

CRATSCHLA 2/19

Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark

SCHWERPUNKT

ÖKOLOGIE IN DER ALPINEN ZONE

FORSCHUNG

AKZEPTANZ, IDENTIFIKATION
UND ENGAGEMENT IM UNESCO-
BIOSPÄHÄRENRESERVAT

JUNGE FORSCHENDE BERICHTEN

ABGESCHLOSSENE
ARBEITEN 2017 UND 2018

ALLEGRA

1 GELEBTE VIELFALT

Ruedi Haller

SCHWERPUNKT

2 GIPFELSTÜRMER IM KLIMAWANDEL

Sonja Wipf, Bruno Baur, This Rutishauser

6 NUTZUNGSINTENSIVIERUNG GEFÄHRDET
BOTANISCHE VIELFALT

Martin Schütz, Anita C. Risch

8 INVASIVE ARTEN: VORSORGEMASSNAHMEN IM SNP

Bruno Baur, Hans-Peter Rusterholz

10 FUNKTIONELLE DIVERSITÄT IN DER NATIONALPARKREGION

Christian Rossi, Ruedi Haller

13 LEBENSRAUMVIELFALT IN DER UNGUNSTZONE

This Rutishauser

FORSCHUNG

16 AKZEPTANZ, IDENTIFIKATION UND ENGAGEMENT
IM UNESCO-BIOSPHÄRENRESERVAT

Angelika Abderhalden, Linda Feichtinger, Ursula Schüpbach

20 IDENTIFIKATION BENÖTIGT ZEIT UND VIELE EFFORTS

Interview mit Norman Backhaus

JUNGE FORSCHENDE BERICHTEN

22 ZUSAMMENFASSUNGEN ABGESCHLOSSENER
ARBEITEN 2017 UND 2018

*Sibyll Bachmann, Maja Kevic, Lea Mühlemann, Luis Muheim, Guillaume Arnet,
Lea Moesch, Andrea Millhäusler, Jonathan von Oppen, Arno Puorger, Christoph Ruggli,
Markus Tischhauser & Dario Derungs, Jakob Visse, Bernadette Menzinger,
Helena Vogler, Adelheid Humer-Gruber, Patricia Sprecher, Julien Sentieiro, James Patrick*

30 AKTUELL



sc | nat 

Herausgeber Eidgenössische Nationalparkkommission ENPK und SCNAT-Forschungskommission des SNP. Redaktion dieser Ausgabe Ursula Schüpbach, ursula.schuepbach@scnat.ch, This Rutishauser, this@kontextlabor.ch. Lektorat Jürg Rohner, Reinach BL. Gestaltung, Satz und Bildreproduktion DUPLEX DESIGN GMBH, Basel. Druck, Ausrüsten und Versand Gammeter Media, St. Moritz. Papier LuxoArt Silk FSC MIX Papier FSC C084589 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

GELEBTE VIELFALT



Liebe CRATSCHLA-Leserin, lieber Nationalpark-Freund

Es freut mich sehr, zum ersten Mal als Direktor des Schweizerischen Nationalparks ein Allegra für unsere Hauszeitschrift verfassen zu dürfen! Seit 1997 darf ich für diese einmalige Institution arbeiten, und ich war bereits in früheren Jahren Autor verschiedener Beiträge. Und vor allem war ich ein interessierter Leser, denn immer wieder habe ich in der CRATSCHLA auch Neues erfahren. Dies zeigt, wie vielfältig und interessant die Arbeit für unser grossartiges Schutzgebiet ist. Und auch, dass wir noch längst nicht alles über die Natur und die natürlichen Prozesse wissen.

Wird nun alles neu mit einem neuen Direktor? Nein, denn zum ersten Mal hat die Eidgenössische Nationalparkkommission in der 105-jährigen Geschichte eine Person aus dem bestehenden Team zum Direktor gewählt. Und sie hat damit die bisherigen Leistungen anerkannt, welche das Team und der Direktor in den letzten Jahren und Jahrzehnten für die Natur, die Forschung, die Gäste und die Öffentlichkeit erbracht haben. Es muss keinesfalls alles neu werden.

Wir dürfen darauf vertrauen, den bisherigen Weg mit all seinen Facetten weiterzugehen und weiterentwickeln zu dürfen, von der Zeitschrift CRATSCHLA bis hin zur Art und Weise, wie wir ganz grundsätzlich die Natur schützen, erforschen und darüber informieren. Ein paar grössere neue Projekte packen wir dennoch an: Den Umbau der Chamanna Cluozza und eine komplett neu entwickelte Dauerausstellung, welche 2023 eröffnet werden wird. Darüber hinaus müssen wir am Spöl eine Lösung finden und umsetzen. Das Ziel muss sein, die 2016 während der Sanierungsarbeiten des Kraftwerks freigesetzten PCB aus dem Flussbett und damit aus dem Kreislauf der Natur zu bringen.

Ganz weit vorne auf unserer Prioritätenliste steht auch die Mitarbeit des SNP bei der Weiterentwicklung des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair. Lesen Sie dazu den Beitrag zu «Akzeptanz, Identifikation und Engagement» in dieser Ausgabe. Der Nationalpark wird sowohl im Unterengadin als auch im Val Müstair als wichtiger Akteur wahrgenommen. Das verpflichtet, uns aktiv einzubringen zum Schutz von Natur und Landschaft und für eine glaubwürdige nachhaltige Entwicklung. Dass auch in unserer Region nicht alles zum Besten bestellt ist, zeigt der Beitrag von Martin Schütz und Anita Risch über den Zusammenhang zwischen Artenverlust und dem Einsatz von Kunstdüngern. Einen Kontrapunkt zu dieser Geschichte setzen die Beiträge von This Rutishauser und Christian Rossi. Sie beschreiben das enorme Potenzial, welches Gebirgsräume generell und auch die Region um den Nationalpark in Bezug auf die Biodiversität haben, gefördert auch ausserhalb der Nationalparkgrenzen durch nachhaltiges Wirtschaften. Die Vielfalt der Themen zeigen nicht zuletzt 18 Arbeiten von jungen Forschenden, die 2017 und 2018 entstanden sind.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre dieser Beiträge und der nicht minder spannenden weiteren Geschichten viel Vergnügen!

*Ruedi Haller
Direktor Schweizerischer Nationalpark*

GIPFELSTÜRMER IM KLIMAWANDEL

Die fortschreitende Klimaerwärmung beeinflusst auch den Lebensraum von Pflanzen und Tieren in der alpinen Höhenstufe. So verändert sich etwa die Zusammensetzung der Pflanzendecke immer schneller. Um diesen Prozessen genauer auf die Spur zu kommen, untersuchen Forschende im Schweizerischen Nationalpark neben Pflanzen auch Tausendfüssler, Käfer und Zuckmücken.

Sonja Wipf, Bruno Baur und This Rutishauser

Wer eine Bergtour macht, stellt schnell fest: Je höher über die Waldgrenze man wandert, desto weniger Pflanzenarten sind zu finden. Hätte man die Wanderung vor 100 Jahren gemacht, hätte man jedoch noch weniger Arten vorgefunden. Ähnlich ergeht es den Zoologen: Forschende finden Tierarten in Höhen, wo diese vor 50 oder 100 Jahren noch nicht vorgekommen sind.

HARSCHES BERGKLIMA WIRD MILDER

Die Höhenverbreitung vieler Pflanzen- und wechselwarmer Tierarten wie Gliederfüssern, Amphibien oder Reptilien ist durch die harsche Umwelt begrenzt: Mit zunehmender Höhe leiden sie unter zu kalten oder zu kurzen Sommern. Dass sich mit der Klimaerwärmung der letzten Jahrzehnte viele Arten in grössere Höhen ausbreiten und sich die Zusammensetzung von Flora und Fauna verändert, ist also zu erwarten.

Um diese langfristigen Veränderungen festzustellen, eignen sich Berggipfel besonders gut. Sie dienen als ideale «Dauerbeobachtungsflächen», da der ursprüngliche Aufnahmeort gut lokalisiert werden und die Entwicklung der Flora über die Zeit beobachtet werden kann. Sonja Wipf, Christian Rixen und ihr Team haben zahlreiche historische Pflanzenlisten von Gipfeln aus ganz Europa gefunden und wiederholt. Diese Wiederholungsaufnahmen haben gezeigt, dass die heute angetroffenen Pflanzenarten im Schnitt fast 100 Meter höher vorzufinden sind als noch ein Jahrhundert zuvor.

Auf 90 Prozent der untersuchten Schweizer Gipfel sind die Artenzahlen stark angestiegen – im Durchschnitt um 10 zusätzliche Arten, wie Studien aus dem Gipfflora-Projekt zeigen. Ein eindrückliches Beispiel bietet der Piz Linard im Engadin (3410 m ü. M.). Schon bei der offiziellen Erstbesteigung hat ETH-Professor Oswald Heer die einzige auf dem Gipfel angetroffene Art notiert, und in der Zwischenzeit wurde die Gipfflora des Piz Linard acht weitere Male aufgenommen. Nach 1835, als Heer in den obersten 30 Höhenmetern lediglich ein Individuum des Alpenmannsschildes *Androsace alpina* antraf, stieg die Artenvielfalt in den folgenden hundert Jahren auf 10 Arten an und blieb dann konstant bis in die 1990er-Jahre. Parallel zur starken Erwärmung kamen in den letzten 20 Jahren nicht weniger als 6 zusätzliche Arten hinzu.



Abb. 1 Im Jahr 1835 fand Oswald Heer lediglich ein Individuum des Alpenmannsschildes *Androsace alpina* auf dem Piz Linard, heute gibt es davon Dutzende.

Diese kleinräumigen Veränderungen haben sich auch grossflächig von den Pyrenäen bis nach Skandinavien bestätigt. Dank der umfangreichen Datengrundlage für 302 Berggipfel Europas konnten die Forschenden um Sonja Wipf eine beschleunigte Veränderung in den letzten Jahrzehnten feststellen. Dieses Wissen hat jedoch seinen Preis und erfordert viel Herzblut und Schweiss: Für die Erhebung der Daten nahmen die Forschenden fast 27 000 Leistungskilometer unter die Füsse.



Christian Rixen

GUTE ZEITEN FÜR «ALLERWELTSARTEN»

Diese Neuigkeiten sind jedoch für Pflanzen der alpinen Höhenstufe nur bedingt gut. Gerade in weniger exponierten Lagen bis um 3000 Meter Höhe über Meer beruht die zunehmende Vielfalt auf einwandernden «Allerweltsarten» wie Alpenrispengras *Poa alpina* oder Löwenzahn *Taraxacum alpinum* *aggr.* Diese schmälern die Besonderheit der typischen Flora dieser Standorte. Darüber hinaus nimmt die zur Ansiedlung verfügbare Landfläche wie bei einer Pyramide mit zunehmender Höhe ab. Wenn gleichzeitig zur oberen auch die untere Verbreitungsgrenze einer Art steigt, so schrumpft ihr absolutes Verbreitungsgebiet. Die Zahl der Orte, wo Bodeneigenschaften, Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen sowie Klimabedingungen wie Temperatur und schneefreie Zeit ein Pflanzenwachstum zulassen, nimmt mit der Höhe ebenfalls ab. Mit jeder neuen Art, die einen Gipfel besiedelt, erwächst den angestammten Arten somit eine mögliche Konkurrenz um die beschränkte Ressource der verfügbaren Fläche.

KLEINWÜCHSIGE PFLANZENARTEN BENACHTEILIGT

Die schlechtesten Karten in diesem Konkurrenzkampf haben jene kleinwüchsigen, hochalpinen Pflanzenarten, die auf relativ stabilem, organischem Boden wachsen. Einerseits werden die entsprechenden Kleinstlebensräume mit zunehmender Höhe seltener. Andererseits keimen neu einwandernde Arten aus subalpinen Gebieten genau auf diesen Standorten. Diese «neuen» Arten aus Vegetationstypen mit höherem Konkurrenzdruck können hochalpine Arten verdrängen. Eine Art, die wahrscheinlich aus diesem Grund auf einigen Gipfeln nicht mehr zu finden ist, ist der Bayrische Enzian *Gentiana bavarica*. Sind Arten hingegen auf un stabilem Felsschutt heimisch, sind sie geringerer Konkurrenz «von unten» ausgesetzt und die geeigneten Lebensräume kommen mit zunehmender Höhe häufiger vor. Die Bodenbildung auf Schutthalden ist so langsam, dass diese sogar an tiefer gelegenen Standorten alpinen Arten Lebensraum bieten. Allerdings ist die Datenlage an der unteren Verbreitungsgrenze von alpinen Arten bisher dürftig.

Abb. 2 Auf den ersten Blick sind keine Pflanzen sichtbar, aber in Fels und Geröll verstecken sich 16 Arten. Gipfel des Piz Linard (3410 m ü. M.).



Abb. 4 Seenplatte Macun: Wie verändert der Klimawandel den Lebensraum von Tieren und Pflanzen in den Gewässern?

GIPFELSTÜRMER TAUSENDFÜSSLER?

Es wird vermutet, dass wechselwarme Tiere auf die durch den Klimawandel hervorgerufenen Temperaturveränderungen sensibel reagieren. Allerdings ist die Reaktion bei bodenlebenden Kleintieren wie Würmern, Schnecken und Gliedertieren noch weitgehend unbekannt. Diese wirbellosen Tiere erfüllen eine wichtige Funktion in den Ökosystemen, wie etwa beim Abbau von organischem Material. In einem laufenden Projekt untersuchen José Gilgado und Bruno Baur Veränderungen in der Vielfalt von Tausendfüßlerarten. Sie versuchen herauszufinden, ob auch diese wirbellosen Tiere der Vegetation folgend ihre Ausbreitung auf grössere Höhen verschieben.

Den Grundstein für die Studie legte Walter Bigler mit Aufnahmen aus dem Jahr 1919, die er im SNP gemacht hat. In den Jahren 2018/19 wurde das historische Monitoring wiederholt. Dabei sammelten die Forschenden mit einem standardisierten Vorgehen Tausendfüßler an 90 Standorten, die auf fünf Transektlinien in der Val dal Botsch, Val Trupchun/Val Müschauns, Val Zeznina/Macun, Val Cluozza/Val Sassa und in der Val Tavrü verteilt waren. In enger Kooperation mit der Forschungsgruppe um Stephan Zimmermann (WSL) wurden zudem die Bodeneigenschaften an den einzelnen Standorten untersucht. Dank des Nutzungsverzichts im SNP können allfällige Veränderungen in der Höhenverbreitung der im Boden lebenden Tiere klar auf die Klimaerwärmung zurückgeführt werden, weil menschliche Aktivitäten vor Ort ausgeschlossen werden können.



Abb. 3 *Glomeris alpina*, ein Tausendfüßler, der wesentlich zum Abbau von totem Pflanzenmaterial im SNP beiträgt.



ÜBERLEBEN IN HOCHGELEGENEN SEEN UND TEICHEN

Für aquatische Lebensräume liegen keine Beobachtungen über so lange Zeiträume vor. Die klimatischen Veränderungen haben diese Lebensräume aber ebenso beeinflusst, Wassertemperaturen steigen lassen und vor allem auch das Vorhandensein von Wasser überhaupt verändert. Ein Forschungsteam um Kate Mathers und Christopher Robinson von der EAWAG untersucht hoch gelegene und kleine Teiche und Tümpel. Hier haben grössere wirbellose Tiere zusätzlich zur graduellen Klimaerwärmung mit extremen Veränderungen wie etwa saisonal ausgetrockneten Lebensräumen zu kämpfen. Im SNP studieren die Forschenden in den Teichen auf der Seenplatte von Macun die hierzu entwickelten Überlebensstrategien der wirbellosen Tiere. Eine davon sind «Diapause-Eier», die eine Trockenphase überleben können und aus denen Jungtiere erst bei wieder vorhandenem Wasser schlüpfen. Das Projekt untersucht unter anderem die Vielfalt der Wirbellosen sowie die lokalen und regionalen Variablen, die die ökologischen Muster beeinflussen.

Über das Leben in Seen und Fliessgewässern ist hingegen mehr bekannt als über das der temporär austrocknenden Teiche. Von 2002 bis 2010 fanden Forschende um Brigitte Lods-Crozet und Christopher Robinson auf der Seenplatte von Macun 42 Zuckmückenarten. Sie konnten in Teilen des Seen- und Bachsystems Muster in der Zusammensetzung der Arten dokumentieren, jedoch deren Ursachen nicht eindeutig zuordnen. Welche lokalen Umwelteinflüsse entscheidend sind, ist Inhalt von weiteren Forschungsarbeiten.

