



HOTSPOT FURKA

Biologische Vielfalt im Gebirge

Erika Hiltbrunner und Christian Körner



Alpine
Forschungs-
und Ausbildungs-
station Furka

HOTSPOT FURKA

Biologische Vielfalt im Gebirge

Erika Hiltbrunner und Christian Körner

Basel, 2018

Impressum

Herausgeber

Erika Hiltbrunner und Christian Körner
Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR) und Universität Basel,
Schönbeinstrasse 6, CH-4056 Basel
www.alpfor.ch
ISBN 978-3-033-06701-1



Mit Beiträgen von

Florian Altermatt, Georg F. J. Armbruster, Georg Artmann-Graf, Gerhard Bächli, Simone Baumgartner, Thomas Brodtbeck, Walter Brücker, Daniel Burckhardt, Sarah Burg, Denise Camenisch, Auriel Chatelain, Claudia Eisenring, Andreas Erhardt, Barbara M. Fischer, Rolf Geisser, Christoph Germann, Ambros Hänggi, Oliver Heiri, Erika Hiltbrunner, Monica Kaiser-Benz, Christian Körner, Daniel Küry, Enrique Lara, Holger Martz, Edward Mitchell, Jürg Paul Müller, Christoph Mullis, Fritz Oehl, Heinrich Schatz, Irene Schatz, Christoph Scheidegger, Benjamin Seitz, Beatrice Senn, Eva M. Spehn, Eva Sprecher, Salome Steiner, Edi Stöckli, Veronika Stöckli, Jürg Stöcklin, Alex Szallies, Lukas Taxböck, Edi Urmi, Denis Vallan, Maarten van Hardenbroek, Mathias Vust, Markus Wilhelm, Denise Wyniger

Redaktion Erika Hiltbrunner, Gregor Klaus, Christian Körner

Layout und Satz estherschreier.ch

Papier Allegro holzfrei weiss halbmatt gestrichen, Bilderdruck, 100% PEFC-zertifiziert. 150 g/m² (Inhalt), 250 g/m² (Umschlag)

Druck Print Media Works, Schopfheim, D

Auflage 4200

Umschlagfotos vorne: Das immergrüne Felsenblümchen *Draba aizoides* mit Blick auf das Finsteraarhorn. Foto E. Hiltbrunner
Sonstige Umschlagfotos aus den Beiträgen.

Zitiervorschlag

Hiltbrunner E., Körner C., (2018). Hotspot Furka. Biologische Vielfalt im Gebirge. Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka und Universität Basel, 60 Seiten.
ISBN 978-3-033-06701-1

Bezugsadresse

Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR), Schönbeinstr. 6, 4056 Basel, erika.hiltbrunner@unibas.ch

© Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR) 2018

Inhalt

- 4 **Vorwort**
Alpiner Hotspot der Biodiversität
Erika Hiltbrunner und Christian Körner
- 6 **Einführung**
Leben im Hochgebirge
Christian Körner, Christoph Mullis und Erika Hiltbrunner
- 12 **Alpenflora der Schweiz: auf kleinstem Raum**
Jürg Stöcklin, Rolf Geisser und Walter Brücker
- 14 **Moose: klein aber fein**
Edi Urmi unter Mitarbeit von Ariel Bergamini, Thomas Kiebacher, Markus Meier und Norbert Schnyder
- 16 **Flechten: auf Gedeih und Verderb verflochten**
Christoph Scheidegger und Mathias Vust
- 18 **Pilze: mit und ohne Hut**
Beatrice Senn, Markus Wilhelm und Thomas Brodtbeck
- 20 **Endomykorrhiza: mikroskopische Bodenpilze**
Fritz Oehl und Benjamin Seitz
- 22 **Schalenamöben: wichtige Einzeller**
Auriel Chatelain, Enrique Lara und Edward Mitchell
- 24 **Leben im Wasser: zwischen Eis und Bergbach**
Daniel Küry, Florian Altermatt, Simone Baumgartner, Claudia Eisenring, Maarten van Hardenbroek, Oliver Heiri und Lukas Taxböck
- 27 **Alpine Muscheln und Wasserschnecken**
Daniel Küry
- 28 **Gehäuseschnecken: klein und gut versteckt**
Georg F. J. Armbruster und Eva M. Spehn
- 30 **Ameisen: nur kleine Staaten im Gebirge**
Monica Kaiser-Benz und Holger Martz
- 32 **Heuschrecken, Bienen und Schlupfwespen**
Georg Artmann-Graf
- 34 **Fliegen und Mücken im Hochgebirge**
Gerhard Bächli
- 36 **Tag- und Nachtfalter in alpinen Lebensräumen**
Florian Altermatt und Andreas Erhardt
- 38 **Käfer: Räuber und Pflanzenfresser**
Eva Sprecher, Christoph Germann, Irene Schatz, Salome Steiner und Alex Szallies
- 40 **Kurzflügelkäfer: der Wurm unter den Käfern**
Irene Schatz
- 41 **Wanzen und Blattflöhe: saugende Winzlinge**
Denise Wyniger und Daniel Burckhardt
- 42 **Hundertfüssler: flink und lichtscheu**
Edi Stöckli
- 43 **Hornmilben: gepanzerte Minimonster**
Heinrich Schatz und Barbara M. Fischer
- 44 **Spinnen: Jäger mit grosser Wirkung**
Ambros Hänggi
- 46 **Amphibien und Reptilien: alpin angepasst**
Denis Vallan
- 48 **Vögel: die höchste Kolonie der Mehlschwalbe**
Veronika Stöckli, Georg F. J. Armbruster und Sarah Burg
- 50 **Säugetiere: Leben unter und über dem Schnee**
Jürg Paul Müller und Denise Camenisch
- 52 **Alpine Biodiversität: eine Zwischenbilanz**
Erika Hiltbrunner und Christian Körner
- 54 **Forschende in Aktion**
- 56 **Experten und Expertinnen**
- 60 **Förderer**

Vorwort

Alpiner Hotspot der Biodiversität

Obwohl es oft als öd und unwirtlich bezeichnet wird, gibt es in jenem Drittel der Schweiz, das über 2000 m Höhe liegt, einen enormen Reichtum an Leben. Der vermeintlichen Ungunst des Klimas zum Trotz lebt zwischen der Obergrenze des Bergwaldes und den höchsten Alpengipfeln rund ein Viertel aller einheimischen Blütenpflanzenarten der Schweiz. Diese Vielfalt ist wichtig, da sie unter anderem steile Hänge vor Erosion sichert und so die Täler bewohnbar macht.*

Der grosse Artenreichtum der Gebirgslandschaft gründet in der Vielfalt der Lebensräume (Habitate) auf kleinem Raum. Steile Höhengradienten vereinen über kurze Distanz Klimabedingungen, die sonst nur über Tausende von Kilometern in Richtung der Pole zu finden sind. Die Ausrichtung der Hänge zur

Sonne (Exposition) schafft auf gleicher Meereshöhe Unterschiede im Tagesklima, die dem Temperaturunterschied von mehr als tausend Höhenmetern entsprechen können. Die Struktur der Landoberfläche (Topographie) schafft zusätzlich ein buntes Mosaik von Habitaten, die sich in Mikroklima, Schneedeckendauer, Wasser- und Nährstoffangebot unterscheiden. Der geologische Untergrund beeinflusst den Bodentyp (Karbonat- oder Silikatböden). Feuchtlebensräume wie Quellmoore, Bergseen und Bergbäche bereichern die Lebensraumvielfalt.

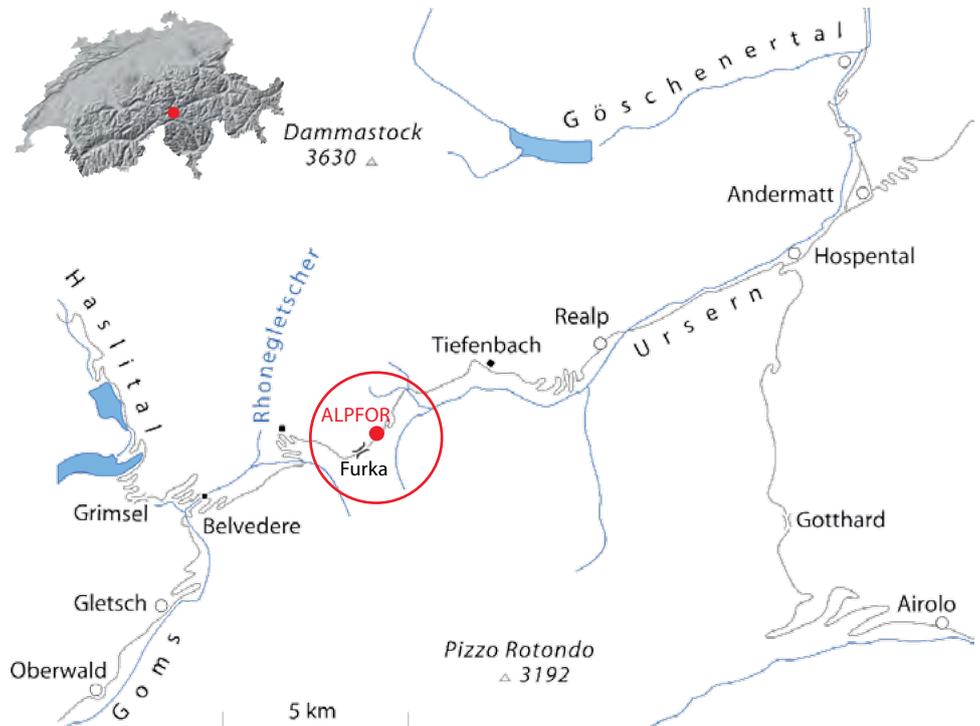
Wo die Lebensraumvielfalt ein Maximum erreicht, erreicht auch die biologische Vielfalt ein Maximum. Am Furkapass an der Grenze zwischen dem Kanton Uri und dem Kanton Wallis, am Übergang von fetten Alpweiden zum ewigen Schnee, sind solche Bedingungen gegeben. Das Gebiet ist ein Hotspot der alpinen Biodiversität.



Die beiden Initiatoren des Hotspot Furka
Erika Hiltbrunner und Christian Körner
Foto Beat Ernst, Basel

* Körner C. (2004). Mountain biodiversity, its causes and function. *Ambio Special Report* 13, 11–17.

Karte Das Hotspot-Furka-Inventar in unmittelbarer Nähe der Alpinen Forschungs- und Ausbildungsstation ALPFOR in den Schweizer Zentralalpen

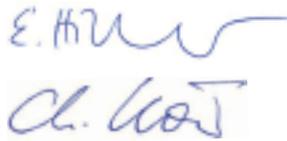


Vom 23. bis 26. Juli 2012 versammelten sich 47 Expertinnen und Experten aus dem In- und Ausland zu vier intensiven Arbeitstagen an der Alpinen Forschungs- und Ausbildungsstation (ALPFOR; www.alpfor.ch) in 2440 m Höhe nahe dem Furkapass. Ziel war ein möglichst umfassendes Inventar der Vielfalt der Arten im alpinen Lebensraum. Neben den bereits gut erfassten rund 300 Blütenpflanzenarten im Umkreis der Station (gut die Hälfte der gesamten Artenzahl der alpinen Flora der Schweiz) sollten auch Schmetterlinge und Käfer, Vögel und Kleinsäuger, Fliegen und Bienen, Bodentiere, Algen, Moose, Flechten, Pilze sowie die Organismen der Gewässer erhoben werden. Bei strahlendem Hochsommerwetter fanden die Spezialistinnen und Spezialisten mehr als 2000 Arten von Organismen. Dies sind rund zwei Drittel der vermuteten Arten (ohne Bakterien und andere Mikroorganismen). Bis spät in die Nacht wurde präpariert, mikroskopiert und bestimmt. Viele Arten konnten erst in mühsamer Kleinarbeit in den Wochen und Monaten danach identifiziert werden. Am 27. Juli 2012 wurden die ersten Resultate in Andermatt der Öffentlichkeit vorgestellt.

Das Besondere und von den Teilnehmenden geschätzte Konzept dieses «alpinen Erstinventars» war es, dass definierte Lebensräume gemeinsam untersucht wurden, anstatt unkoordiniert zu sammeln. Nur für hochmobile Organismen (Wirbeltiere, Falter) waren individualisierte Aufsammlungen und Beobachtungen nötig. Elf charakteristische alpine Habitattypen (10 davon doppelt) und etliche Sonderstandorte wurden markiert, so dass man die insgesamt 21 Dauerbeobachtungsflächen von rund 400 bis 600 m² Grösse sowie die Sonderhabitate zu einem späteren Zeitpunkt nochmals aufsuchen kann.

Die Testflächen wurden klimatisch und bodenkundlich charakterisiert. Mit einer hochauflösenden Infrarot-Wärmebildkamera wurden Temperaturspektren jeder Fläche aufgezeichnet. Die Boden- und Wassertemperaturen wurden automatisch gemessen, und die pflanzliche Biomasseproduktion der Flächen wurde ermittelt. So wird es möglich, die Artenvielfalt der unterschiedlichen Organismengruppen miteinander zu vergleichen und Bezüge zu den Umweltbedingungen herzustellen. Vergleich und Vergleichbarkeit waren die Leitmotive dieser Biodiversitätserhebung.

Die vorliegende Broschüre fasst die Resultate allgemein verständlich zusammen. Die organismische Vielfalt ist überwältigend – und dies an einem Ort, der auf den ersten Blick fast leer erscheint. Etliche für die Schweiz oder überhaupt bisher unbekannte Arten wurden entdeckt. Dies ist ein starkes Motiv, diese letzte grosse Urlandschaft Europas zu schätzen, zu schützen und wissenschaftlich im Auge zu behalten. Nicht zuletzt kommt auch ein grosser Teil unseres Trinkwassers und der Stromerzeugung aus diesen Gebirgsökosystemen. Die Dauerbeobachtungsflächen werden in den folgenden Jahren und Jahrzehnten die Möglichkeit bieten, «am Ball» zu bleiben, um Veränderungen der Lebewelt im Hochgebirge zu erkennen und zu dokumentieren.



Erika Hiltbrunner und Christian Körner
ALPFOR und Universität Basel

Einführung

Leben im Hochgebirge

Stark schwankende Lebensbedingungen, mechanischer und klimatischer Stress, gegenseitiger Schutz, funktionelle Ergänzung und komplexe Nahrungsnetze benötigen ein reiches Spektrum an biologischen Leistungen und damit eine Vielfalt an Arten. Diese sich wechselseitig bedingende Diversität lässt sich nur aufdecken, wenn man streng lebensraumspezifische, organismische Inventare erstellt und diese in regelmässigen Abständen wiederholt.

Christian Körner, Christoph Mullis und Erika Hiltbrunner

Im Gebirge bestimmt die Vielfalt der Habitats die Artenvielfalt.* Die auszuwählenden Dauerbeobachtungsflächen mussten daher die Lebensraumtypen der Hochalpen repräsentativ abbilden. Eine zufällige statistische «Rasterfahndung» (mit einem Gitternetz) würde häufige Lebensraumtypen überbewerten und seltene wären überhaupt nicht vertreten. Als Beginn einer langfristigen Umweltbeobachtung im Kern der alpinen Stufe orientierte sich das Projekt «Hotspot Furka» im Sommer 2012 am Habitatkonzept (Abb. unten): Es wurden 11 Landlebensräume sowie verschiedene aquatische Habitattypen (Fliessgewässer und stehende Gewässer) ausgewählt (Tabelle Seite 7, Fotos Seite 8, 9).

Expertinnen und Experten sollten möglichst viele unterschiedliche Organismengruppen in markierten Beobachtungsflächen von etwa 400 bis 600 m² Grösse erfassen. Pro Habitat wurden zwei Flächen ausgeschieden (ausser von Typ 10). Von jeder dieser 21 Flächen, die vom Gletschervorfeld bis zu üppigen alpinen Wiesen reichen, wurden zudem Bodenmerkmale, Klimadaten sowie die Biomasseproduktion erhoben (Tabelle Seite 7). Alle folgenden Kapitel beziehen sich auf diese Habitattypen. Für einzelne Organismengruppen wurden zusätzlich spezifische Standorte einbezogen

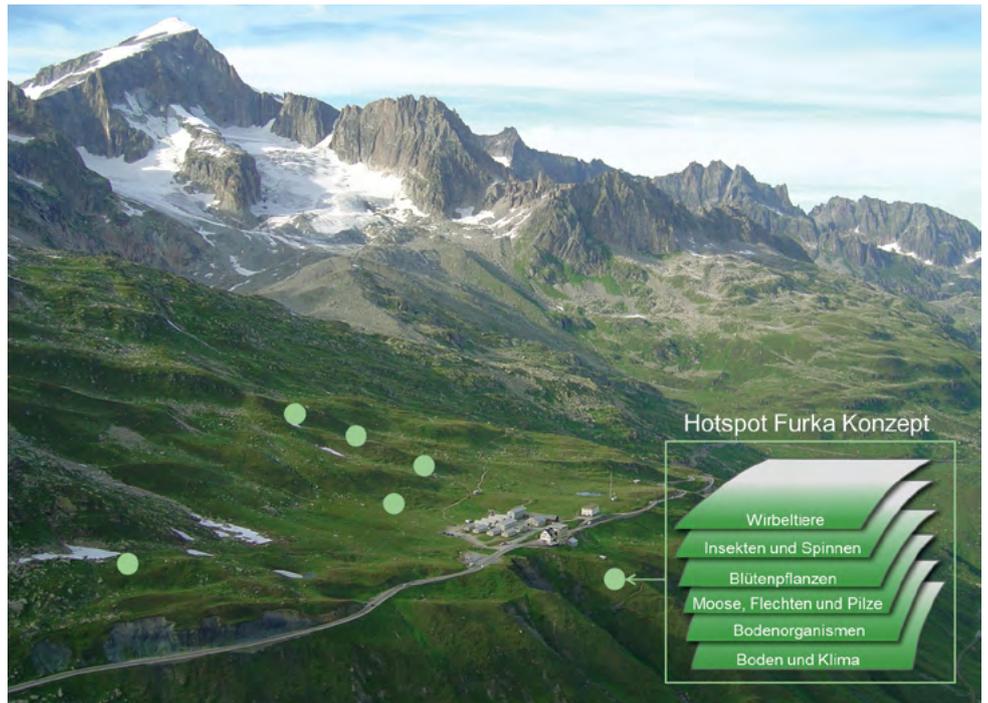
(aquatische Habitats). Andere Organismengruppen sind Habitat-unspezifisch oder operieren auf grösserer Skala (Falter, Vögel und andere Wirbeltiere).

Starke Mikroklimaeffekte

Die tatsächlichen klimatischen Lebensbedingungen alpiner Organismen weichen stark von denen ab, die an meteorologischen Stationen gemessen werden. Beispielsweise betrug die Durchschnittstemperatur der Luft auf der Furka im Sommer 2012 (11. Juli bis 2. September) in 2 Metern Höhe 8.4 °C. Gleichzeitig lag die mittlere Temperatur im Boden in 3 cm Tiefe – also dort, wo sich die Bildungsgewebe der meisten Pflanzenarten befinden und die höchste Aktivität der Bodenorganismen stattfindet – je nach Habitat zwischen 9.8 und 13.1 °C (siehe Tabelle Seite 7), was umgerechnet in Höhenmeter (0.55 Grad pro 100 m) einer Höhenausdehnung von 600 m entspricht. Die untersuchten Lebensräume liegen also thermisch 200 bis 800 m tiefer, als es die gemessene Lufttemperatur anzeigt. Dieser Erwärmungseffekt entsteht aus dem Zusammenwirken von Hangneigung, Hangrichtung, Niederwüchsigkeit der Vegetation und der treibenden Kraft, nämlich der Sonnenstrahlung.

* Körner C. (2003). Alpine Plant Life. Springer, Berlin.

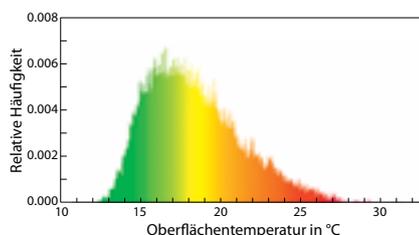
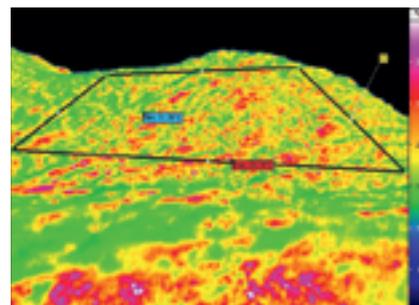
Rechts Die alpinen Dauerbeobachtungsflächen im Furkagebiet (Kreise, 6 verschiedene Habitattypen in unmittelbarer Nähe der Forschungsstation ALPFOR). Auf jeder Fläche (2 pro Habitattyp) wurde versucht, «das Hotspot Furka» Konzept anzuwenden. Foto und Grafik E. Hiltbrunner



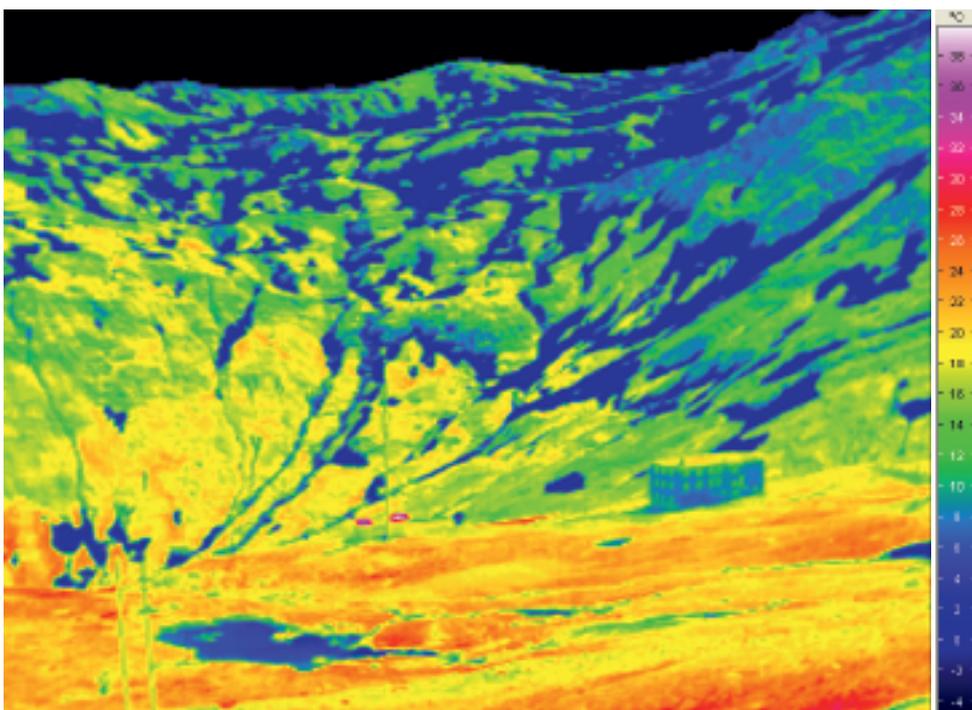
Merkmale der ausgewählten alpinen Habitate im Furkagebiet. Bodentemperaturen^a (°C) in 3 bis 4 cm Tiefe (11. 7.–2. 9. 2012), Bodenmerkmale^{b,c} (in 1 bis 6 cm Tiefe) und Produktivität^{d,e} für 11 Lebensraumtypen der alpinen Stufe am Furkapass in 2420 bis 2480 m ü. M.

Habitatcode/Habitat	T Min	T Max	T Mittelwert	pH ^b	C ^c	Ca ^c	BM ^d	TM ^e	Arten ^f
Referenz: Luft in 2 m Höhe	-3.0	20.2	8.4						
1 Bürstlingsrasen (6) ^a	5.6	22.2	12.7	3.3	5.5	1	222	74	30
2 Bürstlingsrasen mit Besenheide (6)	4.3	23.9	13.1	3.6	5.7	13	335	194	48
3 Zwergstrauchheide mit Alpenazalee (5)	3.7	16.1	9.8	3.5	12.2	28	495 ^g	10	28
4 Violettswingelrasen (5)	6.1	19.1	12.4	3.8	7.3	85	363	226	63
5 Rasen mit Solifluktion, Nordhang (6)	3.6	15.7	9.8	4.1	4.7	98	227	62	47
6 Krummseggenrasen (5)	4.2	19.5	11.3	3.2	5.6	2	276	100	36
7 Nährstoffreicher Rasen, Westhang (5)	4.7	20.3	11.6	3.6	3.9	23	271	108	62
8 Schneetälchen (6)	3.9	21.2	12.2	3.5	4.3	2	110	21	20
9 Gletschervorfeld (2)	2.3	23.0	11.8	5.8	0.4	82	21	3	52
10 Nacktriedrasen (1)	6.3	16.3	11.2	3.6	7.2	61	195	106	62
11 Flachmoor (2)	4.2	20.5	12.0	3.9	3.6	72	172	35	26
Mittelwert 1–11	4.4	19.8	11.6						

- ^a Zahlen in Klammer geben die Anzahl automatischer Temperatursonden an, aus deren stündlichen Registrierungen die Mittelwerte berechnet wurden. Die Nummern vor dem Habitatnamen stehen für den Habitatcode.
^b Jeweils 6 Proben pro Habitattyp für pH, (nur 3 bei Typ 10). Der pH wurde in einer Bodensuspension mit 0.01 M CaCl₂ Lösung gemessen.
^c 10 Proben für C in % und Kalzium in mg/100 g des ofentrockenen giesiebten Feinbodens.
^d Biomasse (BM) bezieht sich auf lebende oberirdische Pflanzenteile.
^e Totmasse (TM) ist der noch an der Pflanze haftende (oft stehende) abgestorbene Teil (dies sind grobe Richtwerte in g Trockensubstanz pro m², Mittelwert aus 2 Ernteflächen von 25×25 cm zum Zeitpunkt des vegetativen Höhepunktes; Ernteflächen im Gletschervorfeld: 50×50 cm).
^f Die Artenzahl bezieht sich auf Blütenpflanzen (Mittel von zwei ca. 400 m² grossen Testflächen).
^g Verholzte, mehrjährige Triebe eingeschlossen.



