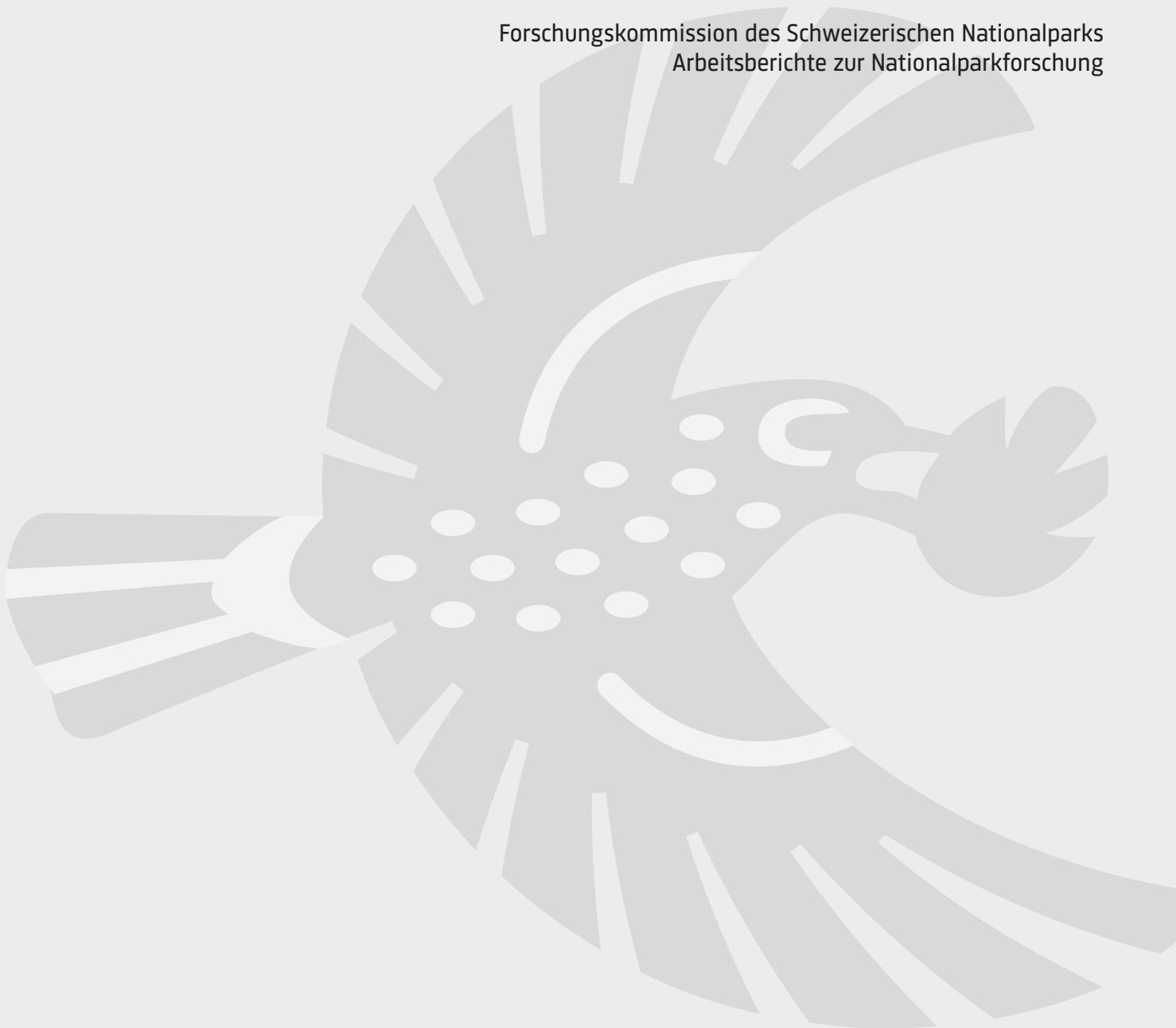


**Forschung im Schweizerischen Nationalpark,
im Naturpark Biosfera Val Müstair und im
UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair**

Jahresbericht 2021

Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks
Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung



Forschung im Schweizerischen Nationalpark
im Regionalen Naturpark Biosfera Val Müstair und im
UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair

Jahresbericht 2021

Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung

Inhaltsverzeichnis

1. Bericht des Präsidenten	5
2. Forschungsschwerpunkte	7
3. Die Parknatur im Jahr 2021	14
4. Monitoring	17
5. Laufende Forschungsprojekte	25
6. Zusammenfassung abgeschlossener Arbeiten	30
7. Sammlungen	40
8. Veröffentlichungen und Berichte 2021	44
9. Mitglieder der Forschungskommission	55

1. Bericht des Präsidenten

Nun gehört auch das Jahr 2021 der Geschichte an. Nach einem ersten Coronajahr voller Unsicherheiten und Ängste war auch das abgelaufene Jahr geprägt von zeitweiligen Einschränkungen. Der Beliebtheit des Schweizerischen Nationalparks (SNP) hat die Krise auch dieses Jahr keinen Abbruch getan, ganz im Gegenteil. Der Park wurde im vergangenen Jahr erneut von zahlreichen, vorab schweizerischen Besucherinnen und Besuchern frequentiert, trotz relativ später Schneeschmelze und einem etwas durchzogenen, eher kühlen Sommer. Auch wenn die totale Normalität sicher noch nicht vollständig zurückgekehrt war, so fand die Forschung im Park doch wieder in gewohntem Rahmen statt und wurde höchstens vom mässigen Wetter behindert.

Die Forschungskommission hat sich dem Trend zur «Rückkehr zur Natur» gewissermassen widersetzt und ihre Klausur in und um die Stadt Basel abgehalten. Ziel der Veranstaltung war die Betrachtung der Natur im städtischen Raum und der Umgang mit wilden Tieren in urbaner Umgebung. Am ersten Tag der Klausur (16. September) kam die FoK in den Genuss einer Führung durch den «Zolli» Basel. Nebst Aspekten der Arterhaltung und internationalen Zuchtprogrammen gefährdeter Wildtiere standen das Besuchermanagement und die Öffentlichkeitsarbeit im Fokus der Diskussionen. Nachhaltig in Erinnerung bleiben wird wohl allen der Besuch des Schimpansengeheges und die äusserst spannenden Einblicke, welche uns die Pfleger in ihre Arbeit gewährt haben sowie ihr enges Verhältnis zu den Menschenaffen. Im Namen der FoK sei an dieser Stelle dem Direktor des Basler Zoos, Dr. Olivier Pagan, und seinem Team ganz herzlich für die tollen Einblicke in den Alltag und die Verwaltung dieses «Naturraums» inmitten der Stadt Basel gedankt. Am zweiten Tag der Klausur führte uns der ehemalige Präsident und langjähriges FoK-Mitglied Bruno Baur zum Friedhof am Hörnli, wo notabene der schweizweit höchste Rehbestand verzeichnet wird. Unter fachkundiger Begleitung des Kreisforstingenieurs Guido Bader ging die Wanderung weiter in den Grenzacher Wald, bis zu seinem grossflächigen Befall durch den eingeführten Buchsbaumzünsler und dem teilweisen Absterben um 2007 einer der ältesten sowie letzten und grössten Wildstandorte von Immergrünem Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) in Deutschland. Bruno Baur konnte mit seiner gewinnenden Art einmal mehr alle FoK-Mitglieder vollends in seinen Bann ziehen, ihm sei für die Organisation der abwechslungsreichen Klausur 2021 herzlich gedankt!

Nebst der Klausur traf sich die FoK auch zu ihrer Frühjahrssitzung, aufgrund der Pandemie leider nur online. Die Sitzungen des Leitungsausschusses konnten dagegen im Präsenzmodus durchgeführt werden. Durch die zurückgewonnene Freiheit beflügelt fand die Juni-Sitzung des Leitungsausschusses in St. Gallen statt. Nebst der Behandlung der Kommissionsgeschäfte kam der Ausschuss in den Genuss einer Führung durch das Stiftsarchiv durch dessen Leiter Peter Erhart, um anschliessend mit der ENPK-Präsidentin Heidi Hanselmann und Regierungsrätin Laura Bucher im Staatskeller in den Genuss der ältesten St. Gallerin zu kommen, der St. Galler Bratwurst. Die Novembersitzung des Leitungsausschusses fand bei Ueli Rehsteiner im Naturmuseum Chur statt – es war dies zugleich seine letzte Sitzung als Vizepräsident der FoK. Anlässlich der Sitzung durften wir das Archiv des Bündner Naturmuseums besuchen, welches nebst unzähligen Tierpräparaten, kuriosen Exponaten und Gesteinsproben auch etliche Sammlungen aus dem SNP beherbergt. Für die Organisation und das Gastrecht in St. Gallen und Chur sei Heidi Hanselmann und Ueli Rehsteiner herzlich gedankt.

Anlässlich der obigen Sitzungen wurden 2021 – nebst anderen Geschäften – auch 18 neue Forschungsprojekte aus mehreren Disziplinen für den SNP, die BVM und das UBEVM evaluiert und bewilligt. Glücklicherweise konnten trotz der anhaltenden Pandemie nahezu alle für 2021 geplanten Feldaktivitäten auch umgesetzt werden. Auch dieses Jahr konnten, trotz weiterhin nicht ganz einfachen Bedingungen, alle langjährigen Messreihen dank grossem Einsatz seitens Parkmanagement, seiner Mitarbeitenden und Forschenden erhoben und somit eine Weiterführung der wertvollen Zeitreihen sichergestellt werden.

Publikationen sind ein wichtiges Instrument der FoK und ein wirksames Mittel, die Resultate der Forschenden einem breiteren Publikum zugänglich zu machen. Mehrere Bücher stehen kurz vor ihrer Veröffentlichung, es wird also schon sehr bald mehr Wissenswertes über den Park zu lesen

geben! Daneben hat die FoK die Cratschla 2/2021 mit dem Schwerpunktthema «Natur in Bewegung» herausgegeben.

Im laufenden Jahr hat Peter Brang nach 12 Jahren seinen Rücktritt aus der FoK gegeben. Wir danken ihm für sein Engagement und freuen uns weiterhin über seine Forschung im Park! Auch Christophe Praz hat 2021 nach drei Jahren die FoK verlassen, was wir sehr bedauern. Schliesslich trat Ueli Rehsteiner per Ende 2021 als Vizepräsident der FoK zurück, bleibt uns aber als Mitglied erhalten. Ich danke Ueli ganz herzlich für die tolle Unterstützung und die stets offene Kommunikation. Mit Gian-Cla Feuerstein konnte ein sehr engagierter und lokal bestens vertrauter Kollege für die Funktion des Vizepräsidenten gewonnen werden. Ich freue mich auf die Zusammenarbeit mit Dir, Gian-Cla! Bei der Geschäftsstelle der FoK können wir nicht mehr länger auf die tolle Unterstützung von Martin Kohli zählen, er widmet sich seit einigen Monaten neuen Aufgaben innerhalb der SCNAT. Ich danke Martin für die sehr wertvolle Arbeit und heisse Anne-Catherine Minnig als seine Nachfolgerin herzlich im Team willkommen.

Am 12. Februar 2021 ist Prof. Bernhard Nievergelt im Alter von 85 Jahren verstorben. Durch seinen Tod verliert die FoK einen langjährigen ehemaligen Präsidenten (1985-1997) und einen der führenden Wildtier- und Naturschutzbiologen der Schweiz. Bernhard Nievergelt war aber viel mehr als nur Präsident: Durch sein langjähriges Wirken für den Schweizerischen Nationalpark und die Leitung der FoK war er entscheidend in der Förderung der Inter- und Transdisziplinarität und der Zusammenarbeit von Forschenden über die Grenzen der eigenen Disziplinen hinaus, insbesondere auch zwischen den Natur- und den Geisteswissenschaften. Wir werden Bernhard ein ehrendes Andenken wahren.

Markus Stoffel, Präsident der Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks (FOK-SNP)

2. Forschungsschwerpunkte

Fünf Themenbereiche

Die im Nationalpark, im regionalen Naturpark Val Müstair sowie in der Pflegezone des UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair durchgeführten Forschungsarbeiten orientieren sich soweit möglich an den im Forschungskonzept 2018 aufgeführten fünf Themenbereichen:

- Einfluss von Klima und Stoffeinträgen
- Ökologie natürlicher Lebensgemeinschaften
- Veränderungen in Landnutzung und Landschaft
- Gesellschaftliche Ansprüche an Leistungen der Ökosysteme und Landschaften
- Parke und Schutzgebiete im Kontext der Regionalentwicklung

Einfluss von Klima und Stoffeinträgen

NUTNET (Nutrient network): Beeinflussung von Nährstoff-Flüssen, Produktivität und Diversität in Wiesenökosystemen durch Konsumenten und Düngung

(Anita Risch, Martin Schütz)

CH-3861, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Dieses Forschungsprojekt wird von rund 120 Forschergruppen an ebenso vielen Standorten auf sechs Kontinenten nach einheitlichem methodischem Protokoll durchgeführt. Unser Untersuchungsgebiet liegt in der Biosfera Val Müstair oberhalb Lü.

Die Zusammensetzung der Vegetation wurde auch in diesem Jahr auf allen 30 Versuchsflächen erhoben. Zusätzlich wurde ebenfalls auf allen Flächen Biomasse geerntet, in funktionale Gruppen sortiert (Grasartige, Kräuter, verholzte Pflanzen, Stickstoff-Fixierer und Streu), getrocknet, gewogen, gemahlen und für weitere Analysen archiviert. Bodenproben wurden ebenfalls turnusmässig von allen Versuchsflächen entnommen, aufbereitet und ins zentrale Bodenlabor an die University of Oklahoma geschickt.

A resurvey of millipede diversity in the Swiss National Park and its surroundings: Comparison of data from 1919 with 2018

(José Domingo Gilgado, Bruno Baur)

CH-6406, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

We wrote a manuscript on the effect of climate warming on the millipede species distribution in the Swiss National Park. The manuscript has been accepted for publication in *Insect Conservation and Diversity*.

We progressed with the analyses of the diversity data on ground-dwelling arthropods that were collected together with the millipedes (ants, beetles, centipedes and spiders). We examine effects of elevation and different habitat and soil variables on the diversity of these groups. We started to write the manuscript on this topic.

For the long-term storage of several invertebrate groups in the Natur Museum in Chur, we labelled the centipedes, pseudoscorpions, woodlice, etc. The only group left (ants) will be deposited in the Museum next year.

Trajectories of elevational range dynamics of mountain plant species

(Sabine Rumpf, Sonja Wipf, Christian Rixen)

CH-6755, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

Aufgrund von anderweitigen Forschungsprojekten wurden im 2021 entgegen der Ankündigung und Planung der Aktivitäten doch keine Feldarbeiten in dem Projekt durchgeführt.

Temporal FLUCtuations in the responses of old TREE populations to climate variability (FLUCTREE)

(Markus Stoffel, Jaime Madrigal Gonzalez)

CH-6751, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

As a result of Covid-19 the fieldwork had to be postponed from summer 2020 to October 2021. A transect has now been sampled on October 21 with three plots spread between the Ofenpass road and Margunet in God Margunet. In each of the three plots, located at 1900, 2100 and 2300 m asl, 30 mountain pines have been sampled and are now being analyzed. Results will be available in 2022.

GRADCATCH – Using natural environmental GRADients to decipher the adaptation of soil microbial Communities to climATe CHange

(Aline Frossard)

CH-6839, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

In summer 2021 (August), we performed a sampling campaign in the Val Müstair (UNESCO biosphere) along the Umbrail pass. We selected 6 sites along an altitudinal transect (see map attached). At each site, we measured greenhouse gas fluxes using a portable gas analyzer (CO₂ and CH₄) or by collecting gas samples at different interval of time (N₂O). We also collected soil samples at the soil surface (0-10 cm). These soil samples are now being analyzed to study the microbial diversity (via DNA metabarcoding), soil functions (enzyme activities, microbial biomasses) and physico-chemical parameters (pH, texture, C and N content, anions content). The leaf litter was also collected to assess its C and N content. In each site, we also laid rooibos tea and cellulose in small bags to assess their decomposition as a proxy of soil general activity. Moreover, we translocated 10 soil cores (10x10 cm) from the highest site (2959 m) to a lower site (2336 m). The idea of the translocated soil core is to study the adaptation of the soil microbial community to a warmer climate for a year. These soil cores will be retrieved in summer 2022 at the same time as the tea and cellulose bags.

Mobilization of aluminum under changing alpine climatic conditions

(Christoph Wanner, Hoda Horadi)

CH-6840, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Seit März 2021 betreiben wir eine kontinuierliche Überwachung der Aua da Prasüra. Dazu nimmt uns Biosfera Val Müstair alle 2 Wochen eine Wasserprobe, die dann an der Universität Bern chemisch analysiert wird. Die Konzentrationen werden dann mit kontinuierlichen online Leitfähigkeits- und Wasserstandsmessungen korreliert, um kontinuierlich die mobilisierten Schwermetall-Frachten zu bestimmen. Zusätzlich haben wir zwischen Juli und Oktober eine monatliche Beprobung der Blockgletscherquelle am Ursprung der Aua da Prasüra durchgeführt. Die ersten Resultate zeigen, dass das Überwachungskonzept gut funktioniert und dass die aus dem Blockgletscher mobilisierten Frachten starken saisonalen Schwankungen unterworfen sind. Die maximalen Werte wurden anfangs Juli mit über 100 kg/Tag Aluminium und Fluor gemessen. Zudem wurden maximale Mangan- und Nickel-Frachten von 30 respektive 15 kg/Tag gemessen.

Ökologie natürlicher Lebensgemeinschaften

Pflanzen-Ring-Muster und die zugrundeliegenden Prozesse

(Heike Lischke, Veiko Lehsten)

CH-6842, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Am Standort 3, Val dal Botch, am Gegenhang zu Margunet, massen wir 10 Punkte mit genauem GPS ein und markierten diese mit Nummerntafeln. Am darauffolgenden Tag nahmen wir von 4 Punkten am Grat von Margunet überlappende Serienbilder mit einer Minolta Kamera mit einem 500 mm Teleobjektiv auf. Diese werden nun zu einem Gesamtbild mit Höheninformationen zusammengesetzt. Die Nummerntafeln wurden wieder entfernt.

Vorläufige Ergebnisse: Bei genauerer Betrachtung fanden wir aus mehreren Arten bestehende Stufen. Die Haupthypothese für den Treiber dieser Prozesse ist die Solifluktion, wobei die Ursachen nach den wellenförmigen Mustern und der Zusammenhang mit Gefälle und Ausrichtung in einer nachgeschalteten Masterarbeit untersucht werden sollen.

Am Standort 1, am östlichen Abzweig des Wanderwegs zum Munt la Schera, markierten wir zufällig ausgewählte Pflanzen-Musterelemente mit Nummerntafeln (wurden wieder entfernt) und fotografierten sie jeweils im Detail. Wir erhoben die Form, den Radius, die maximale Ausdehnung, die Breite der Ringe, die Ausrichtung, die Lage von nicht-beblätterten Pflanzenteilen und die dominierenden Arten der Musterelemente, und entlang von radialen Transekten innerhalb der Musterelemente die Deckungsgrade der Arten, sowie die Bodentiefe. Wir nahmen in einem 10 m×10 m-Teilgebiet überlappende optische und Infrarot-Fotos auf und massen mehrere Georeferenz-Punkte ein. Ausserdem nahmen wir Laserscans des Teil- und des Gesamtgebiets (ca. 30 m×30 m) auf. Vorläufige Ergebnisse: Die Muster sind meist offene Halbkreise oder Bögen, z.T. durchbrochen (Nr. 4), selten fast geschlossene Kreise. Die Halbkreise sind oft zur dominanten Windrichtung (W) hin geöffnet, selbst, wenn es (leicht) bergauf geht (Nr. 4, der Pfeil zeigt nach Norden). Der Boden ist unter dem oben liegenden Geröll tiefer als 20, was unserer Hypothese der Konkurrenz um Nährstoffe widerspricht. Die dominierende Art ist *Dryas octopetala*, mit *Carex firma* und *Saxifraga caesia*.

***Formica helvetica* in the Swiss National Park region**

(Christian Bernasconi, Anne Freitag)

CH-6947, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Le travail de cette année nous a permis de récolter de nouveaux échantillons de fourmis des bois dans le Parc National. Au mois d'août, accompagné par Reto Strimer, gardien du Parc, nous avons eu l'occasion de visiter le Val Foraz (normalement interdit aux visiteurs).

Cette visite nous a permis de (1) vérifier l'hypothèse que les fourmis des bois sont présentes dans le Val Foraz et (2) d'échantillonner des ouvrières provenant de 5 fourmilières différentes. En outre, nous avons observé que ces nids forment une structure polycalyque (au total 15-20 nids observés le long du transect), élément qui va dans la direction de notre hypothèse, selon laquelle *Formica helvetica* serait aussi présente dans cette vallée.

Xylobionte Käfer und Pilze in Naturwaldreservaten der Schweiz

(Thibault Lachat, Martin Gossner, Beat Wermelinger, Nicolas Roth, Romain Angeleri, Stefan Blaser, Michael Günther, Astrid Bächli)

CH-6836, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Stichprobenflächen in Plan Praspöl wurden im Herbst 2020 begangen. Dabei wurden 11 Stichproben auf einer 4-ha Waldfläche gemäss Untersuchungsdesign markiert (6 totholzreiche und 5 zufällige Stichproben). Am 18. und 19. Mai 2021 wurden die Insektenfallen im Nationalpark und im bewirtschafteten Bestand (Kontrollfläche, God Selva Dadaint) installiert. Die Insektenfallen

wurden ca. alle 3 Wochen geleert und Ende August abmontiert. Zudem wurde eine standardisierte Menge (2,5 l) von zersetztem Holz pro Stichprobe gesiebt, gesammelt und danach ex situ in Emergenzfallen ausgetrieben.