Was Forschende in 50 oder 100 Jahren aufgrund unserer heute erhobenen Daten über die Lebensräume erforschen und erfahren werden, steht in den Sternen. Höchstwahrscheinlich werden sie auf weitere neue Lebensräume, Arten und Artenzusammensetzungen treffen und diese auch mit den Daten von heute vergleichen können. 🦋

Sonja Wipf, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, 7260 Davos

Bruno Baur, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Universität Basel, 4056 Basel

This Rutishauser, kontextlabor.ch, 3110 Münsingen

Literatur

LODS-CROZET, B., B. OERTLI & C. T. ROBINSON (2012): Long-term patterns of chironomid assemblages in a high elevation stream/lake network (Switzerland) – Implications to global change. *Fauna norvegica* 31: 71–85.

WIPF, S., V. STÖCKLI, K. HERZ & C. RIXEN (2013): The oldest monitoring site of the Alps revisited: Accelerated increase in plant species richness on Piz Linard summit since 1835. *Plant Ecology & Diversity* 6, 447–455.

STEINBAUER, M., et al. (2018): Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature*, 556, 231–234.

WIPF, S. (2018): Behind the paper: The 26950 km hike for 302 data points. <https://naturecoevocommunity.nature.com/users/89357-sonja-wipf/posts/31880-the-26950-km-hike-for-302-data-points>

NUTZUNGSINTENSIVIERUNG GEFÄHRDET BOTANISCHE VIELFALT

Neben der Diskussion über Klimawandel geht oft unter, dass – ebenfalls vom Menschen verursacht – gegenwärtig weitere globale Ereignisse mit ebenso einschneidenden Konsequenzen stattfinden. Dazu zählen der dramatische Verlust von Tierarten und das Ausbringen von grossen Mengen an Kunstdünger in der Landwirtschaft. Beide Faktoren verursachen eine starke Abnahme der botanischen Vielfalt.

Martin Schütz und Anita C. Risch

DAS ANTHROPOZÄN

Viele Wissenschaftler schlagen vor, das heutige Zeitalter als Anthropozän zu bezeichnen, weil der Mensch zum wichtigsten Umweltfaktor geworden ist. Beispielsweise gab es immer wieder Epochen, in denen in kurzer Zeit in sogenannten Massenaussterben die meisten Lebewesen auf der ganzen Erde ausgelöscht wurden. Während die historischen fünf Massenaussterben – das fünfte betraf unter anderem die Dinosaurier vor 66 Millionen Jahren – vermutlich durch Vulkanismus und Meteoriteneinschläge ausgelöst wurden, verursacht der Mensch das gegenwärtig sechste Massenaussterben. Die Hauptursache ist das ungebremste Bevölkerungswachstum und die damit verbundene Landnutzungsänderung. Ganz allgemein ist die Umgestaltung naturnaher Ökosysteme in landwirtschaftliche Monokulturen mit hohem Dünger- und Pestizideinsatz der wichtigste Faktor für das heutige Massenaussterben (WWF 2018). Daneben spielen weitere Faktoren wie Jagd und Fischerei, Klimawandel, Schadstoffeinträge oder invasive Neobiota eine Rolle.

EINSATZ VON STICKSTOFF- UND PHOSPHORDÜNGER

Neben dem Artensterben wird der ungebremste Einsatz von Dünger in der Nahrungsmittelproduktion als grösste Bedrohung für das Funktionieren aller Ökosysteme auf der Erde gesehen (STEFFEN et al. 2015). Reaktiver Stickstoff und Phosphor, das heisst Nährstoffe, die von Pflanzen direkt aufgenommen werden können, sind heute in fünfmal grösserer Menge auf der Erde vorhanden als in vorindustrieller Zeit. Auch nicht absichtlich gedüngte Flächen wie Ozeane, Nationalpärke oder Rasen und Weiden in den Alpen können sich dem Düngereintrag über die Atmosphäre nicht entziehen.

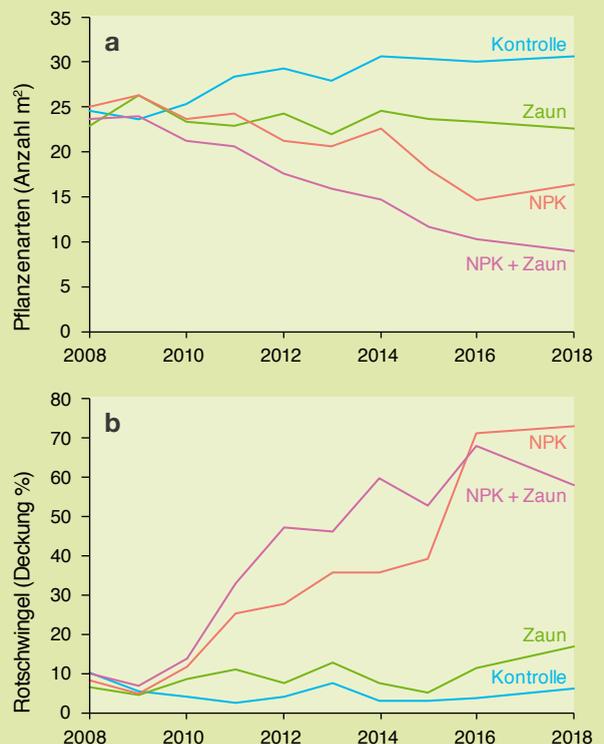


Abb. 1 Einfluss von Düngung und Auszäunung von pflanzenfressenden Tieren auf die Anzahl Pflanzenarten (a) und auf die Entwicklung der Rotschwingel-Bestände (b). Die Versuchsfelder messen 1 × 1 m. Behandlungen: Kontrolle = ohne Behandlung, Zaun = Ausschluss grosser Pflanzenfresser, NPK = Düngung mit Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K).



Abb. 2 Ansicht der Vegetation im Jahr 2017 in einer Zaunfläche ohne grosse Pflanzenfresser (a) und einer mit NPK gedüngten Zaunfläche (b), auf welcher der Rotschwingel aspektbestimmend ist.

VIELE PFLANZENARTEN VERSCHWINDEN

Wir wollten herausfinden, wie sich die weltweit auftretenden Phänomene Artensterben und Düngung auf alpine Rasen auswirken. Dazu wählten wir im Regionalen Naturpark Biosfera Val Müstair oberhalb von Lü ein knapp über der Waldgrenze gelegenes Gebiet aus. Von 2008 bis 2018 verfolgten wir die Veränderung der Vegetation auf den 30 Versuchsflächen, wenn jährlich mit Stickstoff, Phosphor und Kalium gedüngt wird und grössere pflanzenfressende Tiere fehlen. Wir hinderten die Tiere mit Zäunen am Betreten der Flächen. Düngung wie auch Auszäunung von Pflanzenfressern hatten beide tendenziell denselben Effekt auf die Vegetation: Die Artenvielfalt nahm stark ab (Abbildungen 1a und 2). Während auf unbehandelten Flächen (keine Düngung, Pflanzenfresser haben Zutritt) die Artenvielfalt während der elf Versuchsjahre von 25 auf 31 Pflanzenarten pro Quadratmeter zunahm, blieb sie auf eingezäunten Flächen mit 23 Arten konstant. Auf gedüngten Flächen nahm die Artenvielfalt um 36% von 25 auf 16 Arten ab und auf den gedüngten und eingezäunten Flächen um 63% auf nur noch 9 Pflanzenarten.

EINE EINZIGE PFLANZENART PROFITIERT

Der Rotschwingel *Festuca rubra*, ein sehr häufiges Gras auf Wiesen und Weiden, profitierte vom Fernhalten pflanzenfressender Tiere, aber vor allem vom Düngen (Abbildungen 1b und 2b). Bedeckte der Rotschwingel bei Versuchsbeginn rund 10% einer Versuchsfläche, sind es heute 7% (Kontrolle), 17% (Zaun), 73% (gedüngt) und 58% (gedüngt und Zaun). Der Rotschwingel dominiert zum Teil so stark und wächst so dicht, dass alle anderen Pflanzenarten vom Licht abgeschnitten werden und absterben. Sind in einer Zaunfläche (Abbildung 2a) auf einer Einheitsfläche leicht 13 verschiedene Pflanzenarten und zusätzlich verschiedene Moos- sowie Flechtenarten zu erkennen, sind auf einer gedüngten und gezäunten Fläche (Abbildung 2b) neben dem Rotschwingel nur mit viel Mühe noch zwei weitere Pflanzenarten auszumachen. Moose und Flechten sind alle abgestorben. Solche artenarme Ökosysteme werden instabil und können sich nicht mehr an ändernde Umweltbedingungen anpassen (HAUTIER et al. 2014). 🌿

Literatur

HAUTIER, Y., et al. (2014): Eutrophication weakens stabilizing effects of diversity in natural grasslands. *Nature* 508, 521–525.

STEFFEN, W., et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855.

WWF (2018): The living planet report 2018: Aiming higher. WWF, Gland.

INVASIVE ARTEN: VORSORGE- MASSNAHMEN IM SNP

Der Schweizerische Nationalpark will die natürliche Dynamik bewahren und vom Menschen unbeeinflusste Prozesse im Parkgebiet aufrechterhalten. Wie wird aber mit nicht einheimischen Arten umgegangen, die unabsichtlich durch Menschen in den Park gelangen?

Bruno Baur und Hans-Peter Rusterholz

Jede Pflanzen- und Tierart ist im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte in einem Gebiet – beispielsweise in einem Gebirge oder auf einer Insel – entstanden und hat sich in diesem Ursprungsgebiet an die Umweltbedingungen angepasst. In ihrem natürlichen Ausbreitungsgebiet sind diese Arten einheimisch. Verändern sich die klimatischen Bedingungen über längere Zeiträume, führt dies zu einer Ausweitung oder Schrumpfung der Ausbreitungsareale. Die Wiederbesiedlung eisfreier Flächen nach dem Rückzug der Gletscher ist ein Beispiel dieses natürlichen Prozesses.

Bei der Besiedlung neuer Gebiete der Erde oder auf Reisen zwischen Ländern und Kontinenten haben Menschen schon immer absichtlich oder unabsichtlich Pflanzen und Tiere mitgenommen. Dadurch konnten diese oft ausserhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes Fuss fassen. So gelangten viele Pflanzen und Tiere aus Übersee und anderen entfernten Regionen nach Europa. Die Entdeckung Amerikas 1492 und der Start des weltweiten Personen- und Warenverkehrs sind der Wendepunkt: In neue Lebensräume gebrachte Arten gelten seither als nicht einheimisch oder gebietsfremd. Bei nicht einheimischen Pflanzen spricht man von Neophyten, bei Tieren von Neozoen. Zusammen werden sie Neobionten genannt.

INVASIVE ARTEN VERÄNDERN ÖKOSYSTEME

Die stark angestiegene Mobilität und der globalisierte Handel führen immer häufiger zu einem gezielten Einführen oder zufälligen Einschleppen nicht einheimischer Arten. Ein Teil dieser Neobionten kann sich aufgrund ihrer starken Konkurrenzkraft oder wegen fehlender Frassfeinde an neuen Standorten stark vermehren, was negative Auswirkungen auf die Umwelt hat. Diese sogenannten invasiven Arten verursachen ökologische und ökonomische Schäden. Ökologische Schäden betreffen die Gefährdung und Verdrängung von einheimischen Arten durch Konkurrenz oder Prädation oder durch die Übertragung von Krankheiten oder Parasiten. Auch die Hybridisierung invasiver mit verwandten einheimischen Arten, die dadurch ihre arteigene Identität verlieren, gehört dazu. Die durch invasive Arten reduzierte einheimische Artenvielfalt wirkt sich schliesslich direkt oder indirekt auf den Zustand und die Funktion der Ökosysteme aus. Deshalb werden vielerorts grosse Anstrengungen unternommen, um invasive Arten wie die Kanadische Goldrute oder das Drüsige Springkraut aus natürlichen Ökosystemen wieder zu entfernen. In vielen Fällen lässt sich die Invasion jedoch nicht mehr rückgängig machen.



Abb. 1 Rund um Parkplätze im SNP werden die vorkommenden Pflanzenarten regelmässig untersucht.

Schutzgebiete wie Nationalpärke werden von Neobionten nicht verschont. So hat beispielsweise die Kartoffelrose *Rosa rugosa* die ursprüngliche Sanddünen-Vegetation der Ostfriesischen Inseln im Nationalpark Wattenmeer in kurzer Zeit überwuchert und die einheimischen Arten verdrängt. In alpinen Lebensräumen gibt es bisher noch wenig invasive Arten. Ergebnisse aus neueren Studien zeigen aber, dass einige Neobionten auch in höhere Lagen vordringen können. Da viele dieser nicht einheimischen Organismen aus warmen Regionen stammen, dürfte die fortschreitende Klimaerwärmung ihre Überlebens- und damit Etablierungschancen erhöhen.

VORSORGEMASSNAHMEN UND AUFKLÄRUNG

Im Schweizerischen Nationalpark wurden deshalb Vorsorgemassnahmen eingeleitet, um das Risiko der unbeabsichtigten Einfuhr von Neophyten durch Parkbesucher zu minimieren. Zum Beispiel können Pflanzensamen durch Autos oder mit Restschmutz an Wanderschuhen in den Park gelangen. Deshalb werden in regelmässigen Abständen die um die Parkplätze an der Ofenpasstrasse wachsenden Pflanzen protokolliert und potenziell invasive Arten der Parkverwaltung gemeldet. Es ist aber auch möglich, dass Samen von invasiven Pflanzen, die ausserhalb des Nationalparks wachsen, am Fell von Wildtieren anhaften und später im Schutzgebiet abgestreift werden. Dies ist einer von mehreren Mechanismen, wie invasive Arten ihr Verbreitungsgebiet ausweiten. Dagegen gibt es keine Vorsorgemassnahmen.

Bei Tieren, vor allem bei Wirbellosen von geringer Grösse, werden Neozoen oft erst wahrgenommen, wenn sie häufig werden oder bereits Schäden auftreten. Die Spanische Wegschnecke *Arion vulgaris* wurde 2008 erstmals im Unterengadin und ein Jahr später in der Val Müstair nachgewiesen. Diese invasive Art kann auf Höhen von bis 2000 m. ü. M. leben. Sie verdrängt einheimische Nacktschnecken im Wald, hybridisiert mit der einheimischen Wegschnecke und kann ein bedeutender Zwischenwirt für Parasiten von Hirschen, Gämsen und Steinböcken sein. Die Spanische Wegschnecke dürfte den Nationalpark in den nächsten Jahren besiedeln.

Eine objektive Vermittlung der wissenschaftlichen Fakten über invasive Arten ist von grosser Bedeutung. Dabei sollte eine klare Trennung zwischen von Menschen eingeführten und aufgrund des Klimawandels eingewanderten Arten gemacht werden. 🐌

Bruno Baur, Hans-Peter Rusterholz, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Universität Basel, 4056 Basel



Abb. 2 Samen des Felsen-Kreuzkrauts werden häufig durch Autos verbreitet.



Abb. 3 Die Spanische Wegschnecke ist eine invasive Art, die demnächst den SNP besiedeln dürfte.

FUNKTIONELLE DIVERSITÄT IN DER NATIONALPARKREGION

Die Vielfalt von Pflanzenarten und ihren Funktionen und Beziehungsnetzen in alpinen Wiesen und Weiden zeigt den Zustand dieser Ökosysteme. Je vielfältiger die Funktionen sind, desto besser kann das Ökosystem auf Änderungen der Umwelt reagieren. Aus diesem Grund richten Ökologen heute ihr Augenmerk auf diesen Aspekt der Biodiversität.

