Lagen bedroht.

WILD, R. (2016): Richness increase and thermophilization of alpine vegetation on Swiss mountain summits. Analysis of plant trait changes over the last 14 years on 12 GLORIA summits. Master thesis, Department of Environmental Systems Science (D-USYS) ETH Zürich and WSL-Institute for Snow and Avalanche Research (SLF) Davos.

Bogdan Favre & Wanda Wietlisbach **Vegetation, Böden und Humusformen im Bereich der Macun-Seen**

Das Seenplateau von Macun liegt zwischen 2600 und 3000 m ü. M. Es wird durch zahlreiche periglaziale Erscheinungen geformt und bildet ein Ensemble von alpinen Ökosystemen auf Silikatgestein. Seit August 2000 bildet es einen Teil des Schweizerischen Nationalparks. Die genaue Untersuchung der Vegetation, der Böden und der Humusformen dieses Gebietes ergibt eine Grundlage von Kenntnissen, die insbesondere für Langzeitbeobachtungen im Zusammenhang mit den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels von Interesse sind. Die Arbeit führt auch zu zusätzlichen Beschreibungen und methodischen Ansätzen in Bezug auf die Besonderheiten des alpinen Ökosystems, das in Hinsicht auf Böden und Humus noch wenig erforscht ist.



Die Vegetation wurde nach der klassischen Methode der Pflanzensoziologie untersucht. Beobachtet und beschrieben wurden die Verbände von *Androsacion alpinae*, *Caricion curvulae* und *Salicion herbaceae*. Insgesamt wurden 23 Pflanzengesellschaften unterschieden. Mit numerischen Analysen konnte eine vollständige Vegetationskarte auf Ebene der Assoziation

(und in bestimmten Fällen auch der Subassoziaton und der Fazies) erstellt werden. Die Untersuchung des alten Dauerquadrates von Braun-Blanquet aus dem Jahre 1921 gibt eine Basis für die Standortuntersuchung von *Polytrichum sexangularis* (siehe Seite 14 dieser CRATSCHLA).

Die Humusformen wurden für alle Pflanzenassoziationen beschrieben und klassifiziert, um ihre Vielfalt im Raume Macun aufzuzeigen. Dabei wurden vier Humustypen unterschieden: Oligomulls, Dismulls, Parahumus, Euanmoor. Entgegen den Erwartungen fanden sich keine Formen des Typs Moder bzw. Rohhumus. In dieser Höhe ist somit der Zersetzungsgrad hoch.

Durch die Typologie der Böden von Macun kann man anschliessend das Bild dieses Ökosystems ergänzen: 8 verschiedene Bodentypen wurden beobachtet, von geringmächtigen, jungen Böden bis zu gut entwickelten Böden: Gesteinsrohboden, Regosol, Ranker, Auenboden, Rohboden, Braunerde, Braunerde auf Gneiss und Podsol.

Die genaue Kartierung der Pflanzenassoziationen und -subassoziatonen lieferte eine solide Basis für die anschliessende Analyse der Zusammenhänge zwischen Vegetation, Bodentypen und Humusformen.

FAVRE, B. & W. WIETLISBACH (2016): *Végétation, sols et formes d'humus autour des lacs de Macun*. MSc Thesis Université de Neuchâtel.

Andrea Rimle **Totholzdynamik in sieben schweizerischen, von Fichten dominierten Gebirgswaldreservaten**

Totholz in grossen Mengen, unterschiedlichen Dimensionen und Zersetzungsstadien bietet ein wertvolles Habitat für eine Vielfalt von waldbewohnenden Arten (z. B. Pilze, Flechten, Moose oder Käfer). Zudem gilt Totholz als guter Indikator für die Naturnähe eines Waldes. Diese Masterarbeit legt den Fokus auf die liegende Totholzkomponente. Die Ziele waren die erstmalige Untersuchung der Totholzdynamik in sieben schweizerischen, von Fichten (*Picea abies*) dominierten Gebirgswaldreservaten (darunter mehrere Flächen im Nationalpark) und die Erarbeitung eines ersten Referenzwertes für die Biodiversitätsstrategie des Bundes in bewirtschafteten Wäldern. Dazu wurden Totholzquantität und -qualität in bestehenden Dauerflächen (Kernflächen) erfasst und statistisch in Beziehung gesetzt zu Standort, Klima, früheren Störungen und früherer forstlicher Nutzung. Zudem wurden die räumliche Orientierung und die Verteilung des Totholzes analysiert.