Die Inventur der Totholzpilze wurde auch auf jeder Stichprobenfläche durchgeführt. Dafür wurden jeweils zwei liegende Totholzstücke untersucht als auch die erste Hälfte der Stichprobenfläche. Von den untersuchten Totholzstücken wurden Bohrmehlproben für die genetische Analyse entnommen.

Die Insekten- und Pilzproben befinden sich zurzeit bei den Artenspezialisten für die Artenbestimmungen. Die ersten Ergebnisse werden für Frühling 2022 erwartet.

Subterranean fauna in rock glaciers and permafrost soils in the Swiss National Park (SNP)

(Bruno Baur, José Domingo Gilgado)

CH-6757, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

In summer 2021, we made four trips for fieldwork in the Swiss National Park. During the first visit, we recovered the individuals captured in the subterranean traps and replaced the temperature recorders in Val Sassa and Valletta. We also installed 9 additional but smaller subterranean traps in the rock glacier of Valletta. These traps consist of short tubes (40 cm) buried at different depths. Traps were clustered in sets of 3. This allows us to study the vertical distribution of the ground-dwelling arthropods in the rock glacier, and to test whether the standard methodology used (long tubes) may facilitate migration of superficial fauna into deeper layers of the block glacier. During the second trip, we took small soil samples (20 g) at different depths at each of our sampling points in Val Sassa to investigate the fungal diversity in the soil. We also assessed the vegetation cover and recorded the plant species composition around our sampling points of Val Sassa. During the third trip, we took soil samples in the same way, and recorded the vegetation on the Valletta block glacier. During the fourth trip, we emptied the 16 original subterranean traps in Valletta and Val Sassa.

Suivi de la colonie de *Formica exsecta* (Hyménoptères Formicidés) à Il Fuorn /

Grosse Kerbameise im SNP

(Anne Freitag, Arnaud Mäder)

CH-1799, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

L'ensemble des fourmilières de la colonie de *Formica exsecta* de Il Fuorn ont été recensées. Chaque nid a été mesuré, les nouveaux nids ont été cartographiés. En 2021, ce sont 74 nids actifs qui ont été inventoriés + 4 nouveaux nids apparus entre 2020 et 2021. 9 nids actifs en 2020 ont été considérés comme abandonnés en 2021. La colonie compte ainsi 78 nids actifs, soit une légère baisse par rapport à 2020. Les nids étaient globalement étonnamment peu actifs, malgré des conditions météorologiques favorables lors du recensement. Cette situation était peut-être due à des conditions météorologiques défavorables au printemps, retardant la reprise d'activités des fourmis en altitude.

Des photos de la canopée et du sol autour des nids ont été prises pour chaque fourmilière active ou abandonnée depuis 2020. Ces photos renseignent sur l'ouverture de la canopée, et donc l'ensoleillement dont bénéficie le nid, et sur l'évolution de la végétation près du dôme. Les mêmes types de photos ont été prises sur les 50 points de références installés en 2017.

Beziehungsnetze im System Waldameise-Blattlaus-Baum

(Anita Risch, Martin Schütz)

CH-5071, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Mittelpunkt stand in diesem Jahr die Grosse Kerbameise (*Formica exsecta*) auf Stabelchod. Die Anzahl und Grösse der Ameisennester wurde auf der Alpweide bereits in den Jahren 1997 und 2007 inventarisiert. Wir wiederholten diese Inventur in diesem Jahr. Da der Aufwand für eine Felderhebung bei rund 15 Personentagen liegt, sollte getestet werden, ob Erhebungen mit Mitteln der Fernerkundung (Drohnen) möglich und vor allem effizienter sind. Zusätzlich wurde der Frage nachgegangen, ob und welche Interaktionen zwischen den Kerbameisen und Huftieren bestehen könnten. Ergebnisse liegen erst Ende Jahr vor.

Langzeituntersuchung zu Verbreitung, Abundanz und Dynamik einer Schneehasenpopulation im SNP

(Maik Rehnus, Kurt Bollmann)

CH-6753, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Feldaufnahme im Frühjahr konnte erfolgreich durchgeführt werden.

Einfluss von anthropogenem Lärm auf Singvögel

(Julia Paterno, Pia Anderwald)

CH-6773, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Datenaufnahme mittels Soundlogger hat stattgefunden. Die Datenauswertung hat begonnen. Ergebnisse sind derzeit noch keine vorhanden.

Physiologische saisonale Anpassungen bei Gämsen

(Pia Anderwald, Flurin Filli)

CH-6841, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Ofenpassgebiet wurden im Frühling 6 Gämsen besendert und mit Magensonden ausgestattet. Die Daten werden regelmässig heruntergeladen.

Vorprojekt «Vielfalt der Totholzkäferfauna im Schweizerischen Nationalpark (GR)»

(Barbara Huber, Remo Wild, Alexander Szallies)

CH-6778, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Vorprojekt zur Totholzkäferfauna der Bergföhrenwälder des Schweizerischen Nationalparks wurden Vorarbeiten für die Durchführung des Hauptprojekts (Start Frühling 2021) getätigt. Anhand einer Literaturrecherche und Analyse bereits eingerichteter Forschungsflächen resultierten Standorte mit hohem Potenzial für die Erhebung der Totholzkäferfauna. Bei einer Feldbegehung wurden acht Probeflächen ausgewählt. Während den Sommern 2021 und 2022 wird auf je vier Probeflächen mittels Flugfensterfallen die Vielfalt der Totholzkäferfauna in Bergföhrenwäldern erhoben. Das geplante Vorgehen der gesamten Datenerhebung sowie die Abstimmung mit anderen Forschungsprojekten wurde im dazugehörigen Bericht erläutert. Ebenso enthalten sind ergänzende Abklärungen, inwiefern die Aktivität der Borkenkäfer im Nationalpark stärker beobachtet und untersucht werden könnte. Ergänzend dazu wurde der Ablauf des verwandten Forschungsprojekts zur Revision der Handschin-Käfersammlung skizziert. Die Datenerhebung findet im Hauptprojekt statt.

Hauptprojekt Vielfalt der Totholzkäferfauna im Schweizer Nationalpark (GR)

(Barbara Huber, Remo Wild, Alexander Szallies)

CH-6778, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Rahmen des Forschungsprojekts «Vielfalt der Totholzkäferfauna im Schweizer Nationalpark», welches die Totholzkäferfauna der Bergföhrenwälder untersucht, wurde im Sommer 2021 die erste Hälfte der Felderhebungen (zweite Hälfte: Sommer 2022) durchgeführt. In den vier ausgewählten Gebieten mit je einer höher- und einer tiefergelegenen Probefläche, wurden auf jeweils einer Probeflächen Insektenfallen aufgestellt. Folgende Probeflächen wurden im Sommer 2021 beprobt: Champlönch unten (CplU), La Schera oben (LasO), God da Chamuotschs oben (ChmO), God Margunet unten (MarU). Am 27. Mai wurden auf diesen Probeflächen je drei Polytrapfallen (Flugfensterfallen) bodennah und eine Kronenfalle (Flugfensterfalle Eigenbau) aufgestellt. Es wurden vor Ort geeignete Fallenstandorte ausgewählt, welche sich im Bereich von ökologisch wertvollen Totholzstrukturen befanden. Die Leerung der Insektenfallen fand im Abstand von drei Wochen statt. An allen Fallenstandorten wurden verschiedene Habitatmerkmale wie Sonnenscheindauer, Waldstandort, Totholzmenge etc. erfasst. Mitte Juni wurde ebenso an allen acht Probeflächen ein Bodentemperaturlogger platziert. Am 26. August, nach der vierten und letzten Leerung, wurden die Fallen abgebaut. Parallel zur Erhebung mittels Flugfensterfallen führte Alex Szallies an rund fünf Tagen Handfänge durch und nahm Gesiebeproben von Totholz im Bereich der Probeflächen und des Wanderwegnetzes.

Die Käfer der gesammelten Proben (Flugfensterfallen) wurden anschliessend für die Bestimmung aussortiert. Die übrigen Insekten wurden bei der Sortierung in wenige Gruppen aufgeteilt (meist Ordnungsniveau), um sie bei Möglichkeit ebenso von Spezialisten bestimmen zu lassen.

Veränderungen in Landnutzung und Landschaft

Erklärung landschaftlicher Phänomene am Beispiel der Brandfläche II Fuorn

(Norman Backhaus, Thomas Scheurer)

CH-6233, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Der in Bearbeitung stehende Artikel in eco.mont konnte 2021 nicht abgeschlossen werden. Der Artikel wird im Sommer 2022 eingereicht.

Gesellschaftliche Ansprüche an Leistungen der Ökosysteme und Landschaften

People's Place in Nature / Developing a relational values approach to align environmental values in conservation policy

(Mollie Chapmann, Norman Backhaus)

CH-6580, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Während des ersten Halbjahres wurden die letztes Jahr erhobenen Daten analysiert und für Publikationen vorbereitet.

Simon Zoja hat mit seiner Masterarbeit begonnen, in der er sich auf die Wertvorstellung von Alpkäsern im Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair fokussiert. Die Datenerhebungen dauern vom Sommer bis in den Herbst. Die Arbeit soll 2022 abgeschlossen werden.

Pärke und Schutzgebiete im Kontext der Regionalentwicklung

CRreative Approaches For socio-ecological Transitions (CRAFT):

A comparative study of rural-peripheral biosphere reserves as driver of social innovations

(Martin Coy, Armin Kratzer, Nils Unthan, Birgit Reutz, Jacob Heuser)

CH-6747, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat

Anhand der Fuzzy Cognitive Mapping-Methode haben wir fördernde und hindernde Faktoren in kreativen Ansätzen definiert. Das Projekt wurde bis zum 31.05.2022 verlängert. Der Abschlussbericht befindet sich aktuell noch in der Ausarbeitung.

Besucherbefragung 2020/21

(Sonja Wipf, Norman Backhaus)

CH-6774, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Wir sind daran, eine wissenschaftliche Publikation der Resultate vom Sommer 2020 zu verfassen. Erste Resultate wurden in kleineren Artikeln schon bekannt gemacht. Die Post-Pandemie-Befragung wurde 2021 (noch) nicht durchgeführt, da das Virus und seine Effekte bis jetzt anhalten.

Datenbewirtschaftung und Weiterentwicklung von Methoden

Sicherung und Bewirtschaftung der SNP- und Biosfera-Forschungs- und Projektdaten

(Anea Schmidlin, Sonja Wipf)

Die im Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair laufenden oder kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekte und Dauerprogramme (Ende 2021 über 140 für den Nationalpark und 33 für die Biosfera Val Müstair) werden laufend aktualisiert und sind über die Webseite der Forschungskommission abrufbar: fok-snp.scnat.ch/de/research_projects

Daten und Literatur aus Projekten werden über das MMD des SNP zugänglich gemacht: parcs.ch/snp/index.php

GIStory - Revisiting the Swiss National Park Area

(Stefan Imfeld, Tamara Estermann)

CH-3615, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Die Bemühungen der letzten Jahre zur Refotografie wurden in einer Zeitreise-Webanwendung für die Biosfera Val Müstair veredelt (<https://val-muestair.ch/de/zeitreise>). Mit den Bildpaarvergleichen damals/heute wird die Landschaftsentwicklung eindrücklich dokumentiert. Die mittlerweile recht umfangreichen Erfahrungen zur Refotografie haben uns bewogen, das Thema um die 3. Dimension zu erweitern. So wurden Techniken entwickelt, um historische, flugzeuggestützte Aufnahmen drohnenbasiert zu refotografieren. Die Aufnahmen wurden aus Sicherheitsgründen in direktem Kontakt mit dem Tower Flughafen Samedan und der HeliBernina durchgeführt. Die gewonnenen Bilder kommen dem snp und dem Projekt *Inscuntrar* zugute.

3. Die Parknatur im Jahr 2021

Die Abschnitte zur Parknatur (Meteorologie, Vegetationsentwicklung und Flora) wurden aus dem Geschäftsbericht 2021 vom Schweizerischen Nationalpark übernommen.

Meteorologie

Das Jahr 2021 erwies sich im Allgemeinen als sehr wechselhaft. Die mittlere Jahrestemperatur auf Buffalora war um 0,2 °C tiefer als das langjährige Mittel (Normperiode 1981–2010). So war die Mehrheit der Monate durchschnittlich kälter, nur der Februar, Juni, Juli und September waren wärmer (Abb. 2. 1). Der Februar und der Juni stechen mit +2,4 °C respektive +2,5 °C besonders hervor. Der Mai erwies sich als besonders kalt (-2,0 °C), aber auch der Januar (-1,9 °C) und der April (-1,8 °C) lagen unterhalb des langjährigen Mittels. Der Juli war der einzige Monat, in dem an der Station Buffalora keine Minustemperaturen gemessen wurden (Tiefsttemperatur 0,6 °C). In allen anderen Monaten wurden Tiefsttemperaturen zwischen -29,7 °C und -2,1 °C gemessen. In allen Monaten wurden Höchsttemperaturen oberhalb des Gefrierpunktes aufgezeichnet (0,6 °C bis 24 °C). Die Tiefsttemperatur stammt vom 14. Februar, die höchste vom 1. August. Mit 786 mm wurde im Jahr 2021 gegenüber dem langjährigen Mittel (1981–2010) 168 mm weniger Niederschlag aufgezeichnet. In den meisten Monaten fiel durchschnittlich weniger Niederschlag, die Ausnahmen bilden die Monate Januar, Juli und November (Abb. 2. 2). Der Januar fällt mit einem Extremwert sofort ins Auge: Es gab 149 % (59 mm) mehr Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt. Vor allem im März und April folgte eine relativ trockene Periode (61 % bzw. 65 % weniger Niederschlag), ebenso waren die Monate August, September und Oktober trockener. Der Winter 2020/21 war charakterisiert durch viel Schnee. Durch die Schneemassen war die Ofenpassstrasse mehrfach gesperrt. Aufgrund von Lawinengefahr war auch Zernez kurzfristig von den umliegenden Orten abgeschnitten. Nach ersten kleineren Schneefällen im Oktober und November lag auf Buffalora vom 2. Dezember 2020 bis am 15. Mai 2021 eine geschlossene Schneedecke. Das entspricht einer Verzögerung der Schneeschmelze von 18 Tagen gegenüber dem Mittelwert der letzten 5 Jahre (2016–2020). Den Höchststand von 161 cm erreichte die Schneedecke am 8. Februar. Am 6. Oktober fiel der erste Schnee des Winters 2021/22. Die grossen Schneemassen, wie im vorhergegangenen Winter, blieben bis Ende Jahr aber aus. Seit dem 2. November ist Buffalora trotzdem vollständig schneebedeckt.

Vegetationsentwicklung

Bei den pflanzenphänologischen Aufnahmen werden seit 1994 die Zeitpunkte von wichtigen Lebensstadien 20 ausgewählter Pflanzenarten jedes Jahr an den gleichen Standorten in 4 Regionen des SNP aufgenommen. Im Jahr 2021 stellten sich wegen der späten Schneeschmelze und dem kalten Frühjahr praktisch alle Entwicklungsstadien bedeutend später ein als im Durchschnitt über die 5 Vorjahre (Abb. 2. 3). Die Verzögerung betrug im Mittel über alle Arten, Entwicklungsstadien und Orte 10 Tage. Zwischen den verschiedenen Arten und Stadien gab es jedoch grosse Unterschiede. Generell sind die Schwankungen im Jahresvergleich grösser bei sich früh entwickelnden Arten, bei frühen phänologischen Stadien (Abb. 2. 3) und bei kleinwüchsigen Arten, also Kräutern, Gräsern und Zwergsträuchern (Abb. 2. 4). Dies hat damit zu tun, dass sich Pflanzen nicht an einem Kalender orientieren, sondern in vielen Fällen an Temperatursummen. Vereinfacht gesagt, muss eine Pflanze nach dem Winter eine bestimmte Menge Wärme «sammeln», bevor sie anfängt, Blätter zu treiben oder zu blühen. Je früher ein Entwicklungsstadium eintritt, desto wichtiger ist die Schneeschmelze als «Taktgeber» für Blühen und Wachsen. Auch sind kleinwüchsige Arten stärker von der Schneeschmelze abhängig, Sträucher und Bäume hingegen können schon auf warme Lufttemperaturen reagieren, wenn noch Schnee liegt. Die Auswirkungen der späten Schneeschmelze liessen sich 2021 anhand der phänologischen Daten gut aufzeigen.

Der Huflattich als erste blühende Pflanze im Jahresverlauf blühte in den 5 vorherigen Jahren (2016–2020) im Durchschnitt zum astronomischen Frühlingsbeginn, also um den 21. März. 2021 war die Vollblüte um einen ganzen Monat verzögert. Bei der Schneeheide oder Erika, welche in der zweiten Aprilhälfte als zweite der erfassten Arten blüht, betrug der Rückstand 2 Wochen. Das Knaulgras, welches Anfang Juli als letzte der von uns erfassten Arten blüht, war 2021 gleich wie im Schnitt der vergangenen Jahre. Die anderen Arten variierten zwischen diesen Werten. Je früher ein phänologisches Stadium im Jahresverlauf eintrat, desto grösser war auch die Verzögerung im Vergleich zu früheren Jahren. Je später das Stadium, desto weniger zeigte sich der Einfluss der verspäteten Schneeschmelze, da im sehr warmen Frühsommer der Rückstand wieder aufgeholt werden konnte (Abb. 2. 3). Während 2020 die Sträucher und Baumarten durch frühen Blattaustrieb und späte Verfärbung eine besonders lange Vegetationsperiode hatten, war 2021 das Gegenteil der Fall. Die Blätter und neuen Nadeln entfalteten sich mit einer Verspätung von bis zu 2 Wochen und wurden 4 Tage später als in den vergangenen Jahren abgeworfen. Im Durchschnitt war damit die Saison eine Woche kürzer als in den 5 Jahren vorher, und sogar 19 Tage kürzer als 2020. Die Lärchen verfärbten sich über alle Standorte gemittelt gegen Ende der ersten Oktoberwoche, zur gleichen Zeit wie im Schnitt der letzten 5 Jahre, aber eine Woche früher als 2020. Der goldene Herbst endete mit dem Fall der Lärchennadeln zwischen dem 31. Oktober und dem 13. November, eine Woche später als in den vergangenen Jahren.

Flora

Seit 2020 erfassen verschiedene Mitarbeitende des snp Standorte von Pflanzenarten, welche auf der Liste der Arten von nationaler Priorität stehen. Dort sind Arten gelistet, für welche die Schweiz eine grosse Verantwortung trägt, entweder weil die Art bei uns und anderswo gefährdet ist, und/oder weil ein grosser Anteil ihres Verbreitungsgebiets in der Schweiz liegt. Durch die Digitalisierung von alten Florenwerken und des Herbariums (siehe Kapitel 5) sowie durch Daten aus der zentralen Datenbank von Info Flora verfügen wir über einen Überblick über frühere Standorte von 72 Prioritätsarten im snp. Neben bekannten oder neuen Standorten von Prioritätsarten werden auch andere spannende Funde erfasst. Die Erhebung dient der besseren Kenntnis und Überwachung dieser Arten und als Grundlage, um floristische Veränderungen dokumentieren zu können. Im Sommer 2021 sind insgesamt 581 Pflanzenfunde im und um den snp dokumentiert worden. Fast ein Drittel stammte je von Parkwächter Domenic Godly und Praktikantin Saskia Aeschbach. Auf 4 Arten wurde ein spezifischeres Augenmerk gelegt. Von der Monte Baldo-Segge (Abb. 2. 5), einer Art der zweithöchsten Priorität und echte Spezialität der Nationalparkregion, haben wir die Populationen bei Buffalora auf einem Raster 50 x 50 m kartiert. Diese Populationen sind die einzigen der Schweiz und entstammen möglicherweise nur wenigen Samen, welche vor Gründung des snp mit Schafen aus den Bergamasker Alpen eingebracht wurden. Sie sind ausgedehnter, als uns bekannt war, und auch nach mehreren Tagen Feldarbeit wurden noch nicht alle Ränder des Populationsgebiets gefunden. Basierend auf alten Standortangaben des Herbars und alter Florenwerke wurden frühere Fundorte von 3 weiteren Prioritätsarten wieder aufgesucht und kartiert. Diese Daten sind wichtige Grundlagen, um zukünftige Veränderungen in der Ausdehnung und Dichte von seltenen und prioritären Arten innerhalb des snp erfassen zu können.

Huftierbestände

Huftiermonitoring des Schweizerischen Nationalparks: Bestandserhebungen (Bestand, Raumverteilung, Markierung)

(Thomas Rempfler, Sonja Wipf, Sam Cruickshank)
CH-4893, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Bestandserhebungen ergaben für den gesamten SNP 1102 Gämsen, 1543 Hirsche und 194 Steinböcke. Das entspricht gegenüber dem Zehnjahresdurchschnitt -11 % Gämsen, -5 % Hirsche, -33 % Steinböcke. Die räumliche Verteilung der Huftiere wurde nach der langjährigen Methode einmal pro Jahreszeit durchgeführt. Im Gebiet II Fuorn wurden zwei Gamsböcke und zwei Gamsgeissen sichtmarkiert.