Oben Die Dauerbeobachtungsfläche Bürstlingsrasen mit Besenheide
Mitte Die gleiche Fläche mit der Wärmebildkamera aufgenommen
Unten Die Häufigkeitsverteilung der Oberflächentemperaturen (Bild Mitte). Die Oberflächentemperaturen schwankten zwischen 11.4 und 33.7 °C bei einer Lufttemperatur von 13.1 °C am 18. Juli 2012, 12:54 Uhr



Links Das Infrarotbild mit der Wärmebildkamera aufgenommen zeigt in hoher Auflösung ein Mosaik von thermischen Mikrohabitaten. Blick in Richtung Stotziger First. Vorne links der ALPFOR-Teich

Die Vielfalt an Lebensräumen in der alpinen Stufe ist enorm

Oben Violetschwingelrasen, Habitat 4. Foto C. Körner

Mitte Bürstlingsrasen, Habitat 1. Links im Bild die Forschungsstation ALPFOR. Foto C. Körner

Unten Kriechende Nelkenwurz *Geum reptans* im Gletschervorfeld des Muttgletschers, Habitat 9. Foto E. Hiltbrunner

Die Habitatnummern entsprechen denjenigen in der Tabelle auf Seite 7.





Die Topographie, die Geologie und das Angebot an Wasser prägen die Lebensräume

Oben links Krummseggenrasen, Habitat 6
Oben rechts Flachmoor, Habitat 11

Mitte Zwergstrauchheide mit Alpenazalee, Habitat 3

Unten links Rasen mit Solifluktion (Nordhang), Habitat 5. Foto E. Hiltbrunner
Unten rechts Schneetälchen, Habitat 8

Alle anderen Fotos C. Körner

Die Habitatnummern entsprechen denjenigen in der Tabelle auf Seite 7.



Eine sehr dichte Vegetationsdecke, eine hohe Biomasse, Nordexposition oder schlecht abbaubarer Pflanzenabfall mit starker Rohhumusbildung «isolieren» den Boden thermisch und erzeugen kühle Böden (durchschnittlich nur 9.8 Grad unter Alpenazaleen und den nordexponierten Rasen). Südexposition und offene Bestände schaffen dagegen warme Böden (Durchschnittswerte für Bürstlingsrasen bei 13 °C, aber auch erstaunliche 12 °C in den karg bewachsenen Schneetälchen). Die Spitzentemperaturen im Boden bei Schönwetter liegen bei 23 °C im Gletschervorfeld und 24 °C im Bürstlingsrasen (überraschende 21 °C in den Schneetälchen). Lebensräume, die man intuitiv als kalt einstufen würde, sind erstaunlich warm. Solche Informationen helfen dabei, standörtliche Biodiversitätsunterschiede zu verstehen.

Noch ausgeprägter werden diese Mikroklimaeffekte, wenn man die Temperatur der direkt von der Sonne bestrahlten Pflanzendecke betrachtet. Bei sonnigem Wetter steigen die mit der Infrarot-Wärmebildkamera gemessenen Temperaturen auf fast allen Flächen täglich über 20 Grad und erreichen mittags regelmäßig Maximalwerte zwischen 25 und 35 Grad, wie sie auch in Tieflagen vorkommen. Blätter und Blüten sind bei sonnigem Wetter mittags im Durchschnitt 6 bis 10 Grad wärmer als die Luft. Der niedrige, dichte Bewuchs schafft also günstige Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere – solange die Sonne scheint. Bei bedecktem Himmel sind die Erwärmungseffekte mit 1 bis 2 Grad sehr gering. Alpine Organismen müssen also die Gunst der Stunde nutzen. Die Häufigkeitsverteilung der Temperaturen in den Beobachtungsflächen macht deutlich, welche Lebensbedingungen ein Habitat aufweist und wie häufig diese Mikrohabitate sind (Abb. Seite 7 Mitte und unten).

Ungleich weniger schwanken in dieser Höhe die Temperaturen in Bächen, Teichen und Seen (Abb. Seite 11, links). Bäche bleiben ganzjährig kalt, tiefe Karseen (Schwärzisee) erreichen im Hochsommer kurzzeitig Temperaturen bis +10 °C, eine Temperatur, die in flachen Niedermoorteichen stundenweise überschritten wurde. Keines der Gewässer fror im Winter vollkommen durch; die Nullgradgrenze, die ein Eis-Wasser-Gemisch anzeigt, wurde in den Gewässern nie unterschritten. Das bedeutet, dass Tiere und Pflanzen in den Gewässern überwintern können und die Gewässer nicht jeden Frühling neu besiedelt werden müssen.

Versauerte Böden

Pflanzen wachsen nicht nur auf bestimmten Böden, sondern bestimmte Böden entstehen nur dort, wo Pflanzen lange genug Zeit hatten, dem Ökosystem ihren Stempel aufzudrücken, indem sich ihre abgestorbenen Teile mit dem Ausgangssubstrat zu Humus verbinden. Eine Anreicherung mit organischer Substanz als Nettoresultat der Photosynthese führt immer dazu, dass der Boden saurer wird, also der pH-Wert sinkt. Deshalb entstehen auch auf kalkhaltigem Untergrund saure Böden. Je älter und je ungestörter Böden sind, desto saurer werden sie natürlicherweise. Karbonathaltiges, von Wind und Oberflächenabfluss eingetragenes Feinsubstrat kann dem entgegenwirken, ebenso wie Bodentiere (Regenwürmer, wühlende Wirbeltiere), die die Bodenschichten vermischen. In alpinen Ökosystemen ist diese Durchmischung allerdings meist sehr gering.

Es kommt also nicht überraschend, dass das älteste und stabilste alpine Ökosystem, der Krummseggenrasen, mit einem Boden-pH von nur 3.2 das «sauerste» Habitat darstellt (siehe Tabelle). Ihm folgen dicht mit 3.3 bis 3.5 Schneetälchen, Zwergstrauchheiden mit Alpenazalee und Bürstlingsrasen. Flächen, die unter Karbonateinfluss stehen, sei es aus dem geologischen Untergrund, durch Moränenschutt oder durch Staubeintrag, weisen eine etwas geringere Ansäuerung auf: Besenheidericher Bürstlingsrasen, Violettschwingelrasen und Nackried liegen zwischen pH 3.6 und 3.8. Fehlt die Bodenbildung weitgehend, wie im Gletschervorfeld (pH 5.8), nähern sich die Werte auch auf Silikat dem Neutralpunkt. Man kann also nicht direkt aus dem geologischen Umfeld auf die Bodenverhältnisse schließen.

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff (Humus) erlaubt eher Rückschlüsse. Mit 4 bis 12% Kohlenstoff-Gewichtsanteil sind diese alpinen Böden alle sehr humusreich. Die organische Substanz dürfte im frischen, gequollenen Zustand im Oberboden mehr als die Hälfte des Bodenvolumens einnehmen. Es ist bemerkenswert, dass selbst Böden mit stark saurer Reaktion (z.B. im Violettschwingelrasen) oder rein mineralische Böden (z.B. im Gletschervorfeld) einen hohen Vorrat an Kalzium aufweisen können, was die hohe Artendiversität in diesen Habitaten miterklärt.

Produktive Flora

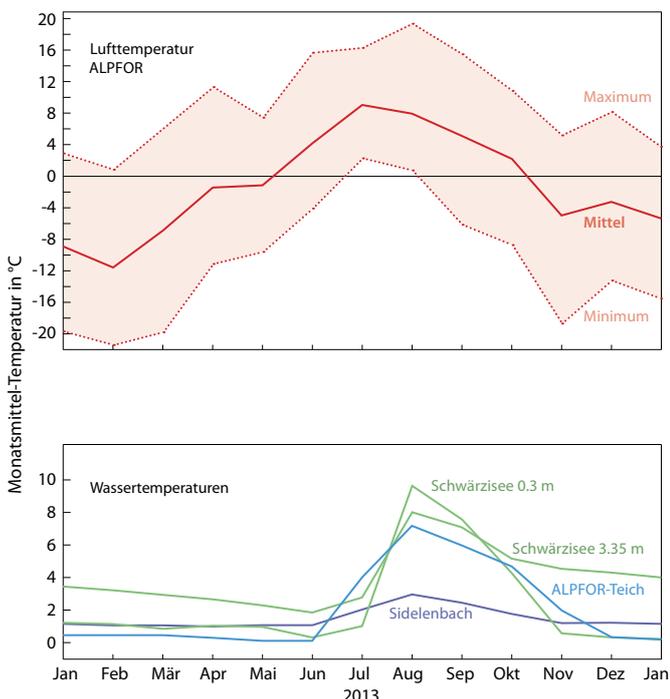
Geschlossene Rasen weisen in dieser Meereshöhe im August eine Summe aus lebender und toter oberirdischer Pflanzensubstanz zwischen 300 und 600 g Trockengewicht pro Quadratmeter auf (Tabelle Seite 7). Bei einer Wachstumsperiode von nur etwa 2 Monaten ergibt sich aus der lebenden Substanz (Biomasse) eine monatliche, oberirdische Produktivität von 100 bis 180 g pro Quadratmeter (wenn man Standorte mit mehrjährigen Holzpflanzen, Flächen mit unvollständiger Deckung wie Gletschervorfeld und Sonderstandorte wie Schneetälchen und Flachmoore ausklammert). Den kurzen Bergsommer nutzen die Alpenpflanzen somit pro Monat (!) ähnlich gut wie die naturnahe Vegetation im Tal. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man die Temperaturen betrachtet. Deutlich geringer ist die Produktivität wegen unvollständiger Bodendeckung in Schneetälchen und im Gletschervorfeld. Die unterirdische Biomasse (Wurzeln, Rhizome) kann ein Mehrfaches der oberirdischen betragen.

In den untersuchten Rasengesellschaften besteht kein Bezug zwischen der Zahl der Blütenpflanzenarten und der Produktivität. In den Alpenazaleenbeständen spielen Moose und Flechten eine sehr grosse Rolle (200–500 g/m²), während deren Biomasseanteil sonst unter 50 g pro Quadratmeter liegt (nur am offenen Schneeboden bis 70 g/m²). Weil Flechten mehrjährig sind und je nach Habitat uralt werden, wird ihre Masse nicht zur jährlichen Biomasseproduktivität gerechnet.



Oben Die Lufttemperatur (siehe Grafik links) gemessen in 2 m Höhe entspricht nicht den Temperaturen, welche die Pflanzen erfahren. Foto C. Körner

Mitte Die drei Schwärziseen in 2640 m Höhe. Foto I. Inauen



Links Der Jahresgang der Luft- und Wassertemperaturen im Furkagebiet 2013

Lufttemperatur ALPFOR-Wetterstation. Wassertemperaturen im Sidelenbach (Gletscherbach), ALPFOR-Teich und im obersten Schwärzisee (2649 m ü. M., ein ca. 10 ha grosser Karsee, Foto Mitte). Der Sidelenbach bleibt das ganze Jahr kalt. Der Schwärzisee erwärmt sich im Sommer in den oberen Wasserschichten (0.3 m), während im Winter die unteren Schichten wärmer sind (Dichteanomalie des Wassers).

Alpenflora der Schweiz: auf kleinstem Raum

In den elf untersuchten Lebensraumtypen fanden wir insgesamt 186 Blütenpflanzenarten. Je nach Bodentyp und Schneebedeckung variiert die Artenzahl zwischen 20 und 67 Arten pro Habitat. Wegen der Vielfalt an Lebensräumen und dem Nebeneinander von sauren und karbonatreichen Böden ist die Pflanzenwelt der Furka ein repräsentatives Abbild für die alpine Flora der Schweiz.

Jürg Stöcklin, Rolf Geisser und Walter Brücker

Blütenpflanzen stellen mit ca. 300 000 Arten die artenreichste und weitverbreitetste Pflanzengruppe der Erde dar. Die Blüte ist ihre wichtigste evolutionäre Neuerung und in der Regel spezialisiert für die Bestäubung durch Insekten, Vögel, andere Tiere oder auch «nur» durch Wind. Diese Spezialisierung ist ein wesentlicher Grund für die Vielfalt von Formen, Farben und Strukturen der Blüten. In der alpinen Stufe gibt es weltweit rund 8000 bis 10 000 Arten von Blütenpflanzen. Berggebiete sind trotz der harschen Umweltverhältnisse und der im Vergleich zum Tiefland geringen Fläche der alpinen Stufe sehr artenreich. In der Schweiz sind von den etwa 2500 einheimischen Blütenpflanzenarten rund 600 alpin.

Die Flora der Furka

Die Blütenpflanzenflora der Furka ist äusserst artenreich. In der näheren Umgebung der Furkapasshöhe (maximal 2.5 km Entfernung), zwischen 2200 und 2900 m ü. M. wurden in einem ersten Gesamtinventar 301 Blütenpflanzen aus 152 Gattungen und 49 Familien gefunden.* Die Artenzahl ist gemessen an der kleinen Untersuchungsfläche und der strikten Beschränkung auf die alpine Stufe überraschend hoch; zahlenmässig ist sie ebenso gross wie andere Regionalfloren der Alpen, obwohl diese in der Regel ein viel umfangreicheres Gebiet über einen ausgedehnteren Höhenbereich umfassen. Die grosse Artenvielfalt resultiert aus der Vielfalt der Lebensräume und der kleinräumig wechselnden Geologie.

Fast ohne Ausnahme sind diese Pflanzenarten mehrjährig. Nur ganz wenige Arten wie der Zwerg-Augentrost sind «einjährig»; sie keimen, blühen und die Samen reifen in nur einem Sommer. Je nachdem, wo sich die empfindlichen Wachstumsgewebe (Meristeme, Erneuerungsknospen) bei den ausdauernden Pflanzen befinden, werden verschiedene Lebensformen unterschieden. 68% der Arten auf der Furka haben ihre Erneuerungsknospen an oder knapp unter der Bodenoberfläche; die Knospen sind durch Streu, Humus und im Winter durch Schnee geschützt. 20% der Arten haben die Winterknospen deutlich über der Bodenoberfläche (z.B. Zwergstäucher, Polsterpflanzen). Diese Arten benötigen im Winter einen verlässlichen Schneeschutz. Nur 8% der Arten tragen ihre Überdauerungsknospen im Verborgenen an Zwiebeln, Knollen oder Rhizomen tief im Boden (Geophyten). Wie in der gesamten alpinen Flora der Schweiz ist auch in der Furkaregion die Familie der Korbblütler am artenreichsten (43 Arten), gefolgt von Süßgräsern (36 Arten), Nelkengewächsen (19 Arten) und Schmetterlingsblütlern (15 Arten). Unter den Gattungen stechen Steinbrecharten (11 Arten), Sauergräser (10 Arten), Enziane (8 Arten), Habichtskräuter (8 Arten), Kleearten (7 Arten) und Nelken (6 Arten) hervor. Erwähnenswert ist auch, dass die meis-

ten alpinen Zwergsträucher des Alpenraums vertreten sind (verschiedene Heidekrautarten und Zwergweiden).

Die am häufigsten vorkommenden Arten sind der Bunte Wiesenhafer (*Helictotrichon versicolor*), das Alpenrispengras (*Poa alpina*) – meist in seiner «lebendgebärenden» (pseudoviviparen) Form – und das Schweizer Milkkraut (*Leontodon helveticus*). Eine besondere Augenweide und die einzige Rote Liste-Art der Furka ist der Berg-Drachenkopf (*Dracocephalum ruyschiana*), der im Violettschwingelrasen der Furka eines seiner höchsten Vorkommen in der Schweiz haben dürfte. Unerwartet für diese Höhenlage war, dass während der Furka-Hotspot-Tage neu der Röhrlige Gelbstern (*Gagea fragifera*) gefunden wurde, eine Art eher fetter Wiesen tieferer Lagen.

Zu den eindrucksvollsten Arten der Flora der Furka gehört die gelblich-weiss blühende Strauss-Glockenblume (*Campanula thyrsoidea*). Diese typische Kalkpflanze bildet zuerst eine eng dem Boden anliegende Rosette, die erst nach 7 bis 10 Jahren einen auffällig grossen Blütenstand bildet. In einem Blütenstand reifen bis zu 50 000 Samen, danach stirbt die Pflanze. Eine Besonderheit ist auch das Zwergknabenkraut (*Chamorchis alpina*) auf karbonatbeeinflussten Hangkanten, eine der vier Orchideenarten auf der Furka.

Artenzahl nach Habitatstypen

In den für die Untersuchung ausgewählten terrestrischen Habitatstypen wurden 186 und damit mehr als die Hälfte der über 300 auf der Furka vertretenen Blütenpflanzen gefunden. Die Zahl der Arten pro Lebensraumtyp auf jeweils 400–600 m² liegt zwischen 20 und 63 (Mittelwert von 2 Flächen), unterscheidet sich also um mehr als das Dreifache (siehe Tabelle). Der Bodentyp, die Kargheit bzw. das Nährstoffangebot und die Länge der Schneebedeckung bestimmen weitgehend die Artenzahl. Am tiefsten ist diese in den Schneetälchen. Wenig mehr Arten finden sich in windexponierten Zwergstrauchheiden. Saure Rasen mit Krummsegge und Borstgras sind bereits erstaunlich artenreich und können zwischen 40 und 50 Arten erreichen. Am höchsten ist die Artenzahl im Violettschwingelrasen auf kalkhaltigem Substrat, wo kalkliebende, boden-pH-tolerante und eher saure Böden bevorzugende Arten nebeneinander vorkommen. Bemerkenswert ist, dass steile Rasen auf Silikat ähnlich viele Arten haben können wie die Rasen auf karbonathaltigem Substrat. Dies kann durch Viehtritt, frische, bergseitige Mineralstoffeinwaschung oder Flugstaub (und damit nährstoffreichere Bodenbedingungen) erklärt werden.

Literatur

* Hefel C., Stöcklin J. (2010). Flora der Furka. Bauhinia 22, 33–59.



Oben Der Berg-Drachenkopf *Dracocephalum ruyschiana* an einem der höchstgelegenen Standorte dieser Rote-Liste-Art in den Alpen. Foto C. Körner

Anzahl Arten von Blütenpflanzen pro Lebensraumtyp

Habitat	Artenzahl
Bürstlingsrasen auf Silikat	26–30
Bürstlingsrasen mit Besenheide auf Silikat	46–49
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	21–35
Violettschwingelrasen	61–65
Rasen mit Solifluktionsböden, Nordhang	46–48
Krummseggenrasen auf Silikat	31–40
Nährstoffreicher Rasen, Westhang	55–67
Schneetälchen	19–21
Gletschervorfeld	50–54
Nacktriedrasen	62
Flachmoor	24–27



Alpine Blütenpflanzen

Oben links Der Zweiblütige Steinbrech *Saxifraga biflora* kommt auf feuchtem Feinschutt bis in grosse Höhen in den Alpen vor. Foto J. Noroozi

Oben Mitte Der Alpenklee *Trifolium alpinum* ist die höchst steigende Kleeart im Furkagebiet. Sie wird gerne von Gämsen, Murmeltieren und Schafen gefressen. Foto C. Körner

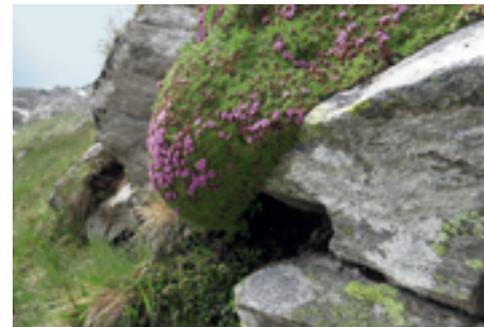
Oben rechts Die Krummsegge *Carex curvula* ist die häufigste Segge auf sauren Böden in den Alpen und blüht bereits 5 bis 7 Tage nach der Schneeschmelze. Foto C. Körner

Mitte Der Gletscherhahnenfuss *Ranunculus glacialis*. Typische Art im Gletschervorfeld. Foto C. Körner

Unten links Die Strauss-Glockenblume *Campanula thyrsoides* blüht gelblich-weiss und wächst auf Kalk. Die Pflanze braucht mehrere Jahre bis sie blüht. Nach der Blüte stirbt sie. Foto J. Noroozi

Unten Mitte Die Alpenaster *Aster alpina*. Eine der ältesten alpinen Arten, meist auf Kalk. Sie überdauerte die Eiszeiten in den Alpen. Foto C. Körner

Unten rechts Die Silikat-Polsternelke *Silene exscapa*. Es dauert mehrere Jahrzehnte bis eine Polsternelke diese Grösse erreicht. Foto C. Körner



Moose: klein aber fein

Stammesgeschichtlich sind Moose die ersten grünen Pflanzen, die das Land vor rund 450 Millionen Jahren eroberten. Heute kommen sie, oft sogar landschaftsbestimmend, in fast allen Ökosystemen vor. Während der Feldtage wurden aus je einer Dauerfläche von sechs unterschiedlichen Lebensraumtypen 49 Moosarten bestimmt. Insgesamt sind bisher für das Furkagebiet 166 Moosarten nachgewiesen.

Edi Urmj, unter Mitarbeit von Ariel Bergamini, Thomas Kiebacher, Markus Meier und Norbert Schnyder

Nur Salz ist der filigranen Schönheit der Moose abträglich. Sie kommen daher ausser im Meer überall auf der Erde vor. Viele bevorzugen feuchte Standorte. Die meisten können aber unbeschadet zeitweise austrocknen (sogar jahrelang). Für die sexuelle Fortpflanzung benötigen sie allerdings Wasser.

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich eine Kapsel, die auf der grünen Mutterpflanze bleibt. Darin bilden sich winzige Sporen, die der Ausbreitung dienen. Moose können sich auch mit Hilfe von Brutorganen vegetativ vermehren und bilden in der Regel Klone. Sie sind daher ausserordentlich regenerationsfähig. Weltweit gibt es ca. 20 000 Moosarten (Laub-, Leber- und Hornmoose).

Wichtige Player in Ökosystemen

Die ökologische Funktion der Moose ist vielfältig. Sie können schnell viel Wasser aufnehmen und geben es langsam wieder ab. So wirken sie ausgleichend auf den Wasserhaushalt der Ökosysteme. Als Pionierpflanzen fördern sie Bodenbildung und Besiedlung durch Gefässpflanzen. Sie sind zudem Lebensraum für zahlreiche kleine Organismen (z.B. Bärtierchen, verschiedene Insekten). Torfmoose finden sich hauptsächlich in den ausgedehnten Mooren der Nordhemisphäre, wo sie mächtige Torflager bilden. Diese sind als CO₂-Senken für den globalen Kohlenstoffkreislauf enorm wichtig. Da Moose Wasser, Nährstoffe, aber auch Schadstoffe über ihre Oberfläche aufnehmen, eignen sie sich hervorragend als Bioindikatoren, vor allem zur Überwachung der Schwermetallbelastung.

Bedrohte Arten

Auf 6 Dauerbeobachtungsflächen in unterschiedlichen Lebensraumtypen fanden sich 49 Moosarten. 35 davon sind jeweils nur in einer Fläche vertreten, und keine Art kommt in allen sechs untersuchten Habitaten vor. Ein Widertonmoos (*Polytrichum juniperinum*) fehlt nur auf der kalkbeeinflussten Wiese und dem Gletschervorfeld. Am besten vertreten sind die Gattungen *Pohlia* (Bohnenmoose) und *Polytrichum* (Widertonmoose) mit je vier Arten. Vier Kollegen sammelten zu einem späteren Zeitpunkt ausserhalb der ausgewählten Beobachtungsflächen weitere 90 Arten. Von den bekannten 166 Arten des Furkagebiets (15% der gesamten Moosflora der Schweiz) wurden 139 im Jahr 2012 identifiziert. Typische Hochgebirgsmoosarten machen davon einen Drittel aus, wobei 18 Arten, die in den Dauerbeobachtungsflächen gefunden wurden, für die Region neu sind. Darunter sind triviale Arten, aber auch ein Beutel-Lebermoos (*Marsupella sparsifolia*) mit nur wenigen Schweizer Fundstellen, das in der Roten Liste als «verletzlich» eingestuft ist. Insgesamt 20 der gefundenen Moosarten stehen auf der Roten Liste, unter anderem ein Neufund für das Gebiet, das Glockenhutmoos *Encalypta affinis*, das als «vom Aussterben bedroht» gilt.