Die untersuchten Waldreservate wiesen ein durchschnittliches liegendes Totholzvolumen von $80 \pm 23 \text{ m}^3/\text{ha}$ auf, welches sich generell aus dicken Durchmessern und fortgeschrittenen Zersetzungsstadien zusammensetzte – zwei Qualitätseigenschaften, welche für totholzabhängige Arten besonders wichtig sind. Die statistische Analyse der Abhängigkeit von Umweltfaktoren war durch die geringe Anzahl von nur 24 untersuchten Kernflächen limitiert, was nur eine teilweise Klärung der Bedeutung der untersuchten Faktoren erlaubte. Eine grössere Anzahl an Untersuchungsflächen könnte diesem Problem entgegenwirken. Exposition, Hangneigung und vergangene Windstörungen erwiesen sich als wichtige Einflussfaktoren bezüglich der Fallrichtung des Totholzes. Die räumliche Anordnung der stehenden Bäume beeinflusst diejenige der liegenden toten Bäume und das Bestandesalter die räumliche Verteilung des Totholzes.

Die Totholzquantität und -qualität in den untersuchten Naturwaldreservaten ist ähnlich wie in anderen Nadelwaldreservaten in Europa. Allerdings sind die Spuren der früheren Holznutzung teilweise immer noch sichtbar, insbesondere in der Durchmesser- und räumlichen Verteilung des Totholzes. Die in der Biodiversitätsstrategie des Bundes anvisierten Totholzvolumina genügen nur teilweise zur Erhaltung der Artenvielfalt im Wald und berücksichtigen wichtige Qualitätsmerkmale wie zum Beispiel dicke Durchmesser nicht.

RIMLE, A. (2016): Quantity and quality of coarse woody debris in mountainous Norway spruce forest reserves in Switzerland. Master thesis at the Chair of Forest Ecology, Department of Environmental Systems Sciences, ETH Zurich, and at the Research Unit Forest Resources and Forest Management, WSL Birmensdorf.



Marco Vanoni

Prognosen wachstumsbedingter Baummortalität

Die Dissertation hatte zum Ziel, die Mortalitätsprozesse der häufigsten Baumarten der Schweiz und Zentraleuropas besser zu verstehen und die wichtigsten Auslöser der Mortalität zu identifizieren. In einer gross angelegten Feldkampagne wurden Bäume in 14 Naturwaldreservaten der Schweiz beprobt. Im Schweizerischen Nationalpark (SNP) wurden im Gebiet Il Fuorn und in der Val Trupchun insgesamt 120 Bohrkerne von Arven und Lärchen (von 12 lebenden und 52 stehend abgestorbenen Bäumen) gesammelt. Die Bohrkerne wurden im Jahrringlabor an der ETH Zürich aufbereitet, anschliessend wurden die Jahrringe gemessen und datiert.



In einer der beiden Studien, in welche Jahrringdaten aus dem SNP einfließen, wurde untersucht, inwiefern sich Trockenheit und Frost auf abrupte Zuwachseinbrüche vor dem Absterben auswirken. Um festzustellen, wann Zuwachseinbrüche auftreten, wurde eine statistische Methode basierend auf linearen Modellen angewendet, welche strukturelle Änderungen in Zeitreihen (z.B. Jahrringreihen) erkennt. Der mögliche Einfluss von Trockenheit und Frost auf den Zeitpunkt dieser Zuwachseinbrüche wurde mit Hilfe von «distributed lag non-linear models» (DLNMS) quantifiziert. DLNMS erlauben die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, ob ein abrupter Zuwachseinbruch während oder nach Jahren mit bestimmten klimatischen Bedingungen erfolgt.