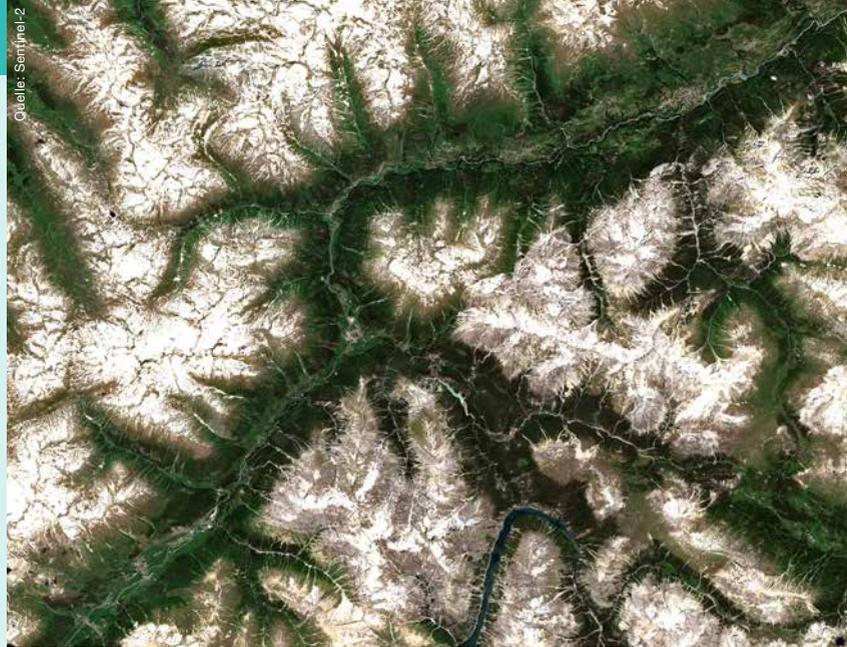
Christian Rossi und Ruedi Haller

Biodiversität ist mehr als nur Artenvielfalt. Funktionelle Diversität lässt sich mit Eigenschaften von Pflanzen beschreiben. Diese Eigenschaften können bei Pflanzen auf Weiden die Vegetationshöhe, der Stickstoffgehalt im Blatt oder die Speicherfähigkeit von Wasser sein. Ein eingängiges Beispiel ist die Blattdichte. Sie spielt unter anderem bei der Transpiration von Wasser durch das Blatt eine grosse Rolle. Vereinfacht gesagt: je dichter das Blatt, desto geringer die Transpiration. Muss die Pflanze Transpiration verhindern, ist sie gezwungen, viel in den Aufbau der Zellwände und damit in die Produktion von Zellulose zu investieren. Das lohnt sich nur, wenn das Blatt lange bestehen bleibt. Ein solch konservativer Umgang mit Ressourcen ist für ungestörte, wenig produktive Lebensräume charakteristisch. Wird die Pflanze tendenziell mehr gestört wie etwa durch Äsung von Tieren oder Mahd oder ist sie einer grösseren Konkurrenz ausgesetzt, eignet sich dieser Standort für eine rasch wachsende Pflanze. Diese Pflanzen können Nährstoffe schnell aufnehmen und nutzen. Ihre Überlebensstrategie heisst, schnell in die Höhe zu wachsen anstatt in Zellwände und Haltbarkeit zu investieren.

Die Diversität der Eigenschaften in einer Pflanzengemeinschaft zeigt, wie effektiv und divers verfügbare Ressourcen genutzt werden und wie Pflanzen untereinander konkurrenzieren oder koexistieren. Je mehr Eigenschaften auf einer alpinen Weide vorkommen, desto mehr Dienstleistungen kann das Ökosystem für den Menschen erbringen: Nahrungsproduktion, die Filterung von Trinkwasser oder die Regulierung von Klimabedingungen.

ANALYSE VON SIEBEN BEWIRTSCHAFTUNGSFORMEN

Im Schweizerischen Nationalpark (SNP) und seiner Umgebung untersucht eine Studie den Einfluss von verschiedenen Bewirtschaftungsformen auf funktionelle Eigenschaften und die daraus abgeleitete funktionelle Diversität. Die alpinen Weiden des Nationalparks dienen dabei als eine von verschiedenen möglichen «Bewirtschaftungsformen». Hier bewirtschaften Rothirsche, Gämsen, Steinböcke und andere Pflanzenfresser die Weiden. Ausserhalb des Parkgebiets interveniert der Mensch, wo die Weiden durch Nutztiere bestossen oder die Wiesen gemäht werden. Mit einer Kombination aus Feldmessungen und Fernerkundungsdaten untersucht die Studie sieben verschiedene Bewirtschaftungsformen (Abbildung 1).



HUFTIERE SCHAFFEN EXTENSIV BEWIRTSCHAFTETE WEIDEN IM SNP

Trotz der über hundertjährigen Abwesenheit von anthropogenen Einflüssen zeigen Durchschnittswerte von Pflanzeigenschaften im SNP kaum Unterschiede zu den Weiden in der Umgebung (Abbildung 2). Man könnte infolge der Aufgabe der alpwirtschaftlichen Tätigkeiten vermuten, dass Pflanzen, welche Merkmale eines sparsamen Gebrauchs der Ressourcen mit geringen Störungen aufzeigen, vermehrt vorkommen. Stattdessen findet man auch mehrere Pflanzengemeinschaften, welche grosszügig Ressourcen aufnehmen und verwenden. Die alpwirtschaftlichen Hinterlassenschaften und die teilweise intensive Beäsung durch Wildtiere prägen die Weidelandschaft im Park. Der Bestand von Huftieren im SNP ist vergleichbar mit einer extensiv bewirtschafteten Weide im alpinen Raum und gewährleistet den Erhalt von offenen Weideflächen. Auf stickstoffangereicherten Böden um ehemalige Stallungen sind im Park heute noch hochwüchsige Pflanzen, welche in ein schnelles Wachstum investieren, vorzufinden.

Abb. 1 Satellitenbild des Engadins als Grundlage für die Quantifizierung von pflanzlichen Eigenschaften. Je nach Struktur und chemischen Eigenschaften reflektieren Pflanzen das Licht auf verschiedene Weise. Dies ist im Satellitenbild erkennbar. Die Wiesen in Valchava (links oben) und die Kuhweide in Buffalora (links unten) zeigen verschiedene Bewirtschaftungsformen.

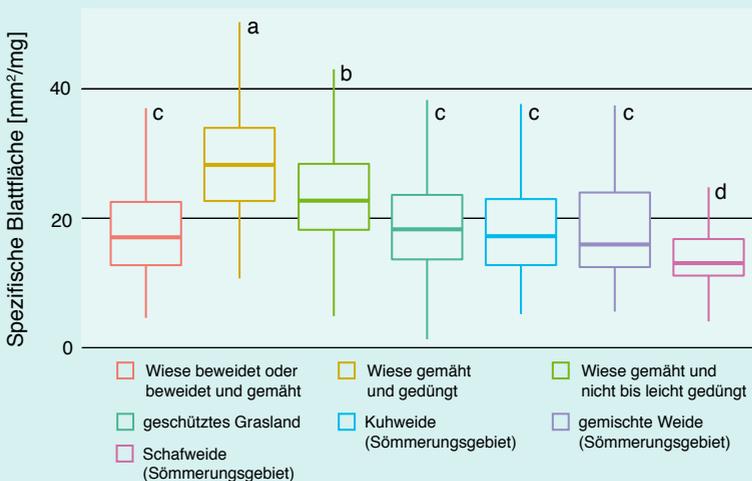


Abb. 2 Das Verhältnis der Blattflächen der Pflanzen zur Masse (= Spezifische Blattfläche) in sieben unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen. Hohe Werte bedeuten eine weniger dichte Blattstruktur. Die horizontalen dicken Linien zeigen den Mittelwert an. Gleiche Buchstaben bedeuten statistisch gesehen keine Unterschiede zwischen den analysierten Bewirtschaftungsformen.

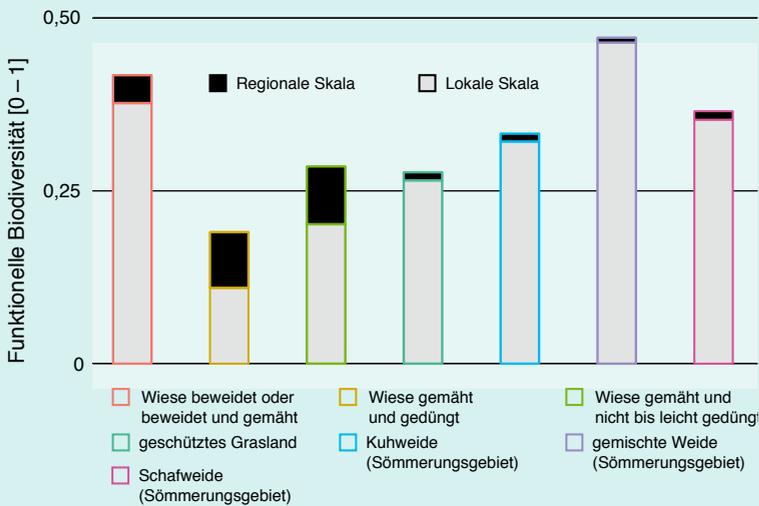


Abb. 3 Durchschnittliche Werte der funktionellen Diversität einer Landschaft berechnet aus:
Lokale Skala: Im Feld erhoben und berechnet aus der statistischen Verteilung der Eigenschaften (Standardabweichung der spezifischen Blattfläche) einer Gemeinschaft (= Fläche).
Regionale Skala: Aus den Satellitenbildern ermittelte Mittelwerte der Diversität zwischen gleichbewirtschafteten Gemeinschaften (= Flächen). Die Summe aus beiden Skalen ergibt ein vollständiges Diversitätsbild der Landschaft.

Bei dieser Annäherung an Biodiversität ist die Artenvielfalt nicht entscheidend. Sie ist nur dann ein Indikator für eine hohe funktionelle Vielfalt einer Gemeinschaft, wenn zwischen Arten keine Nischenüberlappung herrscht. Oder anders ausgedrückt ist es entscheidender, wie stark sich die Arten voneinander unterscheiden. Auf lokaler Ebene zeigt die Beweidung unabhängig von Wild- oder Nutztieren in der Region eine höhere Vielfalt an Eigenschaften im Vergleich zu Wiesen auf (Abbildung 3). Begünstigt wird ein vielfältiges Muster von Eigenschaften durch einen selektiven Weidedruck der Huftiere. So befinden sich auf engstem Raum Pflanzen, die beäst werden, neben solchen, die ungestört bleiben. Mehrmals im Jahr gedüngte Wiesen im Engadin und in der Val Müstair zeigen hingegen eine niedrigere funktionelle Diversität. Diese ist stark durch ein ungleiches Verhältnis zugunsten von konkurrenzfähigen Pflanzen mit schnellem Wachstum charakterisiert. Eine solch ineffiziente Nutzung der Ressourcen führt zu einer verringerten Funktion des Ökosystems.

EXTENSIVERE BEWIRTSCHAFTUNGSFORMEN GEWÄHRLEISTEN RESILIENZ

Ein vielfältiges und anpassungsfähiges Ökosystem weist eine hohe Diversität an pflanzlichen Eigenschaften auf. Die Summe aus kleinräumiger und grossräumiger funktioneller Diversität zeigt uns im Untersuchungsgebiet ein Landschaftsbild, welches durch die Verbreitung von gemähten und gedüngten Wiesen mit geringer funktioneller Diversität alarmierend ist. Als Massnahmen sollen extensivere Bewirtschaftungsformen und auf gewissen Flächen der allfällige Nutzungsverzicht geprüft und eingeführt werden, um neben der Artenvielfalt auch die Resilienz und Funktionalität des ganzen Ökosystems in der Region zu gewährleisten. 🌿

Christian Rossi und Ruedi Haller, Schweizerischer Nationalpark, 7530 Zermatt

Literatur

DÍAZ, S., J. KATTGE, J. H. CORNELISSEN, I. J. WRIGHT, S. LAVOREL, S. DRAY, B. REU, M. KLEYER, C. WIRTH, I. C. PRENTICE, et al. (2016): The global spectrum of plant form and function. *Nature*, 529(7585), 167.

DÍAZ, S., S. LAVOREL, F. S. CHAPIN III, P. A. TECCO, D. E. GURVICH & K. GRIGULIS (2007): Functional diversity – at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In: CANADELL, J. G., D. E. PATAKI, L. F. PITELKA, (eds.) *Terrestrial ecosystems in a changing world*. Springer, Berlin, Heidelberg, 81–91.

MCINTYRE, S. (2008): The role of plant leaf attributes in linking land use to ecosystem function in temperate grassy vegetation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128(4), 251–258.

ROSSI, C., M. KNEUBÜHLER, M. SCHÜTZ, M. E. SCHAEPMAN, R. M. HALLER & A. C. RISCH (2020): From local to regional: Functional diversity in differently managed alpine grasslands. *Remote Sensing of Environment*, 236, 111415.

LEBENSRAUMVIELFALT IN DER UNGUNSTZONE

Hochgebirge sind in vielen Teilen der Welt die letzten grossflächigen Naturräume und oft Hotspots der Biodiversität. Die Organismenvielfalt spiegelt das Mosaik der Lebensraumvielfalt wider. In einer Feldstudie am Hotspot Furka fanden 47 Expertinnen und Experten 2098 Arten von Pflanzen, Tieren und Pilzen und 43 Neufunde für die Schweiz.

This Rutishauser

Öd und unwirtlich scheint das Leben über 2000 Metern Höhe zu sein. Dabei gibt es auf jenem Drittel der Fläche der Schweiz einen enormen Reichtum an Pflanzen- und Tierarten. Der vermeintlichen Ungunst des Klimas zum Trotz lebt zwischen der Obergrenze des Bergwaldes und den höchsten Alpengipfeln rund ein Viertel aller einheimischen Blütenpflanzenarten der Schweiz (Abbildung 1). Diese Vielfalt ist wichtig, da sie unter anderem steile Hänge vor Erosion sichert und so die Täler bewohnbar macht. Wie gross die Artenvielfalt im baumfreien Hochgebirge wirklich ist, zeigt eine Übersicht einer gross angelegten Feldstudie für die Furkpass-Region um 2450 Metern über Meer, die Erika Hiltbrunner und Christian Körner von der Universität Basel 2018 herausgegeben haben.

VIELFALT DER ALPINEN LEBENSÄUME: KLIMAGRADIENTEN UND HABITATMOSAIKE

Der grosse Artenreichtum der Gebirgslandschaft gründet in der Vielfalt der Lebensräume in einem kleinen Gebiet (Abbildung 2). Enorme Höhenunterschiede vereinen über kurze Distanz Klimabedingungen, die sonst nur über Tausende von Kilometern in Richtung der Pole zu finden sind. Die Ausrichtung der Hänge zur Sonne wiederum schafft auf gleicher Meereshöhe Unterschiede im Tagesklima, die dem Temperaturunterschied von mehr als tausend Höhenmetern entsprechen können. Die Strukturierung der Landoberfläche ist die Grundlage für ein buntes Mosaik von Habitaten, die sich in Mikroklima, Schneedeckendauer, Wasser- und Nährstoffangebot unterscheiden. Der geologische Untergrund beeinflusst den Typ von Karbonat- oder Silikatböden. Feuchtlebensräume wie Quellmoore, Bergseen und Bergbäche schliesslich erhöhen das Spektrum der Lebensraumvielfalt zusätzlich.

ARTENGEMEINSCHAFTEN SIND MEHR ALS DIE SUMME DER ARTEN

Räumlich stark schwankende Lebensbedingungen bewirken im Hochgebirge ein reiches Spektrum an Arten, die sich mit ihren unterschiedlichen Ansprüchen gegenseitig nicht nur konkurrenzieren, sondern auch ergänzen. Zusammen bilden Pflanzen und Tiere an jedem Kleinstandort ein komplexes Nahrungsnetz. Um solche wechselseitigen Beziehungen aufzudecken, ist es nötig, für die Arten streng lebensraumspezifische Inventare zu erstellen. Die Analyse der Biodiversität auf der Furka orientierte sich an diesem Habitatkonzept.



Christian Körner

Abb. 1 Das Gletschervorfeld erweist sich als besonders artenreich. Die kriechende Nelkenwurz oder auch Petersbart genannt *Geum reptans* ist mit seinen Ausläufern auf Schutt ein Beispiel einer besonders erfolgreichen Art.



Christian Körner

Abb. 2 Die Forschungsstation ALPFOR auf 2450 m ü. M. ist eingebettet in eine besonders vielfältige alpine Natur. Im Vordergrund ein Bürstlingsrasen mit blühendem Alpenklee *Trifolium alpinum*.



Abb. 3 Um jeder der über 200 gefundenen Flechtenarten den richtigen Namen zu geben, braucht es Mikroskop, Ausdauer und viel Wissen.

Die Umwelt, also die Lebensbedingungen, beeinflussen die Lebewesen einerseits direkt. Durch die Nutzung des Sonnenlichts sind Pflanzen als Primärproduzenten die Basis des Nahrungsnetzes. Aber Pflanzen brauchen andererseits auch Bodenorganismen, um an Nähr- und Mineralstoffe zu gelangen. Tiere fressen Pflanzen, verbreiten ihre Samen, bestäuben die Blüten oder fressen andere Pflanzenfresser. Nebst Futter bieten Pflanzen und Pflanzenbestände ein günstiges Mikroklima. Pflanzenbestände bieten also Schutz vor harschen Wetterbedingungen, aber für Kleintiere auch Schutz vor Räubern. Die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Organismen wirken sich schliesslich auf die Ökosystemleistungen und die Stabilität des Ökosystems aus. Deshalb gelten artenreiche Gemeinschaften als stabiler.

In einfach verständlicher Klarheit bietet die Studie über den Hotspot Furka eine kompakte Zusammenstellung aller gefundenen Arten, die theoretische Überlegungen reich illustrieren und unterlegen. Im Idealfall kann man eine solche Aufnahme nach einigen Jahren wiederholen und Veränderungen aufdecken.