Bestandentwicklung der Brutvögel

Ornithologische Dauerbeobachtung

(Mathis Müller, Hans Schmid)
CH-1802, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Munt la Schera: 7 Arten (Alpenschneehuhn, Alpendohle, Steinschmätzer, Bergpieper, Ringdrossel, Hausrotschwanz, Schneesperling). Die höchsten Bestände seit 2008 erzielte das Alpenschneehuhn mit 8 Revieren (R). Die häufigste Art, der Steinschmätzer, erreichte mit 24 R ($\bar{\text{Ø}}$ 19.3 R) fast seinen Maximalbestand von 25 R. Die Alpenbraunelle fehlte in diesem Sommer. Total besiedelten 56 Brutpaare das Gebiet (51.0 ± 9.3 R, 34-70 R), die Zunahme des Steinschmätzers und die Abnahme der Feldlerche sind signifikant ($p < 0.01$).

Stabelchod: 27 Brutvogelarten (Zunahme $p < 0.01$) und 208 R. Erfreulich war das Vorkommen des Dreizehenspechts (5. Mal) mit zwei Revieren, der Gartenrotschwanz blieb hingegen aus. Der Buchfink (36 R) ist 2021 und insgesamt die häufigste Art. Zu- und Abnahmen einzelner Arten hielten sich die Waage. Positiv seit 1997 entwickelten sich Alpenmeise und Singdrossel (je $p < 0.05$), negativ Zitronengirlitz, Ringdrossel, Misteldrossel, Waldbaumläufer und Buchfink (je $p < 0.05$).

God la Schera: 27 Brutvogelarten (Zunahme $p < 0.05$) und 250 R. Bemerkenswert waren 2021 das Auftreten von Auerhuhn, Sperlingskauz, drei Waldschnepfen und erstmals von Grauspecht. Das Bestandsverhältnis zwischen Amsel und Ringdrossel lautete 7:3; im Jahre 2000 hatte es noch bei 1:13 gelegen. Grosse Schwankungen einiger Arten prägten hier die Vogelwelt, längerfristige Zunahmen ($p < 0.01$) können bei Klappergrasmücke, Singdrossel, Kleiber, Erlenzeisig und Gimpel festgestellt werden, Abnahmen ($p < 0.01$) ergeben sich dagegen bei Ringdrossel und Alpenmeise.

Sta. Maria: Für diese Höhenlage ist diese Fläche ein Hotspot der Artenvielfalt mit hoher Siedlungsdichte (2021 49 Arten, 496 R ($\bar{\text{Ø}}$ Werte). 2021 traten u.a. Grauspecht und Wendehals auf. Die häufigste Vogelart ist der Buchfink mit 2021 82 R. Die 2021er Bestände von Baumpieper und Goldammer waren mit 21 R resp. 4 R minimal. Signifikante Zunahmen ($p < 0.01$): Rotkehlchen, Bergglaubsänger, Mönchsgrasmücke und Grünfink. Signifikante Rückgänge gab es beim Zitronengirlitz ($p < 0.01$) und beim Neuntöter ($p < 0.05$).

Bestandserhebung am Birkhuhn im Gebiet Ofenpass

(Sonja Wipf, Sam Cruickshank)
CH-4095, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Die Birkhuhnzählung in Zusammenarbeit mit dem AFJF GR am Ofenpass fand am 14. Mai statt. Mit sieben beobachteten Hähnen und drei Hennen sowie 18 gehörten Hähnen resultierte ein Total von 18 Birkhühnern.

4. Monitoring

Erdwissenschaften

Bewegungsmessungen an Blockgletschern im Schweizerischen Nationalpark (Val Sassa, Val da l'Acqua und Macun)

(Alberto Muñoz Torrero Manchado, Samuel Wiesmann, Markus Stoffel)
CH-6749 & CH-2196, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

- Download and pre-processing of historical aerial images from Swisstopo.
- Acquisition of ground control points with differential GPS around Val Sassa and Valetta rock glaciers.
- Photogrammetric processing of all aerial images for 12 different dates between 1946-2019 for Val Sassa, Val da l'Acqua, Valetta and Tantermozza rock glaciers.
- Manual measurements of horizontal and vertical displacement of Val Sassa using the orthophotos and DEM obtained from photogrammetric processing.

Erdstrombewegungen und Klimamessungen am Munt Chavagl (Schweizerischer Nationalpark; Dauerprojekt)

(Christine Levy, Samuel Wiesmann, Markus Stoffel, Alberto Muñoz Torrero Manchado)
CH-1811, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Bei den Solifluktionen am Munt Chavagl hat der SNP im Frühling 2021 erneut eine thermische Kamera aufgestellt um zusätzlich zu den von der Meteostation und den Temperatursensoren im Boden auch ein flächiges Bild der Schmelz- und Fliessprozesse zu gewinnen. Letztere wurden erneut von der Academia Engiadina mittels Vermessung der Holzstäbchen und von Samuel Wiesmann mittels Drohnenbefliegung aufgenommen. Die Auswertungen der Daten erfolgt 2023.

Wildbach Monitoring von Laviner Munt dals Valdès und Muletta zur Ermittlung des Erosionsverhaltens in anthropogen wenig gestörten Wildbächen

(Gregor Rafael Schmucki, Perry Bartelt, Christoph Graf, Yves Bühler, Andreas Stoffel)
CH-6775, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Erste Befliegung von Laviner Munt dals Vadès am 20.10.2021.

Daten und Betreuung des Mess- und Beobachtungsnetzes MeteoSchweiz (Klimastationen FOK & SNP: Trupchun, Chavagl)

(Samuel Wiesmann, Thomas Konzelmann)
CH-3795, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Meteostation beim Munt Chavagl lief im 2021 ohne Probleme durch. Einzig die Datenübertragung stockte im Sommer wegen nicht angekündigter Umstellungen der Swisscom an der Basisstation, es kam aber zu keinem Datenverlust. Die jährliche Wartung wurde durchgeführt.

Die Station Trupchun lief auch ohne Ausfälle durch und wurde im Herbst ebenfalls gewartet.

Die an den SNP angrenzende SwissMetNet Station Buffalora lief störungsfrei und lieferte kontinuierlich die wichtigsten meteorologischen Parameter. Die jährliche Wartung wurde im Sommer durchgeführt.

Hydrologie

Die Daten zu den verschiedenen Flüssen vom SNP können jeder Zeit online auf folgenden Links abgerufen werden:

Spöl

<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2239.html>

Ova dal Fuorn

<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2304.html>

Ova da Cluozza

<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2319.html>

Rombach

<https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2617.html>

Gewässerökologische Koordination künstlicher Hochwasser im Spöl

(Uta Mürle, Johannes Ortlepp)

CH-2222, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Schwerpunktthema in der ersten Jahreshälfte war die Einbindung der künstlichen Hochwasser in die Geschiebeproblematik von Spöl und Inn. Hierzu wurde ein Entwurf des AJF GR mit den EKW, SNP, betroffenen Behörden und Wissenschaftlichen Institutionen diskutiert und weiter bearbeitet. Das Fehlen eines zur Einbindung weiterer Massnahmen erforderlichen «Gewässer- und Auenkonzepts Unterer Spöl» bremsen gegenwärtig die weitere Entwicklung.

Am 23.05.2021 wurde am Unteren Spöl ein künstliches Hochwasser durchgeführt. Hierzu wurden die Interessen der verschiedenen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen und die ökologisch bedingten Vorgaben der Fischereibehörde aufeinander abgestimmt.

Beteiligte Arbeitsgruppen:

- UNIL (Virginia Ruiz-Villanueva, Janbert Aarnink, Javier del Hoyo, Bryce Finch, Marceline Vuaridel): morphologische Veränderung an ausgewählten Transsekten, Totholzablagerungen und -transport
- UniTrento (Guido Zolezzi, Walter Bertoldi, Tulio Soto, Emilio Politti): Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit, Mesohabitat-Kartierungen
- EAWAG (Jessica Droujko, Peter Molnar): Wasserproben, Sedimentfracht vom SNP (Samuel Wiesmann) wurden Drohnenbefliegungen vor- und nach dem Hochwasser durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen möglichst bei dem FOK-Hydro-Treffen 2022 vorgestellt werden.

Am Oberen Spöl konnte aufgrund der unveränderten PCB-Belastung kein Hochwasser durchgeführt werden. Die Ansprüche, Möglichkeiten und Zuordnung von Ausgleichszahlungen wurden ausgiebig diskutiert. Als eine der Grundlagen dieser Betrachtungen wurde die "Wasserbank" über für Hochwasser geplante bzw. verbrauchte Wasservolumina oder deren Äquivalente weitergeführt.

Morphodynamics and instream wood dynamics monitoring in the Spöl River

(Virginia Ruiz)

CH-6758, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

Two extensive field surveys were carried out, one several days before the experimental flood in June 2021, and another one after the flood. In both, pre- and post-flood surveys, sediment grain size was measured at different locations and several cross sections were acquired with a dGPS. The Wolman pebble count method was applied to 5 sampling locations, measuring more than 100 pebbles at each site. This data will give us information about the sediment size that was mobilized and how the sediment grain size distribution changed after the flood. The topographical cross sections will show morphological changes, although the reception of the satellite signal was limited at several places, reducing the accuracy of the topographical data. The cross sections will be combined with the data acquired by the drone flew by the SNP.

All wood stored within the river was measured, tagged and georeferenced. The initial tags that were put on the instream wood in the Spöl river in 2018 were metal tags. In 2019, home-made plastic tags with numbers written by permanent marker were used. These numbers could only occasionally still be read in 2021. In June 2021, plastic tags that were designed for forestry were used. In the post-flood survey of 2021, it became evident that the metal tags were the most durable. Therefore, for future surveys, only metal tags will be used.

In addition, two video cameras were installed at the wooden bridge and recorded the flood. During the flood, transported floating wood was also counted and visually classified in three size categories, small (length <1 m, diameter <0.1 m), medium and large wood (length >3 m, diameter >0.3 m approx.). The video and visual count will be used to estimate the wood flux (number of wood pieces/time) and to compare with the flow hydrograph. Moreover, the digital data will be used to train and test a machine learning algorithm that is being developed to automatically identify and track wood in video images.

MesoMonitoring: Monitoring of fish mesohabitat responses to ecological floods on the river Spöl

(Guido Zolezzi, Emilio Politti)

CH-6667, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Mesohabitat units mapping and flood monitoring

In the month of June, the mesohabitat units of a 200 m reach of the Spöl were mapped some days before and the day after the ecological flood. The reach is approximately 500 m upstream from the Ova da Cluozza confluence. The objective of these surveys was to monitor the effect of the flood on the distribution of the units. In order to have quantitative measures on the characteristics of the flood, during the flood itself, the level of the water was recorded every hour using a graduated rod temporarily installed below the wooden bridge outside of Zernez. From the same bridge and with the same time interval, surface flow velocity was measured with a radar gun.

Flussraummorphologie und die Auswirkungen unterschiedlicher Flussraumdynamiken auf die Besiedlung von Kiesbänken

(Peter Rey, John Hesselschwerdt)

CH-6595, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Wie bereits in den Vorjahren wurde 2021 die Flussraummorphologie mittels Drohnenaufnahmen dokumentiert. Dies umfasst die seit 2016 dokumentierte Strecke in der Clemgia und die seit 2020 dokumentierte Strecke im Fuornbach. Die Gesamtstrecke umfasst dabei mehr als 4 km Bachlauf.

Aufgrund der massiven Dynamik in der Clemgia gibt es dort keine stabilen Kiesbänke, auf denen sich eine typische tierische Besiedlung einstellen kann. Daher wurde bisher auf eine Untersuchung der Kiesbankfauna verzichtet.

Mit dem Fuornbach kam jetzt ein ebenfalls dynamisches System hinzu – allerdings nicht im gleichen Ausmass wie die Clemgia. Anhand der Luftbilder von zwei Jahren können nun Kiesbänke ermittelt werden, deren Bewohner zukünftig untersucht werden sollen.

Langzeitmonitoring Makro-Zoobenthos in den Gewässern des Nationalparks

(Johannes Ortlepp, Uta Mürle)

CH-6706, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Frühjahrs-Benthos-Beprobung (Spöl, Fuornbach, Cluozza, Clemgia) wurde vom 18.-20.05.2021 durchgeführt, die Herbstbeprobung am 1. und 2.11.2021. Im Frühjahr wurden alle Untersuchungsstellen beprobt, im Herbst konnten die beiden Stellen im Oberen Spöl aufgrund starken Schneefalls und der Tunnelsperrung (Munt la Schera) nicht erreicht werden.

Die Benthos-Proben sind noch in Bearbeitung. Bereits vor Ort waren eine reduzierte Besiedlung im Spöl und eine ungewohnt gute Besiedlung in der Restwasserstrecke der Clemgia festzustellen (beide Termine).

Im Unteren Spöl war bereits im Frühjahr die Gewässermorphologie durch weitere Kiesauflandungen nochmals deutlich monotoner als in den Jahren zuvor. Bei der Herbst-Benthosprobenahme waren keine Auswirkungen des künstlichen Hochwassers vom 23.06.21 mehr festzustellen.

Im Oberen Spöl beeinträchtigen die flächigen Ablagerungen von Feinmaterial (auch bei Pt. Periv) die Benthosbesiedlung.

Die ungewohnt gute Besiedlung der Clemgia dürfte auf etwas stabilere Abflussverhältnisse (ohne grosse Hochwasser) im Jahr 2021 hindeuten.

Langzeitforschung Quellen und kleine Fliessgewässer (Fauna und Abiotik) im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair (inkl. SNP + BVM)

(Stefanie von Fumetti, Angelika Abderhalden)

CH-6586, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

- Beprobung der Quellen und Quellbäche im Juni, Juli und Oktober
- Faunistische Aufnahmen im Juni (qualitativ) und Juli (Substrat-bezogen)
- Daten Temperaturlogger 2019-2021 sind ausgewertet und werden nun analysiert
- Faunistische Proben werden derzeit aussortiert und bestimmt
- Auswertung aller Daten 2019-2021 erfolgt im Januar/Februar 2022

Fischbestand im Spöl (Abfischen oberer Spöl)

(Nicola Gaudenz)

CH-2220, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Seit dem Vorfall vom 2013 wird die Teststrecke jährlich einmal abgefischt, damit man den Einfluss des Vorfalls auf die Entwicklung der Fischpopulation weiterverfolgen kann. Nach dem PCB-Vorfall von 2016 entschied man sich, die Abfischungen noch länger weiterzuführen, damit weitere Einflüsse auf die Fische im Spöl ersichtlich wären. Diese Abfischungen werden mit 2 Anoden durchgeführt und ungefähr 12 Personen beteiligen sich daran. Die kantonale Abfischstrecke ist 200 m lang und befindet sich ungefähr 1.7 km unterhalb der Staumauer Punt da Gall. Seit dem Vorfall vom 2013, als die Fischpopulation vollständig zusammengebrochen war, hat die Fischpopulation auch in diesem Abschnitt zahlenmässig wieder den Stand von vor 2013 erreicht und seit dem Jahr 2018 hat sie sogar die Fischpopulation der Jahre vor dem Vorfall 2013 übertroffen. Währendem die Abfischung im 2020 wegen den herrschenden Corona Massnahmen nicht durchgeführt werden konnte, wurde im 2021 die kantonale Teststrecke wieder abgefischt. Wegen der erhöhten Trübung im Spöl war es bei der Abfischung 2021 nicht so einfach, die jüngeren Fische zu sehen. Trotzdem konnten 294 Fische gefangen werden. Im Vergleich zum 2019 ist dies ein beträchtlicher Rückgang

von etwa 100 Fischen. Dies tönt nach viel, ist zu einem grossen Teil aber auf den niedrigeren Anteil an kleinen Bachforellen zurückzuführen. Die Fische schauen äusserlich sehr gesund aus. Der Konditionsindex ist vergleichbar mit anderen Bächen der Gegend, ist aber nicht mehr so hoch wie in den ersten Jahren nach dem Vorfall, als es nur noch wenige Fische im Bach gab. Man findet auch kleinere Bachforellen von knapp 5 cm. Diese Fische kann man als 0+ oder 1+ Fische einschätzen. Damit gibt es einen Nachweis für eine natürliche Reproduktion im oberen Spöl. An Stellen ohne Strömung fallen jetzt recht dicke schlammige Ablagerungen auf. Man merkt den Einfluss der fehlenden künstlichen Hochwasser, welche solche Ablagerungen noch mobilisiert hatten und seit dem PCB-Vorfall nicht mehr durchgeführt werden können.

Dauerbeobachtung Macun-Seen/Long-term biochemical changes of high-mountain lakes in Macun (Swiss National Park)

(Christopher Robinson, Brigitte Lods-Crozet)

CH-1194, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Collected standard samples in 2021 from the 10 long-term monitoring sites. Samples have been processed and chironomids sent to B. Lods-Crozet for identification. Diatoms were sent to Poland for identification and counting by L. Peszek.

Biodiversitätsmonitoring der Weiher auf Macun (SNP)

(Eliane Demierre, Beat Oertli, Marine Decrey, Fahy Julie)

CH-3853, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

- Campagne de terrain : 27 et 28 juillet 2021 : (i) récupération de données enregistrées en continu (Température : M8t, M15, M20 et niveau d'eau M15), (ii) remplacement des loggers, prélèvements standardisés de macroinvertébrés (M8t, M15, M20), (iii) prélèvements d'eau pour les analyses chimiques (réalisées par l'EAWAG).
- En laboratoire : (i) finalisation du traitement des échantillons de 2019, et saisie des données. Transfert des infos au Parc National (le 16.11.2021) et à InfoFauna (le 18.11.2021). (ii) Début du traitement des données biologiques de 2021 (tri des échantillons 2021 et déterminations des macroinvertébrés aquatiques).

Tierökologie

Kleinsäuger-Monitoring im Schweizerischen Nationalpark (quantitativ)

(Pia Anderwald)

CH-6543, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im August wurden die Spurentunnel regelmässig kontrolliert, und auf 4 der 5 Probeflächen fanden während je 2 Nächten Lebendfänge mittels Longworth-Fallen statt. Die bei weitem am häufigsten gefangene Art (n=35 Individuen) war wie in den beiden vergangenen Jahren *Myodes glareolus*; bei Plan Mingèr wurden zudem 5 *Apodemus* sp. gefangen.

Wolfsmonitoring im Schweizerischen Nationalpark

(Ruedi Haller, Pia Anderwald)

CH-6665, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Wolfsnachweise wurden wie im vergangenen Jahr opportunistisch durch Kotfunde auf den Wegen erbracht. Die Proben wurden zur genetischen individuellen Identifizierung eingeschickt.

Rotfuchs-Monitoring SNP

(Pia Anderwald)

CH-5798, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Winter 2020/21 wurden insgesamt 6 Füchse besendert. 2 wurden während der Passjagd ausserhalb des SNP geschossen, bei 2 versagte der Sender vorzeitig, und 2 schicken noch Daten. Spurent transekte und Kotsammlungen wurden keine durchgeführt.

Fischmonitoring Störfälle Spöl

(John Hesselschwerdt, Peter Rey)

CH-6594, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Aufgrund erschwelter Zugangsbedingungen der Schluchtstrecke im Frühjahr wurde die jährliche Befischung 2021 im Juli durchgeführt.

Das Monitoring ergab einen weiterhin stabilen Forellenbestand im Spöl. Auch Brütlinge und Sömmerlinge konnten noch gefunden werden – trotz des mittlerweile langjährigen Verzichts auf Hochwasserspülungen zur Dynamisierung des Flussbetts.

Die vom Nationalpark durchgeführten Laichgrubenzählungen zeigen allerdings eine jährlich geringere Laichtätigkeit, vermutlich aufgrund der zunehmenden Sedimentation im Bachbett. Daher muss die Jungfischrekrutierung auch weiterhin beobachtet werden.

Der 2021 aufgrund der Witterung gewählte alternative Zeitpunkt der Befischung hat sich für die Ermittlung der Jungfischrekrutierung als sehr gut erwiesen. Daher wird dieser Termin auch zukünftig grob beibehalten.

Amphibienlaich Labor II Fuorn

(Sonja Wipf, Sam Cruickshank)

CH-6582, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Fadri Bott dokumentierte die Entwicklung der Brutzeit des Grasfrosches in den Teichen am Labor II Fuorn. Der erste Laich wurde zwischen dem 23. und 30. März gelegt, der letzte zwischen dem 5. und 9. April. Die Höchstzahl der gezählten Gelege betrug 375. 90% der Kaulquappen waren bis zum 1. Mai geschlüpft.

Fotofallen-Monitoring

(Sonja Wipf, Sam Cruickshank, Julia Paterno)

CH-6583, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Kontrolle und Wartung der Fotofallen. Auswertung der Daten am PC.

Bestandsaufnahme Murmeltiere

(Sonja Wipf, Sam Cruickshank)

CH-6584, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Schweizerischer Nationalpark

Die Parkwächter haben die Bestandsaufnahmen der Murmeltiere auf der Alp da Grimmels, der Alp la Schera und der Alp Stabelchod durchgeführt.

Sven Buchmann von der Uni Zürich hat im Rahmen seiner Masterarbeit im Sommer 2021 Feldarbeiten in und um den SNP durchgeführt. In seiner Masterarbeit wird er die Veränderungen in der Verbreitung des Murmeltiers im SNP seit 1992 untersuchen und versuchen, die Veränderungen der Verbreitung in die Zukunft zu projizieren.