Da sich die Datierung der Lärchen aus dem SNP als sehr schwierig herausstellte, wurden für diese Studie nur die Jahrringreihen der Arven verwendet. Zusätzlich wurden datierte Jahrringreihen von 160 abgestorbenen Bergföhren aus dem SNP von Christof Bigler verwendet. Für einige der insgesamt neun untersuchten Baumarten (Weisstanne, Fichte, Lärche, Waldföhre, Arve, Bergföhre, Buche, Eiche, Bergahorn) konnte gezeigt werden, dass starke Trockenheit oder extremer Frost die Wahrscheinlichkeit für Zuwachseinbrüche im selben Jahr oder verzögert nach einigen Jahren erhöhen. Im SNP zeigten allerdings weder die Arve noch die Bergföhre eine eindeutige Wachstumsreaktion nach Trockenheit oder Frost. Dies bestätigt für diese beiden Baumarten deren relativ hohe Toleranz gegenüber Trockenheit und Frost.

Das Ziel einer weiteren Studie ist, statistische Mortalitätsmodelle für sechs Baumarten (Weisstanne, Fichte, Lärche, Arve, Buche, Eiche) herzuleiten, welche in einem dynamischen Sukzessionsmodell implementiert werden. Dabei werden Jahrringdaten, unter anderem von Arven und Lärchen aus dem SNP, mit Inventurdaten aus 12 Waldreservaten in der Schweiz kombiniert. Die Schätzungen für die Mortalitätswahrscheinlichkeiten wurden mit Hilfe des Durchmessers der Bäume sowie der Zuwachsraten erstellt. Die Mortalitätsmodelle wurden in ForClim eingesetzt, einem dynamischen Sukzessionsmodell, welches die Entwicklung der Baumartenzusammensetzung und Biomassen unter aktuellem und zukünftigem Klima abschätzt. Die ForClim Simulationen wurden über 2000 Jahre gerechnet und führten grösstenteils zu plausiblen Resultaten der Sukzessionsdynamik.

VANONI, M. (2016): Predicting growth-dependent tree mortality. Dissertation, Institut für Terrestrische Ökosysteme, ETH Zürich (SNF-Projekt-Nr. 140968).

Tim Aussieker

Die Heuschreckenfauna der Val Müstair in Abhängigkeit der Höhenstufe und Nutzung der Habitate

Diese Masterarbeit leistet einen Beitrag zum dauerhaften Erhalt des Artenreichtums in der Val Müstair. In der Untersuchung wurden je 14 Probeflächen in intensiv bewirtschafteten Bergfettwiesen und in Grasland-Sonderbiotopen mit einer deutlich geringeren Nutzungsintensität verglichen. Neben der Kartierung der Heuschrecken wurden auch Parameter der Vegetationsstruktur, des Mikroklimas sowie der Nutzung der Flächen erfasst.

Insgesamt konnten auf den Untersuchungsflächen 17 Heuschreckenarten festgestellt werden. Die Grasland-Sonderbiotope verfügen dabei sowohl über das grössere Artenspektrum als auch über eine signifikant höhere durchschnittliche Artenzahl pro Fläche. Der Artenreichtum aller Untersuchungsflächen wird massgeblich durch die Nutzungsintensität bestimmt. Eine extensivere Nutzung, insbesondere ein später erster Mahdtermin, beeinflusst die Heuschreckenartenzahl positiv. Für die Verteilung der verschiedenen Heuschreckenarten und -zönosen sind in erster Linie die Wärme- und Feuchtigkeitsverfügbarkeit sowie die Höhenstufe der Flächen verantwortlich. Besonders thermo- sowie hygrophile Arten beschränken sich dabei ausschliesslich auf die Grasland-Sonderbiotope. Eine zu intensive Nutzung der Flächen hat zur Folge, dass rund die Hälfte der untersuchten Bergfettwiesen kaum Heuschrecken aufweist. Arten, die empfindlicher auf die Nutzung reagieren, weichen auf höher gelegene Flächen aus, da dort die Mahd in der Regel später als in den niedrigen Tallagen erfolgt. Eine Ausnahme bilden die thermophilen Arten. Ausreichend warme und trockene Flächen beschränken sich in den Untersuchungen auf Höhen bis 1345 m ü. M.

Die Grasland-Sonderbiotope verfügen über eine hohe Bedeutung aus Sicht der (faunistischen) Biodiversität im Tal. Die vielfältigen Ausprägungen der Feuchtigkeit sowie die allgemein niedrigere Nutzungsintensität ermöglichen das Vorkommen einer Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten im Vergleich zu den Bergfettwiesen. Hinzu kommen weitere wichtige Aspekte wie die Funktion als Rückzugsbereiche für Tierarten während und nach der Mahd.