Anzahl Moosarten pro Lebensraumtyp im Furkagebiet

Habitattyp, je eine Fläche beprobt	Laubmoose	Lebermoose	Total
Violettschwingelrasen auf Karbonat	14	1	15
Krummseggenrasen auf Silikat	9	1	10
Nährstoffreicher Rasen auf Silikat	10	7	17
Schneetälchen	10	3	13
Gletschervorfeld	6	0	6
Nacktriedrasen	5	2	7
Total in den untersuchten Flächen	38	11	49
Ausserhalb der Hotspotflächen	61	29	90
Vor 2012 nachgewiesen	26	1	27
Furkagebiet total	125	41	166
Davon typische Hochgebirgsarten	43	20	63
Schweiz total	ca. 840	ca. 260	ca. 1100

Die totale Artenzahl entspricht nicht der Spaltensumme, weil etliche Arten in mehreren Habitattypen vorkamen



Alpine Moose

Oben links Das Alpen-Kissenmoos *Grimmia alpestris* wächst auf silikatischem Gestein

Oben rechts Schleichers Birnmoos *Bryum schleicheri*. Die Art wächst, wie auf dem mittleren Bild zu sehen, in Quellfluren unterschiedlicher Art

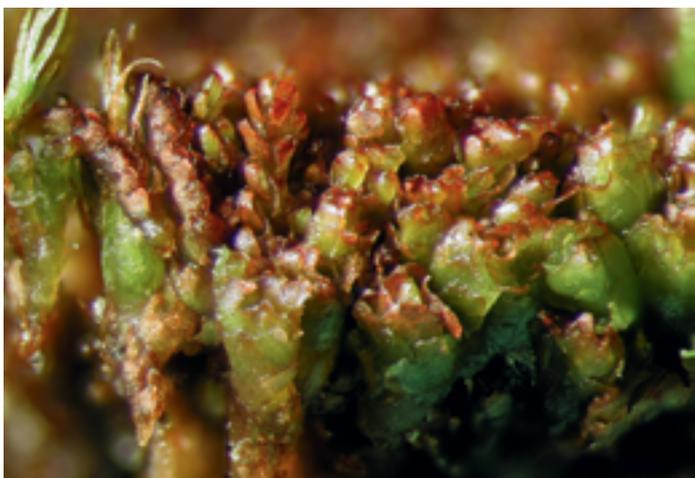


Mitte Alpine Quellflur mit Schleichers Birnmoos und anderen *Bryum*-Arten. Die Gattung *Bryum* ist mit rund 1000 Arten eine der artenreichsten Gattungen der Laubmoose. Im Hintergrund die Gärstehörner und der schwindende Rhonegletscher. Foto C. Körner

Unten links Das Flügel-Lebermoos *Nardia breidlerii* (stark vergössert) kommt auf Schneeböden vor

Unten rechts Das Zungenmoos (*Tortula hoppeana* = *Desmatodon latifolius*) ist ein typisches, in den Alpen häufiges Gebirgsmoos

Alle Nahaufnahmen N. Schnyder



Flechten: auf Gedeih und Verderb verflochten

Sind alpine Lebensräume reich an Blütenpflanzen, finden sich oftmals auch viele Flechtenarten. Insgesamt konnten gegen 300 Flechtenarten zwischen der Furkapasshöhe und dem Kleinen Furkahorn (3026 m ü. M.) entdeckt werden. Die Grate und Gipfelfelsen stellen sich als artenreichsten Lebensräume heraus – vor allem Krustenflechten weisen dort eine sehr hohe Artenvielfalt auf. Mehrere Arten konnten hier erstmals für die Schweiz nachgewiesen werden.

Christoph Scheidegger und Mathias Vust

Flechten sind Symbiosen, welche sich bei mikroskopischer Betrachtung als Doppelwesen aus einem Pilz und einer Alge oder einem Cyanobakterium entpuppen. Weil sich die Systematik der Flechten primär am Pilzsystem orientiert, bezieht sich der Name der Flechten auf den Pilzpartner. Die Algen werden bei der Bestimmung der Flechten, wenn überhaupt, nicht bis auf Artniveau identifiziert. Die Beziehung zwischen den beiden Symbionten bleibt während der gesamten Lebensdauer der Flechten bestehen, was bei Gesteinsflechten der alpinen Stufe vermutlich weit über 1000 Jahre dauern kann. Sogar bei der Vermehrung bleiben die beiden Partner oft zusammen, indem körnchenartige Ausbreitungseinheiten sowohl Pilz- als auch einige Algenzellen umfassen. Gerade in der alpinen Stufe gibt es sogar einige Arten, bei welchen Algen an den geschlechtlich gebildeten Pilzsporen kleben und dann gemeinsam verbreitet werden.

Flechten kommen in den Alpen bis auf die höchsten Gipfel vor und erreichen an geeigneten, nicht zu lange schneebedeckten Stellen hohe Artenzahlen und Deckungswerte. Dort bilden sie den Hauptteil der Biomasse und bieten herbivoren Gliedertieren Nahrung und Schutz. Flechten sind aber auch Lebensraum für eine Vielzahl parasitischer Pilze, welche sich spezifisch auf Flechtenarten entwickeln. Etwas tiefer, in den alpinen Rasengesellschaften, sind erdbewohnende Flechten ein wesentlicher Teil der biologischen Bodenkrusten, welche eine erosionshemmende Haut über sonst unbewachsene Bodenstellen bzw. Vegetationslücken bilden. Strauchflechten in Windheiden sind zudem Winternahrung für Schneehuhn, Schneehase, Steinbock und Gämse und bremsen den Wind ab.

300 Flechtenarten

Im Furkagebiet wurden während der Hotspottage sowie zwei weiteren Exkursionstagen mit der Schweizerischen Vereinigung für Bryologie und Lichenologie über 270 Flechtenarten bestimmt. Viele Lebensräume wie alpine Kleingewässer konnten erst unvollständig untersucht werden; noch unbestimmte Belege lassen vermuten, dass im Furkagebiet weit über 300 Flechtenarten vorkommen dürften. Dies entspricht mehr als 15% aller in der Schweiz nachgewiesenen Arten (ca. 1700).

In den untersuchten Lebensraumtypen konnten zwischen 15 (Flachmoor) und maximal 64 Flechten (Zwergstrauchheide mit Alpenazalee) nachgewiesen werden. Für die windgelegten Zwergstrauchheiden typisch, gedeihen dort viele Strauchflechten, daneben aber auch sehr zahlreiche, winzige Krustenflechten, oftmals an kleinen Steinchen an offenen, windverblasenen Stellen. Im Grasland waren es oftmals die gesteinsbewohnenden Arten der Bergsturzböcke, welche die Artenzahl erhöhten.

Anhand der verschiedenen Flechtenarten konnte auch zwischen Lebensräumen mit oder ohne Karbonateinfluss unterschieden werden. Die Schneeböden waren relativ artenarm, zeichneten sich aber durch eine relativ häufige und im Untersuchungsgebiet erstmals fertil gefundene und damit bestimmbare Krustenflechte aus, welche als *Ainoa geochroa* erstmals für die Schweiz bestimmt werden konnte. Die eindeutige Bestimmung weiterer Arten mit teilweise kleinen, schwarzen Fruchtkörpern, welche meist ein endolithisches Lager (d.h. die Flechte dringt ins Gestein ein) aufweisen, muss für die Zukunft (ev. unter Zuhilfenahme von molekularen Methoden) aufgespart werden.



Oben Die Flechtenspezialisten im Schneeboden. Foto C. Körner

Anzahl Flechtenarten in den verschiedenen Habitaten. Nach Anzahl Flechtenarten geordnet

Lebensraumtyp (Nr.) ¹	Anzahl Flechtenarten
Gletschervorfeld (9)	13
Flachmoor (11)	15
Violettschwingelrasen (4)	24
Krummseggenrasen (6)	35
Nährstoffreicher Rasen, Westhang (7)	40
Schneetälchen (8)	42
Rasen mit Solifluktion, Nordhang (5)	50
Bürstlingsrasen (1)	52
Bürstlingsrasen mit Besenheide (2)	52
Nacktriedrasen (10)	55
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee (3)	64
Solitärfelsen (ausserhalb der gewählten Lebensraumtypen)	12

¹ (Nr.) bezieht sich auf Habitatnummer (Tabelle auf Seite 7)

Flechteneldorado Furka

An einem weiteren Exkursionstag im Herbst konnten die Gipfelgrate des Kleinen Furkahorns zwischen 2800 bis 3000 m ü. M. abgesehen werden. Dort findet sich für den Lichenologen schlichtweg das Flechteneldorado! Kulm-, Steil-, Vertikal- und Überhangsflächen in unterschiedlicher Exposition weisen eine nicht enden wollende Vielfalt an charakteristischen Arten auf, darunter vielen Krustenflechten. Insbesondere Nordost exponierte Vertikalflächen waren sehr reich an selten gesammelten oder für die Schweiz erstmals nachgewiesenen Arten.

Nach der Entdeckung mit der Lupe am Fels folgt die Aufsammlung von Belegexemplaren mit Hammer und Meissel, damit die Arten im Labor mit Mikroskop und oft unter Zuhilfenahme chemischer Analysen bestimmt werden können. Damit die von Flechten gestaltete Patina einer Felswand nicht für Jahrhunderte verunstaltet wird, achten die Forschenden auf eine sorgfältige Sammeltätigkeit.



Alpine Flechten

Oben links Die Blattflechte *Umbilicaria cylindrica*. An einem zentralen Punkt auf der Unterseite angewachsen (Nabel = Umbilicus). Hier mit der Landkartenflechte *Rhizocarpon geographicum*. Die grünelbe Flechte ist sehr typisch auf Silikatblöcken und weit verbreitet. Foto C. Scheidegger

Oben rechts In Zwergstrauchheiden mit Alpenazalee sind Strauchflechten der Gattungen *Cladonia*, *Cetraria* und *Thamnolia* aspektbestimmend. Foto M. Vust

Mitte Exponierte Felsrippen sind Lebensraum für Nabelflechten und Dutzende von Krustenflechten wie *Ophioparma ventosum* und viele Arten der Gattung *Rhizocarpon*. Foto M. Vust



Unten links Auf Silikat-Schneeböden wächst die auffällige Blattflechte *Solorina crocea* mit oranger Unterseite. Auf der Oberseite sieht man die braunen Fruchtkörper. Foto M. Vust

Unten rechts Die Krustenflechte *Rhizocarpon pusillum*. Foto C. Scheidegger



Pilze: mit und ohne Hut

Das Datenzentrum für Pilze (www.swissfungi.ch) sammelt und prüft Fundangaben zu Pilzen für alle Pilzgruppen aus der ganzen Schweiz. Unter Einbezug von Literaturangaben und Herbarbelegen dürften in der alpinen Stufe der Schweiz gegen 2000 Pilzarten vorkommen. Die meisten sind klein und unscheinbar. Auf über 2100 m ü. M. wurden in der Schweiz mehr als 1200 Arten nachgewiesen. Allein auf der Furka in Höhenlagen von über 2400 m ü. M. konnten 313 Arten gezählt werden.

Beatrice Senn, Markus Wilhelm und Thomas Brodtbeck

Anzahl von Pilzarten in den beiden Flächen der verschiedenen Lebensraumtypen, aufgeteilt nach Asco- und Basidiomyceten

Code	Lebensraumtyp	Asco- myceten	Basidio- myceten
1.1	Bürstlingsrasen	9	6
1.2		0	6
2.1	Bürstlingsrasen mit Besenheide	15	9
2.2		2	4
3.1	Zwergstrauchheide	7	6 (2) ^a
3.2	mit Alpenazalee	3	1
4.1	Violettswingelrasen	4	5
4.2		0	3
5.1	Rasen mit Solifluktion, Nordhang	6	18
5.2		14	11
6.1	Krummseggenrasen	9	0
6.2		1	5
7.1	Nährstoffreiche Rasen, Westhang	4	9
7.2		3	2
8.1	Schneetälchen	2	0
8.2		13	1 (1) ^a
9.1	Gletschervorfeld	5	3
9.2		2	0
11.1	Flachmoor	5	4
11.2		4	0

^a Andere Pilze: Zygomyceten (Jochpilze), Myxamoeba (Schleimpilze), insgesamt 3 Arten. Nacktiedrasen (Habitatcode 10) wurde nicht untersucht.

Anzahl Pilzarten auf der Furka im Vergleich mit Nachweisen aus Höhenstufen über 2100 m ü. M. (zwei Gebiete, mittlere Spalte) und dem geschätzten Artenreichtum der Schweiz (linke Spalte)

	Schweiz	>2100 m	Furka >2400 m
Rostpilze, Urediniomycota	540	110	42
Brandpilze, Ustilaginomycota	200	25	9
Flaumtaue, Oomycota	220	20	7
Mehltaue, Erysiphales	140	11	5
Übrige phytoparasitische Ascomycota	450	100	40
Saprobe Ascomycota	5 000	206	83
Bauchpilze	235	31	8
Lamellenpilze (inkl. Röhrlinge), Agaricomycetes	5 000	620	110
Übrige Ständerpilze	2 000	94	6
Schleimpilze	450	6	3
Total	13 235	1 223	313

Im Hochgebirge vermutet man nicht viele Pilze, vermutlich, weil bekannte Arten wie der Steinpilz, der Fliegenpilz oder die Eierschwämme noch nie in der alpinen Stufe gefunden wurden, was auch nicht erstaunt, sind diese Arten doch alle an bestimmte Waldbäume als Wirt gebunden. Wer aber gezielt nach Pilzen Ausschau hält, wird rasch beispielsweise Hasenboviste entdecken und mit Erstaunen feststellen, dass sich immer wieder auffällige Lamellenpilze finden lassen, wenn auch meist mit sehr kleinen Fruchtkörpern.

Wurzelpilze mit Hut

Ein Sechstel aller alpinen Pilze lebt als Ektomykorrhiza in Symbiose mit überwiegend verholzten Pflanzen wie Zwergweiden und Silberwurz. Der Begriff Mykorrhiza setzt sich aus den beiden altgriechischen Wörtern «mykes» (Pilz) und «rhiza» (Wurzel) zusammen und beschreibt die Lebensgemeinschaft zwischen den Bodenpilzen und den meisten Pflanzenarten (siehe Endomykorrhiza Seite 20). Der Ektomykorrhiza-Pilz bildet um die Wurzeln einen dichten Mantel, wächst in die Zwischenräume der Wurzelrinde, dringt aber nicht in die Pflanzenzellen ein (deshalb der Zusatz Ekto = ausserhalb). Die Pilzfäden reichen von den verdickten Wurzeln bis weit in den Boden und versorgen die Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen.

Eine Besonderheit in der alpinen Stufe ist, dass auch zwei unverholzte Pflanzen, nämlich der Lebendgebärende Knöterich (*Polygonum viviparum*) und das Nacktied (*Elyna myosuroides*), Ektomykorrhiza aufweisen. Zu den Ektomykorrhiza-Pilzen gehören die Arten mit den grössten und auffälligsten Fruchtkörpern in der alpinen Stufe wie der Hochgebirgs-Speitäubling (*Russula nana*) oder der Silberwurz-Milchling (*Lactarius dryadophilus*).

Die kleinen Abbauer

Ein Heer von Pilzen sorgt zusammen mit Bakterien und Bodentieren dafür, dass das jährlich anfallende abgestorbene Pflanzenmaterial abgebaut wird. In das durchfeuchtete, tote Pflanzengewebe dringen Pilzhyphen ein, und bald wachsen kahle oder haarige Becherchen (*Discomyceten*) oder schwarze Würzchen (*Pyrenomyceten*) heran. Diese Arten reifen langsam und sind auf Feuchteperioden zwischen Schneeschmelze, Sommergewitter, Taunächten und Herbstnebeln angewiesen, oder sie überdauern einen Winter und bilden ihre Sporen erst im Folgejahr aus. Besonders artenreich sind diese Pilze auf dünnen Halmen von Süss- und Sauergräsern.

Bereits den ersten Alpenbotanikern wie Carl Schröter fiel auf, dass die gebräunten Blattspitzen der Krummsegge (*Carex curvula*) stets von einem Pilzchen besiedelt sind. *Clathrospora elynae* heisst diese allgegenwärtige Art mit sehr auffälligen schwarzen Sporenlagern. Mykologen wie Otto Jaap notierten sie bereits 1905 auf der Furka.

Tierische Exkremente sind ein weiteres gefundenes Fressen für hunderte hochspezialisierte kleine Pilze. Auf dem Dung von Schafen, Schneehasen und Schneehühnern der Furka-region wurden über 30 Arten festgestellt, darunter drei mögliche Erstfunde für die Schweiz (*Coprotus leucopocillum*, *Delitschia intonsa*, *Corniochaeta vagans*).

Parasitische Pilze

Parasitische Pilze wie die hochspezialisierten Rost- und Brandpilze befallen lebende Pflanzenteile auch in der alpinen Stufe. Durch den lokalen Befall wird in der Regel die Pflanze etwas beeinträchtigt, die Pflanzen sterben aber nicht ab. Parasitische Pilze finden sich bis in grosse Meereshöhen (bis 2850 m).

Eine Reihe von Rostpilz-Arten ist durch das Vorkommen ihrer Wirtspflanze ausschliesslich auf die alpine Stufe beschränkt. *Trachyspora pentaphylleae* bildet ihre rotbraunen Lager an Blättern des Schneetälchen-Frauenmantels (*Alchemilla pentaphyllea*) zwischen 2000 und 2600 m aus. An zwei moosbewachsenen quellartigen Standorten konnte der seltene Rost *Puccinia saxifragae* an Blättern des Sternblütigen Steinbrechs (*Saxifraga stellaris*) gefunden werden. Gut kenntlich sind Vertreter der Brandpilzgattung *Anthracoidea* in den Blüten von Seggen-Arten. Die häufigste Art, *Anthracoidea sempervirens*, fehlt praktisch in keinem Bestand der Horst-Segge (*Carex sempervirens*) bis 2700 m Höhe. Zwischen den Spelzen einzelner Blüten ragen schwarze, kohlig stäubende, 3 mm dicke Kugeln hervor; die Sporen werden durch den Wind verbreitet.



Alpine Pilze

Oben links Der Alpine Scheidenstreifling *Amanita nivalis*. Die Gattung *Amanita* umfasst Mykorrhizapilze und teilweise sehr giftige Pilzarten wie den Knollenblätterpilz

Oben Mitte Der Alpine Weiden-Schleimfuss *Cortinarius (Myxacium) alpinus*. Mykorrhizapilz, spinnwebartige Hüllenreste (Velum) am Hut

Oben rechts Der Zwergweiden-Saftling *Hygrocybe salicis-herbaceae*. Mykorrhizapilz auf der Krautweide

Mitte Der Silberwurz-Milchling *Lactarius dryadophilus* inmitten der Silberwurz *Dryas octapetala*, einem alpinen Zwergstrauch

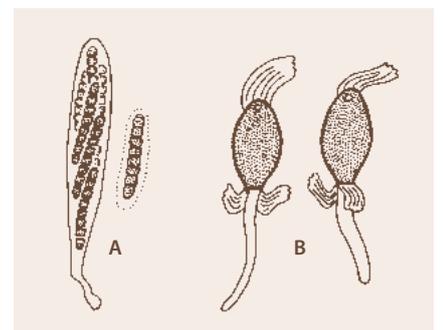
Unten links Der bodenbewohnende Samtfuss-Nabeling *Omphalina velutipes*, ein fragiles Hütchen

Unten Mitte Der Rostpilz *Puccinia mei-mamillata* auf Blättern des Lebendgebärenden Knöterichs *Polygonum viviparum*. Der Pilz vollführt einen Wirtswechsel vom Doldenblütler *Ligusticum mutellina* auf die Knöterichgewächse *Polygonum viviparum* und *P. bistorta*

Unten rechts Saprophytische Pilze: **A** *Sporormiella octomera* (Ascus, daneben eine Spore mit Schleimhülle) auf Schneehasenlosung.

B *Podospora decipiens* (Ascosporen mit Stiel, Keimpori und flossenartigen Schleimanhängseln) auf Schaf- und Rinderdung. Zeichnungen T. Brodtbeck

Alle Fotos M. Wilhelm



Endomykorrhiza: mikroskopische Bodenpilze

Die unsichtbaren arbuskulären (bäumchenbildenden) Mykorrhizapilze kolonisieren beinahe jede Pflanze, liefern Bodennährstoffe und stabilisieren das Substrat. Ihre Vielfalt und ökologische Bedeutung wurde in alpinen Lebensräumen lange unterschätzt. In der Furkaregion sind sie allgegenwärtig und bieten der Wissenschaft trotz ihres hohen evolutiven Alters (ca. 400 Millionen Jahre) viele Neuentdeckungen.

Fritz Oehl und Benjamin Seitz

Arbuskuläre Mykorrhizapilze (kurz AM-Pilze) gehören im Reich der Pilze seit 2018 wieder zu der Abteilung Glomeromycota (= Knäuelpilze), im ganz neu beschriebenen Unterreich Mucoromyceta. In dieser Abteilung sind heute 3 Pilzklassen, 5 Ordnungen und etwa 300 Arten der AM-Pilze bekannt. Die arbuskuläre Mykorrhiza ist die sowohl häufigste als auch älteste Mykorrhizaform, ohne die ein Landleben, wie wir es kennen, undenkbar wäre. Das Fadengeflecht der Pilze durchzieht den Boden und wächst mit einzelnen Pilzfäden (Hyphen) in die Wurzelzellen der Pflanze und bildet dort nur im Mikroskop sichtbare, bäumchenartige Strukturen (Arbuskeln). Die Erforschung dieser von Auge unsichtbaren Pilzgruppe ist noch sehr jung.

AM-Pilze erhalten von ihren pflanzlichen Partnern Photosyntheseprodukte und erweitern im Gegenzug mit ihren mikroskopisch dünnen Hyphen das erreichbare Bodenvolumen und damit das Nährstoffangebot enorm. Zudem schützen sie die Pflanzenwurzeln vor Schädlingen. Mit Hilfe des Hyphengeflechtes werden Bodenaggregate verklebt (stabilisiert), was der Erosion und der Auswaschung von Nährstoffen entgegenwirkt.

Anzahl Arten von arbuskulären Mykorrhizapilzen pro Lebensraumtyp

Lebensraumtypen	Anzahl Pilzarten
Bürstlingsrasen auf Silikat	27
Bürstlingsrasen mit Besenheide auf Silikat	24
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	11
Violettschwingelrasen	27
Rasen mit Solifluktionböden, Nordhang	30
Krummseggenrasen auf Silikat	19
Nährstoffreicher Rasen, Westhang	17
Schneetälchen	20
Gletschervorfeld	8
Nacktriedrasen	20
Flachmoor	19

Vielfalt von arbuskulären Mykorrhizapilzen im Furkagebiet. Auch wenn die Namen den meisten Leserinnen und Lesern wenig sagen, öffnet diese Liste den Blick auf eine ganz verborgene Biodiversität von grosser Bedeutung für das Pflanzenleben

Klassen (3)	Ordnungen (bekannt 5)	Familien (bekannt 15)	Anzahl Arten (bekannt 300)
Glomeromycetes	Glomerales	Glomeraceae	18
		Entrophosporaceae	4
	Diversisporales	Diversisporaceae	3
		Acaulosporaceae	17
		Pacisporaceae	4
		Sacculosporaceae	3
Gigasporales	Scutellosporaceae	2	
	Racocetraceae	1	
Archaeosporomycetes	Archaeosporales	Ambisporaceae	5
		Archaeosporaceae	3
Paraglomeromycetes	Paraglomerales	Paraglomeraceae	2

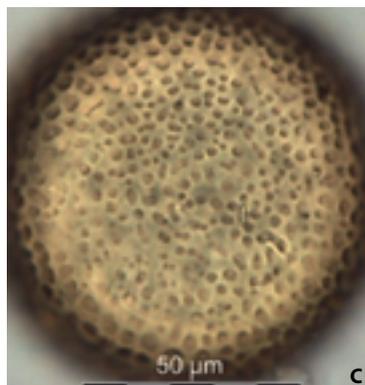
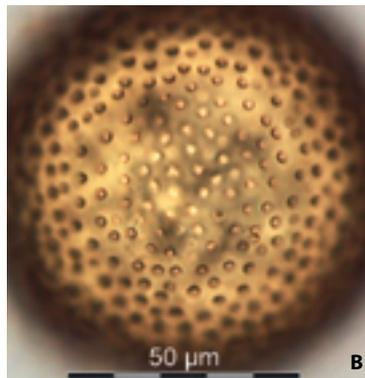
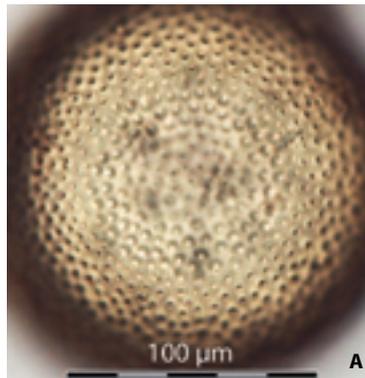
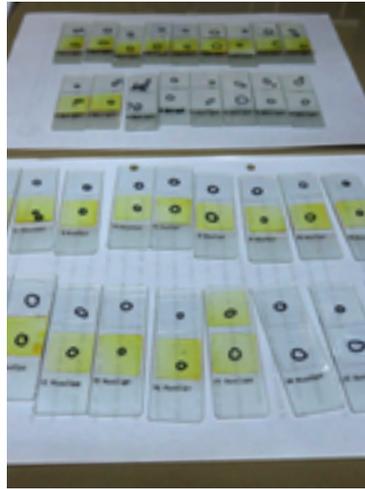
Überraschend grosse Vielfalt

Bis vor wenigen Jahren wurde nicht erwartet, dass man AM-Pilze in der alpinen Stufe in grosser Zahl finden würde. Der seither bekannt gewordene Artenreichtum in dieser Höhenlage ist überraschend. Allein rund um die Furkapasshöhe sind etwa die Hälfte der in der Schweiz gefundenen Arten (62 von 140) und aller bekanntesten Gattungen (15 von 38) sowie rund ein Viertel aller weltweit bekannten 300 Arten vertreten (siehe Tabelle ganz unten)! Aus verständlichen Gründen gibt es für diese Organismen keine umgangssprachlichen Namen. Die artenreichsten Gattungen sind *Acaulospora* und *Glomus* mit 17 resp. 15 gefundenen Arten. Dominante Arten sind *Ambispora gerdemannii*, *Acaulospora alpina* und *Diversispora versiformis*, welche insgesamt etwa zwei Drittel aller AM-Pilzsporen der alpinen Böden ausmachen.