Vegetationsökologie

Überwachung seltener Pflanzen in alpinen Schutzgebieten

(Sonja Wipf, Sam Cruickshank)

CH-2203, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Dieses Projekt umfasste ab und zu erfasste Beobachtungen der Parkwächter zu verschiedenen Pflanzenarten.

Es wurde durch die systematischeren Tätigkeiten des Projektes «Erfassung und Monitoring von Pflanzenarten nationaler Priorität und Glazialrelikten im Nationalpark» abgelöst. Die neuen Daten werden wie bisher durch das Team des SNP gesammelt und vom Team Monitoring gespeichert.

Biodiversity-Monitoring Switzerland (BDM-CH)

(Matthias Plattner, Adrian Zangger, Daniela Jespersen)

CH-2209, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Jahr 2021 wurde eine Gewässerprobe zur Bestimmung von Gewässerinsekten bei der Koordinate 812171 entnommen. Das BDM erhebt an rund 600 Fliessgewässerabschnitten in der Schweiz die biologische Vielfalt unter Wasser. Die untersuchten Organismen sind Steinfliegen-, Köcherfliegen- und Eintagsfliegenlarven. Ausserdem wird mit der Probe der IBCH ermittelt.

Botanische Dauerbeobachtung im Schweizerischen Nationalpark: Räumlich-zeitliche Variabilität von Pflanzengemeinschaften

(Martin Schütz, Anita Risch)

CH-1182, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

In diesem Jahr wurden keine klassischen Monitoring-Arbeiten durchgeführt. In den zum Dauerbeobachtungs-Programm gehörenden Fiederzwenken-Kolonien auf Stabelchod wurden allerdings die Blütenstände kartiert. Damit sollten Hinweise zur Vitalität der Kolonien mit zunehmender Ausdehnung, respektive zunehmendem Alter gewonnen werden. Tatsächlich scheinen die Kolonien primär in der Ausbreitungszone, also an den Kolonierändern, zu blühen. Ausnahmen sind Ameisennester der Grossen Kerbameise, um die – unabhängig von ihrer Lage innerhalb der Kolonie – üppige Blütenbildung beobachtet wurde.

Monitoring Pflanzenproduktivität (Schweizerischer Nationalpark)

(Anita Risch, Martin Schütz)

CH-3431, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Biomasse, die 2021 auf SNP-Weiden produziert wurde, erreichte schon wieder Rekordwerte. Die gemessenen 424 g Trockenmasse pro Quadratmeter sind rund dreimal mehr als die vor 2010 üblichen Mengen und knapp 20% mehr als im bisherigen Rekordjahr 2018.

Landesforstinventar LFI

(Fabrizio Cioldi, Martin Hägeli)

CH-415, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

In diesem Jahr fanden die Feldaufnahmen im Rahmen des 4. Jahres des LFI5 statt, auf folgenden Probeflächen (im Perimeter des Nationalparks):

809000/168000; 809000/174000; 812000/171000; 818000/177000; 818000/183000.

Die Aufnahmen wurden zwischen dem 4. und 8. Oktober 2021 durchgeführt.

Dauerzäune SNP/Kontrollzaunprojekt Graubünden (Botanische Aufnahmen, Samenkasten)

(Walter Abderhalden, Gian Cla Feuerstein, Sonja Wipf, Giorgio Renz)

CH-1192, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Sommer 2021 wurden in der Val Trupchun rund 200 Stichprobenaufnahmen betreffend Jungwaldsituation im Rahmen einer MSc-Arbeit durchgeführt. Parallel wurde in der Val Trupchun der Wildeinfluss auf die Waldgebiete gem. Methode AWN (semiquantitative Methode) flächendeckend erhoben.

Im Raume Ivrainna (ausserhalb SNP) sowie im Gebiet Il Fuorn (innerhalb SNP) wurden Aufnahmen nach der Methode P. Voser 1977 im Rahmen einer BSc-Arbeit (Martin Feusi) wiederholt und verglichen.

Die BSc-Arbeit ist abgeschlossen, die Auswertung der Daten im Rahmen der MSc-Arbeit ist im Gange u. die Auswertung des Wildeinflusses nach der Methode AWN sollte per Ende Jahr abgeschlossen sein.

Samenfangkasten (Kleinprojekt)

(Peter Brang)

CH-6735, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Nach Ablieferung des Projektes zum bisherigen Samenfallmonitoring wurde 2021 an der Aufnahmemethode gearbeitet, die das Samenfallmonitoring ersetzen soll. Bei einer Begehung am 13.7.2021 in Zernez wurden Ansprachemethoden getestet und danach in Rücksprache mit einem Dendrologen (Dr. G. Aas, Bayreuth) ein Aufnahmemanual entworfen. Dieses zu testen war 2021 wegen mangelnden Samenbehangs nicht möglich. Der Test wird – wenn aufgrund des Samenbehangs möglich – 2022 oder dann noch später durchgeführt.

GLORIA-SNP: Contribution to the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments

(Sonja Wipf, Christian Rixen)

CH-2195, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Es wurden einige Temperatur-Logger auf den Gipfeln ausgelesen und die Daten an die Koordinationsstelle des Gloria Netzwerks in Wien weitergegeben. Im 2021 wurden Publikationen mit Einbezug der GLORIA Daten veröffentlicht (siehe unten) und Vorarbeiten der nächsten Aufnahme aller Gipfel im 2022 getätigt.

5. Laufende Forschungsprojekte

Erdwissenschaften

Monitoring von Massenbewegungen im SNP: Untersuchungen im Nachgang zum Murgang in der Val Stabelchod vom August 2018

(Markus Stoffel, Adrien Favillier)

CH-6662, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Aufgrund des Ausbleibens relevanter Ereignisse wurden 2021 keine Arbeiten ausgeführt. Die Entwicklung der Murrinnen und Schutthalden wird aber fortlaufend im Auge behalten. Die Rekonstruktion vergangener Ereignisse erfolgt im Rahmen des Projekts «Regionale Murgangrekonstruktion im SNP und der Biosfera mit Hilfe dendrogeomorphologischer Untersuchungen».

Die Arbeiten zum Murgangereignis in der Val Stabelchod wurden von Jonathan Schlechten im Rahmen einer MSc-Arbeit aufgearbeitet (siehe Referenz). Es zeigt sich, dass der Murgang vom August 2018, ausgelöst durch eine stationäre Gewitterzelle im Einzugsgebiet, wohl das grösste und wichtigste Ereignis seit mindestens der Gründung des Parks war, auch wenn Muren aufgrund der Morphologie des Kegels der Val Stabelchod auf zahlreiche, teils grosse Ereignisse hindeuten.

Regionale Murgangrekonstruktion im SNP und der Biosfera Val Müstair mit Hilfe dendrogeomorphologischer Untersuchungen

(Markus Stoffel, Jiazhi Qie, Adrien Favillier)

CH-6750, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Nach einer ersten sehr erfolgreichen Mission im Juli 2020 auf dem Murkegel Multetta (Tschier) fand vom 18. bis 21. Oktober 2021 eine Beprobung der von Murgängen beeinflussten Bergföhren auf dem Kegel der Val Brüna statt. Die Proben beider Standorte werden im Moment von Jiazhi Qie im Rahmen seiner Dissertation an der Universität Genf bearbeitet. Weitere Beprobungen sind für den Sommer 2022 entlang der Murrinne in der Val dal Botsch (God dal Chamuotschs) geplant. Erste Ergebnisse der Untersuchungen können 2022 erwartet werden.

Blockgletscher und Solifluktionen im SNP: Prozesse und Veränderungen unter Berücksichtigung des Klimawandels

(Markus Stoffel, Alberto Muñoz Torrero)

CH-6749, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Jahr 2021 fanden sowohl Arbeiten im Labor wie Feldbegehungen statt. Die Arbeiten bestanden in erster Linie in der Zusammenstellung und Bearbeitung aller verfügbarer Daten (Messungen, Luftbilder, Berichte) zu den Blockgletschern Val da l'Aqua, Val Diavel und Val Sassa, für welche teilweise seit 1918 Messungen zur Bewegung der Schuttkörper vorgenommen werden. Mithilfe alter Aufnahmen konnten einzelne der von Chaix eingemessenen und als verloren geglaubten Blöcke wieder gefunden werden. Zudem wurden mithilfe photogrammetrischer Analysen die horizontalen Bewegungen der drei Blockgletscher quantifiziert. In einem weiteren Schritt werden im Moment die vertikalen Veränderungen erfasst und die Resultate beispielhaft für die neue Ausstellung im Besucherzentrum des SNP aufbereitet. Die drei Blockgletscher liegen allesamt an der Untergrenze der Permafrostverteilung und die Bewegungen sind in den letzten Jahr(zehnt)en teilweise stark zurückgegangen. Ebenso deuten die Absetzbewegungen auf einen Wegfall des Eises hin.

Um das Bild der Blockgletscherbewegungen und des tauenden Eises zu ergänzen, wurden diesen Sommer weitere Blockgletscher in die Untersuchung aufgenommen. Es handelt sich dabei um die

Blockgletscher auf Valletta, in der Val Tantermozza und auf der Seenplatte Macun. Hier finden im Moment photogrammetrische Analysen statt, zudem wurden im Sommer 2021 Feldbegehungen durchgeführt und Passpunkte aufgenommen.

Untersuchung des Einfluss von Höhe und Exposition auf das Bodenmikrobiom mittels Bodentransfer an alpinen Gipfeln entlang eines Höhengradienten

(Beat Frey)

CH-5948, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Beprobungen des Bodenmikrobioms im Piz Plazer und Muot de l'Hom. Proben sind eingefroren und werden in den nächsten Monaten analysiert.

Hydrologie/Hydrobiologie

Wassertrübungsmessung im Spöl zur Identifizierung der Sedimentwelle

(Jessica Droujko)

CH-7195, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

On June 23rd 2021, the Chair of Hydrology and Water Resources Management at ETH sent a doctoral student, Jessica Droujko, to investigate the Spöl flood as part of her doctoral work. In the 1.5 years prior to the flood, Jessica has developed a low-cost in-situ turbidity sensor. During the campaign, she collected suspended sediment concentration (SSC) samples at two locations and turbidity data at four locations. The SSC samples were collected on the Spöl and on the Inn. The sensors were measuring on the Inn, at two locations on the Spöl, and downstream of the confluence of these two rivers. The collected data will be used to create a simple turbidity-SSC regression and then apply this relationship to all four turbidity measurement locations to obtain the SSC at the four locations. Not only was this campaign used to validate a field application of these sensors, but the SSC results, along with the mineralogical composition of the samples, will be used to investigate sediment sources of the Spöl.

Community composition and species distribution of aquatic hyphomycetes in streams of the Swiss National Park

(Gabriele Consoli, Andreas Bruder)

CH-6843, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

We chose a sampling date in autumn to sample a relatively active aquatic hyphomycete community, stimulated by the seasonal increase in precipitations and organic matter inputs. Therefore, due to time constraints, we could process only a subset of the samples, from sampling sites on a gradient of stream size. This preliminary dataset was compiled to inform site selection for the coming field season. From these, we analysed the different sample types to obtain a relatively complete taxa list, i.e. spores from foam samples, water column samples, and coarse particulate organic matter samples. The processed samples showed overall similar aquatic hyphomycete communities. Our hypothesis that very small streams (i.e. spring outflows) have lower species richness was not supported by this preliminary data. We found indications that richness does not necessarily depend on stream size.

Composition and Function of Alpine Spring Microbial Communities

(Stefanie von Fumetti, Joshua Ebner)

CH-6838, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Schweizerischer Nationalpark

- Quellen wurden im Juli 2021 beprobt, unterschiedliche Substrate wurden dabei berücksichtigt
- Die Extraktion der Proteine für Metaproteomics-Analysen war leider nicht erfolgreich

- RNA-Analysen ersetzen nun den Metaproteomics-Ansatz
- Die Resultate der RNA-Sequenzierung werden derzeit ausgewertet

Linking the ecological effects of experimental-flows with sediment regimes in rivers (EU-Project EuroFlow WP3, case study Spöl)

(Gabriele Consoli, Christopher Robinson, Ruedi Haller)

CH-6236, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Data analysis and acceptance of first publication (J Environmental Management: DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.114122). In this paper I looked at the influence of a tributary on ecological responses to experimental floods. We observed that disturbance legacy plays an important role in shaping these responses.

Faunistique des insectes aquatiques Chironomidae dans un système alpin de haute altitude (Macun, Parc National Suisse)

(Christopher Robinson, Brigitte Lods-Crozet)

CH-4912, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Field surveys completed by C. Robinson team and B. Oertli team. Macroinvertebrates (including aquatic insects Diptera Chironomidae) collected in small streams and lakes/ponds. Exploitation of material during winter 2021/2022.

Extra collection of Chironomidae by driftnets on two stream sites upstream Lake Immez. First results of the collected chironomids (several new species for Macun cirque). Exploitation in progress.

Sozialwissenschaften

Projekt: Johann Wilhelm Fortunat Coaz (1822-1918) - Ein Bündner Pionier auf der Schweizer Bühne des 19. Jahrhunderts

(Jürg Hassler, Sandro Krättli, Cordula Seger, Andrea Kauer, Paul Eugen Grimm, Karin Fuchs, Martin Stuber)

CH 6754, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Ende Februar 2021 wurden die Arbeiten am Beitrag zu Johann Coaz als Akteur der Wissensbildung im jungen schweizerischen Bundesstaat von Dr. Karin Fuchs abgeschlossen, bis Ende März die Arbeiten am Beitrag von Dr. Martin Stuber zu Johann Coaz als Pionier der Umweltpolitik in der Schweiz. Gleichzeitig erarbeitete Sarah Baumgartner die Umsetzung von drei Karten zum Beitrag von Dr. Karin Fuchs, zu den ersten Inspektionsreisen des Johann Coaz als eidgenössischer Oberforstinspektor (1875-1877).

Bildredaktion und redaktionelle Arbeiten (Lektorat durch Dr. Florian Hitz, Institut für Kulturforschung Graubünden, Erstellung der gemeinsamen Bibliografie, Korrekturgänge) erfolgten von April bis Mitte Juni, danach wurde das Material an den Verlag Hier+Jetzt übergeben. Von September bis Mitte Oktober erfolgten Korrekturgänge und Revisionen, anschliessend erfolgte der Druck der Publikation.

Die Vernissage der Publikation erfolgte im Rahmen der damit zusammenhängenden Ausstellung, vom Rätischen Museum in Chur verantwortet, am Donnerstag, 26. November 2021. Im Lauf des Jahres 2022 erfolgen Präsentationen der Publikation am verschiedenen Orten in der Schweiz, unter anderem am Institut für Kulturen der Alpen in Altdorf, weitere sind in Planung.

Tierökologie

Ausbreitungsökologie junger Steinadler

(David Jenny, Julia Hatzl, Mathias Tschumi, Martin Grüebler, Claudio Schorta, Sam Cruickshank, Michel Schmidlin, Svea Zimmerman, Claudio Schorta, Claudia Gerber)

CH-6761, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

Im Rahmen der Dissertation von Julia Hatzl (ETH Zürich und Schweizerische Vogelwarte) und dem länderübergreifenden Steinadlerprojekt wurden 2021 im Engadin weitere Jungadler mit GPS- und Accelerometersendern ausgerüstet. Diese Vögel liefern Senderdaten aus dem ganzen Alpenraum, inklusive dem Schweizerischen Nationalpark. Um zusätzliche Informationen über ihr Verhalten und die Dichte weiterer Jungadler zu sammeln, wurden im Studiengebiet standardisierte Beobachtungen und Zählungen (point counts) durchgeführt. Einige dieser Erhebungspunkte liegen im Schweizerischen Nationalpark und wurden von Januar bis Oktober wiederholt aufgesucht. Eine Nachsuche von verlorenen Vögeln oder Sendern war im Nationalpark in diesem Jahr nicht notwendig. Erste Ergebnisse des Projekts wurden in einer Masterarbeit (Svea Zimmermann) ausgewertet und weitere Ergebnisse sind in der Dissertation von Julia Hatzl in Erarbeitung. So konnten wichtige Eckpunkte der Nestlings- und Bettelflugphase ermittelt, sowie der Einfluss von Umwelt- und intrinsischen Faktoren auf die Aktivität der Jungvögel quantifiziert werden. Im spezifischen wurde das Exkursionsverhalten der Jungvögel aus dem elterlichen Revier genauer beschrieben. Laufende Analysen werden in den kommenden Jahren Einblicke in das spezifische Verhalten der Jungadler in verschiedenen Lebensphasen, sowie die Bewegungsmuster der abwandernden Jungvögel erlauben. Dabei wird ein Fokus auf der Bedeutung von Jungadlergebieten liegen; Gebiete, in denen Jungadler Nahrung und Zuflucht vor territorialen Adultadlern finden und in denen sich oft mehrere Jungadler bevorzugt aufzuhalten scheinen.

Soundscapes of the Swiss National Park

(Seraina Campell Andri, Pia Anderwald)

CH-6009, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Dieses Jahr fanden keine Aufnahmen im Rahmen des Soundscape-Projekts statt. Die Logger wurden für das Projekt «Einfluss von anthropogenem Lärm auf Singvögel» benötigt.

Ingio via (Rothirsche)

(Thomas Rempfler, Hannes Jenny)

CH-6593, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark / Engadin

Im Frühling 2021 markierte die Wildhut zwischen Ardez und S-chanf sowie im Münstertal 46 Hirsche, wovon 21 mit GPS-Halsbändern. Diese zeichnen ihre Positionen stündlich auf.

Pilot Studie akustisches Monitoring Alpenschneehuhn

(Thomas Sattler, Res Isler, Martin Spiess, Elisenda Peris Morente, Marco Zahnd)

CH-6845, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Für das akustische Monitoring des Alpenschneehahns wurden an zehn Orten in den Schweizer Alpen akustische Logger (SM MINI, wildlife acoustics) montiert. Diese Perimeter sind auch Teil des «Alpenschneehuhn-Monitorings in ausgewählten Gebieten der Schweizer Alpen», das seit 1994 durchgeführt wird. Dazu gehört auch Munt la Schera im Nationalpark.

Die Logger wurden so programmiert, dass sie während sieben Stunden pro Tag (zwei Stunden vor und fünf Stunden nach Sonnenaufgang) die Balzrufe der Alpenschneehähne aufzeichneten. Die Aufzeichnungen begannen zwischen Anfang und Ende April und dauerten rund bis Ende Juli. Pro Gebiet waren durchschnittlich vier Geräte montiert, d.h. über die gesamte Feldsaison wurde

während rund 35'000 Stunden aufgezeichnet.

Im Gebiet Munt la Schera wurden sechs Logger montiert, d.h. es wurde während rund 5000 Std. aufgezeichnet.

Die Auswertung dieser Daten wird über die Wintermonate 21/22 erfolgen. Damit das Projekt statistisch relevante Daten generiert, wird es nächstes Jahr mit der gleichen Methode fortgeführt.

Vegetationsökologie

Neben den Dauerprojekten wurden 2021 folgende botanische Projekte durchgeführt:

The Population dynamics of grassland succession. A multi-scale study on subalpine grasslands dominated by *Carex sempervirens* in the Swiss National Park

(Manuel Babbi, Bertil O. Krüsi)

CH-6722, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Wir konnten die Untersuchungen in diesem Jahr nicht durchführen. Aufgrund des schlechten Wetters und des Hochwassers mussten andere Projekte nach hinten verschoben werden, weswegen es für die Untersuchungen im SNP kein Zeitfenster mehr gab. Nächstes Jahr wieder.

Genetische Variabilität der *Brachypodium*-Kolonien im Schweizerischen Nationalpark/Clonal diversity and development in a population of *Brachypodium pinnatum* on abandoned subalpine pastures

(Manuel Babbi, Bertil O. Krüsi)

CH-2410, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Wir konnten die Untersuchungen in diesem Jahr nicht durchführen. Aufgrund des schlechten Wetters und des Hochwassers mussten andere Projekte nach hinten verschoben werden, weswegen es für die Untersuchungen im SNP kein Zeitfenster mehr gab. Nächstes Jahr wieder.

Erfassung und Monitoring von Pflanzenarten nationaler Priorität und Glazialrelikten im Nationalpark

(Sonja Wipf, Christophe Bornand, Christian Rixen, Stefan Eggenberg)

CH-6759, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Im Jahr 2021 wurden früher gefundene Populationen von fünf Pflanzenarten nationaler Priorität wieder gesucht. Teilweise wurden die Informationen über frühere Standorte aus dem neu digitalisierten Herbarium bezogen (siehe Bericht über Herbarium). Von der hoch-prioritären Monte Baldo-Segge (*Carex baldensis*) wurden die bekannten Populationen in der Umgebung Buffalora/Piz Nair/Val Nügglia mittels der PopCount Methode auf einem 50 m Raster weitgehend erfasst. Da die Ausdehnung grösser als angenommen ist, konnten allerdings nicht alle Ränder der Population gefunden werden.