AUSSIEKER, T. (2016): Die Heuschreckenfauna der Val Müstair in Abhängigkeit der Höhenstufe und Nutzung der Habitate. Masterarbeit, Universität Oldenburg.



UNWETTER IM NATIONALPARK

In diesem Sommer war das Unterengadin nach 2015 wieder von starken Gewittern mit Starkniederschlägen betroffen, die grosse Murgänge ausgelöst haben. Am Abend des 29. Juli 2017 fielen in kurzer Zeit über 50 Liter Regen pro m². Zudem wurden über 4000 Blitzeinschläge gezählt. In der Nacht mussten mehrere Personen mit dem Helikopter von der Strasse S-charl-Scuol ausgeflogen werden. Es dauerte 10 Tage, bis die Strasse wieder befahrbar war.

Gleicher Ausschnitt: Die Val Mingèr im Jahr 2013 (links) und nach den Unwettern vom 29. Juli 2017



Auch der Nationalpark selbst war von den Unwettern stark betroffen. So wurde der Wanderweg in der Val Mingèr über mehrere hundert Meter verschüttet und musste mit einem Kleinbagger wieder hergestellt werden. Die Auswirkungen auf die Landschaft des Nationalparks zeigt der Bildvergleich in der Val Mingèr zwischen 2013 und nun 2017 (Abbildung unten). Mehrere Hektaren Wald sind von den Murgangereignissen 2015 und 2017 betroffen und zeigen eindrücklich die Kraft natürlicher Prozesse.



Die Brücke der Val Ftur schwimmt einen Kilometer weiter unten in einem vorher nicht existierenden See in der Ova dal Fuorn.

Am Ofenpass wurde die Brücke über die Ova da Val Ftur einen Kilometer weit hinuntergespült. Die Brücken bei der Alp Purcher wurden durch Murgänge aus der Val Müschauns zerstört und ein Wegabschnitt musste in diesem Bereich gänzlich neu erstellt werden. Dank grossem Einsatz der Parkwächter über drei Wochen wurden aber alle Wanderwege innert kurzer Zeit provisorisch hergerichtet und geöffnet und damit für die Besucher wieder begehbar. (rh)

PCB IM SPÖL

Anfangs November 2016 haben die Engadiner Kraftwerke (EKW) im Spöl unterhalb der Stauanlage Punt dal Gall erhöhte Werte der Bauschadstoffe Polychlorierte Biphenyle (PCB) festgestellt. Sie stammen aus der Stauanlage Punt dal Gall, in welcher inzwischen abgeschlossene Renovierungsarbeiten durchgeführt wurden.

Mehr als mit der Herkunft der hochgiftigen Stoffe beschäftigt sich die Taskforce aber mit der Frage, wie diese auf natürliche Weise kaum abbaubaren Chlorverbindungen wieder aus

dem Ökosystem Spöl entfernt werden können. Anlässlich einer ersten Testreinigung eines repräsentativen Bachabschnittes konnten lediglich geringe Verbesserungen erreicht werden, so dass weitere Abklärungen notwendig sind. Damit keine Verfrachtung der aktuell belasteten Sedimente droht, wurde die Restwassermenge in diesem Sommer nicht wie üblich erhöht. Ebenfalls wurden die regelmässigen künstlichen Hochwasserereignisse im oberen Spöl in diesem Jahr ausgesetzt.

PCB-Sanierungsarbeiten im Bereich des Tosbeckens unter der Staumauer Punt dal Gall



Das vermutlich am stärksten verunreinigte Tosbecken des Spöl beim Grundablass in Punt dal Gall wurde im Laufe des Monats August gereinigt. Die Installationen für diesen nur kurzen Abschnitt waren enorm, wie die Abbildung zeigt. (rh)

VERKEHRSSICHERHEIT AM OFENPASS

Mittlerweile konnten die Arbeiten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit im Bereich der Parkplätze an der Ofenpassstrasse abgeschlossen werden. Die beiden Parkplätze p7 und p9 wurden aus Sicherheitsgründen geschlossen, dafür verfügt p8 nun über die doppelte Kapazität. Die ersten Erfahrungen und Rückmeldungen von Gästen sind durchwegs positiv. In den kommenden Jahren werden im Rahmen der Sanierung der Ofenpassstrasse auch die beiden Parkplätze p5 und p6 im Bereich des Hotels Il Fuorn erneuert und sicherheitsmässig verbessert. (lo)