Rund um den Furkapass gibt es artenärmere (mit 5 Arten) und artenreichere Habitate (mit bis zu 30 Arten). Entgegen der Erwartung besteht kein Zusammenhang zwischen dem Artenreichtum dieser Pilze und der Zahl der Blütenpflanzenarten. Vielmehr spielen die Böden (z.B. Bodentemperaturen, Verwitterungsintensität und Bodenwassergehalt) eine wichtige Rolle für die Diversität dieser Pilze. Winterkalte Zwergstrauchheiden mit Alpen-Alpenazalee und das Gletschervorfeld sind deutlich ärmer an AM-Pilzen als Borstgras-, Krummseggen- und Violettschwingelrasen auf gut entwickelten, humusreichen Böden und in Schneetälchen mit hoher Bodenfeuchte. Einige AM-Pilze können als Indikatorarten bezeichnet werden, sei es für Pionierstandorte, für Böden mit extremen pH-Werten oder hohen Bodenwassergehalten.

Neue Arten

Von der Furka und anderen alpinen Flächen der Schweiz wurden in den letzten Jahren einige weltweit neue Arten beschrieben (z.B. *Acaulospora alpina*, *Acaulospora nivalis* und *Pacispora robigina*). Während der Hotspottage und nachfolgenden Besuchen auf der Furka wurden weitere, bisher noch unbekannt Arten beobachtet (ca. 15 Arten). Für andere Arten ist ihre Verbreitung in den Alpen oder in alpinen Stufen überhaupt eine Überraschung (z.B. *Acaulospora punctata*) oder gar eine Sensation (z.B. *Ambispora appendicula*).



Alpine Bodenpilze

Links Alpine Böden sind oftmals tiefgründig. Typischer Bleichhorizont mit Verlagerung von Eisenoxiden und Huminstoffen in tiefere Bodenschichten. Die Pilzproben wurden aus dem Oberboden entnommen. Foto M. Vorkauf

Mitte oben

Die Sporen wurden aus den Bodenproben gewonnen, auf Objektträger fixiert und unter dem Mikroskop bestimmt. Foto. F. Oehl

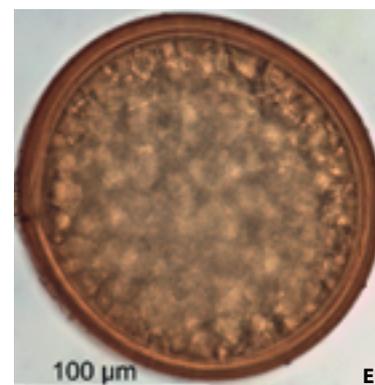
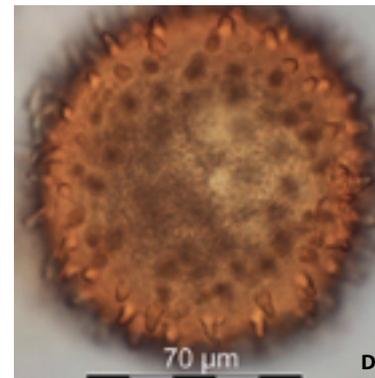
Mitte

- A** *Acaulspora punctata*. Nachweis dieser Art in der alpinen Stufe überrascht
- B** *Acaulspora alpina*, weltweit als neue Art beschrieben. Typisch für die alpine Stufe
- C** *Acaulspora nivalis*, weltweit als neue Art beschrieben. Typisch für die nivale Stufe (>2700 m) und das Gletschervorfeld
- D** *Tricispora nevadensis*. Konnte bisher selten in Wurzeln nachgewiesen werden. Typisch für feuchtere Habitate wie Schneetälchen und Flachmoor
- E** *Pacispora robigiana*. Weltweit als neue Art beschrieben. Typisch auf Pionierstandorten mit Boden-pH > 6.0

Ganz unten

Sporen von *Kuklospora colombiana* (links) und *Rhizogloium microaggregatum* (rechts) in Wurzeln

Alle Sporenfotos von F. Oehl



Schalenamöben: wichtige Einzeller

Schalenamöben sind winzige, einzellige Bodentiere. Die Analyse von 21 Moos- und Streuproben aus den Dauerbeobachtungsflächen der Furkaregion ergaben 18 unbekannte «Morphospecies», die zu 13 Gattungen gehören. Die Flachmoorstandorte waren mit 11 «Arten» am reichsten. Nacktriedrasen und Gletschervorfeld waren am ärmsten (6 bis 7 «Arten»). Dies sind sehr konservative Abschätzungen zur Diversität, die sich deutlich erhöhen werden, sobald die DNA-Analysen und Ergebnisse der Elektronenmikroskopie vorliegen.

Auriel Chatelain, Enrique Lara und Edward Mitchell

Schalenamöben sind weit verbreitete Protozoen, also einzellige Tiere in Moosen, Böden und Feuchtlebensräumen. Sie bilden eine charakteristisch strukturierte Schale, die bei der Bestimmung hilft. Diese Tiere spielen eine wichtige Rolle im Bodenleben. Sie tragen zum Kohlenstoff-, Stickstoff- und Siliziumumsatz bei. Es gibt historische Studien aus dem Schweizerischen Nationalpark. Die Furkaregion war hingegen nie Gegenstand der Schalenamöbenforschung. Die hier berichteten Befunde haben deshalb Pilotstudiencharakter.

Beprobt wurde die Moos- und Streuschicht am Rand der Dauerbeobachtungsflächen. An 5 Stellen wurden 5 cm tiefe Bodenproben entnommen. Die durch wiederholtes Sieben in Wasser mit Maschenweiten im Mikrometerbereich gewonnenen Proben wurden im Lichtmikroskop auf «Gestaltarten» hin untersucht.

Die 18 Morphospecies entfallen auf 13 Amöbengattungen. 9 «Arten» gehören zu den Arcellinida (Amoebozoa) und 9 zu den Euglyphida (Rhizaria). Die beiden Gruppen sind taxonomisch relativ weit von einander entfernt. Die häufigsten «Arten» waren *Centropyxis aerophila*, *Corythion dubium*, *Euglypha rotunda* und *Trinema lineare*, allesamt häufige Schalenamöben aus der Moos- und Streuschicht. Die meisten Arten fanden sich in Flachmooren, 4 davon ausschliesslich dort (*Heleopera rosea*, *Nebela collaris*, *Quadrulella symmetrica*, und *Diffflugia* sp.). Der Nacktriedrasen war der artenärmste Lebensraumtyp mit 6 Funden, vor allem von Allerweltsarten (*Corythion dubium*, *Euglypha rotunda*, *Centropyxis aerophila*, *Trinema lineare*).

Vorkommen von unterschiedlichen «Schalenamöbenarten»¹ in Moosproben in den 11 Lebensraumtypen. Die Arcellinida und Euglyphida sind taxonomisch weit entfernte Gruppen

Lebensraumtyp	Arten Arcellinida	Arten Euglyphida	Anzahl Arten
Bürstlingsrasen auf Silikat	3	5	8
Bürstlingsrasen mit Besenheide auf Silikat	3	6	9
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	2	6	8
Violettschwingelrasen	3	6	9
Rasen mit Solifluktionböden, Nordhang	3	5	8
Krummseggenrasen auf Silikat	3	7	10
Nährstoffreicher Rasen, Westhang	2	7	9
Schneetälchen	3	5	8
Gletschervorfeld	3	4	7
Nacktriedrasen	2	4	6
Flachmoor	8	3	11

Mittelwert beider Flächen pro Lebensraumtyp. Artenzahlen stellen vorläufige Ergebnisse dar

¹ Art bzw. Gattung

Schalenamöben von Moos- und Streuproben im Furkagebiet. Resultate für rund 145 000 im Mikroskop beurteilte Individuen (nur die durchschnittliche und maximale Individuenzahl pro Probe)

Taxon	Anzahl Bodenproben	Individuen pro g Substrat Maximum	Mittel
Arcellinida			
<i>Arcella arenaria</i>	8	3 791	533
<i>Arcella discoidea</i>	4	4 900	278
<i>Argynnia</i> sp.	2	3 544	198
<i>Centropyxis aerophila</i>	19	47 386	6 542
<i>Centropyxis penardi</i>	12	5 085	1 356
<i>Diffflugia</i> sp.	2	5 717	393
<i>Heleopera rosea</i>	2	4 900	354
<i>Nebela collaris</i>	2	8 167	449
<i>Quadrulella symmetrica</i>	2	5 717	513
Euglyphida			
<i>Assulina muscorum</i>	15	12 195	2 213
<i>Euglypha ciliata</i>	12	4 984	725
<i>Euglypha cristata</i>	1	868	41
<i>Euglypha rotunda</i>	18	90 739	5 879
<i>Sphenoderia fissirostris</i>	1	817	39
<i>Corythion dubium</i>	19	11 864	3 176
<i>Tracheleuglypha dentata</i>	1	194	9
<i>Trinema lineare</i>	17	16 949	1 893
<i>Trinema penardi</i>	11	5 041	651
Total aller Individuen		145 183	25 242

Es gab auch Proben, in denen sich keine Amöben fanden

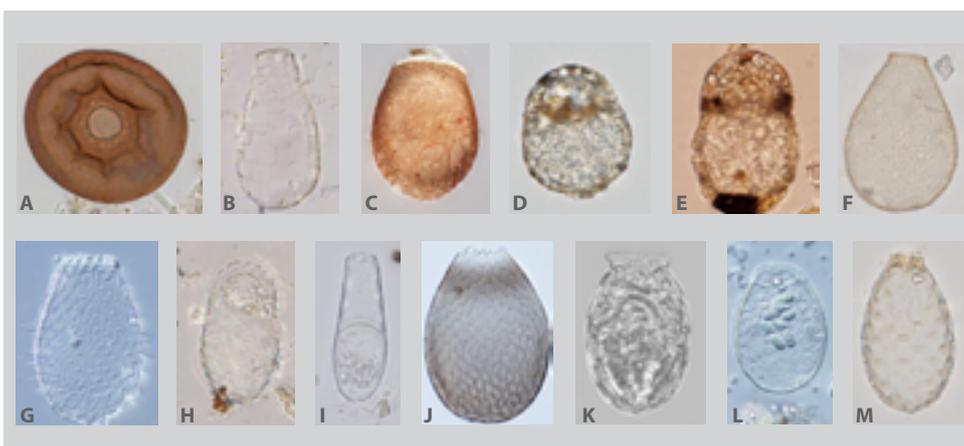


Schalenamöben aus Moosproben

Oben links *Assulina muscorum*

Oben rechts *Tracheleuglypha dentata*

Mitte In Moosproben in diesem feuchten Lebensraumtyp fanden sich am meisten Arten bzw. Gestaltstypen. Foto C. Körner



Unten Schalamöben in Moos- und Streuproben (im Lichtmikroskop). Die morphologische Vielfalt der Schalamöben-Gruppen Arcellinida und Euglyphida im Lichtmikroskop

Arcellinida: **A** *Arcella arenaria*, **B** *Quadrullella symmetrica*, **C** *Heleopera rosea*, **D** *Centropyxis aerophila*, **E** *Centropyxis platystoma*, **F** *Nebela collaris*

Euglyphida: **G** *Euglypha ciliata*, **H** *Trinema penardi*, **I** *Euglypha cristata*, **J** *Assulina muscorum*, **K** *Sphenoderia lenta*, **L** *Corythion dubium*, **M** *Tracheleuglypha dentata*

Fotos: Mitarbeiter der Gruppe E. Mitchell, Labor für Bodenbiodiversität, Universität Neuenburg

Leben im Wasser: zwischen Eis und Bergbach

Die Gewässer zwischen Gletschereis und Bergbächen sind zwar meist eisig kalt, die Lebensbedingungen sind aber für Gewässerbewohner gleichförmiger als für Landorganismen. Während der vier Feldtage fanden wir rund 90 Kleintierarten und 215 Arten von Kieselalgen. Diese widerspiegeln die kleinräumige Vielfalt der unterschiedlichen Gewässertypen. Bei den artenreichen Köcherfliegen wurde die Larve einer Art gefunden, die bisher nur als erwachsenes Tier bekannt war. Bei den Kieselalgen gelangen zwei Erstnachweise für die Schweiz.

Daniel Kury, Florian Altermatt, Simone Baumgartner, Claudia Eisenring, Maarten van Hardenbroek, Oliver Heiri und Lukas Taxböck



Oben Der Alpenstrudelwurm *Crenobia alpina* wird bis 1.5 cm lang. Foto Heiko Bellmann, Frank Hecker

Gewässerorganismen lassen sich generell in zwei Gruppen einteilen: ganzjährig und sporadisch im Wasser lebende Organismen. Ganzjährig ans Wasser gebundene Organismen sind Algen, diverse «Würmer», Krebstiere, Wassertiere und Muscheln. Bei den meisten Gruppen der Wasserinsekten leben dagegen nur die Larven aquatisch. Die erwachsenen Insekten verbringen eine kurze Lebensphase an Land und paaren sich ausserhalb des Wassers. So können sie fliegend neue Lebensräume besiedeln und sich ausbreiten. Alleine in Fließgewässern der Schweiz kommen schätzungsweise 2500 wirbellose Tierarten vor. Eine nicht genau bekannte Anzahl besiedelt auch oder ausschliesslich alpine Gewässer.

Kieselalgen: Basis des Nahrungsnetzes

Kieselalgen oder Diatomeen sind eine der artenreichsten und ökologisch bedeutsamsten Algengruppen. Es handelt sich um mikroskopisch kleine, einzellige Organismen, die verkiesselte Zellwände besitzen, denen sie ihren Namen verdanken. Jede Zelle besteht aus zwei Schalenhälften, die sich während der ungeschlechtlichen Vermehrung trennen und jeweils wieder eine neue Schalenhälfte bilden. Kieselalgen sind in allen Teilen der Welt sowohl im Salzwasser als auch im Süsswasser verbreitet. Für die Schweiz wird mit rund 2000 Arten gerechnet. Die Artenzusammensetzung in einem Gewässer hängt stark von der Wasserqualität ab. Für viele Pflanzenfresser unter den Tieren bilden die Kieselalgen die Grundlage des Nahrungsnetzes. Verschiedene Eintagsfliegen-, Köcherfliegen- und Zuckmückenlarven kratzen mit ihren Mundwerkzeugen den sogenannten Aufwuchs, der mehrheitlich aus Kieselalgen besteht, von der Oberfläche von Steinen ab.

Ökologische Anpassungen

Das Leben der Gewässerorganismen wird bestimmt durch die Strömung, die Temperatur, die Sauerstoffkonzentration und die Abfluss- oder Durchflussverhältnisse. Als Anpassung an die Strömung besitzen beispielweise Eintagsfliegen einen abgeflachten Körper und können sich eng an Steinoberflächen anschmiegen. Larven der Kriebelmücken oder der Netzmücken besitzen Haken oder Saugnäpfe, damit sie vom Wasser nicht weggespült werden. Algen halten sich mit klebrigen Gallertauscheidungen fest. Köcherfliegen und verschiedene Zuckmückenarten schützen sich vor der Strömung durch ein transportables Gehäuse oder sie leben in einer festen Wohnröhre.

In Quellen oder Quellbächen schwankt die Wassertemperatur im Tages- und Jahresverlauf nur um wenige Grad (Seite 9). Die Bewohner alpiner Quellen und Bächen sind an niedrige Temperaturen angepasst. Zudem gibt es auch hier kleine «Wärmeinseln». Am Rand und an der Oberfläche alpiner Weiher oder Seen erwärmt sich das Wasser durch die Sonneneinstrahlung gelegentlich auch über 10 °C. Diese Bereiche werden von manchen Wasserinsekten bevorzugt aufgesucht. Von Gletschermilch getrübe Bäche meiden sie, weil wegen der Trübung die Algen fehlen und die Organismen von den mitgeführten mineralischen Partikeln beeinträchtigt würden.

Reiche Gewässertierwelt

In den diversen alpinen Fließ- (Bäche und Quellen) und stehenden Gewässern (Weiher, Seen) wurden die Tiere mit Hilfe verschiedener Netze (Hand-, Kick- und Driftnetze; Seite 25) gesammelt; zudem haben wir die Ufer nach erwachsenen Tieren abgesucht.

Tab. 1: Kleintiere in den verschiedenen Gewässertypen der Furka. Angegeben ist die Anzahl Arten in den jeweiligen Gewässertypen

	Gesamte Fauna	Gletscherbach (n=1)	Quellen (n=5)	Bergbäche (n=4)	Weiher, Seen (n=5)
Strudelwürmer (<i>Tubellaria</i>)	1	0	1	0	1
Wenigborster-Würmer (<i>Oligochaeta</i>)	5	1	4	2	4
Saitenwürmer (<i>Nematomorpha</i>)	1	0	1	1	0
Schnecken (<i>Gastropoda</i>)	1	0	1	0	0
Muscheln (<i>Lamellibranchiata</i>)	1	0	1	0	1
Krebstiere (<i>Crustacea</i>)	2	0	1	0	0
Springschwänze (<i>Collembola</i>)	1	0	1	0	0
Süsswassermilben (<i>Hydrachnidia</i>)	1	0	0	1	0
Eintagsfliegen (<i>Ephemeroptera</i>)	3	3	1	3	1
Steinfliegen (<i>Plecoptera</i>)	9	5	4	8	0
Wasserkäfer (<i>Coleoptera</i>)	10	3	5	1	5
Wanzen (<i>Heteroptera</i>)	2	0	0	1	1
Köcherfliegen (<i>Trichoptera</i>)	18	3	10	10	3
Zuckmücken (<i>Chironomidae</i>)	24	1	3	14	16
Fliegen, Mücken (<i>Diptera</i>)	10	5	6	6	4
Anzahl Arten total	89	21	39	47	36



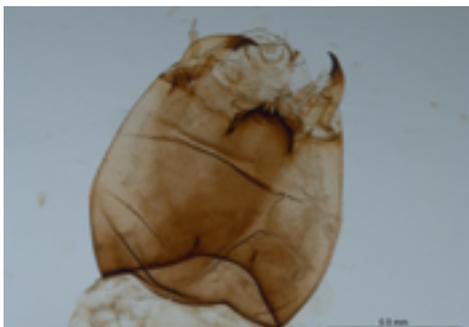
Leben in alpinen Gewässern

Oben links Gletscherbach unterhalb des Muttergletschers mit Driftnetz

Oben rechts Die Larve der Steinfliegenart *Dictyogenus fontium* bewohnt Quell-Lebensräume bis in 2500 m ü. M. und ist somit an tiefe Temperaturen angepasst. Fotos D. Küry



Mitte Einer der drei Schwarziseen in 2650 m Meereshöhe. Obwohl die drei Seen direkt nebeneinander liegen, unterscheiden sie sich in ihrer Entstehungsgeschichte und somit auch im Alter (Differenz >100 Jahre). Das beeinflusst auch die Besiedlung und somit das Vorkommen der verschiedenen aquatischen Tiere. Foto M. van Hardenbroek



Unten links Mikroskopisches Kopfpräparat einer Larve der Zuckmücke *Pseudodiamesa* sp. Die meisten Bestimmungsmerkmale befinden sich am Kopf der Tiere. Foto O. Heiri

Unten rechts Eine Petrischale voll mit Zuckmückenlarven und anderen aquatischen Tieren aus dem Schwarzisee. Foto C. Körner

Tab. 2: Gefährdete Kleintierarten in den Gewässern der Furka und deren Einstufung in der Roten Liste der Schweiz

Arten	IUCN Kategorie
Steinfliegen (Plecoptera)	
<i>Nemoura sinuata</i>	potenziell gefährdet
<i>Dictyogenus fontium</i>	potenziell gefährdet
Köcherfliegen (Trichoptera)	
<i>Anisogamus difformis</i>	verletzlich
<i>Consoerophylax consors</i>	potenziell gefährdet
<i>Cryptothrix nebulicola</i>	potenziell gefährdet
<i>Drusus melanchaetes</i>	verletzlich
<i>Drusus nigrescens</i>	verletzlich
<i>Parachiona picicornis</i>	potenziell gefährdet
<i>Baerea pullata</i>	potenziell gefährdet

In zehn Gewässern wurden die Kieselalgen von der Oberfläche mehrerer Steine abgekratzt und aus Moosen gepresst. Von allen Tieren und Algen wurden Individuen zur genauen Untersuchung ins Labor gebracht. Die Bestimmung erfolgte bei den Tieren mit Hilfe von Stereomikroskop und Durchlichtmikroskop – bei den Kieselalgen nach aufwendiger Präparation (Separation der Schalen) und Einbettung in Kunstharz im Mikroskop bei 1000-facher Vergrößerung. Wir benutzen den Begriff Art, auch wenn in manchen Fällen die Art nicht genau bestimmt werden konnte. In nur vier Tagen wurden in den Gewässern des Furkagebietes fast 90 Kleintierarten beobachtet (siehe Tab. 1). Am artenreichsten waren die Insektengruppen (Zuckmücken, Köcherfliegen, Steinfliegen sowie Wasserkäfer). Eine intensivere Beprobung würde mit Sicherheit noch mehr Arten zutage fördern.

Die Bergbäche beherbergen mit 47 Arten die vielfältigste Tiergemeinschaft. Dieser häufigste Gewässertyp kommt in sehr vielen verschiedenen Ausprägungen vor und kann als das Reich der Steinfliegen bezeichnet werden (Seite 25 oben).

In den verschiedenen Ausprägungen der Quell-Lebensräume wurden 39 Arten gefunden. Ähnlich wie bei den Bächen bestimmen hier Schüttung, Substrat und Lage die Zusammensetzung der Tierwelt. Entscheidend für die Besiedlung ist auch, ob eine Quelle oberflächlich in einen Bach fließt. An solchen Bachanfängen stellen sich Köcherfliegenlarven ein, die mehr als ein Viertel der Arten ausmachen.

In flachen Weihern und Karseen wurden im Furkagebiet 36 Arten gefunden. Hier dominieren die Zuckmücken (Seite 25 unten). Zuckmücken reagieren empfindlich auf sich ändernde Umweltbedingungen; je nach Temperatur und Wasserqualität sind jeweils andere Arten besonders verbreitet. Sie sind daher Umweltindikatoren. In Seeablagerungen fossilisiert, dienen sie zur Klimarekonstruktion.

In den trüben Gletscherbächen war die Tiergemeinschaft mit 21 Arten weniger als halb so gross wie in den Bergbächen, die aus Quellen entspringen. Alle drei auf der Furka vorkommenden Eintagsfliegenarten fanden sich sowohl in den Bergbächen wie auch im trüben Gletscherbach.

In den untersuchten Gewässern der Furkaregion wurden zudem 215 Arten von Kieselalgen aus 49 Gattungen gefunden (unten rechts). Im Durchschnitt wurden pro Einzelprobe 52 Kieselalgenarten gefunden. Mit 102 Arten war eine naturnahe Quelle das artenreichste Kieselalgen Gewässer.

Grad der Bedrohung

Gewässer der alpinen Stufe sind wie überall durch Landnutzung gefährdet. Insgesamt 9 Arten der beobachteten Gewässerkleintiere gelten in der Roten Liste als bedroht oder sind als «potenziell gefährdet» eingestuft (siehe Tab. 2). Hervorzuheben sind die gefährdeten Köcherfliegen *Anisogamus difformis*, *Drusus melanchaetes* und *Drusus nigrescens* sowie die beiden potenziell gefährdeten Steinfliegen *Dictyogenus fontium* (Seite 25, oben rechts) und *Nemoura sinuata*. Alle sind Quellenbewohner. In Skigebieten werden momentan Quellfluren durch Wasserfassungen und Beschneigungsanlagen für Skipisten stark beeinträchtigt.

Da in der Schweiz keine Rote Liste für die Kieselalgen existiert, wird die Rote Liste aus Deutschland angewandt. Von den 215 Kieselalgenarten sind 30% auf der Roten Liste als bedroht eingestuft, 35% der Arten sind aktuell nicht bedroht. Von den restlichen 35% der Arten sind keine Gefährdungsangaben vorhanden, weil viele erst in den letzten 20 Jahren entdeckt und beschrieben wurden. Über ihre Verbreitung ist erst wenig bekannt, doch sind vermutlich auch in dieser Gruppe zahlreiche Arten als selten oder bedroht einzustufen. Die meisten der gefundenen Kieselalgenarten sind auf nährstoffarme und naturnahe Lebensräume angewiesen.

Mehrere Erstfunde

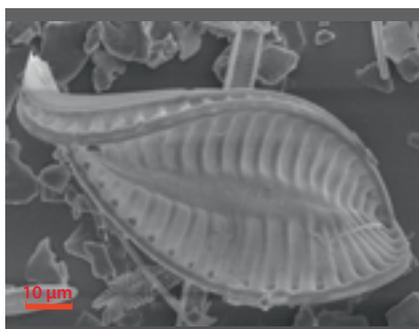
Bei den Kieselalgen gibt es zwei Erstfunde für die Schweiz: *Nitzschia strelnikovae* und *Reimeria fontinalis*. In einer bereits nach kurzer Fliessstrecke wieder versickernden Quelle wurden Köcherfliegenlarven gefunden, die im Untersuchungsjahr 2012 trotz dem Beizug weiterer Experten nicht bestimmt werden konnten. Inzwischen wurde die Larve der Art beschrieben: Es handelt sich um *Anisogamus difformis*.

Links Elektronenmikroskopische Aufnahme der Kieselalge *Surirella spiralis*

Mitte *Cymbella aspera*

Rechts *Diploneis krammeri*

Fotos L. Taxböck





Alpine Muscheln und Wasserschnecken

Die Gewässerbewohner unter den Weichtieren gehören zu den Kiemenschnecken, zu einer kleinen Gruppe der Lungenschnecken sowie zu den Muscheln (Gehäuse aus einer oder zwei Schalen). Einige von ihnen konnten sich, wohl durch Vögel verschleppt, bis in hoch gelegene, alpine Gewässer ausbreiten.