6. Zusammenfassung abgeschlossener Arbeiten

Digitalisierung des Herbariums

(Sonja Wipf)

CH-6738, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Das Herbarium des SNP, welches im Bündner Naturmuseum aufbewahrt wird, wurde digitalisiert und auf Kartonbögen montiert, und die darin enthaltenen Standortdaten transkribiert und georeferenziert. Dies in Zusammenarbeit mit den Vereinigten Herbarien Uni und ETH Zürich sowie dem BNM, und mit finanzieller Unterstützung der Stiftung Sammlung BNM, des Amtes für Natur und Umwelt Kt. GR und der FoK. Einige später in der Sammlung gefundene Proben werden 2022 noch hinzugefügt werden.

Der Baumschläfer *Dryomys nitedula* im Rätischen Dreieck - Schulterchluss für Erforschung und Schutz einer seltenen Kleinsäuger-Art

(Thomas SchmarDA, Hans-Peter Gunsch, Angelika Abderhalden, Regula Tester, Eva Ladurner, Federica Lazzeri, Christine Resch, Stefan Resch, Adrian Dietrich)

CH-6779, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat sowie Versuchsflächen in angrenzenden Gebieten von Österreich und Italien

Zwischen Juli 2020 und Dezember 2021 fanden im Rahmen eines Interreg VA-Projekts Untersuchungen zum Baumschläfer *Dryomys nitedula* statt. Das Untersuchungsgebiet befand sich im Gebiet der Terra Raetica, im Dreiländereck zwischen Schweiz, Österreich und Italien. Ziel der Erhebungen war es, eine geeignete Methode für die standardisierte Erfassung des sehr heimlich und in geringen Dichten lebenden Baumschläfers zu etablieren, die in Zukunft ein Monitoring für die europaweit geschützte Säugetier-Art erlaubt. Ausserdem sollte auch eine nicht invasive Methode zur Proben-Entnahme für weiterführende genetische Analysen erprobt werden. Um die Bekanntheit des seltenen Kleinsäugers zu erhöhen, wurde regelmässig zu den Forschungsarbeiten auch Öffentlichkeitsarbeit in den Ländern durchgeführt.

Im Engadin (CH), in Nordtirol (A) und im Vinschgau (I) wurden je 2 Probeflächen mit jeweils 15 Untersuchungsstationen an Bitumen eingerichtet. Zum Einsatz kamen vier Erhebungsmethoden (Holzkobel, Holzbetonkobel, Spurentunnel, Wildtierkameras), die Geräte wurden systematisch in unterschiedlichen Montagehöhen von 1-6 m auf Bitumen und Sträuchern angebracht. Die Feldarbeiten dauerten von September 2020 bis Oktober 2021, ab Juni 2021 erfolgten 5 regelmässige Kontrollen der Probeflächen.

In 3 der 6 Untersuchungsflächen des Dreiländerecks gelangen Nachweise des Baumschläfers, in jedem Land gab es je eine Probefläche mit und eine ohne Nachweis der Zielart. Der Nachweiserfolg lag bei den Wildtierkameras bei 26,1 %, die beiden Nistkastentypen und die Spurentunnel erreichten 3,3 %. Der Baumschläfer wurde in verschiedenen Lebensraumtypen – vom Grauerlen-Bruchwald über Fichtenbestände bis hin zu lichten Lärchenwäldern – in sehr unterschiedlichen Habitaten erfasst. Besetzte Kobel mit Nestern, welche auf eine dauerhafte Nutzung schliessen lassen, befanden sich an Feuchtstandorten mit Laubholzbeständen. Die Montagehöhe der besetzten Kobel lag dabei mehrheitlich über 2 m.

Bei zwei nicht sicher bestimmbareren Nestern wurden Kotproben genommen und mit Hilfe von genetischen Methoden konnte die Nutzung dieser Kobel durch den Baumschläfer bestätigt werden. Den in den Kobeln angetroffenen Tieren wurden Haarproben genommen, welche jedoch in diesem Projekt nicht weiter analysiert werden konnten, weil die Entwicklung der Methode noch nicht erfolgreich war.

Neben den Beobachtungen des Baumschläfers wurden je nach Standort bis zu 4 weitere Kleinsäugerarten nachgewiesen: Haselmaus *Muscardinus avellanarius*, Gartenschläfer *Eliomys quercinus*, Siebenschläfer *Glis glis*, Gattung Waldmäuse *Apodemus* sp. und Rötelmaus *Myodes glareolus*.

Insgesamt zeigte die Studie, dass Wildtierkameras bei ausreichender Anzahl von Geräten gut zur Präsenzüberprüfung auf Flächen mit Verdacht auf ein Baumschläfer-Vorkommen geeignet sind. Die Vorteile liegen vor allem im geringen Wartungsaufwand und der langfristigen Einsatzdauer. Spurentunnel besitzen bei weiteren Optimierungen der Tinte, des Papiers und des Köders ebenfalls Potential bei faunistischen Erhebungen zu arborealen Arten. Ihre Vorteile liegen im geringen Kostenaufwand und ihrer Eignung für Citizen-Science-Projekte. Künstliche Nisthilfen erfordern einen höheren Aufwand bei Transport, Montage und Wartung, sind jedoch für tiefgehende Erkenntnisse zu Individuen, Population und Genetik unerlässlich. Sie sollten daher fester Bestandteil von Monitoring-Studien sein. Auf Flächen mit ungewissem Vorkommen kann durch eine vorhergehende Präsenzüberprüfung mit Kameras oder Spurentunnel abgeklärt werden, ob der Einsatz von Nisthilfen sinnvoll ist. Zudem ist eine mindestens 2-jährige Untersuchungsdauer anzuraten. Da die einzelnen Methoden unterschiedliche Vorteile und Einschränkungen zeigten, sollte bei künftigen Untersuchungen des Baumschläfers eine auf die Fragestellung abgestimmte Methodenkombination angedacht werden.

Ski- und Schneeschuhtouren-Monitoring Biosfera Val Müstair 2019/2020

(Martin Wyttenbach, Reto Rumpf, Adrian Hochreutener, Jonathan Pachlatko)

CH-6652, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Die Biosfera Val Müstair gilt als regionaler Naturpark von nationaler Bedeutung zusammen mit dem Schweizerischen Nationalpark und Teilen der Gemeinde Scuol als erstes hochalpines UNESCO Biosphärenreservat der Schweiz. Darin soll der Schutz der Lebensräume und ihrer Wildtiere auch in der traditionsreichen Kultur- und Naturlandschaft seinen Platz finden. Ein ausgewogenes Zusammenspiel von Ökologie und Ökonomie garantiert dabei die langfristige Lebensgrundlage der Bevölkerung. Um innerhalb dieses Rahmens touristische Nutzung und Entwicklung zu ermöglichen, bedarf es eines umsichtigen Gebietsmanagements. Sorgfältige Besuchermonitorings mit räumlich angepassten Lösungen liefern hierzu die Grundlage für Entscheidungen hinsichtlich der Nutzung sensibler Gebiete. Ziel dieser Untersuchung ist es, die forstlichen Aufweitungen und Ausholzung in der Waldschneise zwischen Era da la Bescha und Funtauna Grossa am Nordhang des Piz Doras bezüglich seiner Wirkung auf die Besucherlenkung zu überprüfen, das räumliche Nutzungsverhalten der Tourengehenden im selben Gebiet zu charakterisieren sowie die Entwicklung des Skitourenaufkommens in den letzten zehn Jahren abschätzen zu können. Mit hochaufgelösten und zusammengefügteten Einzelaufnahmen fotografiert vom Gegenhang in Lü, untersuchten wir anhand der Analyse der Skispuren die Nutzung der Waldschneise und seiner Umgebung. Die Besuchergänge wurden an zwei Standorten im Gebiet durch automatische Zählstellen stündlich und richtungsgetreunt erfasst. Damit wurde der Saison- und Tagesgang pro Standort, sowie Unterschiede zwischen Werktagen und Wochenenden bestimmt. Zusätzlich erfassten wir mittels automatischer Kameras an sechs routenspezifischen Standorten, die Gruppenzusammensetzung und die Ausübung der Sportart. Mit der Auswertung der Kamerabilder referenzierten wir zudem die Daten der automatischen Zählgeräte und erstellten eine Übersicht über die absoluten Besucherzahlen am jeweiligen Standort. In einem Regressionsmodell wurde zudem der numerische Zusammenhang zwischen den Besucherzahlen und Wetterparametern (Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer) sowie zeitlichen Faktoren (Ferien, Wochentage, Lockdown) quantifiziert. Schliesslich wurden Vergleiche zu bestehenden Daten gezogen, um Veränderungen der Besuchernutzung abschätzen zu können.

Die kanalisierende Wirkung der forstlichen Aufweitung der Waldschneise Era da la Bescha/ Funtauna Grossa konnte mit den verwendeten Methoden bestätigt werden. Von den insgesamt 537 verzeichneten Skispuren der Gegenhang- Aufnahmen führten lediglich 4 an einer anderen Stelle in den Wald hinein. Dies zeigen auch die Zahlen der automatischen Kameras, welche im Zeitraum vom 5. Dezember 2019 bis 16. März 2020, von den ca. 1400 gezählten Aufstiegen (Tourengehende) von Fuldera und Tschiverv aus, ebenso viele in der Abfahrt auf einem der beiden Waldschneisen-Abschnitten detektieren konnte. Die durchschnittliche Gruppengrösse betrug vier

Tourengehende oder drei Wanderende mit Schneeschuhen, wobei die Tourengehenden in fast allen Fällen den grössten Anteil (bis 95 %) ausmachten. Wandernde mit Schneeschuhen machten dort die Mehrheit aus, wo der Weg flach und gangbar ist (Strasse nach Alp Sadra), blieben aber in der absoluten Anzahl am Standort K3 weit unter demjenigen Maximum der Tourengehenden am Standort K4 (244 zu 1431; Auf- und Abstiege zusammengenommen). Die Nutzungsverteilung ist im Aufstieg zwischen der Alp Sadra und Era da la Bescha ausgeglichen, in der Abfahrt wird die Waldschneise Era da la Bescha laut den automatischen Kameras und Zählgeräten leicht bevorzugt. Das Ende der Tour stellt dann jedoch doppelt so häufig Fuldera dar. Der Tagesgang aus der Auswertung der automatischen Zählgeräte weist darauf hin, dass eine allfällige Störung der Wildtiere höhenabhängig ist. Am Standort P4 in der Waldschneise auf 1994 m ü. M. entspricht ein Wintersporttag einem Zeitfenster zwischen 08:00 und 17:00 Uhr, weiter unter am Standort P1 nahe Tschieriv auf 1703 m ü. M. beginnt der Tag bereits um 06:00 Uhr, endet aber ebenso um ca. 17 Uhr. Die Frequenzspitzen sind aufwärts um 09:00/10:00 Uhr erreicht, abwärts bewegen sich die meisten Tourengeher an diesen Standorten um 13:00 Uhr. Im Modell ergab sich ein signifikanter negativer Einfluss des Lockdowns im Frühling auf die Besucherzahlen; andere Parameter und Faktoren waren nicht signifikant. Obwohl leicht positive Trends auf die Besucherzahlen durch gutes Wetter und Ferien zu erkennen sind, kann man davon ausgehen, dass diesen in der Wintersaison 2019/2020 keine bedeutende Rolle zukam. Es wurden durchschnittlich 111 Besuchende (Tourengehende & Wandern mit Schneeschuhen) pro Woche festgestellt, was im Vergleich mit den Aufnahmen aus dem Jahr 2011, ohne den Einfluss des Wetters zu berücksichtigen einem Anstieg von 29 % entspricht. Der aktuelle Schutz der empfohlenen Wildruhezone vor übermässiger Störung durch Wintersportler im Bereich Las Jondas, darf mit der kanalisierenden Wirkung zweier Waldschneisen als gelungen angesehen werden. Direkte Abfahrten indes vom Piz Dora Gipfel durch den Wald nach Tschieriv, welche nicht den empfohlenen Routen folgten, wurden durch die Methodik der Gegenhang-Aufnahmen nicht gänzlich erfasst. Das Einhalten der groben Routenführung durch die Tourengehenden bleibt daher wichtig. Die Kommunikation und Besucherinformation der geltenden Regeln (z.B. Respektiere deine Grenzen) könnte an den Ausgangspunkten (Parkplätzen) verstärkt werden, insbesondere im Hinblick der erwarteten steigenden WintersportlerInnen im Tourenbereich.

Direct human influence on elevational range dynamics of mountain plant species under climate change

(Sabine Rumpf, Marie Bole-Feysot)

CH-6837, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Schweizerischer Nationalpark

Due to global warming, mountaintops are becoming increasingly suitable for low-elevation plant species. Compared to natural seed dispersal, human-mediated seed dispersal is quicker and targeted towards summits. This study aimed at assessing human-mediated seed dispersal in mountains. I sampled the footwear of 132 hikers for vascular plant seeds in the Swiss Alps and asked them to answer a survey concerning their habits as hikers. Material collected on shoes was sorted, and seeds were germinated under alpine conditions. To assess whether hikers impact summit vegetation, I analysed vascular plant records from 2010 and 2020 and summit frequentation for 2020. Results show an 11% increase in plant species richness on summits, but there was no relationship between human summit frequentation and the number of new species on these summits. I collected an average of 0.88 seeds per person, with hooky seeds and balloon-shaped seeds being more frequent than expected by chance. Lastly, seed dispersal on footwear was unintentional and people were ready to clean their shoes more often to reduce seed transport. Altogether, my findings indicate that hikers are selective seed-dispersal vectors in mountains. With growing interest in mountain activities, managing human-mediated seed dispersal might prove crucial to preserve alpine ecosystems.

Monitoring of the Biodiversity in the small waterbodies from the Swiss National Park: potential contribution of eDNA analyses to the traditional species inventor

(Beat Oertli, Francois Lefort, Julien Crovadore, Eliane Demierre, Marine Decrey, Axel Piaudel)
CH-6806, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

The objective of this study is to improve the methodology for conducting species inventories in the monitoring of the biodiversity of the waterbodies from Macun (Swiss National Park). This investigation is focused on the use of eDNA analyses (metabarcoding). Such method is particularly well adapted for alpine ponds, because of their closed water area (without upstream contamination) and also of their low species richness (linked to altitude). An eDNA session (sampling, metabarcoding) has been conducted the 28 and 29 July 2021 on seven ponds (M1, M6, M8t, M14, M15, M20, M22), targeted to macroinvertebrates, but including also the identification of other taxonomic groups (aquatic and terrestrial). A traditional sampling of aquatic macroinvertebrates, with a hand net, has also been conducted in three of these ponds (M8t, M15, M20), with the objective to compare the data obtained by both methods. Furthermore, the database collected by net sampling in 25 Macun ponds between 2002 and 2019 has also been compiled and taken into consideration.

The results linked to this eDNA sampling, and the comparison with the data collected with net-sampling, evidenced that this eDNA methodology is especially relevant for the species inventory in Macun (and in the national park), especially for flying insects (e.g. Dipteran) but also for a large range of taxa (fungi, algae, micro and macroinvertebrates, vertebrates). It is particularly helpful for species identification, as it is rapid and accurate, even for new species for Macun and even for Science. Nevertheless, in regard with the standardized monitoring of the biodiversity of Macun ponds that started in 2002, the eDNA sampling cannot today replace the net sampling. The standardized net-sampling of ponds still has to be the priority (and the baseline) in 2023. The sampling of eDNA is not mature enough, and still has to be improved in several aspects to be used in a standardized monitoring.

In the future (from 2023), it is recommended to couple the net-sampling with eDNA sampling, as in the long term, it is likely that eDNA will take an increasing place also in the standardized monitoring.

Kulturschaffen in der Region Engiadina Bassa Val Müstair. Eine Fallstudie zur Rolle von Kulturinstitutionen in Urbanisierungsprozessen im Alpenraum.

(Pascal Steinemann)

CH-7076, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Die Region Engiadina Bassa/Val Müstair ist ein touristisch geprägtes Gebiet in den Schweizer Ostalpen an der Grenze zu Italien und Österreich. Die Grenzlage sowie deren ökonomische Effekte mit einer wachsenden Zahl an Grenzgänger*innen und die Bevölkerungsdynamik in Form von anhaltender Ab- und nur partieller Rückwanderung bei gleichzeitig hohem Zweitwohnungsanteil lassen die Region heute aus einer politisch-ökonomischen Perspektive als «peripher» erscheinen. In jüngerer Zeit entstanden national und international beachtete Kulturinstitutionen, die dieser Anschauung entgegenstehen. Dieses Spannungsfeld bildet der Ausgangspunkt dieser Arbeit. Methodologisch greift die Arbeit auf die Auslegung von Henri Lefebvre's Theorie der Raumproduktion nach Schmid (2006) im Sinne einer Heuristik mit den Begriffen Netzwerke, Grenzen und Differenzen zurück. Damit lassen sich Urbanisierungsprozesse in dialektischer Weise charakterisieren und die Entwicklung der Kulturinstitutionen als mit-konstitutiv im Urbanisierungsprozess der Region verstehen, um nach deren Rolle zu fragen. In einem ethnographischen Fallstudienansatz wurden Daten mittels Dokumentenanalyse, teilnehmender Beobachtung an Kulturveranstaltungen sowie Leitfadeninterviews mit Akteur*innen aus dem Umfeld von Kulturinstitutionen, Regionalwirtschaft, Tourismus und Gesellschaft erhoben und mittels qualitativer Inhaltsanalyse sowie typologischer Analyse ausgewertet. Die Masterarbeit

gliedert den Urbanisierungsprozess der Region Engiadina Bassa/Val Müstair ab 1960 in drei Phasen, wobei in den Phasen jeweils charakteristische Kulturinstitutionen entstanden und heute mit einem vielfältigen kulturellen Angebot koexistieren. Dieser Wandel der alltagspraktischen Netzwerke lässt sich anhand einer Pluralisierung der Akteur*innen, einer Pluralisierung der Kulturbegriffe sowie anhand der Ambivalenz zwischen Tourismus und Regionalentwicklung vertiefen und auf ihre Differenzen oder aber undurchlässige Grenzen hin diskutieren. Schliesslich ist es die subtile Balance zwischen der Achtung des Vorbestehenden und Impulsen neuer kultureller Zentralitäten in der Region in Relation zu einem zunehmend internationalen, ausseralpinen Anderswo, die den Urbanisierungsprozess der Region Engiadina Bassa / Val Müstair prägt und über die Rolle der einzelnen Kulturinstitution und ihr regionalwirtschaftliches Potenzial mitentscheidet.

Ein funktioneller Pflanzendiversität-Ansatz bei der regionalen Ökosystemdienstleistungsbewertung von Wiesen und Weiden

(Christian Rossi, Michael Schaepmann)

CH-5991, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Biodiversität nimmt weltweit in einem noch nie dagewesenen Ausmass ab. Insbesondere die Diversität von Grasländern ist bedroht. Dies durch Zerstörung, Degradierung und Fragmentierung aufgrund von Stadtentwicklung, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und durch den Klimawandel. Der Diversitätsverlust von Grasländern wirkt sich negativ auf die Funktion von Ökosystemen aus, die nicht nur für das Überleben von Pflanzen- und Tierarten, sondern auch für die Erhaltung des menschlichen Lebens unerlässlich sind. Angesichts der unaufhörlichen Zerstörung von Grasländern und des damit verbundenen Verlusts an Biodiversität hat die Beobachtung wirksamer Bewirtschaftungsmethoden zur Erhaltung der Graslandbiodiversität weiterhin hohe Priorität.

Infolgedessen wurden grosse Anstrengungen unternommen, um die Pflanzendiversität vor Ort zu bestimmen und die Informationen in mehreren globalen Datenbanken zusammenzufassen. In diesem Zusammenhang hat sich die Fernerkundung als vielversprechender Ansatz herauskristallisiert. Sie ermöglicht eine grossflächige und kontinuierliche Schätzung der Pflanzendiversität von Drohnen, Flugzeugen und Satelliten aus. Insbesondere die Messung des von Pflanzen bei einer bestimmten Wellenlänge reflektierten Sonnenlichts bietet eine effiziente und relativ kostengünstige Erhebung von Grundlagendaten zur Biodiversitätsschätzung. Grossflächige Informationen über die Pflanzenvielfalt sind nach wie vor spärlich und decken fast keine unterschiedlichen Zeiträume ab. Die Bestimmung der Pflanzendiversität in grossem Massstab erfordert einen hohen Einsatz an personellen und finanziellen Ressourcen, wenn diese Daten direkt im Feld erhoben werden müssen. Die ressourcen-schonendere Fernerkundung der Pflanzendiversität hingegen wird durch eine Reihe von Herausforderungen erschwert, die Graslandschaften mit sich bringen, wie z. B. geringe Grösse der Pflanzen und starke zeitliche Schwankungen aufgrund von Phänologie und Bewirtschaftung. Hinzu kommt das Problem, dass die im Feld beobachteten Biodiversitätskennzahlen nur unzureichend mit den Fernerkundungsprodukten übereinstimmen. Um diese Herausforderungen zu meistern und die Biodiversität in unterschiedlich bewirtschafteten alpinen Graslandschaften zu quantifizieren, wurde in dieser Arbeit der Einsatz verschiedener Fernerkundungsmethoden, Plattformen und Sensoren untersucht.

Um eine Brücke zwischen der Arbeit von Ökolog/-innen und Fernerkundungsspezialist/-innen zu schlagen, war es notwendig, die Besonderheiten der beobachteten Graslandökosysteme sowie die Auswirkungen der zeitlichen, spektralen und räumlichen Auflösung der optischen Fernerkundung auf die Schätzung der Pflanzendiversität zu verstehen.