NEUES MARKIERUNGSSYSTEM

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat zusammen mit Vertretern verschiedener Schutzgebiete ein neues Markierungshandbuch erarbeitet. Die Botschaften und Verhaltensregeln sollen schweizweit einheitlich und gut erkennbar sein. Das Markierungssystem baut grundsätzlich auf den bewährten Elementen auf. Die Piktogramme sind nun klarer positioniert. Zudem ist der Unterschied zwischen Gebots- und Verbotspiktogrammen deutlicher erkennbar als früher: Die Verbotspiktogramme sind rund mit rotem Rand, die Gebotspiktogramme sind grün auf weissem Grund. Alle Tafeln tragen neu das rote Logo «Schweizer Schutzgebiet».

Die neuen Markierungsgrundlagen stellen eine Erleichterung für das Zielpublikum dar und werden eine effizientere Informationsübermittlung ermöglichen. Auch der Schweizerische Nationalpark passt seine Markierungen und Informationstafeln an das neue System an. (fi)

KAMPAGNE SCHWEIZER PÄRKE

Das Netzwerk Schweizer Pärke und das Bundesamt für Umwelt haben zusammen mit der Agentur MRBP die Kampagne *kleineweltwunder.ch* lanciert. Jeder Park lädt eine Persönlichkeit oder Gruppe in sein Gebiet ein. Im Falle des SNP ist es unsere Mitarbeiterin Seraina Campell, welche die «wildeste Klasse der Schweiz» aus dem Zürcher Langstrassenquartier in den «echt wilden» Nationalpark einlädt.

Am 28. September ist es soweit: 16 Schülerinnen und Schüler aus der Kornhaus Schule werden echt wilde Natur erleben, mitten in der Zeit der Hirschbrunft in der Val Trupchun. Begleitet werden sie von Medienschaffenden, die den Besuch über diverse Kanäle kommunizieren. Mehr unter www.facebook.com/schweiz.nationalpark



Seraina Campell lädt die «wildeste Schulklasse» in den SNP ein.



50 JAHRE NATIONALPARK-PUTZLAGER

Anfang Oktober 2017 jährt sich das sogenannte Nationalpark-Putzlager zum 50. Mal. Auf Initiative von Willy Frösch wurde 1967 im Raum Zofingen ein Jugendlager ins Leben gerufen, das zum Ziel hat, im Rahmen einer Aktionswoche die Wanderwege im Nationalpark von Abfällen zu befreien. Mit Ausnahme von 1984, als viel Schnee lag, wurde das Lager seither alljährlich durchgeführt.

Der heutige Leiter, Hans Bütikofer, war 1978 erstmals dabei und übernahm die Leitung des Anlasses Anfang der 1990er-Jahre. Seither hat er die Putzwoche ohne Unterbruch organisiert und jedes Jahr rund ein Dutzend Jugendliche aus Zofingen und Umgebung für die Idee gewinnen können. Selbstverständlich geht es dabei nicht allein darum, Abfallsäcke zu füllen und beispielsweise Tausende von Zigarettensummeln aufzulesen, sondern auch um schöne gemeinsame Erlebnisse,

eindrückliche Wanderungen, tolle Tierbeobachtungen und das gemütliche Beisammensein.

Hinterlassenschaften von Menschen gehören nicht in den Nationalpark. Die Nationalparkwächter und seit 2008 auch Niculin Geer sind dauernd damit beschäftigt, unsere Wanderwege sauber zu halten. Denn die Erfahrung zeigt: Je weniger Taschentücher und dergleichen herumliegen, desto höher ist die Schwelle für zusätzliche Ablagerungen. Das Zofinger Putzlager ist eine willkommene Ergänzung zu den internen Bemühungen um Sauberhaltung: Die Aktion schafft reine Wege vor Einbruch der Winterzeit. Wir danken Hans Bütikofer von Herzen für sein jahrzehntelanges Engagement für den Nationalpark und gegen Littering. Anlässlich einer kleinen Feier im kommenden Oktober werden wir seine Verdienste würdigen. (ha)

FÖRDERPREIS DES KANTONS GRAUBÜNDEN AN PIA ANDERWALD

Anlässlich einer Feier am 16. Juni in Lavin durfte Pia Anderwald, Biologin im Schweizerischen Nationalpark, einen Förderpreis des Kantons Graubünden entgegennehmen.