BIODIVERSITÄTS-HOTSPOT FURKA

Am Furkapass, am Übergang von fetten Alpweiden zum ewigen Schnee, findet sich eine enorme Habitat-Vielfalt, die eine sehr hohe Artenvielfalt erwarten lässt. Die geologische Vielfalt (Böden auf Silikat und Karbonat) spielt dabei eine wichtige Rolle. Die Folge: Im Umkreis von rund einem Kilometer um die Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR) findet sich die Hälfte der Alpen-Flora der Schweiz. An vier Tagen im Juli 2012 haben 47 Expertinnen und Experten in elf verschiedenen Lebensraumtypen die Artenzahl von 27 Organismengruppen erfasst und landeten nach oft mühsamer Bestimmungsarbeit bei nahezu 2100 Arten, die einen wissenschaftlichen Namen tragen (Abbildung 3). Diese Zahl kommt erstaunlich nahe an die vorgängige Schätzung durch das Forschungsteam von rund 2200. Allein Blütenpflanzen, Moose, Flechten, Pilze und Kieselalgen stellen fast 1400 Arten. Rund 720 Tierarten ohne Einzeller wurden gezählt. 43 Neufunde für die Schweizer Alpen und die Schweiz übertrafen die kühnsten Erwartungen. Allerdings wurden einige wichtige Tiergruppen wie die mikroskopischen Fadenwürmer und weitere Bodentiere nicht bestimmt und studiert. Die nicht erfasste Vielfalt der Algen und vor allem die der Bodenbakterien würde das Artenspektrum locker verdreifachen.



Abb. 4 **Schöne, überraschende Vielfalt:** Das immergrüne Felsenblümchen *Draba aizoides* mit Blick auf das Finsteraarhorn

EINE MODELLSTUDIE FÜR DIE ALPINE STUFE

Die Studie an der Furka macht offensichtlich, dass der alpine Lebensraum oberhalb des Bergwaldes einen unglaublichen Reichtum an Organismen aufweist. Was für uns Menschen oft karg und lebensfeindlich wirkt, ist Heimat für eine grosse Zahl von Spezialisten. Die alpinen Kleinlebensräume, die in der Furkaregion studiert wurden, kommen quer über den Alpenbogen vor, sind also sehr repräsentativ. Was die Furkaregion artenreich macht, ist die geologische Vielfalt. Ein schmales Karbonatband zieht sich zwischen Gotthard- und Aaremassiv mit nacheiszeitlichen Schutt- und Staubverlagerungen durch, was ein breites Spektrum bodenchemischer Bedingungen schafft. Ebenso ermöglicht der höhere Niederschlag viele Feuchtbiotope.

Mit dem Schweizerischen Nationalpark (SNP) sind direkte Vergleiche nicht möglich. Zurzeit fehlen im SNP die kompletten Erhebungen eines Hotspot-Experiments. Gerade die geologische Vielfalt mit Ultrabasika, Amphibolit, Dolomit, Kalk, Rauhacke, Brekzien und Sandsteinen aller Art sowie Gneis und Granit bietet aber eine grosse geologische Diversität, die für einen zukünftigen Vergleich beste Voraussetzungen schafft. Dann würde sich auch zeigen, ob etliche auf Silikatböden spezialisierte Arten auf der Furka auch im SNP zu finden sind.

Von bisherigen Biodiversitätserhebungen unterscheidet sich die «Hotspot Furka»-Studie dadurch, dass sie alle studierten Organismengruppen koordiniert erfasste, das heisst getrennt nach definierten und in der Landschaft dauerhaft gekennzeichneten Lebensraumtypen, was nicht nur die Übertragbarkeit der Resultate in andere Regionen erleichtert, sondern auch eine Wiederholung in späteren Jahren unter gleich definierten Rahmenbedingungen erlaubt. Das sollte es ermöglichen, langfristige Änderungen aufzudecken.

Die reich bebilderte Broschüre eignet sich hervorragend zur Weiterbildung und im Schulunterricht. Die Leserinnen und Leser lernen in knappen Worten die wichtigsten Organismengruppen der Schweiz kennen und verstehen und bekommen diese beispielhaft für die alpine Welt auch zu sehen. 🌱

This Rutishauser, kontextlabor.ch, 3110 Münsingen

Literatur

HILTBRUNNER, E. & C. KÖRNER (2018): Hotspot Furka: Biologische Vielfalt im Gebirge. Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka und Universität Basel.

Kostenloser Bezug der Broschüre
ALPFOR, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel,
erika.hiltbrunner@unibas.ch

AKZEPTANZ, IDENTIFIKATION UND ENGAGEMENT IM UNESCO-BIOSPHÄRENRESERVAT

Eine internationale Studie erforschte Akzeptanz, Identifikation und Engagement der Bevölkerung in UNESCO-Biosphärenreservaten in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Studie zeigt, dass die Bevölkerung in der Region UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair bei einer erneuten Abstimmung wieder dafür stimmen würde. Die Identifikation mit dem Biosphärenreservat ist jedoch nur mittelmässig und die Bevölkerung kennt die Möglichkeiten sich zu engagieren nur schlecht. Die Resultate fliessen in die Weiterentwicklung der Biosphärenreservate ein.

Angelika Abderhalden, Linda Feichtinger und Ursula Schüpbach

UNESCO-Biosphärenreservate (BR) haben zum Ziel, die Natur- und Kulturlandschaften zu schützen und gleichzeitig Modellregionen für eine nachhaltige ökologische, ökonomische und soziale Entwicklung zu sein. Die Ausprägung und Gestaltung der nachhaltigen Entwicklung hängt eng mit den Erwartungen und Wünschen der lokalen Bevölkerung zusammen, deren Beteiligung ist deshalb Voraussetzung für eine erfolgreiche Weiterentwicklung. Die Ausdehnung und Zonierung des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair ist in Abbildung 1 dargestellt.

Ein internationales Team aus Forschenden und lokalen Verantwortlichen hat 2018 in allen Gemeinden des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair (S-chanf, Zernez, Val Müstair, Scuol) die Akzeptanz, die Identifikation und das Engagement der Bevölkerung erfragt und analysiert. Gleichzeitig wurden auch Erhebungen in der Biosphäre Entlebuch sowie in je drei BR in Deutschland (Berchtesgadener Land, Schwäbische Alb, Südschwarzwald) und Österreich (Grosses Walsertal, Salzburger Lungau, Kärntner Nockberge) durchgeführt. Ziel dieser Umfragen war, interessierten Personen und Personengruppen die Möglichkeit zu geben, mit ihrer Beurteilung aktiv zur Entwicklung des jeweiligen BRs beizutragen. Überdies erhalten die Verantwortlichen der BR dank der internationalen Zusammenarbeit nicht nur Rückmeldungen und Massnahmenvorschläge aus der eigenen Region, sondern können diese mit sieben weiteren Regionen vergleichen.

Für die Studie wurden in 8 BR 28 566 Fragebogen verschickt (BR Engiadina Val Müstair 5923). Der Rücklauf betrug insgesamt 5128 (18%). Im BR Engiadina Val Müstair gingen 917 Antworten ein, was einem Rücklauf von 15% entspricht.

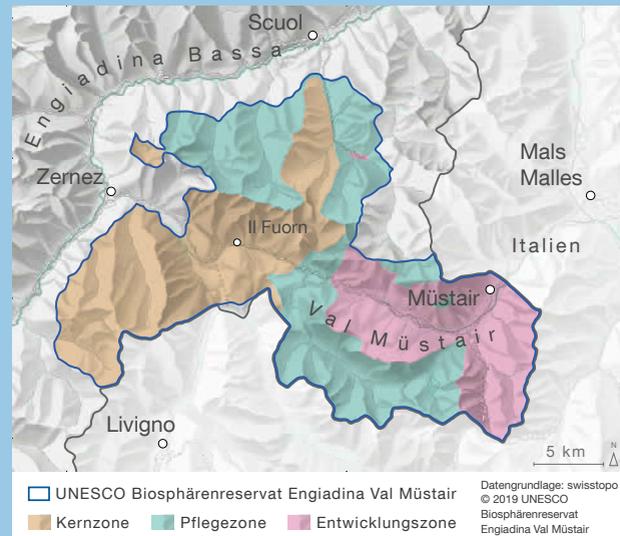


Abb. 1 Ausdehnung und Zonierung des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair

Für die Auswertung der Fragen, die direkt das BR oder dessen Aufgaben betreffen, war es wichtig diejenigen Personen zu filtern, die das jeweilige BR kennen und gleichzeitig angeben, dass dessen Aufgaben bekannt sind. Erfreulich ist, dass der Bekanntheitsgrad bei der Bevölkerung in allen untersuchten BR hoch liegt. Die meisten der befragten Personen (Durchschnitt 80,4 %) hatten schon einmal von dem jeweiligen BR gehört. Das BR Engiadina Val Müstair liegt mit 86,7 % Bekanntheit sogar über dem Durchschnitt. Dagegen sind die Aufgaben eines BRs in fast allen BR nur ungefähr bekannt.

Zum Zeitpunkt der Befragung trug das BR Engiadina Val Müstair das Label für den in Abbildung 1 dargestellten Perimeter erst ein Jahr. Aufgrund dessen war es für die Deutung der Ergebnisse wichtig zu wissen, was die Befragten darunter verstehen. Es waren Mehrfachnennungen möglich, weshalb die Resultate 100 % übersteigen:

57 % der Befragten gaben an, dass sie mit UNESCO-Biosfera Engiadina Val Müstair den Regionalen Naturpark Biosfera Val Müstair verbinden. Etwas weniger (52,1 %) gaben an, dass sie das BR mit dem Schweizerischen Nationalpark gleichsetzen, während 46,1 % darunter das eigentliche UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair meinen (Abbildung 2).

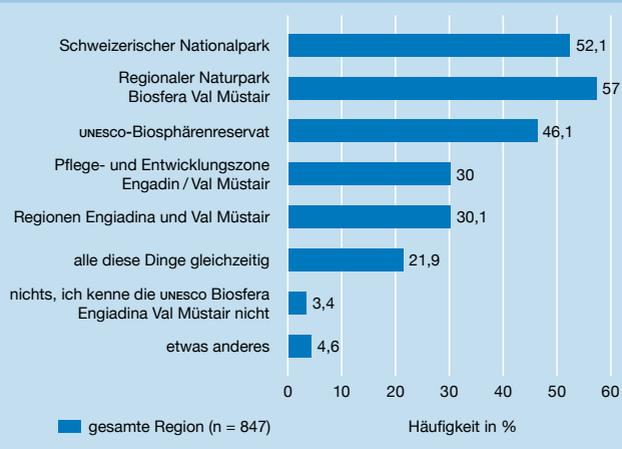


Abb. 2 «Was verbinden Sie in erster Linie mit der UNESCO-Biosfera Engiadina Val Müstair?»; es sind Mehrfachantworten möglich.

Körperschaft / Name	Erläuterung / Perimeter	bestehend seit
Schweizerischer Nationalpark (SNP)	<ul style="list-style-type: none"> • Wildnisgebiet nach IUCN Kategorie 1a (höchste Schutzklasse) • 1979–2017 UNESCO-Biosphärenreservat Parc Naziunal • Seit 2017 Kernzone des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair (neue Kriterien gemäss Sevilla-Strategie) • Teile des Gemeindegebiets S-chanf, Zernez, Val Müstair, Scuol 	1914
Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair	<ul style="list-style-type: none"> • Regionaler Naturpark • Teile der Pflege- und Entwicklungszone UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair (seit 2017) • Gesamtes Gemeindegebiet Val Müstair 	2011
Pflege- und Entwicklungszone Engadin / Val Müstair	<ul style="list-style-type: none"> • Pflege- und Entwicklungszone des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair • Gesamtes Gemeindegebiet Val Müstair (ausser Val Nügli) und Teile des Gemeindegebiets Scuol 	2017
UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair	<ul style="list-style-type: none"> • Kernzone Schweizerischer Nationalpark • Pflege- und Entwicklungszone Engiadina Val Müstair • Teile des Gemeindegebiets S-chanf, Zernez und Scuol, gesamtes Gemeindegebiet Val Müstair 	2017

ERGEBNISSE ZU AKZEPTANZ, IDENTIFIKATION UND ENGAGEMENT

Nachfolgend werden die Akzeptanz und Identifikation sowie das Engagement aller Befragten dargestellt, denen das jeweilige BR ein Begriff ist. Ziel war es, das Verständnis der gegenseitigen Beeinflussung und Abhängigkeiten der drei Komponenten sowie die darauf einwirkenden weiteren Faktoren zu verstehen.

INSGESAM EINE HOHE AKZEPTANZ

Die Akzeptanz der BR wurde durch verschiedene Indikatoren ermittelt. Hier werden zwei davon – die Einstellung der Bevölkerung und das Abstimmungsverhalten – dargestellt. Mittels fünf Aussagen gaben die Befragten an, wie sie gegenüber dem BR eingestellt sind (Abbildung 3). In sämtlichen acht Biosphärenreservaten ist die Einstellung der Befragten gegenüber dem BR im Durchschnitt deutlich positiv. Im internationalen Vergleich schneidet das BR Engiadina Val Müstair jedoch am wenigsten gut ab. Es ist anzunehmen, dass dies beim noch jungen Label und der schwierig kommunizierbaren Organisationsform liegt. Die getrennte Auswertung nach Antworten aus dem Engadin und aus dem Val Müstair zeigt, dass die Befragten aus dem Engadin eine signifikant bessere Einstellung dem Biosphärenreservat gegenüber haben und es in seiner Wirkung positiver einschätzen als diejenigen aus dem Val Müstair.

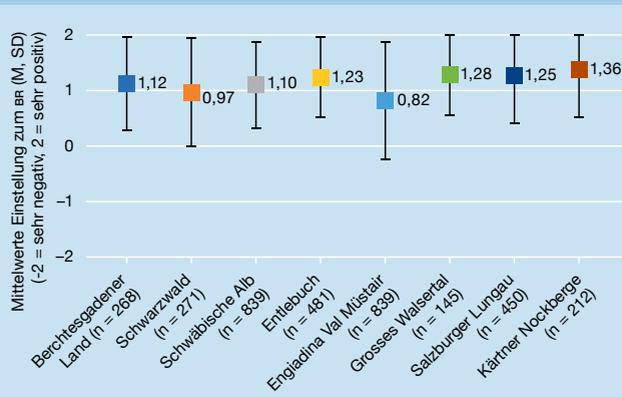


Abb. 3 Einstellung der Befragten gegenüber dem BR, ermittelt aus fünf Aussagen

Zusätzlich wurde das mögliche Abstimmungsverhalten in einer fiktiven Abstimmung für das darauffolgende Wochenende erfasst (vier Antwortmöglichkeiten, Abbildung 4). Im Vergleich mit allen anderen BR liegt das BR Engiadina Val Müstair bei der Antwortmöglichkeit «sicher für den Fortbestand stimmen» an zweitletzter Stelle. Bei den beiden Antwortmöglichkeiten «sicher gegen den Fortbestand stimmen» und «unter einer bestimmten Bedingung für den Fortbestand stimmen» erreicht es den höchsten Anteil.

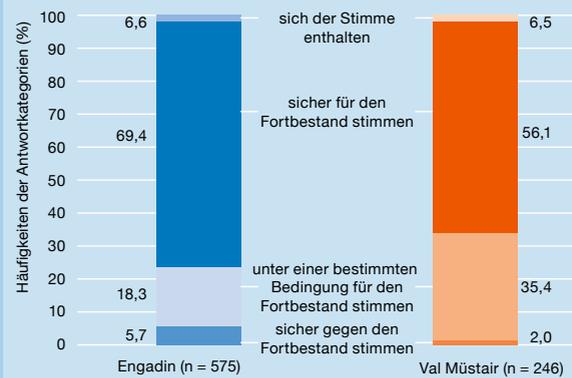


Abb. 4 Häufigkeitsverteilung in den vier Antwortkategorien getrennt nach Engadin und Val Müstair: «Wenn am nächsten Sonntag über den Fortbestand des BR abgestimmt werden würde, wie wäre Ihre Haltung?»

Betrachtet man die Ergebnisse innerhalb des BR Engiadina Val Müstair getrennt nach den Antworten aus dem Engadin und aus dem Val Müstair fällt auf, dass im Engadin mehr Befragte «sicher gegen den Fortbestand stimmen» würden als im Val Müstair (5,7 % zu 2 %). Demgegenüber ist allerdings im Engadin der Anteil an Antworten «sicher für den Fortbestand stimmen» höher als im Val Müstair (69,4 % zu 56,1 %). Die Antwort «unter einer bestimmten Bedingung für den Fortbestand stimmen» hingegen, wurde von den Befragten im Val Müstair häufiger ausgewählt als im Engadin. Offen bleibt hier, was unter «bestimmte Bedingung» verstanden wird. Hierzu können Rückschlüsse aus der offenen Frage «was geändert werden sollte, wenn eine einzige Sache geändert werden könnte» gezogen werden. Hier wurde u.a. der Wunsch über mehr Information über das BR Engiadina Val Müstair genannt. Eine weitere Interpretation ist, dass die Bevölkerung mit ihren Ideen und Wünschen in die Entwicklung des BRs stärker einbezogen werden möchte.