Die 2 bis 15 mm grossen Erbsenmuscheln leben eingegraben im Sand und Schlamm stehender Gewässer und filtrieren feinste Nahrungspartikel aus dem Wasser. Die Gemeine Erbsenmuschel (*Pisidium casertanum*) wird bis

5 mm gross und ist über die ganze Welt verbreitet. Besonders häufig war sie auf der Furka im Weiher des Flachmoors.

Die zu den Lungenschnecken gehörende Kleine Sumpfschnecke (*Galba truncatula*) besiedelt Uferbereiche stehender Gewässer, aber auch sumpfiges Weideland bis in eine Höhe von 2800 m ü. M. Sie hat weder einen grossen Kalkbedarf noch hohe Lebensraumsansprüche. Im Furkagebiet wurde sie nur bis in 2100 m Höhe gefunden.

Nicht gerade das, was man im Hochgebirge erwartet, und doch gibt es sie: Wasserschnecken und sogar Muscheln am Grund von stehenden Gewässern hoch über der Waldgrenze.

Daniel Küry

Alpine Muscheln

Oben ALPFOR-Teich. Foto C. Körner

Unten links Die Erbsenmuschel *Pisidium casertanum*. Foto D. Küry

Unten rechts Die Kleine Sumpfschnecke *Galba truncatula*. Die Schnecke kommt in kleinen und kleinsten Wasseransammlungen vor. Sie ist oft der Zwischenwirt des Grossen Leberegels *Fasciola hepatica* und wird daher auch als Leberegelschnecke bezeichnet. Der Grosse Leberegel ist ein endoparasitischer Saugwurm, Endwirt des Parasiten ist das Schaf oder das Rind (Gallen- und Leberbefall). Foto A. Mrkvicka



Gehäuseschnecken: klein und gut versteckt

Für Schneckenhäuser braucht es Kalk. In der Furkaregion sollte es aufgrund der inselartigen Vorkommen von Karbonat gemäss Verbreitungskarten über ein Dutzend Arten von Landgehäuseschnecken geben. Wegen der Winzigkeit der Tiere in dieser Höhe sind sie aber sehr schwer zu finden. Immerhin konnten 7 Arten aufgespürt werden.

Georg F. J. Armbruster und Eva M. Spehn

Mit der Stereolupe konnten in gesiebten Moos-, Streu- und Bodenproben aus 11 der insgesamt 21 Dauerbeobachtungsflächen nur 3 Arten in 4 Habitattypen gefunden werden: Je eine im Gletschervorfeld, im Schneetälchen und im Violettschwingelrasen sowie 2 Arten im Bürstlingsrasen. Im Kalkmergel an der Passstrasse wurden dann noch weitere Arten mit der Hand aufgesammelt.

Doch warum sind diese Schnecken so rar? Zunächst sind sie sehr klein. Zudem sind sie meist nacht- oder regenaktiv und immer gut versteckt. Die geeigneten Lebensraumsinseln mit etwas Kalkangebot sind von geringer Ausdehnung und umgeben von einer Welt aus Silikat – und somit für die Tiere schwer erreichbar. Schliesslich ist denkbar, dass viele Arten

Mühe hatten, nach dem Abschmelzen der eiszeitlichen Eismassen vor 10 000 Jahren wieder zur Furka hoch zu steigen. Für alpine Arten ist der Bergwald, der die Täler schnell wieder besetzte, eine Barriere. Das Verdriften von Eiern und Individuen am Laub durch den Wind ist stark vom Zufall abhängig.

Einige Landgehäuseschnecken der Furka (2430 bis 2450 m ü. M.)

Art	Lebensraum
<i>Vitrina pellucida</i> (Kugelige Glasschnecke)	1, 3, 8
<i>Eucobresia diaphana</i> (Ohrförmige Glasschnecke)	1, 9
<i>Peripolita petronella</i> (Weisse Streifenglanzschnecke)	4.2, KM
<i>Peripolita hammonis</i> (Braune Streifenglanzschnecke)	KM
<i>Discus ruderatus</i> (Braune Schlüsselschnecke)	KM
<i>Arianta arbustorum</i> (Gefleckte Schnirkelschnecke)	KM
<i>Euconulus cf. trochiformis</i> (Waldkegelchen)	KM

- 1 Bürstlingsrasen
- 3 Zwergstrauchheide mit Alpenazalee
- 4.2 Violettschwingelrasen
- 8 Schneetälchen
- 9 Gletschervorfeld
- KM Kalkmergelschutt an der Passstrasse

Alpine Schnecken

Links Gehäuse der Gefleckten Schnirkelschnecke *Arianta arbustorum* (Schalendurchmesser ca. 1.5 cm). Diese Art ist ein Generalist und kommt in verschiedenen Lebensräumen in Mitteleuropa vor. Ausschliesslich im Kalkmergelschutt an der Passstrasse gefunden. Womöglich wurde sie mit Schuttmaterial nach hier oben verfrachtet. Foto H. Zell (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arianta_arbustorum_alpicola_01.jpg)

Rechts Die Ohrförmige Glasschnecke *Eucobresia diaphana*. Gehäuse mit wenigen Windungen (oder Umgängen). Die Schnecke kann sich deshalb nicht mehr vollständig in ihr Gehäuse zurückziehen. Foto F. Leo





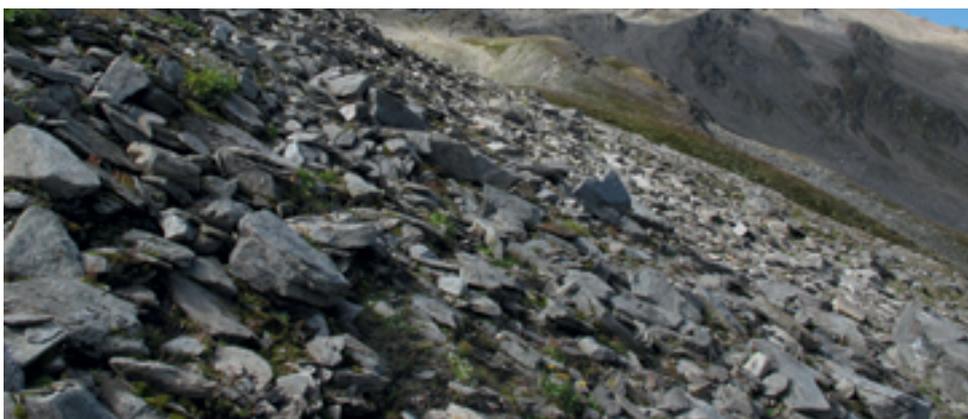
Geologie im Furkagebiet

Oben links Die Ursernzone ist nicht einheitlich, sie setzt sich aus verschiedenen alten und harten Schichten zusammen (Permkarbon und Mesozoikum). Hier die Reste der weicherer Permkarbonschicht. Sie bildet unten im Urserntal den Talboden. Foto E. Hiltbrunner

Oben rechts Das bläuliche mesozoische, karbonathaltige Sedimentband; aufgeschlossen an der Furkasspassstrasse. Foto C. Körner



Mitte Landgehäuseschnecken brauchen für die Bildung ihrer Gehäuse Kalk. Die Ursernzone ist im Furkagebiet die bedeutendste kalkhaltige Schicht (Linien in Bildmitte), welche das Aar- und das Gotthardmassiv trennt (beides silikatische Granite und Gneise). Foto C. Körner



Unten links Gesteinsschutt aus Granit. Wurde der Granit während der Alpenfaltung deformiert, spricht man von Gneis. Für viele kalkliebende Pflanzen reichen oftmals kalkhaltige Stäube, die mit dem Wind verfrachtet wurden auf ansonsten saurem, silikatischem Untergrund. Foto C. Körner

Ameisen: nur kleine Staaten im Gebirge

Von den 130 bis 140 unterschiedlichen Ameisenarten der Schweiz vertragen nur wenige die Kälte des Hochgebirges. Im Furkagebiet wurden 6 Arten gefunden, die alle sehr kleine Nester bilden. Fünf weitere Ameisenarten wurden mit dem Wind vom Tiefland in diese Höhe getragen und bauen hier keine Nester.

Monica Kaiser-Benz und Holger Martz

Ameisen zählen zu den staatenbildenden Hautflüglern, die einen Wehrstachel tragen. Bisweilen ist dieser Stachel aber reduziert; an seiner Stelle werden Drüsensekrete (z.B. Ameisensäure) zur Verteidigung eingesetzt. Das weibliche Geschlecht zeigt eine Kastendifferenzierung und eine damit einhergehende Arbeitsteilung: begattete Weibchen eines Volkes (Königinnen) sorgen für den Zusammenhalt der Gemeinschaft und die Fortpflanzung. Die stets flügellosen Arbeiterinnen übernehmen Aufgaben wie Verteidigung von Territorien, Nahrungsbeschaffung und Brutfürsorge. Die Männchen sind verhältnismässig kurzlebig und stehen ganz im Dienste der Fortpflanzung.

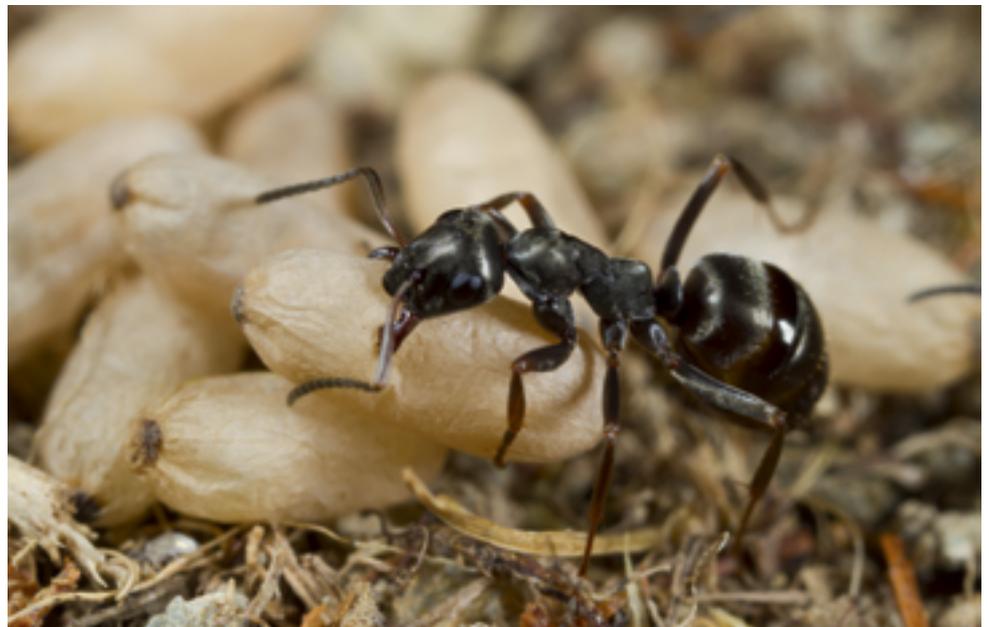
Die Nahrung der Ameisen ist sehr vielfältig und reicht von pflanzlicher Kost und Pilzen über zuckerhaltige Ausscheidungen von Pflanzensaftsaugern (Blattläusen) und Nektar bis hin zu erbeuteten Tieren und Aas. In der Schweiz sind 130–140 Ameisenarten bekannt. Als überwiegend Wärme liebende Tiere steigt in den Alpen nur ein gutes Dutzend Arten über die Waldgrenze in die alpine Stufe. Viele dieser «alpinen» Arten sind auch in der Bergwaldstufe und oft bis ins Flachland anzutreffen.

In der Furkaregion wurden mehrere Ameisenarten gefunden, die vor allem zur Familie der Knotenameisen gehören: *Myrmica lobulicornis*, *Myrmica sulcinodis*, *Manica rubida*, *Leptothorax acervorum*, *Leptothorax muscorum* und die Schuppenameise *Formica lemani*. Die Schuppenameise fand sich als häufigste auf 7 der 21 Flächen, erreichte allerdings nur in den südexponierten, relativ warmen Dauerbeobachtungsflächen Dichten von 6 Nestern auf 10 Quadratmeter. Dieser Habitattyp beherbergte auch *Myrmica lobulicornis* und *Leptothorax muscorum*. Allerdings wurden auch in anderen Flächen 3 verschiedene Ameisenarten entdeckt. Durch Windverdriftung gelangen auch Arten in die alpine Stufe und ins Untersuchungsgebiet, von denen bislang keine Nestgründungen oberhalb der Baumgrenze beobachtet wurden. Als noch Flügel tragende Geschlechtstiere (Alate) wurden folgende Arten nachgewiesen: die Holzameise *Lasius fuliginosus*, die Schattenameise *Lasius cf. mixtus*, die Waldameisen *Formica paralugubris* und *Formica lugubris* sowie die Gastameise *Formicoxenus nitidulus*.

Links oben *Manica rubida* («dealate Gyne» bzw. flügelloses Weibchen). Foto E. Hiltbrunner

Links unten *Myrmica*-Art, vermutlich *Myrmica lobulicornis* (Arbeiterin). Foto E. Hiltbrunner

Rechts Die Schuppenameise *Formica lemani*. Arbeiterin beim Tragen von Ameisenpuppen im Nest. Diese Art wurde in 7 der 21 Habitatflächen nachgewiesen. Foto R. Becker





Lebensraum der Ameisen im Gebirge

Oben Am meisten Ameisennester fanden sich im Violettschwingelrasen. Foto E. Hiltbrunner
Unten Die Lücken zwischen den Grashorsten des Violettschwingels sind optimale Orte für die Ameisennester, da sie sich unter der Sonneneinstrahlung stark aufwärmen. Foto E. Hiltbrunner

Heuschrecken, Bienen und Schlupfwespen

Weniger als ein Drittel der Heuschreckenarten, die für die Schweiz nachgewiesen wurden, leben im Hochgebirge; drei davon sind auf der Furka häufig. Bienen sind durch Solitärbiene und Hummeln dauerhaft vertreten. Zahlreich sind die Schlupfwespen.

Georg Artmann-Graf

Liste der beobachteten Wildbienenarten

Gebirgs-Glanzbiene	<i>Dufourea paradoxa</i>
Alpen-Glanzbiene	<i>Dufourea alpina</i>
Alpen-Goldschmalbiene	<i>Lasioglossum alpigenum</i>
Scheinlappenbienen-Art	<i>Panurginus sericatus</i>
Wald-Lockensandbiene	<i>Andrena fucata</i>
Felsheiden-Mauerbiene	<i>Osmia inermis</i>
Zottige Felsenbiene	<i>Hoplitis (Osmia) villosa</i>
Helle Erdhummel	<i>Bombus lucorum</i>
Alpenhummel	<i>Bombus alpinus</i>
Bergwaldhummel	<i>Bombus wurfleini</i>
Nordische Hummel	<i>Bombus monticola</i>
Distel- oder Glockenblumenhummel	<i>Bombus soroensis</i>
Steinhummel	<i>Bombus lapidarius</i>
Höhenhummel	<i>Bombus sichelii</i>
Pyrenäenhummel	<i>Bombus pyrenaicus</i>
Trughummel	<i>Bombus mendax</i>
Berghummel	<i>Bombus mesomelas</i>
Rotschwarze Kuckuckshummel	<i>Bombus rupestris</i>
Honigbiene*	<i>Apis mellifera</i>

* Die Honigbiene ist keine Wildbienenart

Heuschrecken – Wenig Zeit erwachsen zu werden

Aus der Schweiz kennt man 106 Heuschreckenarten; 29 davon sind ausreichend kälteresistent, um in Höhen von 2400 Metern über Meer und darüber zu existieren.

Zwischen Mitte und Ende Juli 2012 konnten auf der Furka nur gerade drei Heuschreckenarten nachgewiesen werden, und erst bei einer einzigen Art, der Sibirischen Keulenschrecke *Gomphocerus sibiricus*, waren die Tiere erwachsen (Foto Seite 33, unten Mitte). Die Männchen konnte man überall stridulieren (musizieren) hören. Trotz ihres Namens waren die Nordischen Gebirgsschrecken *Bohemanella frigida* noch nicht erwachsen. Nur an einer südexponierten windgeschützten Wiese auf Karbonatboden (Violettschwingelrasen) fanden sich wenige Individuen des im Flachland sehr häufigen Gemeinen Grashüpfers *Chorthippus parallelus*.

Bienen – Mit Pelzmantel gegen die Kälte

Neben der bekannten Honigbiene (*Apis mellifera*) leben in der Schweiz rund 600 Wildbienenarten. Nur wenige davon können in Höhen von 2400 Metern über Meer und darüber existieren. Am stärksten vertreten – sowohl an Arten wie auch an Individuen – sind die Hummeln. Auch etliche Honigbienen konnten auf der Furka beobachtet werden, obwohl der nächste vermutete Bienenstand im Witenwassertal und somit in rund 5 Kilometer Entfernung und etwa 300 m tiefer liegt. Als Haustiere können Honigbienen in der Natur wildlebend nicht dauerhaft überleben, schon gar nicht im Gebirge.

Hummelweibchen bauen im Frühjahr ihre Nester im Boden, wobei sie in der Regel Mäuselöcher benutzen. Das Weibchen gründet einen kleinen Sozialstaat. Im Sommer trifft man dann auf den Blumen vorwiegend die Arbeiterinnen (unfruchtbare Weibchen) beim Sammeln von Larvennahrung an. Hummeln können auch noch bei verhältnismässig tiefen Temperaturen fliegen. Obwohl sie – wie alle andern Insekten – zu den wechselwarmen Tieren gehören, erzeugen ihre aktiven Flugmuskeln Wärme. Ihr Pelzmantel reduziert den Wärmeverlust. Sie können so auch die Temperatur im Nest erhöhen, was der Larvenentwicklung förderlich ist.

Im Unterschied zu den zahlreichen Hummeln konnten von den solitären Wildbienenarten in der Schweiz auf der Furka innert vier Tagen nur gerade 7 Arten nachgewiesen werden – und dies zum überwiegenden Teil am wärmebegünstigsten Beobachtungsort im Violettschwingelrasen. Selbst hier konnten sie in grösserer Anzahl vorwiegend an einer vegetationsfreien Stelle von wenigen Quadratmetern Fläche beobachtet werden, wo die Weibchen ihre Nisthöhlen in den Boden gruben. Der Kalkboden erwärmt sich bei Sonnenschein hier stärker als unter dichter Vegetation.

Schlupfwespen – Parasiten als Regulatoren

Die Familie der meist winzigen Echten Schlupfwespen (Ichneumonidae) ist mit gegen 30 000 Arten die grösste Gruppe der Hautflügler auf der Erde. In der Schweiz sind rund 1500 Arten bekannt, was etwa die Hälfte der zu erwartenden Artenzahl ist. Schlupfwespen sind sogenannte Parasitoide (Schmarotzer), die ihre Wirte nicht bloss ausnützen und belästigen, wie das Flöhe oder Zecken tun. Ihre Nachkommen ernähren sich vom Wirt und bringen diesen gegen Ende der Larvenentwicklung um. Damit erfüllen sie in der Natur eine ungewein wichtige Aufgabe als Regulatoren. Sie können Massenvermehrungen von pflanzenfressenden Insekten verhindern. Der Mensch profitiert in der Land- und Forstwirtschaft massgeblich davon. Wirte von Echten Schlupfwespen sind vorwiegend Schmetterlingsraupen und Totholz bewohnende Käferlarven, aber auch Pflanzenwespen und Schwebefliegen, seltener Wildbienen, andere Stechbienen und sogar Spinnen, deren Eier befallen werden.

Auf der Furka wurden Schlupfwespen in erster Linie durch ungezieltes Abstreifen der Vegetation mit einem Insektenkescher gefangen, ganz im Gegensatz zu Heuschrecken, Bienen und Schmetterlingen, die durch vorgängiges Beobachten und anschliessend gezielten Fang mit dem Kescher erbeutet wurden. Beim Keschern wurden vor allem über der Vegetation schwärmende Männchen gefangen, die bei den Schlupfwespen sehr schwierig auf Artniveau zu bestimmen sind. Die bei ihrer Arbeit oft versteckten Weibchen sind schwieriger zu entdecken und zu fangen.

Nachgewiesen werden konnten 80 Gestalttypen («Arten»), d.h. Individuen mit unterschiedlicher Merkmalskombination. Die meisten liessen sich 42 Gattungen zuordnen. Mangels Bestimmungsliteratur konnten aber nur 12 Gestalttypen einer sicheren Art zugewiesen werden. Es wäre nicht erstaunlich, wenn einige der nicht bestimmbar Arten noch nicht beschrieben worden sind. Vor allem in den Hochalpen sind bei dieser ungenügend erforschten Familie noch zahlreiche Überraschungen zu erwarten.



Heuschrecken, Bienen und Schlupfwespen

Oben links Die Schlupfwespe *Ichneumon xanthorius*. Länge ca. 15 mm. Männchen und Weibchen haben einen schwarz-gelb gebänderten Hinterleib. Foto A. Rey

Oben Mitte Die Flicker-Schlupfwespe *Ichneumon sarcitorius* (Männchen). Foto E. Grütter

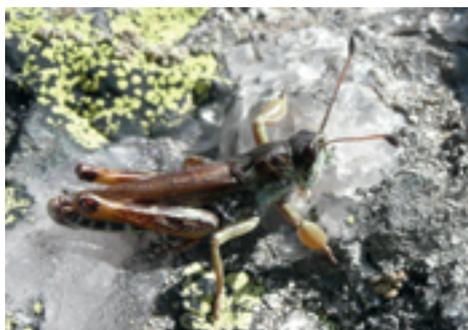
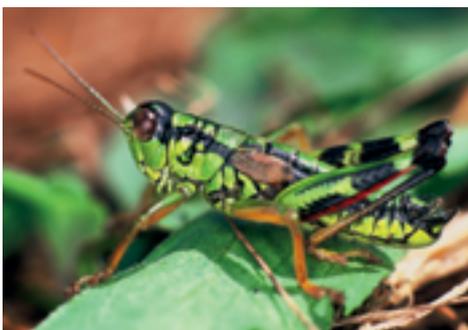
Oben rechts Die Riesenschlupfwespe *Megarhysa rixator* (hier Weibchen bei der Eiablage). Ihr Legebohrer ist viel länger als die Beine. Die Wespe kann deshalb den Bohrer nur senkrecht ansetzen, indem sie das Ende aufstützt und den Bohrer als Schleife zwischen zwei Abdominalsegmenten durchdrückt. Die Intersegmentalhaut ist sehr dehnbar; die Schleife mit dem Bohrer sieht dann wie eine Scheibe aus. Foto W. Töpfl

Mitte Die Helle Erdhummel *Bombus lucorum*. Eine sehr häufige Hummelart, die vom Flachland bis hoch in die Alpen vorkommt. Foto H. Kesselring

Unten links Die Alpine Gebirgsschrecke *Mirmella alpina*. Erst die letzten Larvenstadien werden grünlich. Foto D. Berner

Unten Mitte Die Sibirische Keulenschrecke *Gomphocerus sibiricus*. Beim Männchen sind die Vorderbeine verdickt. Foto C. Körner

Unten rechts Die Grosse Höckerschrecke *Arcyptera fusca*. Selten im Furkagebiet. Kommt vor allem in der montanen und subalpinen Stufe vor. Foto D. Berner



Fliegen und Mücken im Hochgebirge

Über 5500 Fliegen- und Mückenindividuen (Diptera, Zweiflügler) wurden während der Hotspot-Tage auf der Furka gesammelt. Sie gehören zu 31 Familien. In allen ausgewählten Lebensräumen wurden Fliegen und Mücken gefunden, allerdings in unterschiedlicher Arten- und Familienzusammensetzung. Es darf angenommen werden, dass im Furkagebiet etwa 300 Fliegen- und Mückenarten vorkommen. Mücken und Fliegen sind eine der artenreichsten Insektengruppen des Hochgebirges.

Gerhard Bächli

Mücken und Fliegen (Zweiflügler, Diptera) haben gut unterscheidbare Körperteile (Kopf, Rumpf, Hinterleib) und nur ein Paar Flügel, nämlich die Vorderflügel. Die «Hinterflügel» sind nur noch als keulenartige Schwingkölbchen vorhanden. Es gibt Arten, die beinahe nackt sind; andere Arten haben eine dichte, hummelartige Behaarung. Die meisten Arten sind schwarz und besitzen mehr oder weniger kräftige Borsten und erscheinen uns deshalb garstig. Die Entwicklung führt über wenige Larvenstadien zur Verpuppung. Die meisten Arten haben kopf- und beinlose Larven, die als Maden bezeichnet werden. Die Puppen («Tönnchen») können bereits einige Körperteile der Adulten aufweisen.

Fliegen und Mücken gehören zu den Insekten, die in jedem Lebensraum und in allen Jahreszeiten gefunden werden können – einige Arten sogar auf Schnee. Die Larven vieler Arten sind wichtig für den Abbau von organischem Material. Es gibt aber auch Arten, die als Larven Gänge in Pflanzen anlegen. Einige Arten belästigen uns, weil sie stechen oder gerne auf unserem Körper herum laufen.

Fliegen und Mücken sind eine wichtige Nahrungsquelle für räuberische Tiere, etwa für Vögel, Fledermäuse und Spinnen, aber auch für andere Insekten. Als Blütenbesucher tragen sie wesentlich zur Bestäubung alpiner Pflanzen bei. In der Schweiz kommen fast 1000 Fliegen- und Mückenarten vor. Erstaunlich ist, dass für fast ein Drittel davon das Hochgebirge der Lebensraum ist.