In seiner Laudatio hob Köbi Gantenbein, der Präsident der Kulturkommission, insbesondere die herausragenden Analysefähigkeiten von Pia Anderwald hervor. Sie untersuche die grossen Datenmengen zu Rothirschen, Gämsen, Steinböcken und Füchsen im Schweizerischen Nationalpark mit fortschrittlichen statistischen Methoden. Und sie versuche so, die Interaktionen zwischen den Tierarten und mit ihrer Umgebung zu ergründen.



Pia Anderwald, freudige Preisträgerin

Die Verantwortlichen des Schweizerischen Nationalparks gratulieren Pia Anderwald zum Förderpreis und freuen sich auf ihre weiteren Arbeiten im Umfeld des Nationalparks. (rh)

NATIONALPARK KINO-OPENAIR

Gleich am ersten Abend des 15. Nationalpark Kino-Openairs durften wir mit Oswald Oelz einen illustren Gast im Schlosshof von Planta-Wildenberg empfangen. Der 1943 in Vorarlberg geborene Extrembergsteiger und Höhenmediziner war in allen grossen Alpenwänden und auf zahlreichen namhaften Gipfeln in der ganzen



Welt, unter anderem auch zusammen mit Reinhold Messner, unterwegs. Als Zeitzeuge einer besonders innovativen Epoche der Bergsteiger Geschichte war er ein äusserst interessanter Interviewpartner. So erinnerte er sich beispielsweise noch lebhaft an den Todestag von Hermann Buhl und seine damit verbundenen Gefühle.

Dass dieses Jahr nur 727 Personen den Weg in den Schlosshof fanden, mag an unterschiedlichen Faktoren liegen. Sicher ist die Ursache aber nicht beim äusserst vielfältigen Programm oder dem köstlichen Catering im Filmbistro zu suchen. (st)

Wusste zahlreiche Anekdoten zu berichten – Prof. Dr. med Oswald Oelz

«ENTFÜHRUNGEN»

So heisst die neue Ausstellung, die am 14. Dezember 2017 im Nationalparkzentrum eingeweiht wird. Hinter dem Titel *Kunst, Wissenschaft und die DNA des Steinbocks* verbirgt sich eine künstlerisch inspirierte Ausstellung zum Steinbock, der ab 1920 im SNP wieder angesiedelt wurde. Statt das Thema streng wissenschaftlich anzugehen, stehen die künstlerische Sicht und die Faszination Steinbock im Zentrum. Lassen Sie sich überraschen! Eine Zusammenarbeit zwischen dem Zoologischen Museum der Universität Zürich, der Zürcher Hochschule der Künste, dem amerikanischen Künstler Edward Monovich und dem SNP. Die öffentliche Vernissage beginnt um 19 Uhr und der Eintritt ist frei. (lo)

UNESCO BIOSPHÄRENRESERVAT ENGIADINA VAL MÜSTAIR

ANERKENNUNG DURCH UNESCO

Nach jahrelangen Bemühungen, das Biosphärenreservat mit dem Schweizerischen Nationalpark (SNP) als Kernraum den heutigen Bedingungen der UNESCO genügen zu lassen, konnte Mitte Juni 2017 der Durchbruch erzielt werden: Die UNESCO hat das aus dem SNP, dem Regionalen Naturpark Val Müstair und Teilen der Gemeinde Scuol gebildete Schutzgebiet als Biosphärenreservat definitiv anerkannt, und zwar ohne neue Auflagen.