«MITTLERE» IDENTIFIKATION IN ALLEN UNTERSUCHTEN BIOSPHÄRENRESERVATEN

Zur Ermittlung der Identifikation mit dem BR wurden Fragen zur Verbundenheit mit der Region und mit dem BR gestellt. Gefragt wurde, ob aus Sicht der Befragten das BR-Gebiet und die Region zusammengehören, ob sie sich aufgrund dessen, dass sie Bewohner eines UNESCO-Biosphärenreservats sind mit anderen Personen der Region verbunden fühlen, oder ob ähnliche Vorstellungen, Werte und Einstellungen die Bewohnerinnen und Bewohner verbinden (Abbildung 5).

Weisen das Zusammengehörigkeits- und Heimatgefühl (Werte zwischen 1 = sehr schwach und 5 = sehr stark) überdurchschnittliche Werte auf, so deutet dies darauf hin, dass sich die Bevölkerung eher als eine Einheit wahrnimmt. Das BR Schwarzwald und das BR Engiadina Val Müstair weisen dabei vergleichsweise die niedrigsten Werte auf, liegen jedoch beide noch im Bereich der «mittleren Zusammengehörigkeit». Das Heimatgefühl ist bei allen BR stark bis sehr stark ausgeprägt (Mittelwert liegt bei 4,51).

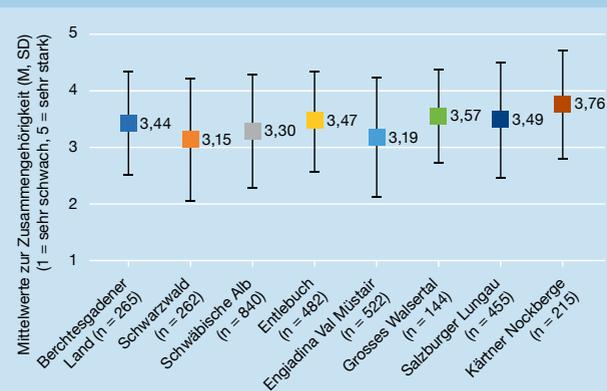


Abb. 5 Mittelwerte pro BR zur «Zusammengehörigkeit» zwischen Region und BR sowie zwischen Personen innerhalb des BRs, ermittelt aus vier Aussagen

«EHER TIEFES» ENGAGEMENT

Der Komponente «Bereitschaft für ein Engagement für das BR» liegen die Indikatoren «Arbeits-Engagement, Engagement in der Freizeit und allgemeines Engagement für das BR» zu Grunde. Die grundsätzliche Bereitschaft zum Engagement für das BR liegt in allen untersuchten Biosphärenreservaten eher tief.

Das Beispiel in Abbildung 6 betrifft das Engagement in der Freizeit. Die Befragten aus dem Val Müstair zeigen für alle fünf abgefragten Angebote eine

höhere Bereitschaft als die Befragten aus dem Engadin. Die Bereitschaft, sich in der Freizeit für das BR zu engagieren, ist jedoch relativ gering. Dies könnte mit dem Grad der Informiertheit und mit der Zufriedenheit über die erhaltenen Informationen zusammenhängen. Darin schneidet das BR Engiadina Val Müstair im Vergleich mit den anderen BR eher schlecht ab.

Auf die Frage, ob die Möglichkeiten sich zu engagieren bekannt seien, antworteten die Befragten im Mittel mit «trifft eher nicht zu».

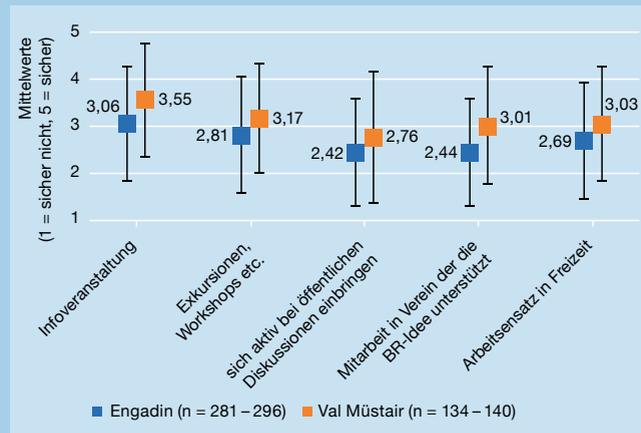


Abb. 6 Detailauswertung zur Frage nach der Bereitschaft zu einem Engagement in der Freizeit für das BR

ZUSAMMENHÄNGE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DAS MANAGEMENT DES UNESCO-BIOSPHÄRENRESERVATS ENGIADINA VAL MÜSTAIR

Die Auswertungen zeigen, dass die Akzeptanz eines BRs stark mit der Identifikation der Bevölkerung mit demselben zusammenhängt. Zwischen Akzeptanz und Engagement ist der Zusammenhang nur schwach vorhanden, wogegen er zwischen Identifikation und Engagement vergleichsweise am stärksten ist.

Die Einstellung der Befragten zum BR Engiadina Val Müstair ist nur leicht positiv ausgeprägt (Abbildung 3). Dies legt nahe, dass die Wirkung des BR in der Region verbessert werden sollte. Welche Massnahmen hierzu getroffen werden sollten, wird aus anderen Fragen der Studie abgeleitet. Im Vordergrund stehen hierbei die Informiertheit der Bevölkerung und die bevorzugten Medien. Die Resultate zeigen klar, dass für die verschiedenen Zielgruppen Schwerpunkte auf spezifische Kommunikationsformen gelegt werden müssen. Ebenfalls ist hier auf einen verstärkten Einbezug der verschiedenen Alters- und Akteurguppen zu achten.

Um die Erwartungen der Bevölkerung bezüglich der wirtschaftlichen Entwicklung einerseits und der Förderung der Naturwerte andererseits zu erfüllen, muss sich das BR Engiadina Val Müstair in vielen Punkten weiterentwickeln. Die Mitarbeit, das Mitdenken und die Mitbeteiligung der Bevölkerung ist dazu nötig. Damit würde sich die subjektive Informiertheit und die Einstellung zur Wirkung des BRs allenfalls verbessern lassen, was sich schliesslich positiv in der Zielerreichung in diesen Bereichen auswirken könnte.

Ein weiterer wichtiger Fokus liegt auf den Aspekten der regionalen Identität (z. B. Tradition und Heimat). Dazu könnte eine gemeinsame Vision zusammen mit verschiedenen Akteuren aus der Bevölkerung entwickelt werden. Mit Gruppen, die bisher nicht stark genug involviert waren (z. B. Sport und Politik), sollte der Dialog gesucht und sollten gemeinsame Möglichkeiten für eine bessere Identifikation und ein stärkeres Engagement entwickelt werden. Dies kann von der Produktion und dem Verkauf von lokalen Produkten über das Anbieten von Informationsveranstaltungen, Exkursionen und Referaten bis hin zur Entwicklung und Umsetzung neuer Ideen für eine nachhaltige Entwicklung der Region gehen.

Angelika Abderhalden, UNESCO-Biosfera Engiadina Val Müstair, 7550 Scuol

Linda Feichtinger, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, 7532 Tschieru

Ursula Schüpbach, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz, 3008 Bern

Literatur

VON LINDERN, E., R. KNOTH & X. JUNGE (2019): Akzeptanz, Identifikation und Engagement: Ansichten und Mitwirkung der Bevölkerung in UNESCO-Biosphärenreservaten (AKIDEN). Bern & Wien: Forum Landschaft, Alpen, Pärke – Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) & Österreichisches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm «Man and the Biosphere». doi: 10.1553/MAB-AKIDEN, ISBN: 978-3-7001-8476-8

Der Abschlussbericht ist zugänglich unter:

<https://naturwissenschaften.ch/service/publications/113684-akzeptanz-identifikation-und-engagement-ansichten-und-mitwirkung-der-bevoelkerung-in-unesco-biosphaerenreservaten-akiden->

IDENTIFIKATION BENÖTIGT ZEIT UND VIELE EFFORTS

This Rutishauser: Die AKIDEN-Studie zeigt keine überwältigend positive Einstellung der einheimischen Bevölkerung gegenüber dem UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Was ist Ihre Einschätzung?

Norman Backhaus: Die Resultate aus dem Engadin und dem Val Müstair haben mich nicht überrascht. Das Biosphärenreservat ist noch jung. Es braucht seine Zeit, bis sich die Bevölkerung damit identifiziert. Wir dürfen uns von den Resultaten jedoch nicht dazu verleiten lassen, die Hände in den Schooss zu legen und zu denken: Mit der Zeit steigt die Akzeptanz automatisch.

Worauf stützen Sie Ihre Argumentation?

Die Studie hat länderübergreifend in acht deutschsprachigen Biosphärenreservaten die Bevölkerung befragt. Akzeptanz, Identität und Engagement sind in allen Fällen ähnlich hoch trotz der grossen Unterschiede in den politischen Systemen der Länder und in den naturräumlichen Gegebenheiten. Die Schweiz ist das einzige Land, wo die Bevölkerung über die Entstehung eines Biosphärenreservats bindend abstimmen kann. Trotzdem sind in Deutschland, Österreich und der Schweiz die Biosphärenreservate grundsätzlich und überall gut akzeptiert. Es gibt kaum Resultate aus der Befragung, bei denen in den Schweizer Gebieten anders geantwortet wurde als in den Nachbarländern. Oft ist es gar so, dass sich Entlebuch und Engiadina Val Müstair stärker unterscheiden. Die Schweizer Biosphärenreservate unterscheiden sich jedoch von den anderen durch eine unterdurchschnittliche Anzahl von Personen, die sich dafür engagieren.

Die Studie ist auch wertvoll, weil sie ausschliesslich Einwohner und Einwohnerinnen in bestehenden und nicht in geplanten Bio-

sphärenreservaten befragte und länderübergreifend vergleicht. Es geht also um Erfahrungen und nicht um Vorstellungen und Erwartungen. In allen Regionen fühlten sich die Menschen aber eher wenig gut informiert und wünschten bessere Informationen, auch wenn die Biosphären-Managements vieles unternehmen, um mit der Bevölkerung zu kommunizieren.

Wir erklären Sie sich die Unterschiede der beiden Schweizer Biosphärenreservate Engiadina Val Müstair und Entlebuch?

Das Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair muss mit verschiedenen Herausforderungen kämpfen. Solange das Val Müstair mit nur 1500 Einwohnerinnen und Einwohnern die Pflege- und Entwicklungszone ausmachte, verlangte dies einen verhältnismässig grossen Einsatz für jede Einzelne und jeden Einzelnen. Seit ein Teil der Gemeinde Scuol dazugekommen ist, sind es zwar mehr geworden, aber immer noch weniger als ein Drittel der Bevölkerung der UNESCO-Biosphäre Entlebuch. Das Val Müstair und das Unterengadin sind ausserdem durch Bergketten getrennt, was das Zusammenfinden erschwert. Dagegen profitiert die Identifikation im Entlebuch auch von der einenden Lage in einer Talschaft, die seit dem Mittelalter ihren Namen trägt. Es hat sich dort gezeigt, dass in der Anfangsphase die Identifikation mit dem Label wichtig gewesen ist.

Was gilt es zu tun?

Gute Information bedeutet noch nicht, dass sich die Bevölkerung mit einem Biosphärenreservat in ihrer Region identifiziert und sich engagiert. Alle Faktoren Akzeptanz, Identifikation und Engagement hängen zusammen. Die Studie zeigt, dass nicht nur flächendeckend informiert werden muss, sondern auch für spezifische Zielgruppen und mit klaren Botschaften, die über die Zeit auch wiederholt werden müssen. Mit den drei Labels «Nationalpark», «Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair» und «UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair» haben wir eine etwas verwirrende Situation. Manche sprechen auch von einem Label-Salat, der entwirrt werden sollte.

Wo sehen Sie Chancen, die Akzeptanz zu verbessern?

Wir müssen die drei Institutionen weiterbringen. Der Nationalpark als Label ist stark und sehr gut verwurzelt. Die Natur im Schutzgebiet ist per Definition sich selbst überlassen. Der Nationalpark, in dem keine Menschen wohnen, kann aber nicht die umfassende Klammer für ein erfolgreiches Biosphärenreservat sein. Die gemeinsame Sprache und der übergreifende Kulturraum in der Region bringen schon viel. So wird in der Kommunikation im Naturpark Biosfera Val Müstair seit der Einsetzung eines einheimischen Geschäftsführers 2018 stark auf die romanische Sprache gesetzt. Die Entflechtung des Managements des Naturparks und der politischen Gemeinde im Val Müstair und die Etablierung einer unabhängigen Biosferakommission sowie der Zusammenschluss der Gemeinden zu einer einzigen haben zu einer Konsolidierung des Naturparks geführt. Es herrscht nun eine gewisse Aufbruchstimmung, die mich zuversichtlich stimmt. In diesem positiven Umfeld kann sich auch das UNESCO-Biosphärenreservat besser entwickeln.



Norman Backhaus, Universität Zürich, Präsident der für das gesamte UNESCO-Biosphärenreservat zuständigen Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks und Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der AKIDEN-Studie.

ZUSAMMENFASSUNGEN ABGESCHLOSSENER ARBEITEN 2017 UND 2018

Sibyll Bachmann

Fotofallen für das Fuchs-Monitoring

Langzeit-Monitorings im Schweizerischen Nationalpark sind eine Daueraufgabe. Die Masterarbeit unter der Leitung von Klaus Hackländer untersuchte Veränderungen der räumlichen Verteilung des Rotfuchses *Vulpes vulpes* mithilfe von Fotofallen und einer Software. Bei der Arbeit handelte es sich um eine Pilotstudie für das Fotofallen-Monitoring, welche die optimale Methodik ermitteln sollte. Durch die Maximierung der Erfassungswahrscheinlichkeit können das Vorkommen der Zielart pro Flächeneinheit (Site Occupancy) geschätzt und die Veränderung über die Zeit beobachtet werden. Die Arbeit ermittelte die optimalen Standorte und die notwendige Anzahl von Fotofallen und untersuchte die Wirkung von Fischöl als Lockmittel. Dazu wurden 15 Kilometerquadrate mit 4 Fotofallen festgelegt. Die Resultate zeigen, dass eine Kamera pro Fläche ausreicht. Eine genauere Standortwahl liess sich aus den statistischen Resultaten nicht ableiten. Weil der Rotfuchs, der den Raum grossräumig nutzt, eher selten gesichtet wird und individuell schwer zu unterscheiden ist, stellt die Methode eine gute Möglichkeit dar, die Dynamiken in der räumlichen Verteilung im Verlauf der Jahre beobachten zu können.

BACHMANN, S. (2017): Eine Pilotstudie für ein Fotofallen-Monitoring von Rotfüchsen *Vulpes vulpes* im Schweizerischen Nationalpark. Masterarbeit, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien BOKU.



Maja Kevic

Auswirkungen der künstlichen Hochwasser auf den Lebensraum Spöl

Der Ova Spin-Stausee im Schweizerischen Nationalpark trennt den Spöl in einen oberen und unteren Lauf. Daraus ergeben sich zwei unterschiedliche Fließsysteme und ebenso unterschiedliche Lebensgrundlagen für die Lebewesen im Fluss. Seit dem Jahr 2000 tragen künstliche Hochwasserereignisse (environmental high flows, e-flows) zum Erhalt der ökologischen Vielfalt bei. Unter der Leitung von Chris Robinson untersuchte die Masterarbeit die biotischen Veränderungen seit dem Start des neuen Regimes. Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten (wirbellose Kleinlebewesen) hat sich seither in beiden Abschnitten markant verändert: Die Anzahl der Arten nahm zu. Die Arbeit verglich die Resultate mit drei anderen, von künstlichen Hochwassern geprägten Flüssen in der Schweiz und suchte nach Schwellenwerten der Hochwasserereignisse und ihrem Zusammenhang mit den Lebewesen auf dem Flussboden. Ein klarer Zusammenhang der Bodenlebewesen sowie physikalischen und chemischen Parametern mit der Wassermenge konnte jedoch nicht gefunden werden.

KEVIC, M. (2017): Experimental floods in Switzerland. Masterarbeit, Universität Zürich.