Aufgrund der Auflösung der Satellitensensoren (im Allgemeinen einige zehn Meter) spiegelte die Reflektivität der alpinen Graslandschaften die Diversität zwischen den Gemeinschaften (beta-Diversität) wider. Die optimierte Inversion eines

Strahlungstransfermodells mit Reflexionsdaten aus der Fernerkundung ermöglichte es, den Mittelwert von Pflanzenmerkmalen einer Gemeinschaft zu quantifizieren. Die auf diese Weise ermittelten Pflanzenmerkmale trugen dazu bei, die Auswirkungen von Bewirtschaftungsformen auf die beta-Diversität über grosse Flächen hinweg zu bestimmen.

Um die Pflanzendiversität in einer Gemeinschaft (alpha-Diversität) zu quantifizieren, wurde das Potential von drohnen- und flugzeuggestützten Daten (Auflösung Zentimeter bis wenige Meter) in einem natürlichen Grasslandexperiment untersucht. In diesem Zusammenhang waren die räumliche Auflösung, die Berücksichtigung von Störfaktoren wie die Biomasse und die Wahl der Diversitätskennzahlen entscheidende Faktoren für eine erfolgreiche Bewertung der Anzahl Pflanzenarten. Die Kombination verschiedener Sensoren ermöglichte es, die hohen Anforderungen bzgl. räumlicher und spektraler Auflösung für die Fernerkundung der Pflanzendiversität zu erfüllen. Schliesslich wurde im Rahmen dieser Arbeit eine neue Methode zur Schätzung der Pflanzendiversität entwickelt, welche die räumlich-zeitliche Variation der spektralen Diversität berücksichtigt. Diese neue Methode ermöglicht die Erfassung des Beitrags verschiedener räumlicher und zeitlicher Komponenten der spektralen Diversität (z.B. unterschiedliche Gemeinschaften resp. Phänologie). Der vorgeschlagene Ansatz erzielte eine verbesserte Schätzung der beta-Diversität in Grasländern, indem multitemporale Satellitendaten genutzt wurden. Die vorangetriebene Kombination von Untersuchung und Entwicklung verschiedener Methoden bildet die Grundlage für die Bewertung und Überwachung der Pflanzendiversität in unterschiedlich bewirtschafteten Graslandschaften. Der Vergleich von verschiedenen Bewirtschaftungsformen in dieser Arbeit hat die Bedeutung von Gebieten mit einem ausgeweiteten Schutz, welche es ermöglichen, dass sich natürliche Prozesse frei entfalten können, aufgezeigt. Solche Gebiete bereichern die verschiedenen Facetten der Biodiversität von Grasländern einer ganzen Region.

Crenobiosis: Adaptive radiation on spatially isolated islands vs. convergent evolution in interconnected patches

(Stefanie von Fumetti, Lucas Blattner)

CH-6405, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Freshwater springs are considered distinctive stream sections. Environmental conditions typical of subterranean groundwater habitats such as high temperature stability and nutrient scarcity predominate the spring mouth. Due to the rapidly increasing influence of surface processes such as solar radiation or precipitation downstream, springs exhibit steep environmental gradients and high microhabitat diversity on a small spatial scale. Furthermore, diverse species assemblages composed of crenobiontic (strictly spring-dwelling), stygobiontic (groundwater-adapted), and rhithrobiontic (stream-inhabiting) organisms are characteristic of springs. Due to their topographic distinctiveness and individual species assemblage compositions, particularly alpine springs are considered isolated island-like habitats and freshwater biodiversity hotspots.

Water mites (Hydrachnidia) show many crenobiontic species adapted to different microhabitats such as gravel, moss, lentic, or lotic flow regimes in springs and can be seen as a model system to study crenobiology. Their taxonomy is currently re-investigated intensively and is still mainly morphology-based, although molecular genetic methods can reveal novel insights. Therefore the a priori morphological species delimitation of the most abundant crenobiontic water mites was genetically assessed. The phylogenetic inferences, including a mitochondrial (cox1) and a nuclear (28S) marker, corresponded to the traditional taxonomy and confirmed the monophyly of Hydrachnidia. Moreover, species putatively new to science were discovered, a genetic species identification reference database was generated, and basic methods for further genetic work were established.

The degree of spring habitat isolation was assessed by investigating the population genomic structure of *Partnunia steinmanni* Walter, 1906, a strictly crenobiontic water mite species. Populations of *P. steinmanni* were sampled in protected areas across the Alps and restriction site-associated DNA sequencing (RADseq) was performed. The admixture analysis and an unrooted -2-

phylogenetic tree revealed a pronounced population genomic structure and distinctiveness of *P. steinmanni* spring populations between and within the different areas. Combined with the strong isolation by distance that has been found, a high degree of insularity of alpine springs can be concluded. Furthermore, a genetic principal component analysis of individuals between the different protected areas revealed a western genotype extending into eastern populations, likely caused by post-glacial recolonization.

Finally an environmental DNA (eDNA) bioindication methodology was developed and tested to monitor and assess alpine spring ecosystem integrity and detect a potential loss of crenobionts such as *P. steinmanni*. For that purpose, a novel qPCR primer and probe sets to detect indicator species in eDNA filtered water samples was established. The final assays targeting spring-dwelling Trichoptera, Plecoptera, and Hydrachnidia species showed to be highly specific and sensitive. Furthermore, equal detection rates were revealed by comparing the qPCR eDNA assays with the conventional approach, which relies on direct sampling and morphological identification of organisms. Due to its non-invasive and time-efficient character, the newly developed spring bioindication method circumvents drawbacks of the conventional techniques and is particularly applicable in protected areas.

Evaluation der Revitalisierungsmassnahmen am Rom in Fuldera

(Rainer Buchwald, Judith Vossel)

CH-6760, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat

The Rombach is the main current in the swiss valley of Val Müstair (GR). As part of land reallocation measures between 2004 and 2009 roughly two kilometers of the river course near Fuldera have been revitalised. Sixteen years after the start of the measures, this study assesses the ecological status of the revitalised section. For this purpose, the phytodiversity of the higher plants and the watercourse morphology were investigated. A total of 233 species were recorded in all the probed areas. Along the revitalised stretch, willow stands of the *Salicion eleagni*, sedge meadows of the *Caricion davallianae* and *Magnocaricion*, and grey alder floodplain forests of the *Alnion incanae* dominated. A deficit analysis of the ecomorphology of the watercourse showed, with a few exceptions, no to minor deficits. The current condition of the area is therefore classified as near-natural. For the future, it is recommended to define a target condition for the examined area in order to be able to select appropriate measures for the conservation or further development of biodiversity. Possible measures could be the settlement of character species of the existing plant communities or bedload input to improve water dynamics and site optimisation for pioneer species

Fuzzy Set Modellierung: Biomassenverlust der Insekten in der Schweiz

(Cornelia Stettler)

CH-6748, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Eine Beurteilung der Gesamtsituation der Entwicklung der Insektenbiomasse fällt selbst Insektenspezialist*innen mit langjähriger Erfahrung schwer, da sie mit ihren Schwerpunkten oft einen eng gefassten Ausschnitt im Blick haben. Nur selten sind Beobachtungen und Erhebungen auf das Thema Biomasse Insekten ausgerichtet. Seit den Schlagzeilen zum Verlust der Biomasse aus Untersuchungen von Seiten des Entomologischen Vereins Krefeld wird vermehrt versucht, bestehende Studien auf diesen Aspekt zu analysieren. Die Krefeld-Grundlagen führen zu einer Einschätzung, dass die Biomasse der «Fluginsekten» zwischen 1989 und 2016 in geschützten Gebieten Deutschlands um 75% gesunken sind (Hallmann u. a., 2017). In der Schweiz fehlen hingegen solche Studien für eine Einschätzung der langfristigen Entwicklung der Insektenbiomasse: Nur wenige Untersuchungen erlauben Rückschlüsse auf die zeitliche Entwicklung und Ausprägung in unterschiedlichen Regionen.

Die vorliegende Studie generierte ein Gesamtbild für die Schweiz in den letzten 30 Jahren und führt zum Schluss, dass der Verlust der Insektenbiomasse nicht überall gleich ausgeprägt ist. Zudem deutet sie daraufhin, dass, über den gleichen Zeitraum betrachtet, für die gesamte Biomasse der Insekten auf einem Grossteil der Flächen der Verlust weniger stark ausgeprägt ist als in den Krefeld-Untersuchungen. Das Gesamtbild wurde ausgehend von Beobachtungen und Einschätzungen von Entomolog*innen und Stakeholdern mit Bezug zu Insekten erstellt. Eingesetzt wurde dazu die Methode der Fuzzy Set Theorie (FST) und Geoinformationssysteme (GIS). Mit diesen Methoden wurde die Einschränkung aufgrund unterschiedlicher Einflussfaktoren analysiert und die dadurch bedingte Einbusse zur Biomasse und deren Veränderung im Zeitraum der letzten 30 Jahre rekonstruiert. Dies ist mit den nachfolgenden Landschaftsausschnitten dargestellt. Der Druck auf die Insekten hat sich insgesamt leicht verstärkt gegenüber dem Zeitraum 1990–2009. Ein grosser Teil der Biomasseverluste ist bereits vor 1990 mit der Intensivierung der Nutzung erfolgt. Die Beobachtung der Windschutzscheibe von Busfahrern auf der Strecke zwischen Osteuropa und der Schweiz und die dabei abnehmende Mengen Insekten auf der Scheibe unterstützen die These, dass Verluste durch eine Intensivierung in der Schweiz möglicherweise früher erfolgt und durch eine dichtere Nutzung und weniger Buschland und Ruderalflächen zwischen den Landwirtschaftsflächen bedingt sind.

Totalschutz als Hindernis? Hundert Jahre Nationalparkdebatte in Schweizer Medien

(Stefan Jampen)

Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Das spezifisch schweizerische Nationalparkmodell des Totalschutzes wurde mit der Schaffung des Schweizerischen Nationalparks (SNP) zu Beginn des 20. Jahrhunderts etabliert; es fokussiert stark auf den Aspekt der wissenschaftlichen Forschung. Die Publikation auf Basis einer erweiterten Bachelorarbeit analysiert die Nationalparkdebatte in der Schweiz im 20. und 21. Jahrhundert anhand der Berichterstattung in der Neuen Zürcher Zeitung und weiteren Medien. Sie zeigt auf, inwiefern der SNP mit seinen ideologisch geprägten, strikten Schutzvorschriften zum Argument der Gegner:innen neuer Nationalparks wurde und damit zum Scheitern mehrerer Neugründungspläne beitrug.

Die Berichterstattung gibt über drei grobe Phasen der Entwicklung Auskunft: In einer ersten Phase wurde der Totalschutz in Abgrenzung zum weniger strengen US-Modell entwickelt. Dieser musste in einer zweiten Phase – ab den 1940er Jahren – immer wieder ausgehandelt werden, wobei seine Grenzen sichtbar wurden. Darauf folgte um die Jahrtausendwende eine dritte Phase, in der eine neue, von der Totalschutzidee abgegrenzte Parkgeneration geschaffen werden sollte. Die Debatten zeigen, dass das Totalschutzmodell eine gewisse Komplexität mit sich bringt: Der strikte Schutz und mögliche Ausnahmen innerhalb des Parks mussten stets neu ausgehandelt werden. Diese Komplexität hatte – nebst den direkten Ängsten vor Einschränkungen – eine abschreckende Wirkung auf die jeweilige lokale Bevölkerung. Vor diesem Hintergrund ist auch die Entstehung zahlreicher Regionaler Naturparks zu sehen: Deren Parkmodell stellt eine weniger komplexe Alternative dar.

Untersuchung naturnaher Quellen im Val S-Charl

(Karin Althaus)

Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat

Quellen sind einzigartige Ökotope an der Schnittstelle zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser mit relativ stabilen abiotischen Bedingungen. Durch ihre Habitatdiversität weisen Quellen oft eine besonders hohe Artenvielfalt auf. In dieser Arbeit wurden zehn alpine Quellen im Val S-Charl untersucht. Das Tal liegt im UNESCO-Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair, welches nur geringfügig von direkten anthropogenen Störungen beeinflusst ist. Betrachtet wurden sowohl faunistische, strukturelle als auch physikochemische Parameter der Quellen. Im Zentrum stand die Fragestellung, wie sich die Artenzusammensetzung entlang des

Höhengradienten verändert. Insgesamt wurden in den zehn Quellen 60 verschiedene Taxa identifiziert. Die höchste taxonomische Vielfalt wurde bei den Gruppen der Diptera, Plecoptera und Trichoptera nachgewiesen. Unter den Plecoptera und Trichoptera fanden sich ausserdem mehrere gefährdete Arten, welche auf der Roten Liste verzeichnet sind. Gemäss der Analyse mittels PCA und RDA erwiesen sich hauptsächlich spezifische Substratparameter als entscheidende Faktoren für die Zusammensetzung der Quellfauna. Bei vielen Arten liess sich eine Präferenz für bestimmte Mikrohabitate erkennen. Die strukturelle Bewertung zeigte, dass sich ein Grossteil der untersuchten Quellen im Val S-Charl in einem naturnahen Zustand befindet. Der Schutz dieser wertvollen Lebensräume ist für die Erhaltung der spezialisierten Quellfauna von grosser Bedeutung.

How do interannual differences in *Ranunculus pygmaeus* growth relate to climate?

(Romain Juillerat)

Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Ranunculus pygmaeus is an alpine plant that is found exclusively in the canton of Graubünden in Switzerland. One population can be found in the region of Macun, and two others are located nearby. This glacial relict has a very narrow ecological niche and is today endangered: Global warming appears to have an important role to play. This is why it is needed to better understand the influence of climate on its morphological characteristics. This is what is explored in this thesis. With the help of statistical analysis, the relationship between the plant's traits and climate can be better understood. The results show that its growth is affected by meteorological factors such as temperature, snow and rain.

Risikobasierte Bewertungen von Ökosystemleistungen: Umgang mit Unsicherheit in der Bergwaldbewirtschaftung

(Ana Stritih)

Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Gebirgswälder dienen als Erholungsräume, schützen Siedlungen vor Naturgefahren, speichern Kohlenstoff, liefern Holz und Energie und sind wertvolle Lebensräume für seltene Arten. Viele dieser Ökosystemleistungen (ÖSL) sind jedoch durch die Veränderungen des Klimas und der Landnutzung bedroht. Daraus ergeben sich Unsicherheiten für das Waldmanagement, ob und wie auch zukünftig die ÖSL in Bergwäldern bereitgestellt werden können. Die Kartierung und Modellierung von ÖSL kann die Entscheidungsfindung im Ökosystemmanagement erleichtern, indem Hotspots von ÖSL identifiziert werden oder deren zukünftige Entwicklung vorhergesagt wird. Deren Erfassung ist wegen begrenzter Datenverfügbarkeit mit grossen Unsicherheiten verbunden. Mit der schnellen Entwicklung der Erdbeobachtung, einschliesslich satellitengestützter Fernerkundung und Crowdsourcing-Daten, werden jedoch immer mehr räumlich explizite Daten über Ökosysteme verfügbar. Die Kombination dieser Daten mit lokalem Wissen über Ökosystemfunktionen und Prozesse, kann helfen, die Kartierung von ÖSL zu verbessern und Entscheidungen über ihr Management zu unterstützen. In der Dissertation, betreut durch Adrienne Grêt-Regamey und Peter Bebi an der ETH Zürich und SLF Davos, wurden Methoden entwickelt, um verschiedene Arten von Informationen, einschliesslich Fernerkundungsdaten und Expertenwissen, in Bayes'sche Netzwerkmodelle (BN) von ÖSL zu integrieren. Die Modelle werden verwendet, um verschiedene Ökosystemleistungen von Bergwäldern in den Schweizer Alpen, unter anderem auch im Schweizerischen Nationalpark, zu kartieren und die Risiken für ÖSL aufgrund von natürlichen Störungen zu untersuchen.

Bodenentwicklung und Pflanzen-Pilz-Boden-Interaktionen auf Silikat- und Kalk-Gestein auf ausgewählten alpinen Standorten von Jules Favre (1955) im Schweizerischen Nationalpark und seiner Umgebung

(Stephan Zimmermann, Ivano Brunner)

CH-5795, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

- Alpine habitats are one of the most vulnerable ecosystems to environmental change, however, little information is known about the drivers of plant-fungal interactions in these ecosystems and their resilience to climate change.
- We investigated the influence of the main drivers of ectomycorrhizal (EM) fungal communities along elevation and environmental gradients in the alpine zone of the European Alps and measured their degree of specialisation using network analysis. We sampled ectomycorrhizas of *Dryas octopetala*, *Bistorta vivipara* and *Salix herbacea*, and soil fungal communities at 28 locations across five countries, from the treeline to the nival zone.
- We found that: (1) EM fungal community composition, but not richness, changes along elevation, (2) there is no strong evidence of host specialisation, however, EM fungal networks in the alpine zone and within these, EM fungi associated with snowbed communities, are more specialised than in other alpine habitats, (3) plant host population structure does not influence EM fungal communities, and (4) most variability in EM fungal communities is explained by fine-scale changes in edaphic properties, like soil pH and total nitrogen.
- The higher specialisation and narrower ecological niches of these plant-fungal interactions in snowbed habitats make these habitats particularly vulnerable to environmental change in alpine ecosystems.

7. Sammlungen

Sammlungen Bündner Naturmuseum, Chur

(Stephan Liersch, Ueli Rehsteiner)

Bearbeitung und Nutzung von Sammlungen und Objekten aus dem SNP

Das Bündner Naturmuseum (BNM) beherbergt umfangreiche Sammlungen aus dem Schweizerischen Nationalpark. Mit diesen erfolgten 2021 die nachfolgend erwähnten Aktivitäten:

Die gesamte Sammlung von E. Handschin (Coleoptera) wurde Barbara Huber (Abenis/Barbara Huber) zur Bestimmung, Etikettierung und Digitalisierung übergeben. Die Arbeiten werden von Alexander Szallies ausgeführt.

Daniel Bolt konsultierte die Sammlung von H. Thomann im Zusammenhang mit dem Buch «Die Geometriden (Lepidoptera) der Schweiz».

Im Zusammenhang mit dem Projekt «Digitale Erschliessung des Herbariums des Schweizerischen Nationalparks» unter der Leitung von Dr. Sonja Wipf (SNP), wurde die Umbettung der Belege auf säurefreies Papier abgeschlossen und alle Belege ins BNM zurückgebracht.

Folgende Sammlungen aus den Schweizerischen Nationalpark fanden 2021 Eingang in die Sammlung des BNM:

- Sammlung Hundertfüsser (*Chilopoda*): total 1368 Individuen, 16 Arten (2 Erdläufer, 14 Steinläufer, 130 unbestimmte Arten, zwei neue Arten für die Schweiz (*Lithobius (Lithobius) glacialis* (Verhoeff, 1937), *Lithobius (Lithobius) validus* (Meinert, 1872)); det. David Cabanillas
- Sammlung Pseudoskorpione (*Pseudoscorpiones*): 25 Individuen, 2 Arten; det. Jana Christophoryová und Katarína Krajčovičová
- Sammlung Asseln (*Isopoda*): 194 Individuen, 1 Art; det. Julio Cifuentes
- Sammlung Springschwänze (*Collembola*): 60 Individuen, 14 Arten; det. Jörg Salamon
- Sammlung Kurzflügelkäfer (*Staphylinidae*): 1132 Individuen, 80 Arten; det. Alexander Szallies
- Sammlung Blattkäfer (*Chrysomelidae*): 211 Individuen, 20 Arten; det. Matthias Borer

Die Sammlungen sind Teil eines Forschungsprojekts «Tausendfüssler reagieren auf die Klimaveränderung im Schweizerischen Nationalpark: Ein Vergleich zwischen 1919 und 2018/2019» der Universität Basel (Bruno Baur und José Domingo Gilgado Hormaechea, Departement Umweltwissenschaften).

Meldungen der Forschenden

A resurvey of millipede diversity in the Swiss National Park and its surroundings: Comparison of data from 1919 with 2018

(José Domingo Gilgado, Bruno Baur)

CH-6406, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

We deposited the centipedes, pseudoscorpions and woodlice for long-term storage in the Natur Museum in Chur.

Subterranean fauna in rock glaciers and permafrost soils in the Swiss National Park (SNP)

(Bruno Baur, José Domingo Gilgado)

CH-6757, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

We are in the process of sorting and identifying the individuals captured in 2021. Most of the material is under examination by specialists at their respective institutions. Individuals determined to the species level will be stored in the Bündner Naturmuseum Chur.

Einfluss von anthropogenem Lärm auf Singvögel

(Julia Paterno, Pia Anderwald)

CH-6773, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Audioaufnahmen. Lagerung auf SNP-Server.

Vorprojekt «Vielfalt der Totholzkäferfauna im Schweizerischen Nationalpark (GR)»

(Barbara Huber, Remo Wild, Alexander Szallies)

CH-6778, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Datenerhebung findet im Hauptprojekt statt. Im Rahmen des Hauptprojekts werden die gesammelten Käfer sowie die übrigen Insekten abgegeben.

NUTNET (Nutrient network): Beeinflussung von Nährstoff-Flüssen, Produktivität und Diversität in Wiesenökosystemen durch Konsumenten und Düngung

(Anita Risch, Martin Schütz)

CH-3861, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Biomasse von allen 30 Untersuchungsflächen. Lagerung an der WSL. Bodenproben von allen 30 Untersuchungsflächen. Analyse an der University of Oklahoma. Die Proben werden vollständig aufgebraucht und nicht gelagert.