1979 wurde der SNP als UNESCO Biosphärenreservat ausgewiesen. Mit einer Mitte der 1990er-Jahre beschlossenen Neuausrichtung dieser Schutzgebietenform – nun als Modellregion für nachhaltige Entwicklung – war die Bedingung verbunden, neben der Kernzone (in unserem Fall ist dies der SNP) auch mindestens eine Pflege- und eine Entwicklungzone einzurichten. In Verbindung mit dem Regionalen Naturpark Val Müstair wurde ein entsprechendes Projekt umgesetzt und 2010 von der UNESCO beurteilt. Diese begrüsste den Fortschritt, verlangte aber, dass der SNP auf Schweizer Territorium von einer Pflegezone umgeben wird. Obwohl in der Folge nur die Gemeinde Scuol mit Teilen ihres Perimeters für

die Anpassung des Projekts gewonnen werden konnte, hat die UNESCO nun definitiv grünes Licht gegeben. Dies geschah in Anerkennung der grossen Anstrengungen in der Region, aber wohl auch in Anbetracht des in unserem Land bei solchen Dingen nicht einfachen politischen Prozesses.

Das UNESCO-Label Biosphärenreservat ist ein Qualitätssiegel für nachhaltige Entwicklung. Damit bieten sich auch wirtschaftliche Chancen. Das Potenzial zeigt sich schon dadurch, dass es in der Schweiz gegenwärtig 14 Regionale Naturparks, jedoch nur zwei UNESCO-Biosphärenreservate und einen Nationalpark gibt. Produkte solcher Marken haben einen nicht zu unterschätzenden Wettbewerbsvorteil. (ha)

MITWIRKUNG DER BEVÖLKERUNG IN UNESCO BIOSPHÄRENRESERVATEN

Dieses Forschungsprojekt wird in allen Gemeinden des UNESCO Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair (BR) durchgeführt. Die Akzeptanz des BR in der lokalen Bevölkerung, das Mass der Identifikation mit dem BR und die Bereitschaft, sich für die Umsetzung der Ziele zu engagieren, sind Gegenstand einer breit angelegten Umfrage.

Diese läuft zeitgleich in verschiedenen BR in Österreich (Grosses Walsertal und Lungau/Nockberge), Deutschland (Schwarzwald, Berchtesgadener Land und Schwäbische Alb) und der Schweiz (Entlebuch und Engiadina Val Müstair).

Hinweise auf Einflussfaktoren zur Akzeptanz, Identifikation und Engagement können die zukünftigen Arbeiten im BR beeinflussen. Ebenfalls werden Erkenntnisse zur Beziehung der drei Bereiche untereinander und deren gegenseitige Beeinflussung gewonnen. Wissenschaftlich wird das Projekt durch Marcel Hunziker (WSL) und einer Begleitgruppe unterstützt. Die Umfrage ist für Ende 2017 geplant und die Auswertung wird bis Mitte 2018 vorliegen.

Vorbereitender Workshop im Biosphärenpark Grosses Walsertal



KLAUSURTAGUNG

Am 31. August und 1. September hat in Zernez die traditionelle Klausurtagung der Forschungskommission stattgefunden. Die Mitglieder der Kommission diskutierten die Inhalte des neuen Forschungskonzeptes, welches die Themenschwerpunkte und Aufgaben der Forschung in den nächsten Jahren beinhaltet. Das Forschungskonzept wird 2017 – und damit 100 Jahre nach dem ersten Arbeitsprogramm für die Nationalparkforschung – in Kraft treten. Weiter wurde auf der Grundlage eines Diskussionspapiers der SCNAT erörtert, wie die Aufgaben in der Forschung zukünftig organisiert werden sollen.

ERINNERUNGEN AN NATIONALPARK-PIONIERE

Ende Oktober 2017 wird in der Reihe *Nationalpark-Forschung in der Schweiz* der Band «Erinnerungen an Pioniere des Schweizerischen Nationalparks» erscheinen. Heute lebende Personen haben ihre Erinnerungen an frühere Forschende festgehalten, welche im Park Pionierarbeit geleistet haben. Entstanden ist ein Buch mit subjektiven Porträts von 20 Persönlichkeiten aus unterschiedlichen Fachbereichen und Zeitepochen, welches einen besonderen Zugang zur Forschung im Nationalpark vermittelt und den Park als lebendiges Gemeinschaftswerk zeigt. Die Vernissage wird am 13. November in Bern stattfinden.



FORSCHUNGS-SYMPOSIUM 2017 IN SALZBURG

Bisher hat der Nationalpark Hohe Tauern (Salzburg) alle 4 Jahre ein Internationales Symposium zur Schutzgebietsforschung organisiert. 2017 ist es wieder soweit. Am 2.–4. November 2017 werden sich Forschende aus ganz Europa in Salzburg zusammenfinden und neue Forschungsergebnisse diskutieren. Unter den Beiträgen sind jene zum Schweizerischen Nationalpark gut vertreten. Die Zusammenfassungen werden in einem Tagungsband veröffentlicht.