Lea Mühlemann

Quellen und Wasseraufstösse im Tal der Clemgia

Im Übergangsbereich zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser sind Quellen Lebensraum für eine sehr spezialisierte Flora und Fauna. In ihrer Arbeit hat Lea Mühlemann unter der Leitung von Stefanie von Fumetti in der Val S-charl acht Quellen und Wasseraufstösse in der unmittelbaren Umgebung der Clemgia untersucht. Sie wendete faunistische Beprobungen an und analysierte die Substratverteilung sowie die Physikochemie. Faunistisch konnten die Quellen klar von denjenigen Standorten unterschieden werden, die von der Clemgia gespeist werden. Vier der acht Quellen erwiesen sich als echte Quellen mit Grundwasseranschluss. Sie weisen Moospolster und eine höhere Artenvielfalt mit mehr quelltypischen Arten auf. Aus zwei Aufstössen fliesst versickertes Clemgia-Wasser. Die Herkunft zweier weiterer Wasseraufstösse konnte nicht restlos geklärt werden. Eine Redundanzanalyse zeigte, dass vor allem die Substratzusammensetzung (organisch oder anorganisch) und die Art des Abflusses die Artengemeinschaften bestimmen. Insbesondere das Abflussregime ändert in der Val S-charl häufig, was das Tal zu einem extrem dynamischen System macht.

MÜHLEMANN, L. (2017): Quellen und Wasseraustritte im Tal der Clemgia. Masterarbeit, Universität Basel.

Luis Muheim

Der Einfluss der Pflanzenart auf den Abbau der Streu

Der Abbau von Pflanzenmaterial ist ein wichtiger Prozess im Kohlenstoff-Kreislauf und wird durch verschiedene Umweltfaktoren, Bodeneigenschaften und die Qualität der Streu beeinflusst. In der alpinen Zone sind die Oberböden oft reich an organischer Substanz. Für die Arbeit unter der Leitung von Stephan Zimmermann wurden zwei in der alpinen Zone weit verbreitete Pflanzen (weisse Silberwurz *Dryas octopetala*, Netzblättrige Weide *Salix reticulata*) ausgewählt und die Qualität sowie die Zersetzung ihrer Streu untersucht. Die beiden Arten zeigen qualitative und morphologische Unterschiede in ihrer Streu und wirken sich entsprechend unterschiedlich auf Bodeneigenschaften und Bodenbildung aus. Die verschiedenen Analysen der Bodeneigenschaften an Standorten in der Val S-charl (pH-Wert, CN-Verhältnis, Corg-Gehalt, Lignin-Analysen) dienen als Indikatoren für den Zersetzungszustand und die Abbaubarkeit der beiden Arten. Signifikante Unterschiede zeigten die verschie-

denen Parameter nicht. Tendenziell war aber der pH-Wert unter *Dryas octopetala* niedriger, während CN-Verhältnis und Corg-Gehalt etwas höher waren. Die Resultate zeigen, dass es in *Dryas octopetala*-Habitaten aufgrund von niedriger Streuqualität eine höhere Akkumulation von organischer Bodensubstanz gibt.

MUHEIM, L. (2017): The effect of different plant litter on decomposition process in the alpine zone. Bachelorarbeit, Department of Environmental Systems Science, ETH Zurich.



Guillaume Arnet

Ökologische Charakterisierung ausgewählter Quellen auf Macun

Die Lebensbedingungen in den Gewässern auf Macun sind harsch. Entsprechend ist die Fauna in den Quellen auf Macun nicht sehr divers. Zur Untersuchung der Artenvielfalt analysierte die Arbeit unter der Leitung von Stefanie von Fumetti die Makroinvertebraten (wirbellose Kleinlebewesen), die Physikochemie und das Substrat von neun Quellen. Interessant war die hohe Individuendichte der *Tardigrada* an manchen Standorten, aber auch die *Hydrachnidia* und die *Chironomiden* traten teilweise in grosser Zahl auf. Die *Ephemeroptera*, *Plecoptera* und *Trichoptera* (EPT-Taxa) als wichtige Indikatortaxa zur Bewertung von Gewässern waren hingegen eher selten. Eine kleinräumige geographische Abgrenzung der Quellstandorte war anhand der Fauna nicht nachweisbar, eine Isolation der Quellen auf Macun liegt somit nicht vor. Dies ist insbesondere auf die Höhenlage und die unterschiedliche Geologie zurückzuführen.

ARNET, G. (2017): Ökologische Charakterisierung ausgewählter Quellen auf Macun. Bachelorarbeit, Universität Basel.

Lea Moesch

Einfluss der Huftiere auf die Entwicklung der Vegetation

Hirsche verändern wie andere Huftiere auch die Zusammensetzung der Baumarten, das Baumwachstum, die Diversität der Krautschicht, die Biomasse und die Bodeneigenschaften in ihrem Lebensraum. Die Bachelorarbeit, betreut von Sabine Güsewell, untersuchte die Zusammenhänge im Schweizerischen Nationalpark, der europaweit eine besonders hohe Huftierdichte aufweist. Für die Untersuchung wertete Lea Moesch Daten von Artzusammensetzungen auf Kontroll- und Zaunflächen mithilfe von Ordinationsverfahren aus, zusammen mit Messungen der Biomasse, der Vegetationshöhe und der Baumverjüngungen. Die Artzusammensetzung hat sich unter Ausschluss von Huftieren in den abgezaunten Zaunflächen nicht anders entwickelt als auf den Kontrollflächen mit Huftieren, ebenso wenig wie die Baumverjüngung, Biomasse und Vegetationshöhe unterschieden sich jedoch deutlich. Die Gesamtanzahl der Bäume hat sich durch den Einfluss der Huftiere nicht anders entwickelt als ohne deren Einfluss, jedoch kann es sein, dass sich im Laufe der Zeit andere Baumarten durchgesetzt haben.

MOESCH, L. (2017): Einfluss von Huftieren auf die Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark. Eine Untersuchung mit Dauerzäunen. Bachelorarbeit, ETH Zürich.

Andrea Millhäusler

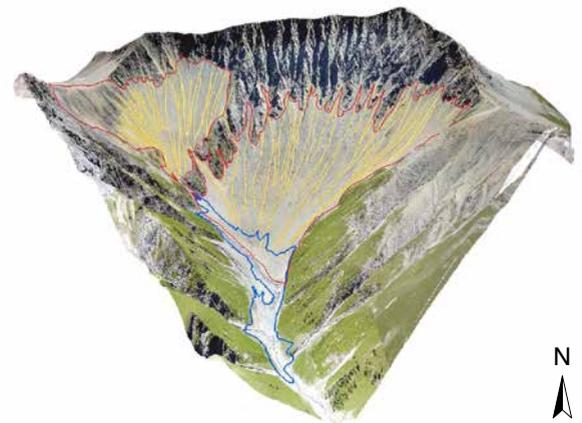
Morphologie einer Schutthalde in der Val Trupchun

Im Jahr 2008 legte ein Murgang im Talkessel der Val Trupchun erhebliche Mengen an schuttbedecktem Eis frei. Dessen Ursprung und Ausdehnung blieben bisher ungeklärt. Die Arbeit unter der Betreuung von Tobias Bolch und Philip Joerg lieferte Erklärungsansätze für die geomorphologischen Vorgänge, welche die Schutthalde im Talkessel der Val Trupchun über die Jahre beeinflusst haben. Historische Flug- und moderne Drohnenaufnahmen von 1962 bis 2016 konnten mit Structure from Motion (SfM) Software zu digitalen Geländemodellen (DGM) verarbeitet werden. Vergleichsmaterial lieferten ein LIDAR-Referenzmodell von 2011, Bodenradar-Untersuchungen und lokale Temperaturmessungen mit Miniatur-Datenloggern. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die kühle Umgebung und regelmässige Murgänge und Lawinen den Schuttkegel prägen. Zudem bleiben fragmentierte Eislinsen teilweise über Jahre erhalten. Die Genauigkeit der DGMs ermöglichte die Bestimmung kleinräumiger geomorphologischer Prozesse und zeigte so die konstante Aktivität von Murgängen und die Schmelze von langanhaltenden Schneefeldern am Fusse der Schutthalde auf. Nebst diesen Veränderungen scheint die Schutthalde über die Jahre hinweg jedoch relativ stabil geblieben zu sein.

MILLHÄUSLER, A. (2017): Multitemporal geomorphological investigation of a talus slope in the Swiss National Park (SNP). Masterarbeit, Geographisches Institut, Universität Zürich.



SNP/Hans Lozza



- Schutthalde
- Schneefelder (historisch)
- Murgangrinnen



Arno Puorger

Habitatnutzungs- und Aktivitätsmuster verschiedener Populationen des Alpensteinbocks

Nach seiner fast vollständigen Ausrottung erobert der Alpensteinbock *Capra ibex* sein ursprüngliches Verbreitungsgebiet in den Alpen langsam wieder zurück. Die Masterarbeit unter der Leitung von Klaus Hackländer sollte das Grundlagenwissen zum Raumverhalten verschiedener Populationen des Alpensteinbocks erweitern. Zu diesem Zweck wurden Aufenthaltsdaten von 24 männlichen Steinböcken aus drei Forschungsprojekten in Österreich und der Schweiz herangezogen und saisonale Streifgebiete für die Jahre 2006 bis 2013 rekonstruiert. Die Grösse der Streifgebiete wurde in Zusammenhang mit klimatischen und topographischen Umweltvariablen gesetzt. Die Resultate deuten darauf hin, dass im Winter vor allem das Mikroklima entscheidend dafür ist, in welchem Ausmass sich der Steinbock bewegen kann, ohne dabei unnötig Energie zu verlieren. Die starken Einflüsse von Frühlingsniederschlag und Hangausrichtung zeigen, dass vor allem die Beschaffenheit der Vegetation das Ausmass der Bewegungen im Raum während des Sommers definiert, da bei guten Bedingungen eine effiziente Nahrungsaufnahme den Aufwand zur Nahrungssuche reduziert.

PUORGER, A. (2017): How do habitat use and activity patterns relate to habitat characteristics in Alpine ibex *Capra ibex*? A comparison of three Alpine regions. Masterarbeit, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien BOKU.

Jonathan von Oppen

Teebeutel-Modell für die Zersetzung von alpiner Laubstreu

Zersetzungsprozesse regulieren die Kohlenstoff- und Nährstoffumsetzung in terrestrischen Ökosystemen. Ober- und unterirdische Lebewesen beeinflussen die Strukturen entscheidend. In kühlen und wenig produktiven Lebensräumen wie alpinen Regionen sind effektive Nährstoffkreisläufe von besonderer Bedeutung. Allerdings sind abiotische und biotische Verhältnisse in alpinen Bodenstrukturen sehr heterogen, je nach lokalen Auswirkungen von Topographie, Untergrundgestein oder Vegetation. Diese Masterarbeit unter der Leitung von Oliver Bossdorf und Sonja Wipf quantifizierte den Abbau von Laubstreu im alpinen Raum mithilfe des «Tea Bag Index» und untersuchte die Vorhersage möglicher Entwicklungen von alpinen Zersetzungs Vorgängen sowie deren Wechselwirkungen mit alpinen Pflanzengemeinschaften. Vier unterschiedliche Arten von Streu (2× Tee, 2× lokale Laubstreu) wurden jeweils an Standorten auf sechs Berggipfeln und in alle vier Haupthimmelsrichtungen vergraben. Höhe und Untergrundgestein unterschieden sich an den Standorten. Stickstoffreiche Streu wurde durchgehend stärker abgebaut als Streu mit hohem relativen Kohlenstoffgehalt. Dabei bestätigte sich die Repräsentativität von Tee als Modell für lokale Streu. Der Abbau war zudem stärker auf Gneis als auf Dolomitgestein und zeigte Parallelen mit Vegetationsparametern. Hingegen wirkten sich Temperaturunterschiede zwischen Höhenstufen oder Expositionen unerwartet gering und in hohem Masse ungleichmässig auf die Zersetzung der verschiedenen Streutypen aus. Mit Blick auf die insgesamt vorhergesagte Abnahme der Zersetzbarkeit durch Vegetationsverschiebungen im Zuge der Erwärmung des Klimas weisen diese Ergebnisse auf eine gewisse Resilienz alpiner Abbauprozesse hin und unterstreichen die Bedeutung von Pflanze-Boden-Interaktionen.

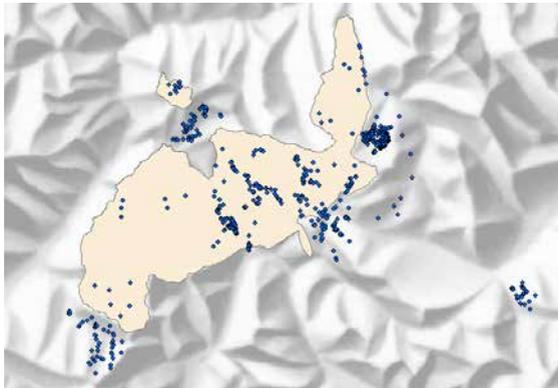
VON OPPEN, J. (2017): Tea Time on the Summits: Leaf Litter Decomposition in the Alpine Environment. Masterarbeit, Universität Tübingen.

Christoph Ruggli

Quellen-Datenbank umfasst homogenisierte Daten seit der Parkgründung

Seit der Gründung 1914 werden im Schweizerischen Nationalpark Quellen auf unterschiedlichste Weise erforscht. Die vorhandenen Daten lagen bisher jedoch in ebenso unterschiedlichen Formen vor und waren nicht homogenisiert. Mit der Masterarbeit, betreut von Stefanie von Fumetti, liegt nun erstmals eine Datenbank mit allen verfügbaren Daten vor: 739 Quellen sind erfasst. Bei vielen Quellen wurden jedoch nur die Koordinaten und keine weiteren Parameter aufgenommen. Einzelanalysen, etwa zum Hitzesommer 2003, heben nicht eine erwartete höhere Wassertemperatur hervor, sondern den geringeren Abfluss verursacht durch den verminderten Niederschlag. Physikalisch-chemische Vergleiche von Quellen aus unterschiedlichen Gebieten zeigen wenige Unterschiede infolge der homogenen Geologie, allerdings Differenzen zwischen den Macun-Seen und dem Rest des Parks. Das Quell-Monitoring steht seit rund 15 Jahren im Fokus der Quelforschung und ermöglicht mit langfristigen Datenreihen Aussagen zu Klimaveränderungen und deren langfristigen Auswirkungen auf Quellen.

RUGGLI, CH. (2017): Datenaggregation und Analyse aus 100 Jahren Quelforschung im Schweizerischen Nationalpark. Masterarbeit, Universität Basel.



Markus Tischhauser, Dario Derungs

Signifikante Deformation des Macun-Blockgletschers und leichte Absenkung des ganzen Gebiets Macun

Blockgletscher sind in steter Bewegung. Seit 1965 werden die Bewegungen des Blockgletschers Macun zwischen Zernez und Lavin gemessen. Im Jahre 2010 wurden die Aufnahmetechniken modernisiert und erstmals kam ein terrestrischer Laserscanner zum Einsatz. Die ersten beiden Folgemessungen fanden in den Jahren 2012 und 2015 statt. Die vorliegende Bachelorarbeit unter der Leitung von Reinhard Gottwald und Ruedi Haller analysierte die dritte Folgemessung. Anhand der resultierenden 3D-Modelle war es möglich, die aktuellen Messungen mit denjenigen aus dem Jahr 2015 zu vergleichen. Dazu wurden ein 3D-Vergleich, ein Vergleich durch Profile und Begrenzungslinien sowie eine Kubaturberechnung durchgeführt. Der Macun-Blockgletscher hat sich in den letzten zwei Jahren in vielen Bereichen signifikant deformiert, zusammen mit einer leichten Absenkung des ganzen Gebiets Macun. Alle Lagekoordinaten der Fest- und Kontrollpunkte haben sich im Vergleich zu 2015 signifikant geändert: Die Verschiebungen auf dem Blockgletscher sind bis zu 1,2 m (Lage) und 0,3 m (Höhe) gross.

TISCHHAUSER, M. & D. DERUNGS (2017): Blockgletscher Macun – Dritte Folgemessung. Bachelorarbeit, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW, Muttenz.

Jakob Visse

Einfluss der Besucherfrequenz auf die Entfernung der Huftiere zu den Wanderwegen

Vermehrte Freizeitaktivitäten werfen Fragen über mögliche Auswirkungen auf die in geschützten Gebieten lebenden Tiere auf. Die grösste Herausforderung für das Nationalparkmanagement ist die Balance zwischen Tourismus und Naturschutz. Um die Auswirkungen der Besucher auf die Tierwelt zu beurteilen, untersuchte die vorliegende Masterarbeit unter Leitung von Carsten F. Dormann und Simone Ciuti, wie die Entfernung der Alpengämse *Rupicapra rupicapra* und des Rothirsches *Cervus elaphus* zu den Wanderwegen im streng geschützten Gebiet des Nationalparks mit Jagdverbot und weitgehend ohne Grossraubtiere mit den täglichen Besucherzahlen zusammenhängen. Wir erwarteten ein gewisses Mass an Gewöhnung. Dazu führten wir während 9 Jahren Analysen von modellierten GPS-Positionen von 36 Gämsen und 20 Rothirschen, getrennt nach Besucherzahlen sowie umwelt- und individuenspezifischen Fak-

toren, durch. Die Resultate zeigen, dass die Höhe die wichtigste Variable war, wohingegen die Besucherzahl vernachlässigt werden kann. Für die beiden Arten unterschieden sich jedoch die Prädiktoren: Gämsen bleiben im Allgemeinen weiter von den Pfaden entfernt als Rotwild. Praktisch keinen Unterschied zeigt die Entfernung sowohl für die Erfassungsmethode als auch für die Abdeckung.