Weit über 100 Arten gefunden

Im Lauf der Sammelaktion wurde in 11 Lebensraumtypen während je etwa einer halben Stunde die Vegetation mit dem Fangnetz gestreift. Die Ausbeute wurde in Alkohol konserviert und anschliessend auf Ebene der Familie sortiert und ausgezählt. Die über 5500 Einzeltiere gehören zu 31 Familien. Es zeigten sich klare Standortsunterschiede in der Anzahl gefangener Individuen, vor allem aber auch in der Artenzusammensetzung. So war bei den Fliegen die Gruppe der Aschiza, die sich aus Langbeinfliegen, Tanzfliegen und Schwebfliegen zusammensetzt, im Flachmoor und im Rasen am Nordhang am häufigsten, während die Gruppe der Acalyptrata mit Minierfliegen (Agromyzidae), Halmfliegen (Chloropidae) – beides Familien mit Pflanzenminierern – und die räuberischen Blattlausfliegen (Chamaemyiidae) im Nacktried- und im Krummseggenrasen anzutreffen waren. Mücken, die insgesamt nur 1% aller Dipterenfunde ausmachten, fanden sich vor allem im feuchteren Schneeboden und im Gletschervorfeld.

Die genauere Analyse auf Artebene, soweit dies kurzfristig möglich war, ergab schliesslich 109 Arten sowie mindestens 30 Morphotypen, die noch nicht klar einer Art zugeordnet werden konnten. Darunter war eine Scathophagide (Mistfliegen), *Gimnometopa castanipes* Becker, 1894, die hier erstmals seit der Originalbeschreibung wieder gefunden wurde.

Pionierarbeit auf der Furka

Über Mücken und Fliegen in der alpinen Stufe ist wenig bekannt. Zwar hat Fred Keiser einige Familien der Dipteren des Schweizerischen Nationalparks bearbeitet, aber die meisten Funde stammen aus der Bergwaldstufe. Somit stellte die Sammelaktion im Furkagebiet in gewissem Sinne eine Pionierarbeit dar. Voraussetzungen über die zu erwartende faunistische Ausbeute waren nicht möglich.

Das Sammeln von Fliegen und Mücken setzt in der Regel gute Wetterbedingungen voraus, weil die Aktivität der Tiere stark von der Temperatur und dem Wind abhängt. Dass die Ausbeute in Anbetracht der kurzen Sammelzeit (4 Tage) beachtlich war, lässt den Schluss zu, dass die Individuen und Arten der Dipteren im Furkagebiet weit zahlreicher sind als man vermuten konnte. Durch eine intensive Sammeltätigkeit sollte es möglich sein, mindestens 300 Arten nachzuweisen.

Dank

Hilfe beim Sammeln hatte ich von Sebastian Nagelmüller, beim Bestimmen von Bernhard Merz und Stefan Naglis.

Verteilung der wichtigsten Familien (Fliegen und Mücken) auf die 11 verschiedenen Lebensraumtypen

Lebensraumtyp*		1.2	2.1	3.1	4.1	5.2	6.2	7.2	8.2	9.1	10	11.2
Gruppe	Familien											
Calyptra	Anthomyiidae	50	9	9	22	114	68	101	19	5	14	118
	Muscidae	178	56	116	88	457	204	363	66	10	151	402
	Scathophagidae	5	1		1	30	3	2	6	1		7
Acalyptra	Agromyzidae	28	6	26	8	17	13	20	6		26	34
	Chloropidae	83	11	21	29	3	98	16	16	1	152	121
	Chamaemyiidae	16	94	112	31	1	21	36			188	110
Aschiza	Dolichopodidae	80	38	51	24	9	36	60	12		23	97
	Empididae	33	14	16	29	157	92	46	20	2	13	88
	Syrphidae	28	16	10	17	4	6	2	6		17	85
Nematocera	Tipulidae	1		2						2		4
	Chironomidae	6	3	11			1		16	5		3
Total Anzahl Individuen		508	248	374	249	792	542	646	169	26	584	1069

* Es wurde pro Lebensraumtyp jeweils eine der Flächen beprobt: 1.2 Bürstlingsrasen, 2.1 Bürstlingsrasen mit Besenheide, 3.1 Zwergstrauchheide mit Alpenazalee, 4.1 Violetttschwingelrasen, 5.2 Rasen mit Solifluktion, Nordhang, 6.2 Krummseggenrasen, 7.2 Nährstoffreicher Rasen, Westhang, 8.2 Schneetälchen, 9.1 Gletschervorfeld, 10 Nacktriedrasen, 11.2 Flachmoor



Fliegen und Mücken

Oben links Die «Mistfliege» *Norellisoma liturata* ist eine typisch alpine Art. Foto S. Robinson

Oben Mitte Die Stechfliege *Stomoxys calcitrans* hat einen steifen Stechrüssel, mit dem sie problemlos die Haut durchdringen kann. Foto M. Kozlowski

Oben rechts Die Blumenfliege *Botanophila fugax* gehört zu den auf Blüten häufig gefundene Fliegen. Foto S. Robinson

Mitte Eine Blumenfliege (Familie Anthomyiidae) in einer Blüte des Gletscherhahnenfusses *Ranunculus glacialis*. Foto C. Körner

Unten links *Tipula subnodicornis* ist eine Wiesenschnake. Dies sind zarte, langbeinige Insekten mit feinen, langen Fühlern. Foto E. Vittanen

Unten rechts Schwebfliegen wie die «Mistbiene» *Eristalis tenax* sind wichtig für die Bestäubung vieler Pflanzen. Foto J. Walter



Tag- und Nachtfalter in alpinen Lebensräumen

Schmetterlinge bilden mit über 150 000 Arten eine der grössten Insektenordnungen der Welt. In der Schweiz kommen rund 3700 Arten vor, davon sind 182 Arten echte Tagfalter. Wir konnten auf der Furka in kurzer Zeit 27 Tagfalterarten (15%) und 77 nachtaktive Arten feststellen. Zudem wurden 22 Kleinschmetterlingsarten beobachtet.

Florian Altermatt und Andreas Erhardt

Anzahl Schmetterlingsarten (echte Tagfalter und tagaktive Nachtfalter) pro Fläche und Lebensraumtyp

Hab. Code	Habitattyp	Artenzahl ^a	Mittlere Artenzahl
1.1	Bürstlingsrasen	8	7
1.2		6	
2.1	Bürstlingsrasen mit Besenheide	6	5
2.2		4	
3.1	Zwergstrauchheide	0	3
3.2	mit Alpenazalee	6 (4×)	
4.1	Violettschwingelrasen	11	10 (32) ^b
4.2		9	
5.1	Rasen mit Solifluktion, Nordhang	8 (2×)	8
5.2		8 (2×)	
6.1	Krummseggenrasen	7	8
6.2		9 (2×)	
7.1	Rasen, Westhang	8 (2×)	9
7.2		10 (2×)	
8.1	Schneetälchen	0	1
8.2		2	
9.1	Gletschervorfeld	1	1.5 (6) ^b
9.2		2	
10	Nacktriedrasen	5	5
11.1	Flachmoor	0	1
11.2		2	

^a In Klammern Vergrößerung der Originalfläche mit Transekten: 2×= doppelte Originalfläche; 4×= vierfache Originalfläche

^b Ganzer Hang bzw. ganzes Gebiet

Unten Das tagaktive Alpen-Widderchen *Zygaena exulans* gehört zu den Nachtfaltern, hier auf dem Drachenkopf *Dracocephalum ruyschiana*. Foto C. Körner



Von den in der Schweiz vorkommenden ca. 3700 Arten sind über 90% nachtaktiv oder unscheinbar klein (sogenannte Kleinschmetterlinge). Die am besten bekannten Tagfalter machen mit 182 Arten in der Schweiz nur einen kleinen Teil dieser grossen Vielfalt aus. In ihrem Entwicklungszyklus sind Schmetterlinge eng an Pflanzen gebunden: als Raupen fressen sie Blätter und anderes Pflanzengewebe, als Falter besuchen sie Blüten auf der Suche nach Nektar und bestäuben dabei viele Blütenpflanzen. Die meisten Raupen fressen nur ganz bestimmte Pflanzenarten und sind damit vom Vorkommen ihrer Wirtspflanzen abhängig. Eine hohe Diversität von Schmetterlingen setzt somit eine hohe Pflanzendiversität voraus.

Indikatoren der Artenvielfalt

Der alpine Lebensraum mit seiner kurzen Vegetationszeit stellt besondere Herausforderungen an die wechselwarmen Schmetterlinge. Alpine Schmetterlinge verbringen einen grossen Teil ihres Lebens als Ei, Raupe oder Puppe. Viele alpine Schmetterlinge haben im Gegensatz zu talbewohnenden Vertretern dunkle Flügel und nutzen damit jeden Sonnenstrahl, um sich aufzuwärmen. Tagfalter haben sich wiederholt als ausgezeichnete Indikatoren für die Artenvielfalt anderer Organismen erwiesen – obwohl sie zahlenmässig weit hinter den anderen Schmetterlingsfamilien zurückliegen. Da die Raupen- und Puppenstadien schwer zu identifizieren sind, bezieht sich unser Erstinventar auf erwachsene, fliegende Tiere. Diese können naturgemäss schwer einem einzelnen, bestimmten Lebensraum zugeordnet werden (insbesondere, wenn sie bei Nacht durch Licht angelockt werden).

Auf den insgesamt 11 verschiedenen Lebensraumtypen konnten wir 27 Tagfalterarten feststellen, was rund 15% der in der Schweiz vorkommenden Tagfalterarten entspricht. Dieser Wert erstaunt, wenn man bedenkt, dass wir diese hohe Artenzahl in nur gerade vier Tagen (allerdings bei gutem Wetter) erheben konnten. Unter den festgestellten Tagfalterarten figurieren auch einige Besonderheiten, wie der Schwarzgefleckte Bläuling und charakteristische alpine Scheckenfalter. Ebenso waren Mohrenfalter, die in den Alpen ihren Verbreitungsschwerpunkt haben, auf den Untersuchungsflächen artenreich vertreten (Seite 37

oben rechts). Mohrenfalter können oft an feuchten Erdstellen oder auch auf verschwitzten Wanderhosen beim Saugen von Mineralien beobachtet werden. In der alpinen Stufe haben einige Arten von sonst nachtaktiven Schmetterlingsfamilien, wohl wegen der unwirtschaftlichen nächtlichen Bedingungen, ihre Aktivität auf den Tag verschoben.

Die Vielfalt zeigt sich in der Nacht

Während tagaktive Schmetterlinge jeder kennt, gehen die nachtaktiven Arten oft vergessen oder werden als «Motten» bezeichnet – und damit ganz zu unrecht stiefmütterlich behandelt. Viele nachtaktive Arten sind nicht nur ähnlich schön wie tagaktive Arten, sondern bilden auch den grössten Teil der Artenvielfalt. Wir haben Falter mit Licht angelockt und bestimmt. Innerhalb von vier Nächten konnten wir so insgesamt 77 verschiedene nachtaktive Schmetterlingsarten beobachten. Einige wie der Heidelbeer-Alpenspanner *Gnophos obfuscatus* waren nur mit wenigen Individuen vertreten. Andere wie der Eulenfalter *Agrotis simplonia* wurden in Dutzenden bis Hunderten von Individuen vom Licht angelockt.

Die meisten der beobachteten Arten sind typische Vertreter der alpinen Fauna und verbringen den ganzen Lebenszyklus auf Meereshöhen über 2000 m. Die kurze Vegetationszeit führt dazu, dass sie im Gegensatz zu den talbewohnenden Arten nur eine Generation im Jahr ausbilden oder sogar mehrere Jahre für ihren Entwicklungszyklus brauchen. Die Flügelzeichnung vieler alpiner Nachtfalter besteht typischerweise aus einem Muster aus Grau- und Brauntönen, dadurch sind die tagsüber ruhenden Tiere gut getarnt. Die Fotos der unteren Hälfte der Seite 37 zeigen eine Auswahl von solchen Faltern aus zwei verschiedenen Schmetterlingsfamilien.

Nebst lokalen Arten beobachteten wir auch sogenannte Wanderfalter. Es handelt sich dabei um Arten, welche die Alpen von Süden her überqueren und dann weiter nach Norden fliegen, wie zum Beispiel die Gammaeule (*Autographa gamma*). Die zentrale Lage im Alpenmassiv und die Verbindung ins Wallis machen die Furkaregion zu einem Schmetterlingsparadies. Es würde sich lohnen, hier vermehrt zu forschen.

Kleinschmetterlinge – Nicht nur unscheinbar

Der Begriff «Kleinschmetterlinge» (Microlepidoptera) ist nicht eindeutig; die Grossklein-Grenze ist fliessend. Ausser unscheinbaren Winzlingen gibt es auch auffällige und grosse Falter. In Abwesenheit eines Spezialisten für diese Gruppe wurden insgesamt 22 Arten, Zünsler (Pyrilidae), Federgeistchen (Pte-

rophoridae), Wickler (Tortricidae), Sackträger (Psychidae), Palpenmotten (Gelechiidae) und Ziermotten (Scytrididae) durch Sichtbeobachtung und zum Teil durch gezielte Kescherfänge gesammelt, präpariert und bestimmt. Drei Arten wurden von Jürg Schmid (Ilanz) bestimmt. Georg Artmann-Graf



Tag- und Nachtfalter

Oben links Ein Pärchen des Ähnlichen Perlmutterfalters *Bolonia napaea* auf einem Alpen-Vergissmeinnicht *Myosotis alpestris*

Oben rechts Der Blindpunkt-Mohrenfalter *Erebia mnestra* auf Alpenaster *Aster alpinus*.
Fotos A. Erhardt



Mitte Die Schwarzgraue Alpen-Erdeule *Chersotis ocellina* beim Nektarsaugen auf einer Langstieligen Distel *Carduus defloratus*. Foto A. Erhardt



Alpine Nachtfalter: Einige typische, alpine, nachtaktive Schmetterlinge. Charakteristisch ist die Flügelzeichnung, die oft den lokal vorkommenden Gesteinstypen gleicht

Unten links Der Heidelbeer-Alpenspanner *Gnophos obfuscatus*

Unten rechts Die Simplon-Erdeule *Agrotis simplonia*

Ganz unten links Die Habichtskraut-Silbereule *Autographa aemula*

Ganz unten rechts Die Graue Nelkeneule *Hadaena caesia*

Fotos F. Altermatt



Käfer: Räuber und Pflanzenfresser

Käfer sind die artenreichste Gruppe im Tierreich. Sie kommen in allen Lebensräumen der Welt vor, von trockenen Wüsten bis ins Hochgebirge. In der Furkaregion konnten 111 Arten nachgewiesen werden, vor allem Kurzflügel-, Lauf-, Rüssel- und Blattkäfer.

Eva Sprecher, Christoph Germann, Irene Schatz, Salome Steiner und Alex Szallies

Die Käfer sind mit weltweit etwa 400 000 beschriebenen Arten die artenreichste Insektenordnung. Mehr als ein Viertel aller bekannten Tierarten sind Käfer. Allein in Mitteleuropa leben gegen 8000 Arten, in der Schweiz deren 6500. Käfer sind an den zu Flügeldecken umgewandelten Vorderflügeln zu erkennen. Die meisten Arten können fliegen, manche haben ihre Hinterflügel reduziert und sind flugunfähig. Oft sind sie bunt gefärbt und mit flaumigen Haaren, Borsten oder Hörnern versehen. Ihre Körpergrösse reicht von Zwergen mit weniger als einem Millimeter Länge bis zu 18 cm grossen «Riesen». In der Schweiz ist der Hirschkäfer die grösste Käferart, das Männchen wird mit Geweih bis zu 8 cm gross.

Käfer zeigen spezielle Anpassungen an ihren Lebensraum, zum Beispiel Schwimm-, Grab- oder Laufbeine, eine abgeplattete oder eine rundovale Körperform. Einige Arten betreiben Brutfürsorge und betreuen ihren Nachwuchs, manche können sogar akustisch miteinander kommunizieren.

Die Beziehung der Menschen zu den Käfern ist zwiespältig. Oft werden Käfer Schädlingen gleichgesetzt, was selten zutreffend ist. Zwar werden Arten wie der Kartoffel- oder der Borkenkäfer vom Menschen vehement bekämpft, aber Nützlinge wie die Blattlaus verzehrenden Marienkäfer oder die nach Borkenkäfern jagenden Ameisenbuntkäfer spielen eine wichtige Rolle bei der Dezimierung von Schadinsekten. Das Nahrungsspektrum ist sehr breit, es gibt fast keine Substanz auf der Welt, die nicht von einer bestimmten Käferart als Nahrung auserlesen wurde. Als Räuber, Pflanzenfresser, Abbauer tierischer und pflanzlicher Produkte wie Kot, Aas oder Totholz bewohnen sie alle erdenklichen Lebensräume.

111 Käferarten nachgewiesen

Im Rahmen der Hotspot-Tage wurden Käfer unter Steinen oder an Wirtspflanzen direkt aufgelesen, andere mit einem Fangnetz aus der Vegetation gewischt oder aus dem Wasser gefischt, mit einem Klopfschirm von grösseren Pflanzen geklopft, nachts mit Lichtfallen angelockt oder mit einem Käfersieb aus der Boden- und Pflanzenstreu gesiebt.

Insgesamt konnten in der Furkaregion 111 Arten zusammengetragen werden, davon 105 auf den Hotspot-Lebensräumen und 5 in zusätzlichen Flächen (Blockschutt). Über 60% der nachgewiesenen Arten sind montan-alpin, alle weiteren Arten können als weit verbreitete Ubiquisten bezeichnet werden. Besonders erwähnenswert ist *Psylliodes schwarzi*. Dieser Blattkäfer wurde hier erstmals für die Zentralschweiz nachgewiesen. Er war bisher nur aus dem Monte Rosa-Gebiet, Frankreich und Italien bekannt.

Erwartungen weit übertroffen

In der alpinen Stufe nimmt die Artenzahl der Käfer mit der Höhe stark ab. Weit verbreitete Generalisten werden von teilweise nur kleinräumig verbreiteten alpinen Arten abgelöst, zudem nimmt die Fläche des verfügbaren Lebensraums in der Vertikalen stetig ab. Alpine Käfer sind meist wenig flugfreudig oder sogar flugunfähig. Die Funde im Furkagebiet entsprechen etwa den Arten, die im alpinen Lebensraum zu erwarten sind. Sie sind mit der alpinen Fauna anderer Gebiete vergleichbar; allerdings gibt es aus den Zentralalpen der Schweiz wenige Angaben. Am artenreichsten war der Violettschwingelrasen, am artenärmsten der Nacktriedrasen. Innerhalb von nur vier Tagen wurden erstaunlicherweise über zwei Drittel der zu erwartenden Käferarten gefunden.

Die Anzahl Käferarten (pro Käferfamilie) in den verschiedenen Lebensraumtypen. Die Spalte Taxa beschreibt die absolute Anzahl an Arten

Familie	Dt. Familienname	Taxa	Anzahl Käferarten											
			1 ^a	2 ^b	3	4 ^b	5	6	7	8 ^b	9	10	11	
Apionidae	Zwerggrüssler	1				1								
Byrrhidae	Pillenkäfer	1		1			1				1	1	1	
Cantharidae	Weichkäfer	8		2		7		1	1					
Carabidae	Laufkäfer	19 (20) ^c	7	11	9	4	3	1			6		2	
Chrysomelidae	Blattkäfer	15 (16)	5	4	4	11	5	2	3	4	2		2	
Cicindelidae	Sandlaufkäfer	2				2								
Coccinellidae	Marienkäfer	2	1	1	1	1	1							
Curculionidae	Rüsselkäfer	12 (14)	7	4	3	8		1			6	3	1	
Dasytidae	Wollhaarkäfer	3	1	1	1	3		1					1	
Dytiscidae	Schwimmkäfer	1											1	
Elateridae	Schnellkäfer	2				2								
Hydrophilidae	Wasserkäfer	5	1	2		1	1		1	1			2	
Lathridiidae	Moderkäfer	1	1											
Nitidulidae	Glanzkäfer	2			1						1			
Scarabaeidae	Blatthornkäfer	4		1		3	1		1	1				
Staphylinidae	Kurzflügelkäfer	27 (29)	4	2	8	9	7	4	4	8	9	1	3	
Total		105 (111)	27	29	27	52	19	10	10	28	15	5	11	

^a 1 Bürstlingsrasen, 2 Bürstlingsrasen mit Besenheide, 3 Zwergstrauchheide mit Alpenazalee, 4 Violettschwingelrasen, 5 Rasen mit Solifluktion, Nordhang, 6 Krummseggenrasen, 7 Nährstoffreiche Rasen, Westhang, 8 Schneetälchen, 9 Gletschervorfeld, 10 Nacktriedrasen, 11 Flachmoor

^b in den Lebensraumtypen 2, 4, 8 wurden beide Flächen untersucht

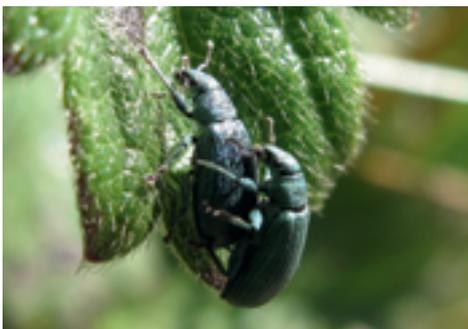
^c (plus Extraflächen)



Alpine Käfer

Oben Der Blattkäfer *Cryptocephalus aureolus* ist häufig auf Habichtskraut zu finden. Fotos E. Sprecher

Mitte Der alpine Rüsselkäfer *Barynotus margaritaceus* lebt polyphag auf krautigen Pflanzen. Hier am Laufen auf der Landkartenflechte *Rhizocarpon geographicum*. Foto C. Germann



Unten links Der Hochgebirgrüssler *Polydrusus amoenus*. Sein «Rüssel» ist vorne kaum verengt. Er ernährt sich polyphag

Unten recht Der Gebirgsblattkäfer *Oreina bifrons* kommt von den Alpen bis in die Karpaten vor, und ist häufig auf Doldengewächsen zu finden. Fotos C. Germann

Kurzflügelkäfer: der Wurm unter den Käfern

Die Kurzflügelkäfer sind die artenreichste Käferfamilie, deshalb werden sie hier separat behandelt. Weltweit sind 57 000 Arten an Kurzflügelkäfern bekannt. In Mitteleuropa leben ca. 2200, in der Schweiz rund 1500 Arten. In der Furkaregion fanden wir in nur drei Tagen 23 Arten. Dank Nachbestimmungen waren es schliesslich 29 Arten.

Irene Schatz

Anzahl Arten von Kurzflügelkäfern pro Lebensraumtyp

Lebensraumtyp	Artenzahl
Bürstlingsrasen	4
Bürstlingsrasen mit Besenheide	2
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	8
Violettschwingelrasen	9
Rasen mit Solifluktion, Nordhang	7
Krummseggenrasen	4
Nährstoffreicher Rasen, Westhang	4
Schneetälchen	8
Gletschervorfeld	9
Nacktriedrasen	1
Flachmoor	3

Im Gegensatz zum typisch steifen Körperbau eines Käfers sind Kurzflügler durch einen langen, beweglichen Hinterleib an das Leben in lückigen Räumen angepasst. Die Deckflügel sind entsprechend verkürzt, und die häutigen Flügel liegen gefaltet unter den kurzen Deckflügeln, können aber zum Flug entfaltet werden. Die wurmförmige Gestalt ist der Schlüssel für den evolutiven Erfolg dieser Käferfamilie. Die meisten Arten leben auf und in der Bodenoberfläche. Die Körpergrösse der Kurzflügelkäfer variiert stark, von winzigen, bodenlebenden Arten mit knapp über 1 mm Länge bis ca. 3 cm grossen, auf der Bodenoberfläche laufaktiven Formen.

Kurzflügelkäfer sind meist aktive Räuber, die sich von anderen Insekten und deren Entwicklungsstadien sowie Fadenwürmern und anderen Wirbellosen ernähren. Es gibt aber auch Arten, die Pilze fressen oder sich von toter organischer Substanz ernähren, in Fliegenpuppen parasitieren sowie Pollen oder Algen fressen.

Das Leben im Hochgebirge erfordert besondere Spezialisierungen, vor allem die Anpassung des Lebenszyklus an die kurze Vegetationsperiode. Viele Gebirgsbewohner sind flugunfähig geworden, wodurch sie weniger vom Wind verblasen werden. Auch die in tieferen, feucht-kühlen Bodenschichten lebenden Arten sind meist flugunfähig.

Während drei Feldtagen wurden in elf der 21 Hotspotflächen insgesamt 27 Arten von Kurzflüglern gesammelt, 2 Arten wurden noch ausserhalb der Hotspotflächen gefunden. Am artenreichsten war der Violettschwingelrasen und das Gletschervorfeld (siehe Tabelle). Dies entspricht knapp der für die Höhenstufe zu

erwartenden Anzahl, umfasst jedoch sicher nicht das gesamte Artenspektrum des Furkagebietes. Unter den Arten, die in den obersten Bodenschichten leben, konnte *Leptusa piceata* nachgewiesen werden, eine winzige Art mit extrem verkürzten Deckflügeln, rückgebildeten Flügeln und sehr kleinen Augen.

Der bemerkenswerteste Fund gelang im Gletschervorfeld mit *Mycetoporus inaris*, einer seltenen Art, die in der Schweiz erst mit wenigen Funden bekannt ist und dem arktisch-alpinen Verbreitungstyp angehört (d. h. Vorkommen in Skandinavien und den mitteleuropäischen Hochgebirgen, aber nicht in den dazwischenliegenden Tiefländern). Es handelt sich um an Kälte angepasste Tiere, die nach Abklingen der Eiszeit nur im Hochgebirge und in arktischen Breiten überleben konnten. Im Furkagebiet kommt auch die an Feuchtigkeit angepasste Gebirgsart *Olophrum consimile* im Flachmoor und in Schneetälchen vor.