Temporal FLUCtuations in the responses of old TREE populations to climate variability (FLUCTREE)

(Markus Stoffel, Jaime Madrigal Gonzalez)

CH-6751, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

90 Bohrkern von Bergföhren im God Margunet. Diese werden im Archiv des dendrolab.ch an der Universität Genf gelagert.

Mobilization of aluminum under changing alpine climatic conditions

(Christoph Wanner, Hoda Horadi)

CH-6840, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair BVM

Wir haben ca. 50 Wasserproben gesammelt, die alle bei uns Institut gelagert werden.

Beziehungsnetze im System Waldameise-Blattlaus-Baum

(Anita Risch, Martin Schütz)

CH-5071, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Vegetationsproben von 20 Ameisennestern und der umgebenden, nicht von Nestern beeinflussten Vegetation. Die geerntete Vegetation war teilweise von Huftier-Verbiss geschützt, teilweise nicht. Lagerung an der WSL.

Langzeitforschung Quellen und kleine Fließgewässer (Fauna und Abiotik) im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair (inkl. SNP + BVM)

(Stefanie von Fumetti, Angelika Abderhalden)

CH-6586, Perimeter: Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair BVM, Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Schweizerischer Nationalpark

Proben Makrozoobenthos, 100 % Ethanol, gelagert im Archivraum der Forschungsgruppe Geoökologie, Uni Basel

Dauerbeobachtung Macun-Seen/Long-term biochemical changes of high-mountain lakes in Macun (Swiss National Park)

(Christopher Robinson, Brigitte Lods-Crozet)

CH-1194, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Chironomids specimens are stored at the Natural History Museum Luusanne with B. Lods-Crozet. Diatom slides are archived with L. Peszek in Poland.

Biodiversitätsmonitoring der Weiher auf Macun (SNP)

(Eliane Demierre, Beat Oertli, Marine Decrey, Fahy Julie)

CH-3853, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

- Macrozoobenthos Proben & Daten von folgenden Parametern: Wassertemperatur, pH, Leitfähigkeit, Wasserpegel, Wasserklarheit, Wasserchemie
Ort der Lagerung: hepia Lullier, Genf.
- Die Faunistische Daten und andere Daten von 2019 und 2020 wurden dem Nationalpark (Ruedi Haller) am 16.11.2020 zugestellt.
- Die faunistischen Daten von 2019 wurden auch dem Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF- InfoFauna) am 18.11.2020 zugestellt.

Wolfsmonitoring im Schweizerischen Nationalpark

(Ruedi Haller, Pia Anderwald)

CH-6665, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Kotsammlungen; ein Teil jeder Probe in Tiefkühltruhe im CPW, der andere zur genetischen Analyse bei der KORA, bzw. Uni Lausanne.

Biodiversity-Monitoring Switzerland (BDM-CH)

(Matthias Plattner, Adrian Zangger, Daniela Jespersen)

CH-2209, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Entnahme von Gewässerproben (Makrozoobenthos) gemäss Methode

(https://www.biodiversitymonitoring.ch/images/dokumente/daten/anleitungen/1440_Anleitung_Z9-EPT_Feld_V10.pdf?61263d0b) und Archivierung gemäss Methode

(https://www.biodiversitymonitoring.ch/images/dokumente/daten/anleitungen/1090_100.75_Anleitung_Z9-EPT_Labor_V6.pdf?61263d0b). Die Belege werden im Musée cantonal de Lausanne archiviert.

Monitoring von Massenbewegungen im SNP: Untersuchungen im Nachgang zum Murgang in der Val Stabelchod vom August 2018

(Markus Stoffel, Adrien Favillier)

CH-6662, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Die Bohrkern der Bergföhren, die für die Datierung vergangener Murgangereignisse herangezogen wurden, werden im Archiv des dendrolab.ch an der Universität Genf gelagert.

Regionale Murgangrekonstruktion im SNP und der Biosfera Val Müstair mit Hilfe dendrogeomorphologischer Untersuchungen

(Markus Stoffel, Qie Jiazhi, Adrien Favillier)

CH-6750, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair

Die Bohrkerne der beprobten Bergföhren werden im Moment am dendrolab.ch der Universität Genf bearbeitet und danach daselbst im Archiv gelagert.

Monitoring of the Biodiversity in the small waterbodies from the Swiss National Park: potential contribution of eDNA analyses to the traditional species inventor

(Beat Oertli, Francois Lefort, Julien Crovadore, Eliane Demierre, Marine Decrey, Axel Piaudel)

CH-6806, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

- Collections d'ADNe. Tous les ADNe identifiés sont conservés à -80°C au laboratoire Plantes et Pathogènes - HEPIA Lullier.
- Séquençage (SRA - Sequence Read Archive) des métabarcodes. Tous les fichiers bruts de séquençage (SRA - Sequence Read Archive) des métabarcodes seront prochainement enregistrés et disponibles sur NCBI Genbank. Un listing avec les numéros d'accessions sera fourni.

Faunistique des insectes aquatiques Chironomidae dans un système alpin de haute altitude (Macun, Parc National Suisse)

(Christopher Robinson, Brigitte Lods-Crozet)

CH-4912, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

Collection of aquatic insects *Diptera Chironomidae* as larvae, pupae and male adults. Preservation in alcohol and on microscopic slides. Deposition of the material in the Museum of Zoology of Lausanne.

Direct human influence on elevational range dynamics of mountain plant species under climate change

(Sabine Rumpf, Marie Bole-Feysot)

CH-6837, Perimeter: Pflege- und Entwicklungszone Engadin UNESCO Biosphärenreservat, Regionaler Naturpark Biosfera Val Müstair, Schweizerischer Nationalpark

I brushed the shoes of hikers in mountain to collect the soil they transport. The collected soil is stored in plastic bags and are currently at the University of Lausanne (greenhouses).

Langzeituntersuchung zu Verbreitung, Abundanz und Dynamik einer Schneehasenpopulation im SNP

(Maik Rehnus, Kurt Bollmann)

CH-6753, Perimeter: Schweizerischer Nationalpark

150 Kotproben, WSL Birmensdorf

8. Veröffentlichungen und Berichte 2021

Nationalpark-Forschung in der Schweiz

Im Jahr 2021 wurde kein Buch der SNP Reihe publiziert.

CRATSCHLA

- Anderwald P. (2021): Der Rotfuchs im Schweizerischen Nationalpark. Cratschla 2021/1: 4-5.
- Anderwald P. (2021): Forschungsmethoden. Cratschla 2021/1: 6-7.
- Anderwald P. (2021): Erste Ergebnisse: Der Fuchs ist ein Individualist. Cratschla 2021/1: 8-11.
- Feuerstein G.C., Jenny H., Wipf S. (2021): Pandemie setzt neue Massstäbe für Mensch und Natur. Cratschla 2021/2: 8-11.
- Gehr B. (2021): Hightech für die Verbreitungsforschung. Cratschla 2021/2: 4-5.
- Heuser J., Unthan N., Coy M., Reutz B., Abderhalden A., Klenovec C. (2021): Gute Nährböden für nachhaltiges Handeln. Cratschla 2021/2: 18-21.
- Heglin D., Gloor S. (2021): Stadtfüchse – Wildnis hat keine Grenzen. Cratschla 2021/2:12-13.
- Lozza H. (2021): Christian Schlüchter - Ein Urgestein der Nationalparkforschung. Cratschla 2021/1: 16-23.
- Ruiz-Villanueva V. (2021): Wasser, Sedimente und Schwemmholz. Cratschla 2021/2: 12-15.
- Schmidlin A., Rutishauser T. (2021): Immer mobil. Cratschla 2021/2: 2-3.
- Schmidlin A., Rutishauser T. (2021): Unterschiedlichste Raumannsprüche. Cratschla 2021/2: 6-7.
- Stoffel S., Wiesmann S., Schmidlin A., Muñoz Toerrero Manchado A. (2021): Bewegung im Eis. Cratschla 2021/2: 16-17.

Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften (peer reviewed journals)

- Anderwald P., Campell Andri S. & Palme R. (2021): Reflections of ecological differences? Stress responses of sympatric Alpine chamois and red deer to weather, forage quality, and human disturbance. *Ecol. Evol.* 11: 15740-15753.
- Arraiano-Castilho R., Bidartondo I.M., Niskanen T., Clarkson J.J., Brunner I., Zimmermann S., Senn Irlet B., Frey B., Peintner U., Mrak T., Suz L.M. (2021): Habitat specialisation controls ectomycorrhizal fungi above the treeline in the European Alps. *New Phytologist*. 229:2901-2916. DOI: 10.1111/nph.17033.
- Bates A.E., Primack R.B., Biggar B.S. et al. (2021): Global COVID-19 lockdown highlights humans as both threats and custodians of the environment. *Biol. Conserv.* 263: 109175.
- Blattner L., Ebner J., Zopfi J. & von Fumetti S. (2021): Targeted non-invasive bioindicator species detection in eDNA water samples to assess and monitor the integrity of vulnerable alpine freshwater environments. *Ecological Indicators* 129: 107916.
- Blattner L., Lucek K, Beck N. et al. (2021): Intra-Alpine Islands: Population genomic inference reveals high degree of isolation between freshwater spring habitats. *Divers. Distrib.* DOI: 10.1111/ddi.13461 (online early).
- Bürli S., Theurillat J. P., Winkler M., Lamprecht A., Pauli H., Rixen C., Steinbauer K., Wipf S., Abdaladze O., Andrews C., Barancok P., Benito-Alonso J. L., Calzado M. R. F., Carranza M. L., Dick J., Erschbamer B., Ghosn D., Gigauri K., Kazakis G., Mallaun M., Michelsen O.,

- Moiseev D., Moiseev P., Molau U., Molero Mesa J., Morra di Cella U., Nadeem I., Nagy L., Nicklas L., Palaj A., Pedersen B., Petey M., Puşcaş M., Rossi G., Stanisci A., Tomaselli M., Unterluggauer P., Ursu T.-M., Villar L., & Vittoz P. (2021): A common soil temperature threshold for the upper limit of alpine grasslands in European mountains. *Alpine Botany*. <https://doi.org/10.1007/s00035-021-00250-1>
- Consoli G., Haller R.M., Doring M., Hashemi S. & Robinson C.T. (2021): Tributary effects on the ecological responses of a regulated river to experimental floods. *Journal of Environmental Management* 295: 114122. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.114122.
- Crouzat E., De Frutos A., Grescho V. et al. (2021): Potential supply and actual use of cultural ecosystem services in mountain protected areas and their surroundings. *Ecosyst. Serv.* DOI: 10.1016/j.ecoser.2021.101395 (online early)
- Gilgado J.D., Rusterholz H. & Baur B. (2021): Millipedes step up: species extend their upper elevational limit in the Alps in response to climate warming. *Insect Conserv. Divers.* DOI: 10.1111/icad.12535 (online early).
- Hill M.J., Wood P.J. & Mathers K.L. (2021): Taxonomic and functional macroinvertebrate diversity of high-altitude ponds in the Macun Cirque, Switzerland. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 31: 3201–3214.
- Fernández-Pascual E., Carta A., Mondoni A., Cavieres L. A., Rosbakh S., Venn S., ... Jiménez-Alfaro B. (2021): The seed germination spectrum of alpine plants: A global meta-analysis. *New Phytologist*, 229(6), 3573–3586. DOI: 10.1111/nph.1708
- Kwon T., Shibata H., Kepfer-Rojas S., Schmidt I. K., Larsen K. S., Beier C., et al. (2021): Effects of climate and atmospheric nitrogen deposition on early to mid-term stage litter decomposition across biomes. *Frontiers in Forests and Global Change* 4(90): 678480.
- Lembrechts J.J., van den Hogen J., Aalto J. et al. (2021): Global maps of soil temperature. *Glob. Chang. Biol.* DOI: 10.1111/gcb.16060 (online early).
- Mathers K.L., Robinson C.T. & Weber C. (2021): Artificial flood reduces fine sediment clogging, enhancing hyporheic zone physicochemistry and accessibility for macroinvertebrates. *Ecological Solutions and Evidence* 2: e12103. DOI: 10.1002/2688 8319.12103.
- Mathers K.L., Robinson C.T. & Weber C. (2022): Patchiness in flow refugia use by macroinvertebrates following an artificial flood pulse. *River Res Applic* 38:696-707. DOI: <https://doi.org/10.1002/rra.3941>
- Moubayed-Breil J., Lods-Crozet B. (2021): *Pseudorthocladius immezensis* sp. n., a new relict species inhabiting the Macun high-alpine stream, Swiss Alps [Diptera, Chironomidae]. *Chironomus Journal of Chironomidae Research* 34 :13-20.3941.
- Nicklas L., Walde J., Wipf S., Lamprecht A., Mallaun M., Rixen C., ... Erschbamer B. (2021): Climate Change Affects Vegetation Differently on Siliceous and Calcareous Summits of the European Alps. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. DOI: 10.3389/fevo.2021.642309
- Rashid I., Haq S. M., Lembrechts J. J., Khuroo A. A., Pauchard A., & Dukes J. S. (2021): Railways redistribute plant species in mountain landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 58(9), 1967–1980. DOI: 10.1111/1365-2664.13961
- Rehnus M., Palme R. (2021): Yearly variations in GCM concentrations in female mountain hares (*Lepus timidus*) and the effect of pregnancy. *Animals*, 11, 9: 2710 (9 pp.). DOI: 10.3390/ani11092710
- Rossi C., Kneubühler M., Schütz M., Schaepman M.E., Haller R.M., Risch A.C. (2021): Spatial resolution, spectral metrics and biomass are key aspects in estimating plant species richness from spectral diversity in species-rich grasslands. *Remote Sensing of Ecology and Conservation*, <https://doi.org/10.1002/rse2.244>

- Seabloom E.W., Adler P.B., Alberti J., Biedermann L., Buckley Y.M., Cadotte M.W., Collins S.L., Dee L., Fay P.A., Firn J., Hagenah N., Harpole W.S., Hautier Y., Hector A., Hobbie S.E., Isbell F., Knops J.M.H., Komatsu K.J., Laungani R., MacDougall A., McCulley R.L., Moore J.L., Morgan J.W., Ohlert T., Prober S.M., Risch A.C., Schuetz M., Stevens C.J., Borer E.T. (2021): Increasing effects of chronic nutrient enrichment on plant diversity loss and ecosystem productivity over time. *Ecology* 102, e03281.
- Seabloom E.W., Batzer E., Chase J.M., Harpole W.S., Adler P.B., Bagchi S., Bakker J.D., Barrio I.C., Biedermann L., Boughton E.H., Bugalho M.N., Caldeira M.C., Catford J.A., Daleo P., Eisenhauer N., Eskelinen A., Haider S., Hallet L.M., Jonsdottir I.S., Kimmel K., Kuhlman M., MacDougall A., Molina C.D., Moore J.L., Morgan J.W., Muthukrishnan R., Ohlert T., Risch A.C., Roscher C., Schütz M., Sonnier G., Tognetti P.M., Virtanen R., Wilfahrt P.A., Borer E.T. (2021): Species loss due to nutrient addition increases with spatial scale in global grasslands. *Ecology Letters* 24, 2100-2112.
- Seifert B. (2021): A taxonomic revision of the Palaearctic members of the *Formica rufa* group (Hymenoptera: Formicidae) – the famous mound-building red wood ants. *Myrmecological News* 31: 133-179.
- Staddon S., A. Byg, M. Chapman et al. (2021): The value of listening and listening for values in conservation. *People Nat.* DOI: 10.1002/pan3.10232 (online early).
- Stade I., Pereira H., Daskalova G. N., Bernhardt-Römermann M., Diekmann M., Pauli H., ... Baeten, L. (in press). (2021): Consistent replacement of small- by large-ranged plant species across habitats. *Ecology Letters* (preprint publiziert auf [EcoEvoRxiv](https://doi.org/10.32942/osf.io/ujky2), doi.org/10.32942/osf.io/ujky2)
- Stade I.R., Pereira H.M., Daskalova G.N. et al. (2021): Directional turnover towards larger-ranged plants over time and across habitats. *Ecol. Lett.* DOI: 10.1111/ele.13937 (online early).
- Strith A., Bebi P., Rossi C. et al. (2021): Addressing disturbance risk to mountain forest ecosystem services. *J. Environ. Manage.* 296: 113188.
- Tognetti P.M., Prober S.M., Baez S., Chaneton E.J., Firn J., Risch A.C., Schuetz M., Simonsen A.K., Yahdjian L., Borer E.T., Seabloom E.W., Arnillas C.A., Bakker J.D., Browns C.S., Cadotte M.W., Caldeira M.C., Daleo P., Dwyer J.M., Fay P.A., Gherardi L.A., Hagenah N., Hautier Y., Komatsu K.J., McCulley R.L., Price J.N., Standish R.J., Stevens C.J., Wragg P.D., Sankaran M. (2021): Negative effects of nitrogen override positive effects of phosphorus on grassland legumes worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118, e2023718118.
- Van Sundert K., Arfin Khan M.A.S., Bharath S., Buckley Y.M., Caldeira M.C., Donohue I., Dubbert M., Ebeling A., Eisenhauer N., Eskelinen A., Finn A., Gebauer T., Haider S., Hansart A., Jentsch A., Kübert A., Nijs I., Nock C.A., Nogueira C., Porath-Krause A.J., Radujkovic D., Raynaud X., Risch A.C., Roscher C., Scherer-Lorenzen M., Schuchart M.A., Schütz M., Siebert J., Sitters J., Spohn M., Virtanen R., Werner C., Wilfahrt P., Vicca S. (2021): Fertilized graminoids intensify negative drought effects on grassland productivity. *Global Change Biology* 27, 2441-2457.
- Vitasse Y., Ursenbacher S., Klein G. et al. (2021): Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps. *Biol. Rev.* 96: 1816-1835.
- Wang X., Schütz M., Risch A.C. (2021): Size-selective exclusion of mammals and invertebrates differently affects grassland plant communities depending on vegetation type. *Journal of Ecology* 109: 1703-1716.
- Wilfahrt P.A., Ashley A.L., Seabloom E.W., Henning J.A., Adler P.B., Arnillas C.A., Bakker J.D., Biedermann L., Brudvig L.A., Cadotte M., Daleo P., Eskelinen A., Firn J., Harpole W.S., Hautier Y., Kirkman K.P., Komatsu K.J., Laungani R., MacDougall A., McCulley R.L., Moore J.L., Morgan J.W., Mortensen B., Ochoa Hueso R., Ohlert T., Power S.A., Price J., Risch A.C., Schuetz M., Shoemaker L., Stevens C., Strauss A.T., Tognetti P.M., Virtanen R., Borer E.T.,

(2021): Temporal rarity is a better predictor of local extinction risk than spatial rarity. *Ecology* 102, e03504.

Zweifel L., Samarin M., Meusburger K. et al. (2021): Investigating causal factors of shallow landslides in grassland regions of Switzerland. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 21: 3421-3437.

Proceedings, Bücher und Buchkapitel

Estermann T., Anderwald P. & Haller R. (2021): Menschliche Spuren und die Resilienz der Natur. In: (Un-)Ordnung in der Natur – Der Wandel zur Wildnis (S. 123-127). Schriften des Nationalparks Gesäuse, Band 16, Nationalpark Gesäuse (Hrsg.) Admont.

Fuchs K., Grimm P.E., Stuber M., (2021): Nutzen und schützen, Johann Coaz (1822-1918), der Wald und die Anfänge der schweizerischen Umweltpolitik. Karin Fuchs, Paul Eugen Grimm, Martin Stuber, hg. v. Institut für Kulturforschung Graubünden, Hier+Jetzt, Zürich 2021.

Staddon S., Byg A., Chapman M., Fish R., Hague A., Horgan K. (2021): The value of listening and listening for values in conservation. *People and Nature*: Epub ahead of print.

Publikationen in anderen Organen

Biodiversity-Monitoring Switzerland (BDM-CH)

<https://www.biodiversitymonitoring.ch/index.php/de/service/publikationen>

Estermann T., Feichtinger L. (2021): Zeitreise durch die Kulturlandschaft der Biosfera. *Allegra* 1/2021: 16-18.

Fuchs K., Grimm P.E. & Stuber M. (2021): Nutzen und schützen. Johann Coaz (1822-1918), der Wald und die Anfänge der schweizerischen Umweltpolitik. Hier+Jetzt, Verlag für Kultur und Geschichte, Zürich.

Furger P. (2021): Dem Steinadler auf der Spur – Besenderung eines Jungadlers im Averstal. *Die Alpen*, 1.5.2021

Haller R. (2021): Stört es, wenn wir nur zuschauen? – Erfahrungen aus 100 Jahren Prozessschutz im Schweizerischen Nationalpark. In: (Un-)Ordnung in der Natur – Der Wandel zur Wildnis (S. 119-122). Schriften des Nationalparks Gesäuse, Band 16, Nationalpark Gesäuse (Hrsg.) Admont.

Jenny D. (2021): Jungadler im Fokus der Wissenschaft, Radiobeitrag Radio Südwestschweiz, 24.6.2021

Jenny D., Hatzl J. (2020): Jungen Steinadlern auf der Spur. *Avinews*, Dezember 2020

Keystone SDA (2021): Biologen sind den jungen Steinadlern im Alpenraum auf der Spur. Medienmitteilung Keystone SDA, abgedruckt in mind. 10 Zeitungen, 13.7.2021

Rehnus M., Palme R. (2021): Approfondimenti sull'attività riproduttiva della lepre variabile. *Caccia*, 28, 3: 26-28.