VISSE, J. (2018): Investigating the effect of visitor frequency on ungulate distance to hiking trails in the Swiss National Park. Masterarbeit. Universität Freiburg i.Br.

Bernadette Menzinger

Treibende Faktoren für die Verschiebung der Baumgrenze nach oben

Seit 1980 wurde in den Alpen ein durchschnittlicher Temperaturanstieg von 0,5 °C pro Jahrzehnt verzeichnet, was zu einer Aufwärtsverschiebung und Verdichtung des Waldes an der Waldgrenze führte. Noch immer gibt es Unterschiede in der Höhe des klimatischen Potenzials der Baumobergrenze in den Alpen. Die Masterarbeit unter Leitung von Gerhard Lieb analysierte die treibenden Umweltfaktoren um die Baumgrenze anhand von zwei Beispielen: die klimatische Baumgrenze, basierend auf der 10°C-Isotherme des wärmsten Monats, und die aktuelle Baumgrenze, abgeleitet aus der Walddichte-Verteilung. Die Analyse in einem geographischen Informationssystem berücksichtigt Höhenunterschiede der beiden Baumgrenzen und den Einfluss topographischer Variablen wie Aspekt, Neigung, Grate und Vertiefungen. Zusätzlich sind Trends der Schneedeckendauer und -tiefe ein wichtiger Faktor. Die Ergebnisse bestätigen die Temperatur als Hauptbegrenzungsfaktor der Baumgrenze, obwohl auch die Topographie in Kombination mit der Dauer der Schneedecke eine mögliche Aufwärtsverschiebung der Bäume begrenzen kann.

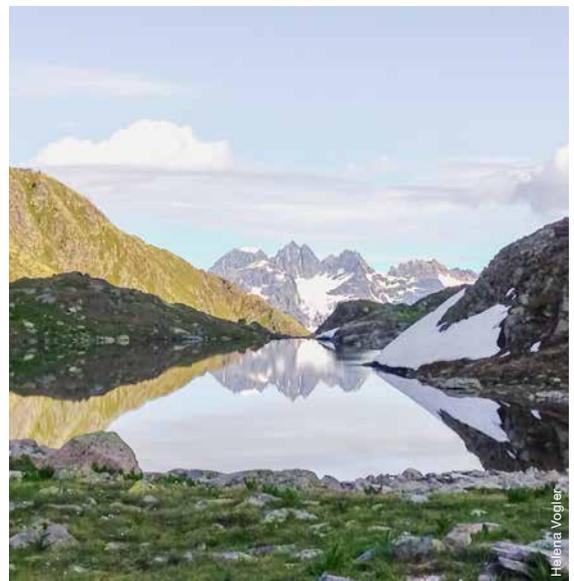
MENZINGER, B. (2018): Identifying drivers of the tree line ecotone in the Alps – a remote sensing and GIS approach. Masterarbeit: Universität Graz.

Helena Vogler

Langfristrends der Ökohydrologie des Macun-Seensystems

Langfristige Trends in der Ökohydrologie des Macun-Seensystems zu erkennen war das Ziel der Masterarbeit unter Leitung von Chris Robinson und Jukka Jokela. Das untersuchte Einzugsgebiet besteht aus zwei Becken mit unterschiedlichen Wasserquellen. Als Datengrundlage dienten jährliche Stichproben von 10 Standorten seit 2001 sowie Proben über die schneefreie Zeit in den Jahren 2002 und 2017 von 31 Standorten mit Messungen von Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung sowie Daten einer Exosonde in der Nähe der Mündung des Lai d'Immez von 2016 und 2017. In den 17 Jahren zeigten der gelöste Stickstoff (DN) und der gesamte anorganische Kohlenstoff (TIC) die stärksten Veränderungen. DN sank, während TIC zunahm, entsprechend den atmosphärischen Konzentrationen. Der pH-Wert sank und liegt nun unter 6, was auf eine Kieselalgen-Gemeinschaft schließen lässt. Die Jahre 2002 und 2017 zeigten räumliche, aber unsystematische Unterschiede. Während der schneefreien Zeit im Jahr 2017 variierten die Messungen mehr im südlichen, glazial geprägten Becken als im Nordbecken. Leitfähigkeit und Stickstoff hatten im Südbecken höhere Konzentrationen, was auf den Gletschereintrag zurückzuführen ist. Das Nordbecken hingegen wies höhere Konzentrationen an organischem Kohlenstoff und folglich eine höhere Produktivität auf.

VOGLER, H. (2018): Long-term trends in the ecohydrology of the Macun Lakes system. Masterarbeit, Eawag und ETH Zürich.



Adelheid Humer-Gruber

Rolle und Einfluss der Landwirte auf nachhaltige regionale Entwicklungsansätze in alpinen Biosphärenreservaten

Strukturelle Veränderungen in der Landwirtschaft spüren auch Landwirtinnen und Landwirte in abgelegenen Bergregionen. Diese spezifischen Kulturlandschaften mit ihrem Mosaik unterschiedlicher Nutzungen befinden sich in einem relativ guten ökologischen Zustand. Darüber hinaus erfüllt die Landwirtschaft verschiedene Funktionen für die Erhaltung der alpinen Landschaft, den Naturschutz und die nachhaltige ländliche Entwicklung. Die Dissertation am Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften und an der Universität Innsbruck untersuchte, wie Alpenbauern und -bäuerinnen als Landmanager ihre Rolle für eine nachhaltige regionale Entwicklung in den UNESCO-Biosphärenreservaten (BR) Salzburger Lungau und Kärntner Nockberge, Engiadina Val Müstair und Entlebuch wahrnehmen. Die Resultate zeigen, dass die Landwirte Biosphärenreservate als gemeinsame Plattform für partizipative Konzepte verschiedener Interessengruppen hinsichtlich Zielsetzung für eine nachhaltige regionale Entwicklung generell akzeptieren und schätzen. Gleichzeitig erkennen sie, dass die Umsetzung eines BR ein langer Prozess ist, der zahlreiche Dialoge erfordert und auf offene, dem gegenseitigen Verständnis zugängliche Köpfe setzt.

HUMER-GRUBER, A. (2018): Where farmers see their role – Influence on sustainable regional development approaches in Alpine biosphere reserves. *Eco.mont* 1(2): 28–35. Dissertation, Universität Innsbruck.

Patricia Sprecher

Spielerisch mit einer App die Natur im Park besser kennenlernen

Gamification ist ein ausgezeichnetes Werkzeug, um Menschen nach draussen zu bringen und die Natur entdecken zu lassen. Dazu verwebt Gamification Aktivitäten in der Natur mit Spielelementen. Der Ansatz wird auch in verschiedensten anderen Branchen weltweit verfolgt. Das Konzept für eine neue App für den Schweizerischen Nationalpark (SNP) entwickelte Patricia Sprecher in einer Masterarbeit an der HTW Chur unter der Leitung von Ivan Nikitin. Das Spiel soll die Spielenden animieren, Dinge in der Natur zu identifizieren, um Punkte zu gewinnen und auf einer Rangliste nach oben zu kommen. Das erste Konzept wurde in Experteninterviews mit Gaming-Spezialisten sowie Personen aus dem SNP überprüft. Daraus entstand ein Echtzeit-Abenteuerspiel. Auf dem Weg vom Parkplatz 1 zum Ofenpass erfahren die Spielenden Neues über die Natur rund um den SNP. Mit technologischen Hilfsmitteln lernen sie den Raum auf eine andere Art kennen. Die Fallstudie wurde bisher im SNP nicht umgesetzt, aber nach wie vor ist es möglich, auf dem Kinderpfad Champlönch Wissenswertes zum Nationalpark zu erfahren.

www.nationalpark.ch/de/besuchen/erlebniswegel/kinderpfad-champloench/

SPRECHER, P. (2018): Gamification Mobile Application Concept for National Parks: A Case Study in the Swiss National Park. Masterarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Chur.





Julien Sentieiro

Lebensgemeinschaften von naturnahen Quellen im UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair

Quell-Lebensräume sind hochgefährdete Lebensräume. Infolgedessen gibt es viele Bestrebungen, die Quellfauna und -struktur zu charakterisieren, um den ökologischen Wert von Quellen wissenschaftlich zu erfassen und auch aus Naturschutzsicht anzuerkennen. Aus diesen Gründen untersuchte diese Bachelorarbeit, betreut von Stefanie von Fumetti, die Artenzusammensetzungen des Makrozoobenthos (tierische Organismen bis zu einer definierten Grösse) in sechs hochalpinen, naturnahen Sturzquellen im UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Die Quellen wurden quantitativ mit einem Surber-Sampler und qualitativ mit einem Kescher beprobt. Ausserdem wurden die Substratzusammensetzung geschätzt und physikochemische Parameter gemessen. Aus der strukturellen Bewertung geht hervor, dass alle Quellen einen naturnahen Charakter haben. Die Analyse der Quellen bezüglich des Makrozoobenthos und der abiotischen Parameter stützt die Massnahmen in der Val Müstair und ihrem integrierten Naturschutzkonzept.

SENTIEIRO, J. (2018): Lebensgemeinschaften ausgewählter Quellen in der UNESCO-Biosfera Engiadina Val Müstair. Bachelorarbeit, Universität Basel.

James Patrick

Zeitliche Variabilität der Beweidung und Risikovermeidungsmuster von Rothirschen

Futtersuche und Raubtiervermeidung dominieren das Verhalten des Rothirschs. Die Masterarbeit unter der Leitung von Robert Weibel, Hannes Jenny und Ruedi Haller untersuchte die Bedeutung des Trade-offs, indem die Raumnutzung von Rotwild im Unterengadin mit kontextuellen Variablen verknüpft wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bewegungen der untersuchten Rothirsche sehr unterschiedlich sind. Am regelmässigsten bewegen sich die Tiere in der Dämmerung. Vor allem im Sommer sind die Hirsche auch durch den Tag unterwegs. Weiter sind Wald- und Strauchgebiete als Deckungselemente von zentraler Bedeutung. In dieser Zeit wählen Rothirsche auch weniger Wälder zur Futtersuche, weil sie vermehrt in den offenen Landschaften zu finden sind und weniger von Menschen gestört werden.

PATRICK, J. (2017): Exploring the impact of contextual variables on the temporal variability of grazing and risk avoidance patterns of red deer *Cervus elaphus* in an alpine environment. Masterarbeit, Universität Zürich.

MARKUS STOFFEL WIRD NEUER PRÄSIDENT DER FOK

Am 1. Januar 2020 übernimmt Markus Stoffel das Präsidium der Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks. Der Geomorphologe und Klimawissenschaftler der Universität Genf wurde von der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften SCNAT zum Nachfolger von Norman Backhaus gewählt und ist bereits Mitglied der FOK. Vizepräsident bleibt Ueli Rehsteiner, Direktor des Bündner Naturmuseums in Chur. Markus Stoffel führt verschiedene Forschungsprojekte im und um den SNP durch. So baut er etwa ein Monitoring der Massenbewegungen auf und



NEUE MITGLIEDER: CHRISTOPHE PRAZ UND LUIS LIETHA

Der Biologe und Wildbienenforscher Christophe Praz ersetzt in der Forschungskommission (FOK) Yannick Chittaro. Der Forscher arbeitet als Dozent an der Universität Neuenburg und als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Schweizerischen Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF/CSCF Info Fauna) und ist an der Aktualisierung der Roten Liste der Wildbienen der Schweiz beteiligt.



Ab 1. Januar 2020 wird auch Luis Lietha Mitglied der FOK. Der Biologe und Wildnistrainer ist Projektleiter in der Fachstelle Biotop- und Artenschutz im Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden, wo er Biotopverbundprojekte leitet. Der Aufbau eines kantonalen Biodiversitätsmonitorings inkl. Wirkungskontrolle der Naturschutz- und Biodiversitätsfördermassnahmen gehört ebenfalls in sein Tätigkeitsfeld. Mit seinem kleinen Privatbüro ist er Auftragnehmer für Sensibilisierungsmassnahmen, Monitoringaufgaben und «Wildnistrainer» mit Kursen und Camps zum Thema *Überleben in der Wildnis*.



untersucht zurzeit die Murgänge von August 2018 in der Val da Stabelchod und Juli 2017 in der Val Mingèr. Mit Jahringuntersuchungen an Bäumen im God Tamangur konnte er zudem die Temperaturen des Engadins für die vergangenen Jahrhunderte rekonstruieren.

In die Amtszeit von Norman Backhaus (2013–2019) fielen unter anderem das 100-Jahr-Jubiläum des SNP, die Ausweitung der Zuständigkeiten der FOK auf den gesamten Perimeter des UNESCO-Biosphärenreservats Engadina Val Müstair sowie die Erstellung des neuen Forschungskonzepts 2018–2028. Wir danken Norman Backhaus für die umsichtige Führung der FOK und freuen uns, dass er weiterhin Mitglied bleibt.

KÜNSTLICHES JUNI-HOCHWASSER IM SPÖL

Am 19. und 24. Juni 2019 wurden nach umfangreichen Vorbereitungen und Absprachen zwischen Engadiner Kraftwerken (EKW), Nationalpark, FOK, Fischereiaufsicht und EAWAG die jährlich geplanten, künstlichen Hochwasser zur ökologischen Dynamisierung des Spölbettes ab Ova Spin abgelassen. Aufgrund der starken Geschiebeauflandungen im unteren Spöl wurde ein Bagger an der Holzbrücke Zernez postiert, der bei einer drohenden Verklauung angeschwemmte Baumstämme oder Äste beseitigen sollte. Dieser Bagger musste nicht eingreifen, auch wenn der Wasserspiegel beim maximalen Abfluss fast die Unterkante der Brücke erreichte. Allerdings wurden infolge der hohen Gewässersohlenlage, die bereits durch Hochwasser während der Schneeschmelze entstanden, Wiesflächen im Uferbereich auf einer Fläche von gut 3000 Quadratmetern überschwemmt, erodiert oder mit Sand überlagert. Hier deuten sich bereits die Probleme an, die in den nächsten Jahren bei den natürlichen Cluozza-Hochwassern auf die Anlieger zukommen könnten.

SELTENE TAGFALTERART AUF FOK-EXKURSION BESTIMMT

Während der Exkursion der jährlichen FOK-Klausur, die uns u. a. ins Kloster St. Johann in Müstair führte, konnte das Neumitglied Christophe Praz eine Berghexe bestimmen. Die Teilnehmenden bestaunten die seltene Tagfalterart *Chazara briseis* entlang dem Weg in den Biodiversitäts-Hotspotflächen an den Südhängen des Val Müstair. Die stark gefährdete Schmetterlingsart kommt in der Schweiz nur noch im Jura und im Val Müstair vor.



Yannick Chittaro

Die Problematik der Geschiebeablagerungen im unteren Spöl wurde während der diesjährigen Hochwasserabflüsse intensiv beobachtet und untersucht. Diese Geschiebeablagerungen stellen nicht nur ein Sicherheitsproblem dar, sie beeinträchtigen durch die Überlagerung der vielfältigen Gewässerstrukturen auch die Lebensbedingungen der Fische. Arbeitsgruppen der EAWAG, der Fischereiaufsicht, der EKW, des SNP und der FOK begleiteten das Hochwasser mit umfangreichen Messungen und Beobachtungen. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sollen anfangs 2020 anlässlich eines Workshops präsentiert und die weiteren allfälligen Massnahmen diskutiert werden.



Johannes Ortipp

«JAU SUN BIOSFERA... EIR DÜRANT ILS PROSSEMS 10 ONS!»

Unter dem rätoromanischen Motto «Ich bin Biosfera... auch für die nächsten 10 Jahre!» fand am 22. August 2019 das Zukunftsfest des Naturparks Biosfera Val Müstair mit rund 150 Gästen statt. Während des Anlasses wurden die wichtigsten Bestandteile der neuen Charta des Naturparks vorgestellt. Auf Grundlage der aktuellen Charta 2011–20 erhielt die Biosfera Val Müstair 2009 vom Bund das Label *Park von nationaler Bedeutung*. Dieses Label wird nun erneuert. Gegenwärtig befindet sich die neue Charta in der Vernehmlassung. Anfang 2020 stimmt die Münstertaler Bevölkerung dann über die Weiterführung des Naturparks ab. Bei Zustimmung durch die Stimmbürgerschaft beginnt die nächste Betriebsphase 2021 und dauert bis 2030.