Besonders zahlreich und leicht zu beobachten sind blütenbesuchende Kurzflügler. Arten der Gattung *Eusphalerum* (zwei Arten) konnten in den Blüten von *Ranunculus* und *Geum* gesammelt werden, wo sie sich von Pollen ernähren. Vertreter der Gattung *Anthophagus* (4 Arten) sind im Untersuchungsgebiet in Blüten verschiedener Pflanzen zu beobachten, wo sie allerdings als Räuber anderen Insekten auflauern. Die Männchen mancher Arten weisen als «Supermachos» Kopfhörner und über-grosse Kiefer auf.



Kurzflügelkäfer

Oben rechts *Anthophagus alpinus*-Männchen («Supermacho») mit übergrossen Kiefern und Stirnhörnern

Unten links *Anthophagus alpinus*, ein in Blüten lauernder Räuber. Die Art kommt nur in den Gebirgen Mitteleuropas und in Nordeuropa vor

Unten rechts *Leptusa piceata*, einer der kleinsten bodenlebenden Kurzflügelkäfer. Die flugunfähige Art kommt nur in den Alpen vor.

Fotos I. Schatz



Wanzen und Blattflöhe: saugende Winzlinge

Wanzen und Blattflöhe entwickeln sich über fünf Larvenstadien ohne Puppenruhe zum erwachsenen Insekt. Weltweit sind rund 40 000 Wanzen- und 4000 Blattfloharten beschrieben. Zusammen mit den Zikaden und den übrigen Pflanzenläusen bilden sie die grosse Gruppe der Schnabelkerfe (Hemiptera), die durch ihren Saugrüssel charakterisiert sind. Die meisten Schnabelkerfe sind Pflanzensaftsauger, gewisse Wanzen ernähren sich aber von anderen Insekten oder Wirbeltierblut (z.B. die Bettwanze). Die Artenvielfalt nimmt mit zunehmender Höhe über Meer ab. In der alpinen Stufe leben Wanzen und Blattflöhe bevorzugt in Polsterpflanzen oder niederliegenden Zwergsträuchern.

Die Pflanzensaftsauger können grosse Populationen aufbauen und so durch ihre Saugaktivität ihre Wirtspflanzen stark beeinflussen, was zu Krüppelwuchs oder sogar Absterben der Wirtspflanze führen oder die Samenbildung reduzieren kann. Wanzenarten, die von anderen Tieren leben, können ihrerseits Populationen von Pflanzenschädlingen regulieren. Viele Wanzen- und Blattfloharten kommen in kleinen Populationsdichten vor und haben nur einen sehr geringen, direkten Einfluss auf ihren Lebensraum.

Die Tiere wurden auf der Furka gezielt von Wirtspflanzen mit dem Kescher gesammelt. Zusätzlich wurden einige Wanzen in Proben der Bodenfallen für Spinnen und aus Bodenproben gefunden. Auf den Hotspotsflächen konnten 13 Wanzenarten (83 Tiere) aus 7 Familien und 7 Blattfloharten (50 Tiere) aus drei Familien nachgewiesen werden.

Die Bodenwanze *Nithecus jacobaeae* ist typisch für die alpine Stufe und war die häufigste Wanzenart während der Feldtage (siehe Foto). Die Gitterwanze (Tingidae) *Acalypta nigrina* konnte nur in Bodenfallen und Bodenproben nachgewiesen werden. Unter den Blattflöhen ist der Erlenblattfloh (Psyllidae) *Psylla alni* sicher keine auf der Passhöhe beheimatete Art und wurde vermutlich von tieferen Lagen verweht.

Medienberichten zufolge haben Bettwanzen in letzter Zeit auch in der Schweiz, vor allem in militärischen Unterkünften stark zugenommen. Da die erwachsenen Bettwanzen relativ unempfindlich gegen Kälte sind und bis zu 40 Wochen ohne Nahrung auskommen, wurden auch die ALPFOR-Gebäude (ehemaliges militärisches Truppenlager) auf hochalpine Bettwanzen untersucht, es konnten aber keine nachgewiesen werden.

Von diesen weltweit verbreiteten Tiergruppen wurden 40 Arten auf der Furka festgestellt. Die meisten von ihnen sind sehr klein und saugen Pflanzensäfte. Viele Wanzen und fast alle Blattflöhe, besonders die Pflanzensaftsauger, sind sehr an ihre Wirtspflanzen gebunden. Am artenreichsten sind sie in den Tropen. In der alpinen Stufe finden wir sie als einsame Spezialisten, die versteckt und unauffällig leben. Kennt man jedoch ihre Biologie, kann man die gut angepassten Spezialisten auch im alpinen Gelände aufstöbern. Unter den auf der Furka nachgewiesenen Blattfloharten finden sich auch wenige, die aus tieferen Lagen auf die Passhöhe verweht wurden.

Denise Wyniger und Daniel Burckhardt

Wanzen- und Blattfloh-Arten

Für die meisten gibt es keine deutschen Namen

Namen	Habitatcode*
Bodenwanzen (Lygaeidae)	
<i>Nithecus jacobaeae</i>	8
<i>Nysius</i> sp.	1
<i>Trapezonotus desertus</i>	1, 6, 8
Gitterwanzen (Tingidae)	
<i>Acalypta nigrina</i>	6, 7
Weitere Wanzen	
<i>Coriomeris alpinus</i>	2
<i>Mecomma dispar</i>	4
<i>Stenodema holsata</i>	4
<i>Dolycoris baccarum</i>	1, 4
<i>Eurydema rotundicollis</i>	5
<i>Rhinocoris</i> sp.	6
<i>Salda littoralis</i>	5
<i>Saldula</i> sp.	11
Blattflöhe auf Zwergweiden	
<i>Cacopsylla nigrita</i>	4
<i>Cacopsylla pulchra</i>	1, 2, 4, 8, 11
Blattflöhe auf Frauenmantel	
<i>Bactericera bohémica</i>	9
<i>Bactericera femoralis</i>	3, 6, 7
Weitere Blattflöhe	
<i>Craspedolepta flavipennis</i>	8
<i>Psylla alni</i>	5
<i>Trioza cerastii</i>	4

*1 Bürstlingsrasen, 2 Bürstlingsrasen mit Besenheide, 3 Zwergstrauchheide mit Alpenazalee, 4 Violetschwingelrasen, 5 Rasen mit Solifluktion, Nordhang, 6 Krummseggenrasen, 7 Nährstoffreiche Rasen, Westhang, 8 Schneetälchen, 9 Gletschervorfeld, 10 Nacktriedrasen, 11 Flachmoor



Wanzen und Blattflöhe

Oben *Cacopsylla pulchra* ist ein paläarktischer Blattfloh, der sich auf verschiedenen Weidenarten entwickelt und bis in die alpine Höhenstufe vorkommt. Foto D. Burckhardt

Mitte Die Bodenwanze *Nithecus jacobaeae*, aus der Familie der Bodenwanzen (Lygaeidae). Die Flügel sind deutlich verkürzt. Foto D. Wyniger



Unten Die Rotbeinige Baumwanze *Pentatoma rufipes*. Diese grosse Wanze kommt auf Höhen von bis zu 1500 m ü. M. vor (hier auf 2440 m ü. M. fotografiert). Sie saugt sowohl Pflanzensäfte als auch an Insekten. In tieferen Lagen ist sie auf verschiedenen Laubbäumen (Birke, Hasel, Erle) und Nadelhölzern (Kiefer und Fichte) anzutreffen. Foto E. Hiltbrunner

Hundertfüssler: flink und lichtscheu

Hundertfüssler sind eine nicht sehr bekannte Gruppe von vielbeinigen, räuberisch lebenden Gliedertieren. Man findet die vorwiegend nacht-aktiven Tiere meist nur verborgen unter Steinen, Streu oder im Humus sowie grabend im Boden. Von den 40 bekannten Arten in den Alpen wurden auf der Furka 4 gefunden.

Edi Stöckli

Alpine Hundertfüssler

Unten links *Lithobius lucifugus*, ein «Steinkriecher» mit langem Körper und 30 Beinen. Dank des flachen, abgeplatteten Körpers mit den relativ kurzen Beinen können sich die Tiere unter Steinen oder in kleinsten Ritzen verkriechen. Dadurch sind sie vor Feinden und auch vor Austrocknung geschützt

Unten rechts *Lithobius lucifugus*, Kopfunterseite mit Giftklauen und Mundwerkzeugen. Das injizierte Gift lähmt oder tötet die Beute sehr schnell. Weitere Bestandteile des Giftes wirken vorverdauend; vereinfacht die Zerkleinerung und Aufnahme der Nahrung mit den Mundwerkzeugen. Fotos E. Stöckli

Die Hundertfüssler (Chilopoda) gehören zusammen mit den Doppelfüsslern (Diplopoda) sowie zwei weiteren kleineren Gruppen wissenschaftlich zu den Tausendfüsslern (Myriapoda). Im allgemeinen Sprachgebrauch wird oft keine Unterscheidung dieser Gruppen gemacht, und so werden sowohl Hundert- wie auch Doppelfüssler als «Tausendfüssler» bezeichnet.

Die Hundertfüssler lassen sich an ihrem langgestreckten, eher flachen Körper mit dem in zahlreiche gleichartige Segmente unterteilten Rumpf gut erkennen. An jedem Rumpfsegment sitzt ein Beinpaar, wobei das letzte oft stark vergrössert oder verlängert sein kann. Die Anzahl der Beinpaare ist je nach Familie und Art unterschiedlich (15 bis 191). Auf der Kopfunterseite befinden sich die beissend-kauenden Mundgliedmassen mit den grossen zangenartigen Kieferfüssen, durch die Gift in die Beute gespritzt wird. Die lichtscheuen und zumeist sehr flinken Hundertfüssler jagen vorwiegend nachts. Das Aussenskelett der Tiere ist wasserdurchlässig und schützt wenig vor Austrocknung. Deshalb halten sich die feuchtigkeitsliebenden Tiere je nach Art unter Steinen, Baumrinde, in der Bodenstreu sowie in den oberen Bodenschichten auf.

Weltweit sind 3150 Arten beschrieben. In der Schweiz kennt man aus der Literatur und aus Museumssammlungen rund 65 Arten. Da nur wenige Wissenschaftler sich mit den Hundertfüsslern beschäftigen, ist der Kenntnisstand zu dieser Gruppe stark ausbaufähig.

Während 4 Tagen wurden auf der Furka insgesamt 30 Individuen an Hundertfüssler gefangen, die meisten davon unter Steinen als Handfänge mit Hilfe einer Pinzette. Zwei Tiere landeten in Becherfallen, und eines stammte sogar als Treibnetz-Beifang aus einem Bach.

Unter der Stereolupe konnten 4 Arten bestimmt werden. Bis auf einen «Erdläufer» (Lino-taeniidae) stammen alle Exemplare aus der Familie der «Steinkriecher» (Lithobiidae). Zwei Drittel (21) aller Individuen gehören zu der Art *Lithobius lucifugus*, welche oft in den Alpen gefunden wird. Diese 4 Arten repräsentieren

aber sicherlich nicht das ganze Artenspektrum, welches im Furkagebiet vorkommt. Gemäss Literatur könnten im Alpenraum in Höhenlagen von über 2200 m ü. M. rund 30 Arten gefunden werden. Möglicherweise hatte die relativ späte Schneeschmelze 2012 und die Beschränkung auf Arten, die unter Steinen leben, das Spektrum eingeschränkt. Die Fänge verteilten sich über die verschiedenen Lebensraumtypen; eine Vorliebe für bestimmte Lebensräume liess sich aufgrund der tiefen Artenzahl nicht erkennen.



Hornmilben: gepanzerte Minimonster

Milben sind Vertreter der Spinnentiere und kommen in unterschiedlichsten Lebensräumen vor: als Parasiten an Pflanzen und Tieren, als Räuber am Land und im Wasser und als Zersetzer beim Abbau der Bodenstreu. Während der Hotspottage wurden die Hornmilben (Oribatiden) bearbeitet. Sie sind winzig klein (0.2 bis 1 mm gross) und häufige Bewohner der obersten Bodenschichten, der Moose und der Streuauflage. In Waldböden können mehrere hunderttausend Tiere pro Quadratmeter gefunden werden. Sie sind keine Parasiten, sondern ernähren sich von Algen, Bakterien, Pilzen und toten Pflanzenteilen. Im Nährstoffkreislauf des Bodens spielen sie eine wichtige Rolle und tragen zur Verbreitung von Pilzsporen bei.

Die meisten Arten weisen sehr spezifische Ansprüche an den Lebensraum auf. Der überwiegende Teil lebt in Blatt- und Nadelstreu, Humus oder Totholz. Es gibt aber auch ausgesprochen trockenresistente Arten in Trockenwiesen oder Flechtenaufwuchs auf Steinen und Rinde, andere sind an Wasserpflanzen gebunden. Weltweit sind derzeit 11 000 Arten bekannt, man schätzt, dass etwa fünf Mal so viele Arten noch nicht entdeckt sein dürften. Für die Schweiz sind bisher 440 Arten bekannt. Trotz der zeitlich bedingt limitierten Probenzahl (1 bis 2 Boden- und Streuproben pro Lebensraumtyp) wurden in den Probeflächen auf der Furka 88 Hornmilbenarten aus 32 Familien gefunden. Davon sind 20 Arten Neumeldungen für die Schweiz, weitere 4 Arten Neumeldungen für die Schweizer Alpen. Möglicherweise sind 3 Arten noch unbekannt und neu für die Wissenschaft. Der überwiegende Teil der bekannten Arten weist eine weite Verbreitung auf: Europa, Eurasien bis weltweit. Dagegen sind 8 Arten auf den Alpenraum beschränkt.

Hornmilben können im Hochgebirge sehr hoch hinaufsteigen und sind aus extremsten Lebensräumen bekannt. Am Dom de Mischabel (Walliser Alpen) wurde eine Hornmilbe auf 4505 m Höhe gefunden; im Himalaya bis auf 6000 m Höhe. Auch im Gletschervorfeld unter dem Muttgletscher wurden unter der Vegetation und in Moospolstern 7 Arten gefunden, darunter sind 4 als ausgesprochen hochalpin bekannt. Der Violettsschwingelrasen beherbergt die meisten Hornmilbenarten (55 Arten). An diesem südexponierten Standort mit Karbonateinfluss und einer vielfältigen Pflanzenwelt sind offensichtlich auch Bedingungen für Hornmilbenarten mit verschiedensten Lebensansprüchen gegeben. Im Flachmoor leben nur 6 Hornmilbenarten, darunter erwartungsgemäss typische Sumpf- und Feuchtwiesenbewohner.

Anzahl Arten Hornmilben pro Lebensraumtyp

Lebensraumtyp	Artenzahl
Bürstlingsrasen	25
Bürstlingsrasen mit Besenheide	34
Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	30
Violettsschwingelrasen	55
Rasen mit Solifluktion, Nordhang	13
Krummseggenrasen	22
Nährstoffreicher Rasen, Westhang	21
Schneetälchen	9
Gletschervorfeld	7
Nacktriedrasen	19
Flachmoor	6

Insgesamt wurden 88 verschiedene Hornmilbenarten (Acari) aus 32 Familien in den Böden rund um den Furkapass gefunden, darunter konnten 20 Arten erstmalig für die Schweiz nachgewiesen werden; 3 Arten stellen sogar Neufunde dar. Der Violettsschwingelrasen war mit 55 Hornmilbenarten der artenreichste Lebensraum.

Heinrich Schatz und Barbara M. Fischer

Alpine Hornmilben



Oben *Niphocepheus nivalis* – eine ausgesprochen alpine Hornmilbenart, die vorwiegend unter Steinen lebt. Sie wurde von Josef Schweizer (1922) vom Galenstock über dem Furkapass beschrieben. Mittlerweile wurde diese Art in verschiedenen Gebirgsstöcken der Alpen sowie auch ausserhalb der Alpen in Europa und Nordasien angetroffen. Foto H. Schatz

Unten links *Liochthonius sellnicki* – die kleinste in dieser Untersuchung angetroffene Hornmilbe mit einer Länge von 0.2 mm. Diese Art ist in den Alpen weit verbreitet

Unten rechts *Tectocepheus* sp. – eine bisher unbeschriebene Hornmilbenart, die bereits mehrfach in höheren Lagen der Alpen gefunden wurde und deren Vorkommen offensichtlich auf das Hochgebirge beschränkt ist. Fotos K. Pfaller und B. M. Fischer



Spinnen: Jäger mit grosser Wirkung

Spinnen sind allgegenwärtig und spielen eine Schlüsselrolle in der Nahrungskette im Ökosystem. Auf der Furka wurden in wenigen Hochsommertagen 40 Arten identifiziert, davon waren 31 für den Kanton Uri noch nicht bekannt. Weitere Untersuchungen in drei Folgesommern liessen die Anzahl Spinnenarten auf 59 ansteigen.

Ambros Hänggi

Anzahl Spinnenarten in den Habitaten

Hab.-code	Lebensraumtyp	Anzahl Spinnenarten
1	Bürstlingsrasen	11
2	Bürstlingsrasen mit Besenheide	13
3	Zwergstrauchheide mit Alpenazalee	12
4	Violettschwingelrasen	5
5	Rasen mit Solifluktion, Nordhang	8
6	Krummseggenrasen	12
7	Nährstoffreiche Rasen, Westhang	9
8	Schneetälchen	9
9	Gletschervorfeld	6*
10	Nacktriedrasen	5
11	Flachmoor	3*

*ausschliesslich Handfänge, in den anderen Lebensraumtypen Fänge mittels Bodenfallen und Handfängen

Begegnungen mit Spinnen lösen entweder Entsetzen oder grosse Faszination aus – kaum jemand ist diesen Tieren gegenüber gleichgültig gestimmt. Dabei weiss man immer noch wenig über diese kaum sichtbaren, aber allgegenwärtigen Tiere. Die meisten der 970 in der Schweiz bekannten Spinnenarten sind kleiner als 4 mm. Sie leben verborgen im Gras, und viele von ihnen sind nachtaktiv.

Spinnen haben einen zweiteiligen Körper. Am Vorderkörper findet man 8 Beine und 2 kleinere Taster; viele haben 8 Augen (einige Arten weniger). Spinnen besitzen vorne am Vorderkörper zwei kieferartige Extremitäten mit den Giftklauen. Alle Spinnen weisen Giftdrüsen auf, aber nur ganz wenige können mit ihren Giftklauen die menschliche Haut durchdringen. Zudem sind die Giftmengen unserer einheimischen Spinnen so klein, dass für Menschen keine Gefahr besteht.

Ganz hinten am Ende des Hinterkörpers befinden sich die Spinwarzen mit den Spinndrüsen, wo die Spinneide, ein unglaublich vielseitiger Werkstoff, austritt. Spinneide wird für wunderbare Fangnetze verwendet, für Wohngespinnste, Kokons zum Schutz der Eier, Sicherheitsleinen, aber auch als Fadenfloss, mit dem sich kleine Spinnen vom Wind verdriften lassen (Altweibersommer).

Ökologischer Einfluss

Spinnen sind nicht nur artenreich, sondern auch zahlreich. Verschiedene Untersuchungen haben Häufigkeiten von 100 bis 600 Individuen pro m² ergeben. Ein Durchschnittswert liegt bei circa 130 pro m². Angenommen jede Spinne erbeutet pro Tag nur 0.001 g Insekten (dies entspricht einer Blattlaus) und die «Fresssaison» beträgt 100 Tage, so ergibt das eine Beutemenge von 130 kg pro Hektare – auf die Fläche der Schweiz hochgerechnet wäre das etwa gleich viel wie die Masse aller Menschen im Land. Ein anderer Vergleich sagt, dass die Spinnen etwa gleich viele Krabbeltiere vertilgen, wie die Gesamtheit der Vögel. So unauffällig die Spinnen auch sind, ihr ökologischer Einfluss ist gewaltig.

Zahlreiche Neufunde für den Kanton

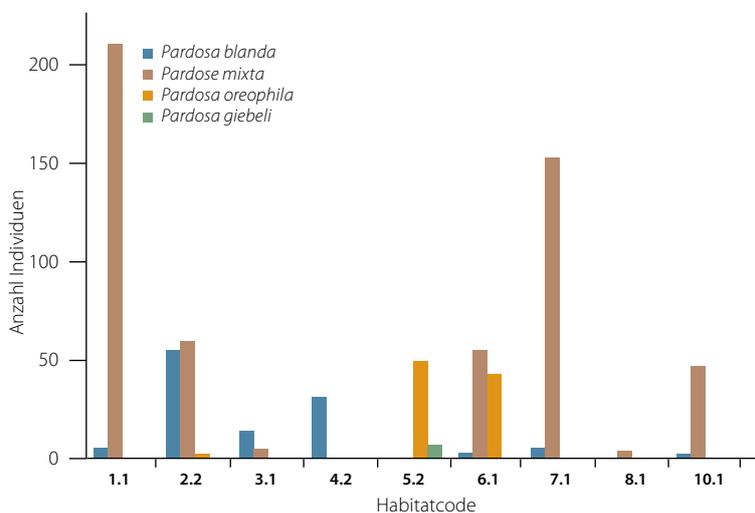
Auf der Furka wurden Spinnen mit zwei verschiedenen Methoden gesammelt: 1. Handfänge mittels Durchwühlen der Vegetation und von Streuproben. 2. Bodenfallen, die 14 Tage im Feld waren (ebenerdig eingegrabene Becher – alles was über den Rand läuft wird eingefangen). Gesamthaft wurden 1369 Tiere gesammelt, welche sich auf 40 Arten verteilen. Die beiden Methoden lieferten keineswegs die gleichen Ergebnisse (siehe Tabelle), woraus man unschwer erkennen kann, dass auch die Sammelmethode einen grossen Einfluss auf das Ergebnis haben kann. In Bodenfallen sind die Männchen auf der Suche nach Paarungspartnerinnen meist häufiger zu finden als die Weibchen (über 60% der erwachsenen Spinnen waren Männchen).

Auch die Jahreszeit spielt eine grosse Rolle. Die Reifezeit der Männchen ist sehr kurz und zudem vom Mikroklima abhängig. Es kann somit sehr wohl sein, dass eine bestimmte Art an einem südexponierten Standort deutlich früher häufig auftritt als an einem nordexponierten Standort. Erst die Fänge während der gesamten schneefreien Zeit können hier ein verlässliches Bild geben.

Weil bis heute im Kanton Uri kaum Spinnen untersucht wurden, waren bisher erst 32 Arten bekannt; nur neun davon wurden in der Furkaregion wieder gefunden. Damit sind 31 der 40 Arten Neufunde für den Kanton. Dies hängt aber weniger mit der Furkaregion zusammen, als vielmehr mit den wenigen Untersuchungen in der alpinen Stufe. Die Arten verteilen sich nicht gleichmässig auf die ausgewählten Lebensraumtypen oder Habitattypen. Exemplarisch gezeigt wird dies anhand der Wolfspinnengattung *Pardosa* (siehe Grafik).

Spinnenfänge im Furkagebiet

Methode	Artenzahl		Individuenzahl			
		nur diese Methode	Männchen	Weibchen	Jungtiere	Total
Handfänge	31	17	21	101	107	229
Bodenfallen	23	7	725	331	84	1140
Total	40		746	432	191	1369



Häufigkeiten der vier Arten der Wolfspinnengattung *Pardosa* in den verschiedenen Habitaten (Bodenfallenfänge)



Alpine Spinnenarten

Oben Bodenfalle (weisser Becher) mit Regendach und Schutzgitter gegen Vögel und Säuger. Foto C. Körner



Links *Micaria alpina* (Plattbauchspinnen), Männchen. Die Art ist im Norden und in den Alpen verbreitet. Foto B. Thaler-Knoflach



Rechts *Pardosa mixta* (Wolfspinnen), Weibchen. Art der feuchten, alpinen Rasen. Foto H. Höfer



Links *Pardosa blanda* (Wolfspinnen), Weibchen. Typische Gebirgsart in alpinen Rasen und offenen Flächen Eurasiens. Foto H. Höfer



Rechts *Ozyptila atomaria* (Krabbenspinnen), Weibchen. Lebt an feuchten Stellen und kommt auch im Flachland vor. Foto C. Komposch



Links *Pardosa oreophila* (Wolfspinnen), Männchen. In Wiesen und offenen Flächen in über 1000 m Meereshöhe. Foto C. Komposch



Rechts *Pardosa mixta* (Wolfspinnen), Weibchen mit Kokon. Gebirgsart in feuchten Rasen. Foto H. Höfer



Links *Pardosa giebels* (Wolfspinnen), Männchen mit parasitärer Milbe am Hinterkörper. In den Alpen von 2000 bis 3000 m ü. M. Foto B. Thaler-Knoflach



Rechts *Thanatus coloradensis* (Laufspinnen), Männchen. Paläarktisch in den Gebirgen verbreitet. Foto B. Thaler-Knoflach

Spinnen haben meist keine deutschen Namen

Amphibien und Reptilien: alpin angepasst

Amphibien und Reptilien besiedeln auch höhere Lagen in den Alpen. Bei einigen Arten hat dies zu erstaunlichen Anpassungen geführt. Die Entwicklung geht oft über mehrere Sommer. Wie im Talgebiet sind Amphibien und Reptilien auch in den Alpen sehr gefährdet.

Denis Vallan

Amphibien und Reptilien sind wechselwarme Tiere. Ihre Körpertemperatur entspricht der Umgebungstemperatur. Aufgrund ihrer Lebensweise und der feuchten Haut sind Amphibien an Feuchtgebiete gebunden. Die Eiablage und die Entwicklung der Larven finden in der Regel in einem Gewässer statt.