Rehnus M., Palme R. (2021): Einblick in das Liebesleben des Schneehasen. *Jagd in Tirol*, 73, 3: 10-12.

Rehnus M. (2021): Schneehasenforschung im Nationalpark. *Schweizer Jäger*, 106, 2: 70-73.

Schlüchter C., Lozza H. & Haller R. (2021): Geomorphology and Landscapes of the Swiss National Park. In: *World Geomorphological Landscapes* (S. 249-262). Springer, DOI: 10.1007/978-3-030-43203-4_17.

Schnabel-Jung U., Wipf S. (2021): Extreme Besucherströme bringen neue Herausforderungen für Schutzgebiete. *Erholbare Landschaft*. Tagungsbericht Forum für Wissen, WSL Birmensdorf.

Wipf S. (2021): Eine von COVID-19 geprägte Saison im Schweizerischen Nationalpark. [Allegra 4.file:///Volumes/SCNAT_FoLAP/FOK_Forschungs_Koordination/Jahresberichte/Jahresbericht_2021/https://www.allegra.online/nr04-winter-20-21/natur/252-eine-von-covid-19-gepraegtesaison-im-schweizerischen-nationalpark](https://www.allegra.online/nr04-winter-20-21/natur/252-eine-von-covid-19-gepraegtesaison-im-schweizerischen-nationalpark)

Weitere abgeschlossene Arbeiten (nicht publizierte Manuskripte)

- Aeschbach S. (2021): Prioritätsarten im Schweizerischen Nationalpark. Abschlussbericht Praktikum 2021.
- Aeschbach S., Wipf S. (2021): Die Flora des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. Bericht zum digitalisierten Herbar des Schweizerischen Nationalparks. Abschlussbericht Praktikum 2021.
- Althaus K. (2021): Untersuchung naturnaher Quellen im Val S-Charl. Bachelorarbeit, Universität Basel.
- Baumgartner N. (2021): Zusammenhang zwischen dem geologischen Untergrund und dem Radongehalt im Wasser. Maturaarbeit, Lyceum Alpinum Zuoz.
- Blattner L. (2021): Spring ecosystems of the Alps: Isolated biodiversity islands with distinctive species assemblages. Inauguraldissertation, Universität Basel.
- Jampen S. (2022): Totalschutz als Hindernis für die Gründung neuer Nationalparks? Hundert Jahre Nationalparkdebatte in Schweizer Medien. Berner Studien zur Geschichte, Reihe 2: Natürliche Ressourcen in der Geschichte, Band 5.
- Jenny D. (2021): Bartgeier-Monitoring Graubünden: Jahresbericht 2020. Februar 2021.
- Juillerat R. (2021): How do interannual differences in *Ranunculus pygmaeus* growth relate to climate? Bachelorarbeit, Universität Zürich.
- Piaudel A. (2021): Evolution de la biodiversité des macroinvertébrés, entre 2002 et 2019, des petits plans d'eau alpins du Parc National Suisse. HEPIA, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland. Master 1 Thesis of University Paris-Saclay: 32 p.
- Schlechten J. (2021): Characterisation of debris flows evolution in the context of climate change and the methods involved. MSc thesis, Université de Genève, 95 pp.
- Zimmermann S. (2021): The early life of juvenile Golden Eagles (*Aquila chrysaetos*): Sex and activity drive fledging time and pre-dispersal exploratory behaviour. MSc Thesis, Albert-Ludwig University Freiburg & Swiss Ornithological Institute.
- Steinemann P. (2021): Kulturschaffen in der Region Engiadina Bassa/Val Müstair. Eine Fallstudie zur Rolle von Kulturinstitutionen in Urbanisierungsprozessen im Alpenraum. Masterarbeit, Universität Zürich.
- Stritih A. (2021): Risk-based assessments of ecosystem services: Addressing uncertainty in mountain forest management. Dissertation, ETH Zürich.
- Vossel J. (2021): Evaluation der Revitalisierungsmassnahmen am Rombach bei Fuldera (CH) im Hinblick auf Phytodiversität und Gewässermorphologie. Masterarbeit, Universität Oldenburg.

Poster

- Moradi H., Furrer G., Margreth M., Wanner C. (2021): Mobilization of toxic elements in high-alpine streams of the Eastern Alps: monitoring strategy and first results. Posterpräsentation Swiss Geoscience Meeting 2021, Geneva.

Risch A.C., Zimmermann S., Hagedorn F., Schütz M., Moser B. (2021): Soil net nitrogen mineralization across global grasslands. Postersession Internal Projects WSL, Birmensdorf, 16.11.2021.

Vorträge und weitere Veranstaltungen

Untersuchung Besucherentwicklung im Naturpark Biosfera Val Müstair

(Reto Rupf, Jonathan Blank, Linda Feichtinger)

Reto Rupf, Jonathan Blank Pachlatko, Martin Wytenbach: Backcountry winter recreation in the UNESCO Biosphere Reserve Engiadina Val Müstair, Switzerland - Developments in the last 10 years. Lillehammer, Norway, 16.-19. August 2021. In: Aas, Ø., Breiby, M., Selvaag, S.K., Eriksson, P-A, Børrestad, B. (eds.) 2021. The 10th MMV Conference: Managing outdoor recreation experiences in the Anthropocene - Resources, markets, innovations. - MINA fagrapport 73. p. 200.

https://static02.nmbu.no/mina/publikasjoner/mina_fagrapport/pdf/mif73.pdf

Erfassung und Monitoring von Pflanzenarten nationaler Priorität und Glazialrelikten im Nationalpark

(Sonja Wipf, Christophe Bornand, Christian Rixen, Stefan Eggenberg)

Das Thema wurde auf Exkursionen von S. Wipf thematisiert.

Ein funktioneller Pflanzendiversität-Ansatz bei der regionalen Ökosystemdienstleistungsbewertung von Wiesen und Weiden

(Christian Rossi, Michael Schaeppmann)

Christian Rossi: Quantifying long-term protection efforts: A remote sensing approach for plant biodiversity. Tagung Parkforschung. Schüpflheim, 15. Oktober 2021.

Ausbreitungsökologie junger Steinadler

(David Jenny, Julia Hatzl, Mathias Tschumi, Martin Grübler, Claudio Schorta, Sam Cruickshank, Michel Schmidlin, Svea Zimmerman, Claudio Schorta, Claudia Gerber)

David Jenny: Bartgeier und Steinadler – Symbolträger im Aufwind, Müstair, 27. September 2021.

Ingio via (Rothirsche)

(Thomas Rempfler, Hannes Jenny)

Thomas Rempfler: Tagung Parkforschung, Schüpflheim, 15. Oktober 2021.

Mobilization of aluminum under changing alpine climatic conditions

(Christoph Wanner, Hoda Horadi)

Christoph Wanner: Das Phänomen der weissen Bergbäche. Öffentlicher Vortrag. Chasa Jaura, 18. August 2021.

Langzeituntersuchung zu Verbreitung, Abundanz und Dynamik einer Schneehasenpopulation im SNP

(Maik Rehnus, Kurt Bollmann)

Ein Überlebenskünstler im Wandel der Zeit, Schwyz, 20. Oktober 2021.

Besucherbefragung 2020/21

(Sonja Wipf, Norman Backhaus)

Norman Backhaus: Statt auf die Seychellen, in den Nationalpark: Auswirkungen des Besucherandrangs nach dem COVID-19 shutdown. Tagung Parkforschung, Schüpflheim, 15. Oktober 2021.

Langzeitforschung Quellen und kleine Fließgewässer (Fauna und Abiotik) im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair (inkl. SNP + BVM)

(Stefanie von Fumetti, Angelika Abderhalden)

Stefanie von Fumetti: Long-term research on springs and headwaters in the Engiadina Val Müstair UNESCO biosphere reserve. Vortrag an der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie, Leipzig, 27.-30. September 2021.

Rotfuchs-Monitoring SNP

(Pia Anderwald)

Pia Anderwald, Curdin Eichholzer: Der Rotfuchs im Schweizerischen Nationalpark. Naturama Vortrag, Zernez, 21. Juli 2021.

GLORIA-SNP: Contribution to the Global Observation Research Initiative in Alpine Environments

(Sonja Wipf, Christian Rixen)

Resultate und Forschung wurde auf verschiedenen Führungen erwähnt, z.B.:

Sonja Wipf: Exkursion für Herbariums-Mitarbeitende, 20. August 2021.

Sonja Wipf: Spezialexkursion Biodiversität des SNP, 22. August 2021.

Sonja Wipf: Exkursion Schweizerische Studienstiftung, 30. August 2021.

Sonja Wipf: Exkursion International Dendroecological Field Week Müstair, 31. August 2021.

Regionale Murgangrekonstruktion im SNP und der Biosfera Val Müstair mit Hilfe dendrogeomorphologischer Untersuchungen

(Markus Stoffel, Qie Jiazhi, Adrien Favillier)

Klausurtagung der Fachleute Naturgefahren Schweiz. (FAN): Begehung entlang der Clemgia, um das von der Gemeinde Scuol installierte Frühwarnsystem zu begutachten. Thema war auch der Materialeintrag und die Murgänge in der Val Mingèr. 2. September 2021.

Exkursion der Universität Genf: Führung in der Val Mingèr, bei welcher die Entwicklung des Laviner Grond thematisiert wurde. 21. Oktober 2021.

Blockgletscher und Solifluktionen im SNP: Prozesse und Veränderungen unter Berücksichtigung des Klimawandels

(Markus Stoffel, Alberto Muñoz Torrero)

Exkursion der Universität Genf im Gebiet Stabelchod, bei welcher auch die Blockgletscher (und speziell jener in der Val da l'Aqua) thematisiert wurden. 20. Oktober 2021.

Crenobiosis: Adaptive radiation on spatially isolated islands vs. convergent evolution in interconnected patches

(Stefanie von Fumetti, Lucas Blattner)

Lucas Blattner, Stefanie von Fumetti, Joshua Ebner, Jakob Zopfi: Targeted non-invasive bioindicator species detection in eDNA water samples to assess and monitor the integrity of vulnerable alpine freshwater environment. Talk at the annual meeting of the German Limnological Society, Leipzig, 27. September-01. Oktober 2021.

Composition and Function of Alpine Spring Microbial Communities

(Stefanie von Fumetti, Joshua Ebner)

Joshua Ebner, Stefanie von Fumetti: Thermal Biology of an Alpine Glacial Relict: Proteome Dynamics Following Acclimation Highlight Molecular Mechanisms Underlying Thermal Adaptation. Vortrag an der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie, Leipzig, 27. 30. September 2021.

Johann Wilhelm Fortunat Coaz (1822-1918) - Ein Bündner Pionier auf der Schweizer Bühne des 19. Jahrhunderts

(Jürg Hassler, Sandro Krättli, Cordula Seger, Andrea Kauer, Paul Eugen Grimm, Karin Fuchs, Martin Stuber)

Vernissage der Publikation:

NUTZEN UND SCHÜTZEN, Johann Coaz (1822-1918), der Wald und die Anfänge der schweizerischen Umweltpolitik, Rätisches Museum, Chur, Freitag, 26. November 2021.

Kulturschaffen in der Region Engiadina Bassa Val Müstair. Eine Fallstudie zur Rolle von Kulturinstitutionen in Urbanisierungsprozessen im Alpenraum.

(Pascal Steinemann)

Pascal Steinemann: Vortrag im Rahmen der öffentlichen Verteidigung der Arbeit an der Universität Zürich, 29. September 2021.

Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung

ZIELSETZUNG UND KOORDINATION DER WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. Zusammenfassung der Diskussionen im Rahmen der Klausurtagung der WNPk 1985; September 1985

DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN IM GEBIET DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. August 1986

DIE MOOSVEGETATION DER BRANDFLÄCHE IL FUORN (SCHWEIZER NATIONALPARK). Nach einem Manuskript von F. OCHSNER; September 1986

VERZEICHNIS DER ORNITHOLOGISCHEN ARBEITEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Zusammengestellt von G. ACKERMANN und H. JENNI; März 1987

MATERIALIEN ZUR BISHERIGEN UND ZUKÜNFTIGEN NATIONALPARKFORSCHUNG. Stand Juni 1987

METHODIK UND FORSCHUNGSFRAGEN ZUR LANGZEITBEOBACHTUNG IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk 1987; Oktober 1987

VORSTUDIE ZUM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM ARC / INFO. P. JÄGER; August 1988

METHODISCHES VORGEHEN ZUR FORSCHUNGSFRAGE: REAKTION ALPINER OEKO-SYSTEME AUF HOHE HUFTIERDICHTEN. Zusammenfassung der Ergebnisse der Klausurtagung der Arbeitsgruppe «Huftiere» 1988; zusammengestellt von K. BOLLMANN; Dezember 1988

WNPk, 1990: FORSCHUNGSKONZEPT 1989. Grundsätze und Leitlinien zur Nationalparkforschung. ENPK und WNPk, 1990: LEITLINIEN ZUR GEWAHRLEISTUNG DER PARKZIELE 1989.

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG SPÜELUNG GRUNDABLASS LIVIGNOSTAUSEE VOM 7. JUNI 1990:

(1) Massenumsatz (C. SCHLUECHTER, R. LANG, B. MUELLER); März 1991 (nicht erhältlich)

(2) Morphodynamik und Uferstabilität (P. JAEGER); März 1991

(3) Physikalische und chemische Verhältnisse im Spöl während der Spülung und Aufwuchsuntersuchungen im Spöl und im Ova dal Fuorn (F. ELBER, Büro AquaPlus, Wollerau); März 1991

(4) Makroinvertebraten und Fische (P. REY, S. GERSTER, Institut für angewandte Hydrobiologie, Bern und Konstanz); im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft; März 1991

(5) Ufervegetation (K. KUSSTATSCHER); März 1991

GEWAESSERFRAGEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk vom 5./6. Juli 1990; zusammengestellt von Th. SCHEURER; April 1991

DAUERBEOBACHTUNG IM NATIONALPARK. ANFORDERUNGEN UND PERSPEKTIVEN. Interdisziplinäres Symposium im Rahmen der 171. Jahresversammlung der SANW. Zusammenfassung der Referate. Hrsg. K. HINDENLANG; Dezember 1991

WALDBRAND IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung vom 2./3. Juli 1991; zusammengestellt von Th. SCHEURER; Dezember 1991

BESUCHER UND BESUCHERFREQUENZEN DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. Ergebnisse der Besucherzählung und -befragung vom 9. und 10. August 1991. J. MUELLER und Th. SCHEURER; Mai 1992

LANGFRISTIGE UNTERSUCHUNGEN AN AUSZAEUNUNGEN. Ergebnisse der Klausurtagung vom 21. August 1992. Zusammengestellt von Th. SCHEURER; Dezember 1992

DAUERZAEUNE SNP: Botanische Erstaufnahme der Dauerzäune in der Val Trupchun 1992. M. CAMENISCH; April 1994

DAUERZAUNE SNP: Entomologische Aufnahmen in der Val Trupchun 1993. A. RABA, April 1994

- LANGZEITBEOBACHTUNG UND HUFTIERDYNAMIK. Ergebnisse der Klausurtagung vom 15.-16. September 1995 in der Val Cluozza. F. FILLI, Th. SCHEURER, März 1996
- TOURISMUSBEFRAGUNG 1993 IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. H. LOZZA, Juli 1996
- EFFET DE FORTES DENSITES D'ONGULES SUR L'ARACHNOFAUNE DES PRAIRIES ALPINES DU PARC NATIONAL SUISSE. S. SACHOT, Oktober 1997
- WISSENSCHAFTLICHE NATIONALPARKKOMMISSION WNP: Forschungsbericht SNP 1996.
- STICHPROBENNETZ VAL TRUPCHUN (SNP). Auswertung der botanischen Felderhebungen 1992. M. CAMENISCH. Dezember 1997
- WISSENSCHAFTLICHE NATIONALPARKKOMMISSION WNP: Forschungsbericht SNP 1997. Dezember 1998
- DIE BOTANISCHEN DAUERFLAECHE IN DEN AUSZAEUNUNGEN DER VAL TRUPCHUN VON 1992 - 1995. M. CAMENISCH, August 1999
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 1998. Dezember 1999
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 1999. Dezember 2000
- HUFTIERE IN EINEM ALPINEN LEBENSRAUM. Schwerpunktprogramm Huftierforschung im schweizerischen Nationalpark. FLURIN FILLI. Dezember 2000
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2000. Dezember 2001
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2001. Dezember 2002
- MACUN MONITORING MANUAL. Methoden. JANINE RUEGG. Oktober 2003
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2002. Dezember 2003
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2003. Dezember 2004
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2004. Dezember 2005
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2005. Dezember 2006
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Koordination Parkforschung Schweiz: Konzept: Ergebnisse der Klausurtagung vom 28./29. August 2006. Januar 2007
- EREIGNISDATENBANK SCHWEIZERISCHER NATIONALPARK: Datendokumentation. P. HAUENSTEIN & R. HALLER. Juli 2007
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2006. Dezember 2007
- FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschungskonzept 2008-2018 für den Schweizerischen Nationalpark und die Biosfera Val Müstair. Januar 2008
- COMMISSION DE RECHERCHE PNS: Concept de recherche 2008-2018 pour le Parc national suisse et la biosphère du Val Müstair. Janvier 2008
- HUFTIERE IN EINEM ALPINEN LEBENSRAUM: Schwerpunktprogramm Huftierforschung im Schweizerischen Nationalpark 2008-2014. F. FILLI. Januar 2008

GEOINFORMATION UND INFORMATIONSMANAGEMENT IN PARKS UND PARKPROJEKTEN IN DER SCHWEIZ: Vorabklärungen für den Aufbau eines Data Warehouse für Pärke von nationaler Bedeutung. R. HALLER, R. SCHMIDT, M. NUSSBAUM, A. WALLNER. August 2008

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Jahresbericht 2007. Dezember 2008

BESUCHERZÄHLUNG SNP: Teil 1: Besucherzählung 2007: Schlussbericht, Teil 2: Besucherzählung 2007 und 2008: Vergleich der Besucherzahlen mit Wetter und Witterung. M. WERNLI, D. HALLER, S. CAMPPELL, C. MÜHLE-THALER, F. FILLI, R. HALLER, R. RUPF, C. KETTERER. November 2009

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2008. Dezember 2009

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2009. November 2010

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2010. November 2011

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2011. November 2012

HUFTIERBEOBACHTUNGEN AUF DER BRANDFLÄCHE IL FUORN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK 1989-2012. R. WILD, K. ZSAK. Dezember 2012

CC-HABITALP: Change-Check of the Habitats of the Alps – Semantik, Logik und technischer Aufbau eines Änderungskartierschlüssels auf Stufe Landschaft für Schutzgebiete in den Alpen. P. HAUENSTEIN & R. HALLER. November 2013

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2012. November 2013

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2013. November 2014

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2014. November 2015

INVENTAIRE ET SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ DES COURS D'EAU DU PARC NATIONAL SUISSE 2011-2012. Sandra Knispel & Verena Lubini. November 2015

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2015. November 2016

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und in der Biosfera Val Müstair. Jahresbericht 2016. November 2017

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Jahresbericht 2017. November 2018

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Jahresbericht 2018. Juni 2020

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Jahresbericht 2019. Februar 2022

FORSCHUNGSKOMMISSION SNP: Forschung im Schweizerischen Nationalpark und im UNESCO Biosphärenreservat Engiadina Val Müstair. Jahresbericht 2020. Oktober 2021

9. Mitglieder der Forschungskommission

Die Forschungskommission (FoK) des Schweizerischen Nationalparks umfasste im Jahr 2021 19 Mitglieder. Präsident ist Professor Markus Stoffel (Institut des Sciences de l'Environnement, Université de Genève). Anea Schmidlin ist die Geschäftsführerin der FoK (SCNAT).

Abderhalden-Raba	Angelika	UNESCO Biosfera Engiadina Val Müstair
Backhaus	Norman	Universität Zürich
Baur	Bruno	Universität Basel
Brang	Peter	WSL
Feichtinger	Linda	Naturpark Biosfera Val Müstair
Feuerstein	Gian Cla	Amt für Wald und Naturgefahren, Kanton Graubünden
Haller	Ruedi	Schweizerischer Nationalpark
Jenny	Hannes	Amt für Jagd und Fischerei, Kanton Graubünden
Keller	Lukas	Universität Zürich
Konzelmann	Thomas	MeteoSchweiz
Lietha	Luis	Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden
Praz	Christophe	Université de Neuchâtel
Rehsteiner	Ueli	Bündner Naturmuseum
Robinson	Christopher	EAWAG
Schmidlin	Anea	Geschäftsführerin FoK, SCNAT
Schütz	Martin	WSL
Stoffel	Markus	Université de Genève
Weibel	Robert	Universität Zürich
Wipf	Sonja	Schweizerischer Nationalpark
Zimmermann	Stephan	WSL

Zu beziehen/downloaden bei:

Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks (FOK-SNP) der SCNAT

Haus der Akademien • Laupenstrasse 7 • Postfach • 3001 Bern • Schweiz

fok-snp@scnat.ch

www.fok-snp.scnat.ch

Projektdatenbank:

In der Projektdatenbank der SCNAT sind die laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekte unter dem Namen des Projektleiters/der Projektleiterin oder der Projektnummer (CH-xxxx) erfasst.

www.fok-snp.scnat.ch/de/research_projects