Während die Charta gegenwärtig in der Vernehmlassung ist, haben der Bund, der Kanton und die Gemeinde Val Müstair bereits die Finanzierung für die nächsten fünf Jahre zugesichert. Mit einem jährlichen Budget von 1,5 Millionen Franken können nachhaltige Projekte für die Regionalwirtschaft, für Natur und Landschaft sowie für Kultur und Gesellschaft im Val Müstair umgesetzt werden.

ERFOLGREICHE NATURPARK-ARBEIT: PRODUKTZERTIFIZIERUNG UND GEO-TAG DER NATUR

2018 hat die Biosfera Val Müstair begonnen, erste Regionalprodukte zertifizieren zu lassen. Zertifizierte Produkte müssen mindestens 80 Prozent regionale Zutaten enthalten und zwei Drittel der Wertschöpfung müssen in der Region erbracht worden sein. Um dies zu garantieren, werden die Produkte von einer unabhängigen Kontroll- und Zertifizierungsstelle alle zwei Jahre kontrolliert. Sind alle Vorgaben erfüllt, werden die Produkte mit dem begehrten Produktlabel des Naturparks ausgezeichnet, welches das Gütesiegel «regio.garantie» trägt. Aktuell sind 46 Produkte aus den Sortimenten Milch, Getreide und Fleisch erfolgreich zertifiziert.



Freude am Detail am GEO-Tag der Natur

Alle zwei bis drei Jahre findet der GEO-Tag der Natur im Val Müstair statt. Forscher, Botanikerinnen und Zoologen, nehmen an diesem Anlass die einheimische Tier- und Pflanzenwelt während 24 Stunden genauer unter die Lupe. Auch am GEO-Tag 2019 vom 14. und 15. Juni haben die Expertinnen und Experten eine Rarität entdeckt: Das Bach-Schaumkraut wurde zum ersten Mal im Val Müstair dokumentiert. Andere Arten konnten nach langer Zeit wiederentdeckt werden. So liegen Funde von zwei dieser «verschollenen» Arten bereits über 80 (Kleines Mädesüss) oder 100 Jahre (Felsen-Gänsekresse) zurück. Der GEO-Tag der Natur ist ein wertvoller Anlass, um die Vielfalt an Arten in unserer Region aufzuzeigen. Die nächsten GEO-Tage finden 2021 im Engadin und 2022 erneut im Val Müstair statt.

UNESCO-BIOSPHÄRENRESERVAT ENGIADINA VAL MÜSTAIR

MACHBARKEITSSTUDIE IST IN DER SCHLUSSPHASE

Bis Ende 2019 wird die Machbarkeitsstudie zur Prüfung von Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Regionalen Naturparks Biosfera Val Müstair und des UNESCO-Biosphärenreservats Engiadina Val Müstair abgeschlossen. Die Region *Engiadina Bassa Val Müstair* hat den Auftrag erteilt, um herauszufinden, wie zukünftig Projekte für eine regionale nachhaltige Entwicklung und einer gesteigerten Wertschöpfung aussehen sollten.

PROJEKT HÖHENVERBREITUNG VON BERGPFLANZEN

Bergegebiete weisen viele Lebensräume mit starker natürlicher Dynamik auf. Zurzeit ist das Wissen um Veränderun-

gen in grosser Höhe auf den Gipfeln umfangreicher als dasjenige um die schleichenden Verdrängungsprozesse von Populationen in Folge der Klimaveränderung in tieferen Lagen. Das neue Projekt *Höhenverbreitung von Bergpflanzen im Klimawandel* von UNESCO-Biosfera Engiadina Val Müstair, Stiftung Pro Terra Engiadina und Eidgenössischer Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) digitalisiert historische Aufnahmen von Pflanzen und vergleicht sie mit ihrer aktuellen Verbreitung. Die Forschenden wollen neben neuen Erkenntnissen zu Veränderungen an der oberen und unteren Verbreitungsgrenze der Pflanzen auch Hinweise zur Gesundheit der Pflanzen gewinnen und damit Rückschlüsse auf das Vorkommen

und die Entwicklung von Neophyten ziehen. Mit den Resultaten sollen mögliche Massnahmen für die Förderung der Biodiversität aufgezeigt werden.

NEUE GESICHTER: LENA LUTZ UND CHRISTA KOESTLER

Im Rahmen des Projektes *Höhenverbreitung von Bergpflanzen im Klimawandel* arbeitet die Praktikantin Lena Lutz. Sie hat ihren Arbeitsplatz im SNP. Christa Koestler ist Lehrerin und arbeitet im Rahmen einer Lehrerfortbildung als Wanderleiterin.



NATIONALPARK

INTERNATIONAL WILDLIFE RESEARCH WEEK IM VAL MÜSTAIR IM JULI 2019

Während einer Woche erforschten 23 Jugendliche aus der Schweiz und ganz Europa verschiedene Tier- und Pflanzenarten. Eine Gruppe hat die Blutrote Heidenlibelle *Sympetrum sanguineum* beim Durchforschen der Fauna entdeckt. Sie wurde im Münstertal im vergangenen Jahr im Rahmen der International Wildlife Research Week (IWRW) von Schweizer Jugend forschert zum ersten Mal gesichtet. Jetzt konnte der Fund bestätigt werden. Parallel zur Libellen-Nachforschung haben die Jugendlichen die Anzahl Fische untersucht und einen Zusammenhang entdeckt: Die in den Teichen ausgesetzten Fische haben einen negativen Einfluss auf die Libellenfauna. Auch über die Münstertaler Murmeltiere konnte eine Gruppe im Juli spannende Erkenntnisse präsentieren: Sie halten eine «Siesta» im kühlen Bau. Dies kann mit der Hitze zusammenhängen, denn während die Murmeltiere an den sonnigen Nachmittagen kaum aus den Bauten kommen, machen sie bei bewölktem Himmel einen viel kürzeren Mittagsschlaf. Die Frage, ob sich Murmeltiere an Menschen gewöhnen, konnte durch eine weitere Gruppe mit einem sicheren Ja beantwortet werden: Die Fluchtdistanz ist bei Murmeltieren, die näher am Wegrand wohnen, deutlich geringer als in weniger durch Menschen bewanderten Gebieten.

Weitere Informationen: www.sjf.ch/review-iwrw-woche-im-nationalpark

EXPEDITION 2 GRAD: EINE POSITIVE BILANZ

Nach Abschluss der Ausstellung *Expedition 2 Grad* im Nationalparkzentrum (siehe CRATSCHLA 1/19) ziehen die Verantwortlichen insgesamt eine positive Bilanz. Die Eintrittszahlen im Nationalparkzentrum lagen in den Monaten Juni bis August deutlich über den Zahlen der Vorjahre. Dies nicht zuletzt dank der *Expedition 2 Grad*, welche bei den Besuchenden stark nachgefragt wurde und viele Schulklassen nach Zernez lockte. Den zweistündigen Workshop zur Expedition besuchten doppelt so viele Schulklassen wie erwartet, nämlich insgesamt 33. Rund die Hälfte davon waren Schulklassen aus entfernteren Regionen wie Zürich oder Schaff-

SCHÖNGEIST, PIONIER, UND FURIE

Die dieses Jahr erstmals angebotene Szenische Zeitreise wurde beim Publikum äusserst positiv aufgenommen. An den 3 Durchführungstagen konnten rund 50 Personen hautnah an Anekdoten und spannenden Zusammenhängen der Gründungsgeschichte des ältesten Nationalparks der Alpen teilhaben. Die Zeitreise wird auch nächste Saison wieder angeboten. (st)

ÖKOLOGISCHE VERNETZUNG IM ERWEITERTEN ALPENRAUM ONLINE

Die Biodiversität ist weltweit stark rückläufig. Gerade Gebirgsregionen wie der europäische Alpenraum spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle, weil sie einzigartige Lebensräume für viele Pflanzen- und Tierarten bieten. Um Biodiversität längerfristig zu erhalten, sind ausreichend grosse und ökologisch vernetzte Gebiete notwendig. Das INTERREG V-Projekt ALPBIONET2030 (2016–2019) mit 15 Partnern aus den Alpenländern nahm sich zwei dieser Aspekte an: der Definition von strategischen ökologischen Vernetzungsgebieten und dem Entwurf eines einheitlichen integrativen Wildtiermanagementsystems. Die vorwiegend räumlichen Projektergebnisse sind nun dank einer Webkartenanwendung www.jecami.eu öffentlich verfügbar. Sie wurden am 8. bis 9. Oktober in Chamonix an der Abschlusskonferenz präsentiert. (rl)

hausen, welche teilweise gezielt für den Besuch dieses Angebots nach Zernez reisten. Erste Ergebnisse der wissenschaftlichen Evaluation zeigen, dass die befragten Schülerinnen und Schüler die Folgen des Klimawandels als bedeutend einstufen. Das Virtual-Reality-Erlebnis empfanden sie insgesamt als realistisch und eindrucklich. Über 80 Prozent der Befragten würden die Teilnahme an der *Expedition 2 Grad* ihren Bekannten weiterempfehlen. Die Kombination aus VR-Erlebnis und pädagogischem Programm scheint gemäss ersten Erfahrungen und Auswertungen die angestrebte Wirkung, nämlich eine emotionale Betroffenheit bezüglich Gletscherrück-



Steivan Brunies führte durch 100 Jahre Nationalparkgeschichte.

NATIONALPARKVERWALTUNG ORGANISIERT SICH NEU

Mit dem Direktorenwechsel von Heinrich zu Ruedi Haller ändert auch die Verwaltung des Nationalparks. Die neue Organisation gilt ab dem 1. Januar 2020. Der Bereich Betrieb und Monitoring wird aufgelöst und durch den Bereich Naturschutz und Naturraummanagement ersetzt. Zusammen mit den Bereichen Forschung und Monitoring sowie Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit bilden sie die drei Kernaufgaben des Nationalparks ab. Die Ressorts Betrieb mit den Parkwächtern und die Geoinformation sollen in Zukunft bereichsübergreifend aufgestellt werden, wie dies bereits für die Informations- und Kommunikationstechnologie, die Betriebsadministration und den Hausdienst gilt. Der neuen Organisation steht eine dreiköpfige Geschäftsleitung (GL) mit Direktor Ruedi Haller sowie Flurin Filli und Hans Lolza vor. Zukünftig ergänzen die Ressortleitenden sowie die neu gewählte Bereichsleiterin Forschung und Monitoring Sonja Wipf die GL. (rh)

gang und Klimawandel, zu erreichen. Die ausführlichen Ergebnisse der Evaluation werden voraussichtlich im kommenden Frühjahr publiziert. (mi) www.expedition2grad.ch



Eine Schulklasse aus Samedan beim Besuch der *Expedition 2 Grad*

TAMARA ESTERMANN LÖST MAJA RAPP AB

In der Geoinformation gibt es einen Personalwechsel. Nach 8 Jahren beim SNP hat Maja Rapp ihre Stelle in der Geoinformation gekündigt. Sie wird beim Kanton Zürich im Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) in der Geoinformation eine neue Herausforderung annehmen. Maja Rapp kam 2011 im Rahmen eines befristeten Projekts für den Aufbau eines Geodatenarchivs zum SNP. Daraus wurden 8 Jahre, in welchen Maja Rapp ihre fundierten GIS-Kenntnisse in zahlreichen Projekten mit Geoinformationsbezug einbrachte. Eine Nachfolgerin auf diese durch Drittmittel

finanzierte Stelle wurde bereits gefunden. Per 1. November 2019 übernimmt Tamara Estermann die Stelle. Auch sie ist seit längerem in Zernez tätig und betreute bisher angestellt durch das Netzwerk Schweizer Pärke die Geodateninfrastruktur aller Pärke von nationaler Bedeutung in der Schweiz. (rh)



Maja Rapp unterstützte zahlreiche GIS-Projekte und war in diesem Zusammenhang auch draussen unterwegs.

LAURA SCHIESS NEU IM INFOTEAM

Als Nachfolgerin von Claudia Rossi hat Laura Schiess aus Zuoz im August ihre neue Aufgabe im Infoteam angetreten. Nebst ihrer selbständigen Arbeit im Bereich Natural Horsemanship wird sie ein saisonales Teilzeitpensum im Infoteam leisten. (lo)



BESUCHER-HOCH AM KINO-OPENAIR

Das meteorologische Hoch über dem Engadin wirkte sich dieses Jahr auch positiv auf die Zuschauerzahlen des Kino-Openairs aus: Mit insgesamt 1278 Eintritten wurde das zweitbeste Resultat in der nunmehr schon 17-jährigen Geschichte erzielt. Neben drei Oscar-Filmen wurden am ersten Kinoabend fünf Oscars an die beiden Hauptsponsoren Engadiner Kraftwerke und Corporaziun Energia Engiadina, den Filmoperateur Oscar Schönenberger, das Publikum und an das Nationalpark-Team verliehen. Für heitere Stimmung sorgte auch der weltweit erste Alex Honnold-Strip. (st)

SONJA WIPF LEITET NEU DEN BEREICH FORSCHUNG UND MONITORING

Die Eidgenössische Nationalparkkommission hat anlässlich ihrer Sommersitzung 2019 am 20. August Sonja Wipf zur neuen Bereichsleiterin Forschung und Monitoring gewählt. Die promovierte Biologin tritt am 1. Januar 2020 die Nachfolge von Ruedi Haller im Bereich Forschung an. Sonja Wipf forschte in den vergangenen Jahren zu Veränderungen der Artenzusammensetzung und zur Funktion von kalten Ökosystemen. Sie benutzte dabei historische und langfristige Monitoring-Daten in Kombination mit experimentellen Ansätzen, um zu erforschen, wie Artverbreitung und Vegetationszusammensetzung sich über die Zeit verändern und welche Faktoren und Prozesse diese Veränderungen antreiben bzw. bremsen. Sonja Wipf ist seit 2018 Mitglied der Forschungskommission des SNP und in dieser Funktion mit einigen Projekten und den Forschungsabläufen im Nationalpark bestens vertraut. Der SNP freut sich, mit Sonja Wipf eine renommierte Wissenschaftlerin für die Forschung gewinnen zu können. (rh)



Sonja Wipf bei den Gipfelaufnahmen

SIMON LUZI 1929–2019

Am 25. Juli 2019 starb Simon Luzi-Baumann in seinem 90. Lebensjahr. Er diente dem Schweizerischen Nationalpark (SNP) 31 Jahre lang als Parkwächter und beaufsichtigte in erster Linie die Val Cluozza und deren Umgebung.

Simon Luzi stammte aus einer bekannten Jägerfamilie in Cinuoschel. Er erlangte am Lyceum Alpinum in Zuoz das Handelsdiplom und arbeitete anschliessend im Kanton Aargau, zog aber alsbald ins Engadin zurück, um nach dem Tod seines Bruders Johann den elterlichen Landwirtschaftsbetrieb zu übernehmen. Gleichzeitig amtierte er als kantonaler Jagdaufseher. 1963 trat er in die Dienste des SNP, dem er bis zu seiner Pensionierung 1994 treu blieb.

Simon Luzi war ein vielseitiger Mitarbeiter, dem Aufsicht, Weg- und Hüttenunterhalt, die Betreuung der Parkbesucherinnen und -besucher und die Mitarbeit bei Forschungsprojekten – insbesondere jene an Rothirschen – gleichermaßen wichtig waren. Seine Tagebuchaufzeichnungen sind in Inhalt und Form herausragend und geben Zeugnis von seiner vorbildlichen Arbeitsauffassung.

Nach der Pensionierung ist es um Simon Luzi ruhiger geworden. Er widmete sich seiner Familie, beobachtete von der Sitzbank vor seinem Haus aber immer noch häufig das Gelände und die Wildtiere an den Abhängen des Piz d'Esan. (ha)

NÄCHSTE AUSGABE

Die Sommerausgabe 2020 der CRATSCHLA widmet sich der Biodiversität. Im Schwerpunktbeitrag geht es um die Interaktion zwischen Pflanzenfressern und dem Ökosystem: Wie passen sich die Pflanzenfresser an die Situation im SNP an? Welche Funktion erfüllen Weiden im gegenwärtigen Artensterben? Eine breit angelegte, internationale Studie der WSL unter der Leitung von Martin Schütz und Anita Risch hat gezeigt, dass die wirbellosen Tiere dabei eine zentrale Rolle spielen. Die Rubrik *Reportage* widmet sich dem Ameisenforscher Christian Bernasconi, der die Leserinnen und Leser an seine Faszination für die kleinen Krabbler teilhaben lässt. Ergänzt wird die nächste Ausgabe durch einen kurzen Rückblick auf das vergangene Jahr und die Rubrik *Aktuell*.

Titelseite

**Ein Mitarbeiter der EAWAG setzt eine Messsonde
in einem See auf Macun.**

Foto: SNP/Not Armon Willy

Rückseite

Rastplatz Val dal Botsch, Zaunprojekt der WSL

Foto: SNP/Hans Lozza