Programm und Anmeldung:
www.hobetauern.at/symposium2017

REGIONALER NATURPARK BIOSFERA VAL MÜSTAIR

PERSONELLES AUS DEM NATURPARK

Beim Naturpark Biosfera Val Müstair stehen Änderungen in der Geschäftsstelle an:

Thomas Gurtner hat die interimistische Geschäftsführung von September 2017 bis Mai 2018 verlängert.

Severin Hohenegger konzentriert sich ab November 2017 auf die Durchführung von Exkursionen und die Begleitung von Arbeitseinsätzen. Bisher war er auf der Geschäftsstelle primär in der Administration tätig.

Karin Merz (25) übernimmt per 1. Dezember 2017 das Sekretariat. Sie hat zuletzt die AHV-Zweigstelle in Risch geleitet.

Thorsten Frohn (32) tritt per 1. Dezember 2017 die Leitung Marketing & Kommunikation an. Er ist zurzeit Stv. Leiter des Teams Marktbearbeitung bei Engadin St. Moritz Tourismus und hat als Praktikant bereits für den Naturpark gearbeitet.

Marius Stricker (35) stellt von September bis November den Übergang von Luana Borner zu Thorsten Frohn im Bereich Marketing & Kommunikation sicher. Er war zuletzt beim Konzert- und Kulturveranstalter el Local in Zürich tätig.

Linda Feichtinger (36) arbeitet ab Oktober 2017 als Leiterin Wissensmanagement, nachdem sie bei der WSL Forschungsprojekte im Bereich Wald-dynamik geleitet hat.

Nach den Abgängen von Ulf Zimmermann (Geschäftsführer bis Februar 2017), Constanze Conradin (Leiterin Forschung bis April 2017) und Luana Borner (Leiterin Produktemanagement bis September 2017) ist das Team der Geschäftsstelle per Ende Jahr wieder komplett.

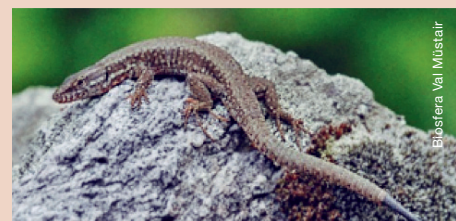
GEO-TAG DER ARTENVIELFALT 2017 IN DER VAL MÜSTAIR

Ende Juni 2017 fand zum wiederholten Mal ein GEO-Tag der Artenvielfalt in der Val Müstair statt. Über 50 Experten haben die Artenvielfalt im diesjährigen Gebiet zwischen Fuldera und Lü untersucht. Während den Arterhebungen fanden öffentliche Veranstaltungen statt, darunter eine Wildtierzählung, eine ornithologische und eine botanische Exkursion sowie eine Wasserwerkstatt am Rombach. Zum Schluss des Anlasses informierten die Experten und Expertinnen über die gefundenen Organismen, darunter Pilze, Flechten, Moose, Gefässpflanzen, diverse

Insektengruppen sowie Reptilien, Amphibien, Vögel und Säugetiere. An der marktstandartigen Veranstaltung konnten die Besucher die eine oder andere Art gar von nahem betrachten – auch unter dem Mikroskop – und die Experten persönlich befragen.

Zu den speziellen Funden zählt die Beobachtung eines Skorpions (*Euscorpius germanus*). Zwar war bekannt, dass diese Art in der Val Müstair heimisch ist, dass sie aber auf 2200 m ü. M. und auch oberhalb von Lü (Beobachtung GEO-Tag) vorkommt, war bisher nicht bekannt.

Der Anlass wurde vom Regionalen Naturpark Biosfera Val Müstair organisiert. Ein grosser Dank gilt all den freiwilligen Expertinnen und Experten, welche zu neuen Erkenntnissen über die Artenvielfalt der Val Müstair beigetragen haben.



Titelseite
**Schneehenne im Sommer,
im Schatten Kühlung suchend**
Foto: SNP/Hans Lozza

Rückseite
Ausgetrockneter Weiher auf Macun
Foto: Beat Oertli