Schwanz- und Froschlurche

Von den 20 in der Schweiz vorkommenden Schwanz- und Froschlurcharten konnten im Juli 2012 auf der Furka in der Nähe der langsam fließenden Gewässer oder in kleinen Tümpeln der Grasfrosch und der Bergmolch nachgewiesen werden. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kommt der Alpensalamander ebenfalls vor, liess sich jedoch aufgrund der trockenen Witterung nicht blicken. Die Erdkröte wurde beim Hotel Belvédère nachgewiesen (in 2270 m ü. M.). Es handelt sich um einen isolierten Fund. Das Leben im alpinen Lebensraum verlangt besondere Anpassungen, insbesondere an den kurzen Bergsommer. Die Nächte sind oft kalt, und am Tag kann es am Boden recht warm werden. Grasfrosch und Bergmolch, die am weitesten verbreiteten Amphibien der Schweiz, sind sehr anpassungsfähig und besiedeln eine Vielzahl von Feuchthabitaten. Nicht selten gehen Grasfrösche noch bei Schnee auf Partnersuche. Nach der Paarung legt der Grasfrosch eine Gallertmasse (selten zwei) ab, die meist 1000 bis 1500 Eier enthält (maximal bis zu 4500 Eier). Aus den Eiern schlüpfen je nach Temperatur nach 3 bis 5 Wochen die Kaulquappen. Nach Abschluss der Entwicklung verlassen die jungen Grasfrösche das Wasser. Manchmal sind sie jedoch gezwungen, den Winter als Kaulquappe in Gewässern zu verbringen und ihre Metamor-

phose erst im nächsten Frühling oder Sommer zu vollenden.

Der Alpensalamander ist nachtaktiv und zieht sich bei Tag in Ritzen und Spalten zurück. Lediglich bei regnerischem Wetter kommt er auch tagsüber aus seinem Versteck hervor. Als Anpassung an das alpine Klima bringt das Weibchen nach einer Tragzeit von zwei bis vier Jahren zwei vollständig entwickelte Jungtiere zur Welt.

Reptilien

Reptilien sind durch ihr Schuppenkleid vor Austrocknung geschützt, und ihre Eier, welche von einer Kalkschale geschützt sind, legen sie in der Regel an Land ab. Von den 13 in der Schweiz heimischen Reptilienarten konnte im Furkagebiet während der Hotspot-Tage lediglich die Wald- oder Bergeidechse nachgewiesen werden. Auch sie hat sich an das alpine Klima angepasst. 50 bis 90 Tagen nach der Paarung, im Bergfrühling bringt sie zwei bis fünf Jungtiere zur Welt. Die Eier werden gewissermassen im Leib ausgebrütet. Dazu «baden» die Weibchen in der Sonne. Diese spezielle Fortpflanzung (Ovoviviparie) ist vermutlich einer der Hauptgründe, warum diese Art so hoch in den Alpen vorkommen kann. Interessanterweise ist die Waldeidechse im südlichen Verbreitungsgebiet eierlegend.

In der Furkaregion sind ebenfalls Aspiviper (Gletsch), Kreuzotter (Tiefenbach) und Schlingnatter (Belvédère) nachgewiesen. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich jedoch nicht bis zur Furkapasshöhe (2436 m ü. M.).

Alpine Amphibien und Reptilien

Oben links Der Alpensalamander *Salamandra atra* kommt nur bei Regenwetter aus seinem Versteck. Foto F. Boehringer

Oben rechts Die Waldeidechse *Zootoca vivipara* (im Bild) oder Bergeidechsen sind als lebendgebärende Arten an den alpinen Lebensraum angepasst. Foto D. Vallan



Unten links Die Kreuzotter *Vipera berus* bei der Maad an der Furkapassstrasse entdeckt. Foto W. Arnold

Unten rechts Der Grasfrosch *Rana temporaria*. Eine anpassungsfähige Art, welche von tieferen Lagen bis 2500 m ü. M. vorkommt. Foto D. Vallan





Oben Dank der Schneedecke im Winter frieren auch flachgründige Gewässer nicht durch. Flachmoor nahe Furkapasshöhe. Foto C. Körner



Links oben Der Grasfrosch *Rana temporaria* in einer relativ seichten Wasseransammlung. Foto C. Körner

Links unten Die Grasfrösche im Frühling, Kopulation und Laichablage im Eiswasser. Foto E. Hiltbrunner

Rechts unten Grasfrösche während der Paarung auf Eis und Schnee. Infolge der tiefen Temperaturen wirken die Bewegungen der Paare sehr unbeholfen. Foto E. Hiltbrunner



Vögel: die höchste Kolonie der Mehlschwalbe

Rund um den Furkapass, nicht streng einzelnen Dauerbeobachtungsflächen zuordenbar, konnten während der vier Feldtage im Juli 14 Vogelarten beobachtet werden. Besonders häufig sind Bergpieper, Alpendohlen und Steinschmätzer. Sehr ungewöhnlich ist die Kolonie von Mehlschwalben, die in 2440 m ü. M. (Nesthöhe) seit über 50 Jahren am Hotel Furkablick brütet.

Veronika Stöckli, Georg F. J. Armbruster und Sarah Burg

Vogelarten und ihre ungefähre Anzahl, welche zwischen dem 22. und dem 25. Juli 2012 im Bereich der Hotspot-Flächen im Furkagebiet festgestellt wurden

Vogelart	Anzahl
Bergpieper (<i>Anthus spinoletta</i>)	>50
Steinschmätzer (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	>50
Alpendohle (<i>Pyrrhocorax graculus</i>)	>50
Mehlschwalbe (<i>Delichon urbicum</i>)	~30
Schneesperling (<i>Montifringilla nivalis</i>)	~15
Hausrotschwanz (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	~10
Alpenbraunelle (<i>Prunella collaris</i>)	~10
Bachstelze (<i>Motacilla alba</i>)	~5
Ringdrossel (<i>Turdus torquatus</i>)	3
Alpenschneehuhn (<i>Lagopus muta</i>)	2
Turmfalke (<i>Falco tinnunculus</i>)	2
Steinadler (<i>Aquila chrysaetos</i>)	2
Hänfling (<i>Carduelis cannabina</i>)	1
Kolkrabe (<i>Corvus corax</i>)	1

In der Schweiz wurden bis anhin etwas mehr als 400 von weltweit etwa 10 500 Vogelarten beobachtet, davon rund 10% im Gebirge. Hier ernähren sich die Vögel vorwiegend von Kleinsäugern, Insekten, Spinnen oder Samen. Ihre Bruten werden oft von Fuchs oder Hermelin geräubert

Typische Gebirgsarten

Auf der Furka wurden insgesamt 14 Vogelarten gehört oder gesehen, welche während der warmen Jahreszeit typischerweise im Gebirge verweilen. Eine grosse Überraschung war ein ziehender Schwarzstorch, welcher – allerdings ausserhalb des Untersuchungsgebiets – über den Teilnehmenden der Schlussveranstaltung am 26. Juli 2012 in Andermatt kreiste. Unter den Dächern der Gebäude auf der Furka nistet auch eine Kolonie von Schneesperlingen (oft auch irreführend als Schneefink bezeichnet).

Kolonie am Limit

Sehr aussergewöhnlich ist, dass die Mehlschwalbe im Furkagebiet unter Dachvorsprüngen auf rund 2440 m brütet. Der Brutplatz dieses Langstreckenziehers ist seit 1962 schriftlich dokumentiert (Glutz von Blotzheim 1964) und wohl der höchstgelegene Brutplatz der Mehlschwalbe in Europa. Die Gründung der Kolonie liegt sehr wahrscheinlich noch weiter zurück. Während des Ausbaus der Furkapassstrasse (1863–1866) war sicherlich genügend Material für den Nestbau vorhanden. Männchen und Weibchen der Mehlschwalben mauern mit Erd- und Lehmklümpchen das Nest auf. Ein Nestbau dauert rund 14 Tage. Das Hotel Furkablick wurde 1866 gebaut und 1903 durch einen vierstöckigen Anbau ergänzt. Am älteren Hotelteil finden sich die meisten Nestbauten. Die Mehlschwalben überwintern südlich der Sahara und ziehen im Frühjahr zurück auf die Furka. Fast jeden Sommer sind infolge Kälte und Schnee Brutverluste zu beobachten (pers. Mitteilung

E. Hiltbrunner). Ohne wiederholte Neuzugänge könnte sich die Kolonie wohl an diesem Standort nicht halten.

Das Alpenschneehuhn *Lagopus muta helvetica*, eine Unterart, die auf die Alpen beschränkt ist, ist bestens an schneereiche, alpine Lebensräume angepasst. Vor Wintereinbruch wechselt es sein braunes Federkleid in ein weisses, dichteres Gefieder und die Zehen werden stärker befiedert. Durch diesen Kostümwechsel sind die Vögel im verschneiten Winter gut getarnt, vor Kälte geschützt und auch zu Fuss im Schnee mobil. Mit dem Klimawandel steigt zukünftig die Waldgrenze und drängt den Lebensraum des Alpenschneehuhns in grössere Höhen.

Durch das dichte und stark isolierende Federkleid hat das Alpenschneehuhn ausserdem Mühe mit den steigenden Temperaturen und muss vermehrt kühlere Orte aufsuchen anstatt sich mit der Futtersuche zu beschäftigen. Der Rückgang der Schneeliegedauer schränkt den Nutzen des weissen Tarnkleids mehr und mehr ein. Bereits heute stellt die Schweizerische Vogelwarte Sempach einen Rückgang des Alpenschneehuhns fest.

Literatur

Glutz von Blotzheim U. N. (1964): Die Brutvögel der Schweiz. Verlag Aargauer Tagblatt. Aarau

Rechts Die Mehlschwalbe *Delichon urbicum* nistet am Hotel Furkablick auf 2440 m ü. M. Fotos W. Arnold und V. Stöckli (ganz rechts)





Vögel im Gebirge

Oben links Der Bergpieper *Anthus spinoletta* ist der Charaktervogel alpiner Rasen und häufiger Brutvogel auf der Furka

Oben Mitte Perfekt getarnt: das Alpenschneehuhn *Lagopus muta* wechselt im Winter auf ein weisses Federkleid. Foto E. Hiltbrunner

Oben rechts Der Schneesperling *Montifringilla nivalis* nistet unter dem Dach der Alpinen Forschungs- und Ausbildungsstation Furka ALPFOR. Im Bild mit Nistmaterial

Mitte Steinadler *Aquila chrysaetos* können im Furkagebiet fast täglich beobachtet werden. Sie nisten in Felsnischen am Galenstock

Unten links Die Alpenbraunelle *Prunella collaris* überwintert in nicht sehr kalten Wintern sogar in den Alpen (bis rund 2000 m ü. M.)

Unten rechts Der Mauersegler *Apus apus* ruht sich auf den Holzbalken der Forschungsstation aus. Der Furkapass gilt als einer der höheren Brutplätze für diese Art in der Schweiz

Fotos W. Arnold



Säugetiere: Leben unter und über dem Schnee

Säugetiere kommen auch im Hochgebirge in ganz unterschiedlichen Grössenklassen vor. Die Spannweite reicht von der Zwergspitzmaus, die höchstens 5 Gramm wiegt, bis zum Alpensteinbock, der gegen 100 kg Körpergewicht erreichen kann. Auch in der Höhenlage des Furkapasses, wo während rund 8 Monaten im Jahr Schnee liegt, lebt ein gutes Dutzend Säugetierarten.

Jürg Paul Müller und Denise Camenisch



Oben Das junge Mauswiesel *Mustela nivalis* im Violettsschwingelrasen. Zeigt wie das Hermelin ein weisses Winterkleid, hat aber einen deutlich kürzeren Schwanz, der am Ende nie schwarz ist. Ernährt sich räuberisch, vor allem von Mäusen. Foto E. Hiltbrunner

Säugetiere sind uns als Organismengruppe vertraut. Zu selten wird aber daran gedacht, dass die rund 75 Säugetierarten, die in den verschiedenen Höhenstufen des Alpenraumes leben, zusammen mit den rund 400 Vogelarten, die einzigen der insgesamt 40 000 Tierarten der Alpen sind, die eine konstante Körpertemperatur besitzen. Dies bedingt einen ganz besonderen Energiehaushalt, besonders im Winter.

Viele kleine Arten wie die Insektenfresser (z. B. Spitzmäuse) und viele Nagetiere leben unter der Schneedecke und finden hier Schutz vor der Witterung und den Feinden sowie auch Nahrung. Das Murmeltier macht einen Winterschlaf. Grosse Arten wie der Alpensteinbock können den Energiebedarf durch das Senken der Herzschlagfrequenz und der Körpertemperatur drosseln. Die kurze Vegetationszeit von wenigen Monaten zwingt alle Pflanzenfresser zu einem höchst sparsamen Umgang mit den Ressourcen, während die in grosser Höhe ausharrenden Raubtiere wie Fuchs, Mauswiesel und Hermelin Säugetiere wie Schneehase und Schneemaus jagen, die ebenfalls keinen Winterschlaf machen.

Feld- und Schneemäuse

Die jagdbaren Säugetiere sind im Gebiet der Furka über die Jagdstatistiken gut erfasst, so auch das Alpenmurmeltier, das man immer wieder beobachten kann. Daher konzentrieren wir uns auf das Vorkommen der kleinen Säugetiere (Insektenfresser und Nagetiere).

Dazu setzten wir Lebendfallen des Typs Longworth ein, in denen die Tiere dank eines Futtermittels gut überleben. Nach der Bestimmung und Untersuchung wurden die Kleinsäuger am Fangplatz wieder freigelassen. Mit genau 100 Fallen wurden 10 verschiedene Standorte während 2 Nächten befangen. Mit nur 6 Tieren, davon 4 Feldmäusen (*Microtus arvalis*) und 2 Schneemäusen (*Chionomys nivalis*) war der Fangenerfolg auf den Versuchsflächen allerdings gering. Mit viel weniger Aufwand wurden noch 3 Schneemäuse bei den Gebäuden gefangen.

Die Feldmaus ist eine typische Art der Graslandschaften und kommt von den Tieflagen bis in grosse Höhen vor. Im Untersuchungsgebiet zeigte sie eine hohe Bindung an artenreiche Wiesen auf Silikat und Karbonat, welche der fast ausschliesslich Pflanzen fressenden Art ein reichhaltiges Nahrungsangebot anbieten (v. a. 2.1 Bürstlingsrasen mit Besenheide und 4.1 Violettsschwingelrasen). Im Winter hat die Feldmaus einen grossen Einfluss auf die Pflanzendecke, weil sie unter der Schneedecke relativ kleine Flächen fast kahl frisst. Da die Regeneration der einzelnen Pflanzenarten unterschiedlich ist, verändert sich dadurch lokal die Zusammensetzung der Pflanzendecke. Die Schneemaus (*Chionomys nivalis*) ist eine Spaltenbewohnerin und lebt vorzugsweise in Blockfeldern. In den Spaltensystemen ist es winterwarm und sommerkühl. Sie ist im Alpenraum bis in Höhen über 3000 m ü. M. regelmässig verbreitet. Oft dringt sie auch in Gebäude ein.

Populationsschwankungen erschweren Nachweis

Erwartet wurden nach den Erfahrungen in anderen Hochlagen der Schweizer Alpen noch mindestens einige Spitzmausarten wie die Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), die Alpen-spitzmaus (*Sorex alpinus*) und die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*). Von den Nagetieren kommt auch die Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*) oberhalb der Waldgrenze vor.

Mit einer einzigen Fangaktion kann die Vielfalt der Kleinsäuger nicht vollständig erfasst werden, vor allem, weil die Kleinsäugerbestände von Jahr zu Jahr grossen Schwankungen unterliegen. Im Sommer 2012 wurden auch in anderen Gebieten der Alpen nur wenige Spitzmäuse gefangen. Darum wäre es wichtig, die Aktion in den kommenden Jahren zu wiederholen. Dabei würden neu auch Spurentunnel eingesetzt, in denen Kleinsäuger dank einer Kombination von Stempelkissen und Fliesspapier ihre Fussabdrücke hinterlassen. Die Erforschung der Kleinsäuger des Hochgebirges hat erst begonnen.

Säugetiere auf der Furka

Tiergruppe	Zu erwartende Arten	Im Furkagebiet bisher nachgewiesen
Insektenfresser	Alpenspitzmaus (<i>Sorex alpinus</i>)	
	Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>)	
	Walliser Spitzmaus (<i>Sorex antinorii</i>)	*
	Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)	
Nagetiere	Schneemaus (<i>Chionomys nivalis</i>)	MC
	Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>)	MC
	Kleinwühlmaus (<i>Pitymys subterraneus</i>)	
	Alpenmurmeltier (<i>Marmota marmota</i>)	MC
Hasentiere	Schneehase (<i>Lepus timidus</i>)	H
Raubtiere	Mauswiesel (<i>Mustela nivalis</i>)	H
	Hermelin (<i>Mustela erminea</i>)	H
	Fuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	H
	Wolf (<i>Canis lupus</i>)	**
Paarhufer	Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	H
	Reh (<i>Capreolus capreolus</i>)	H
	Alpensteinbock (<i>Capra ibex</i>)	H
	Gämse (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	H

H: im Gebiet beobachtet (E. Hiltbrunner). MC: während der Feldtage im Juli 2012 beobachtet. * 2014, 2017 im Urserental nachgewiesen. ** Wolfsspuren 2012 und 2013 im Gebiet Kl. Furkahorn (S. Nagelmüller, E. Hiltbrunner)



Säugetiere im Gebirge

Oben links Das Alpenmurmeltier *Marmota marmota* lebt im Familienverband, ist tagaktiv und ernährt sich von diversen Pflanzenarten. Die Tiere wärmen sich gegenseitig in der tief im Boden gegrabenen Nestkammer während des langen Winterschlafes. Foto W. Arnold

Oben rechts Die Schneemaus *Chionomys nivalis* ist das ganze Jahr aktiv. Die Tiere sind nicht sehr scheu und gehen in der Forschungsstation ein und aus. Foto M. Andera



Mitte Der Alpensteinbock *Capra ibex*. Jüngeres Tier beim Wiederkäuen. Lebt oberhalb der natürlichen Waldgrenze. Ausser dem Menschen (Jäger) fast keine natürlichen Feinde. Im Frühjahr oft nahe der Furkasspassstrasse zu beobachten, später im Jahr steigen die Steinböcke Richtung Furkahorn. Foto W. Arnold

Unten links Die Gämse *Rupicapra rupicapra* ist eher selten im Furkagebiet anzutreffen, da sie im Bergwald lebt. Weibchen (im Bild) haben ein helleres Fell als Männchen. Foto W. Arnold

Unten rechts Der Schneehase *Lepus timidus* (im Bild ein Jungtier). Der Schneehase lebt das ganze Jahr in der alpinen Stufe. Das Winterfell isoliert wegen der Luftschlüsse in den weissen Haaren deutlich besser als das braune Fell. Als strikter Vegetarier ernährt er sich von zahlreichen Gräsern und Krautarten. Im Winter frisst er vor allem an windgelegten Stellen auch Flechten und Zwergsträucher. Foto E. Hiltbrunner



Alpine Biodiversität: eine Zwischenbilanz

Hochgebirge sind in vielen Teilen der Welt die letzten grossflächigen Naturräume. Oft – so auch in der Schweiz – sind sie «Hotspots» der Biodiversität. Die vorliegende Studie zeigt, dass die Organismenvielfalt das Mosaik der Lebensraumvielfalt widerspiegelt. In nur vier Tagen identifizierten Forscher und Forscherinnen über 2000 verschiedene Arten in 2500 m Höhe – mehr als von den Spezialisten erwartet wurde.

Erika Hiltbrunner und Christian Körner

Die vier Hotspottage im Furkagebiet waren dank der Expeditionstimmung, die sich durch die rund 47 Experten ab dem ersten Moment einstellte, ein sehr aussergewöhnlicher Anlass. Obwohl die Schweiz oftmals als gut untersuchtes und dokumentiertes Land gilt, wurde sehr schnell spürbar, dass es hier Neues, bisher Unbekanntes zu entdecken gab.

Der sogenannte «Beifang» wurde zur neuen Währung zwischen den Experten: Mitgefangene Tiere wurden hin- und her getauscht, um schliesslich von den für die Tiergruppe verantwortlichen Experten bestimmt zu werden. Das hier angewandte Konzept, nämlich die Spezialisten nicht wie üblich an Tagen der Artenvielfalt in die Landschaft ausschwärmen zu lassen, sondern auf den ausgewählten, für die alpine Vegetationsstufe repräsentativen Lebensräumen zusammenzubringen, war auch für die Experten eine Herausforderung. Für einige Experten von Tiergruppen waren die ausgewählten Flächen allerdings zu gross (in nur vier Feldtagen kaum zu bewältigen), für Spezialisten von sehr mobilen Tieren (z. B. Vögel) war der Bezug zu den 11 verschiedenen Lebensraumtypen nicht anwendbar.

Das Hotspot-Habitatkonzept gründet in der Theorie der Nahrungsnetze (verschiedene trophische Ebenen und Energieflüsse). Die Umwelt, also die Lebensbedingungen, beeinflussen die Lebewesen direkt, und Pflanzen und Tiere beeinflussen sich in ihrer Umwelt wiederum gegenseitig. Durch die Nutzung des Sonnenlichts sind Pflanzen die Basis des Nahrungsnetzes (Primärproduzenten). Aber auch Pflanzen brauchen Bodenorganismen, um an Nähr- und Mineralstoffe zu gelangen. Tiere fressen Pflanzen, verbreiten ihre Samen, bestäuben die Blüten oder fressen andere Pflanzenfresser. Nebst Futter bieten Pflanzen aber auch Schutz vor harschen Wetterbedingungen (günstiges Mikroklima im Pflanzenbestand), aber auch Schutz vor Räufern und Schmarotzern. Verändert sich die Basis, wirkt sich das auf das gesamte Nahrungsnetz aus. Sind beispielsweise mehr Arten von Blütenpflanzen vorhanden, ändern sich die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Organismen, und diese wirken sich schliesslich auf die Ökosystemleistungen und die Stabilität des Ökosystems aus. Deshalb gelten artenreiche Gemeinschaften als stabiler.

Artenzahl für unterschiedliche Organismengruppen in der alpinen Stufe im Furkagebiet (Erwartung gemäss Experten der Organismengruppe)

Organismengruppe	Erwartet	Gefunden 2012	Neufunde für die Schweiz
Blütenpflanzen	300	304	
Moose	100	166	1
Flechten	200	300	1
Endomykorrhiza	70	61	15
Ständerpilze (Basidiomyceten)	100	124	
Schlauchpilze (Ascomyceten) und andere (parasitische) Pilze	200	189	3
Kieselalgen	180	215	2
Schalenamöben	20	18	
Gliedertiere in Gewässern	200	89	
Schnecken und Muscheln	20	9	
Ameisen	10	6	
Heuschrecken	25	3	
Bienen	30	25	
Schlupfwespen	50	42	
Fliegen und Mücken	100	150	
Tagfalter	30	27	
Nachtfalter	200	77	
Käfer	100	111	1 ^a
Wanzen	30	13	
Blattflöhe	20	7	
Hundertfüssler	5	4	
Hornmilben	100	88	20 ^b
Spinnen (ohne Weberknechte)	50	40	(31) ^c
Amphibien	4	2	
Reptilien	5	2	
Vögel	20	14	
Säugetiere	17	12	
Total	2186	2098	43

^a 1 neue Käferart für die Zentralalpen

^b 3 Hornmilbenarten sind Neuentdeckungen

^c 31 Spinnenarten neu für den Kanton Uri nachgewiesen (für Neufunde nicht mitgezählt)



Links Die grosse Vielfalt an Lebensräumen und damit der Reichtum an Organismen im Furkagebiet gründet auf einer diversen Geologie und Topographie.

Im Bild: Alpine Pflanzenarten auf warmen, trockenen Mikrohabitaten zeigen einen ähnlichen Stoffwechsel wie Wüstenpflanzen. In unmittelbarer Nähe wachsen typisch alpine Rasenarten auf feuchtem Grund. Foto C. Körner

Der im Furkagebiet – im Kern der alpinen Stufe – festgestellte grosse Artenreichtum gründet in der Vielfalt an Lebensräumen auf kleinem Raum. Obwohl die ausgewählten Lebensräume alle in einer Meereshöhe von rund 2500 m liegen, unterscheiden sich die Lebensbedingungen. Der geologische Untergrund und die unterschiedlichen Feucht- und Gewässertypen erhöhen diese Lebensraumvielfalt.

Insgesamt wurden im Furkagebiet 2098 Arten gefunden; geschätzt (erwartet) wurden knapp 2200 Arten. Blütenpflanzenarten, Moose, Flechten und diverse Pilze und Kieselalgen stellen 1359 Arten. Rund 720 Tierarten (ohne Einzeller) wurden gezählt. Allerdings wurden für alpine Lebensräume wichtige Tiergruppen wie die Fadenwürmer und weitere Bodentiere nicht studiert; hier wären zweifellos noch zahlreiche Arten an Bodentieren zu entdecken.

Mit dem Hotspot-Konzept ist zwar ein Anfang gemacht; die Muster der Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Organismengruppen herauszuschälen, ist dennoch nicht einfach. Aufgrund ihrer Bestäuberfunktion wurden in der Tat mehr Tagfalterarten in den Lebensräumen mit mehr Blütenpflanzenarten beobachtet. Die für die Pflanzen wichtigen Endomykorrhizapartner waren hingegen nicht artenreicher in Lebensräumen mit mehr Blütenpflanzenarten. Wieso im Violettschwingelrasen, der reich an Blütenpflanzen ist, mehr Hornmilbenarten vorkamen, darüber kann bisher nur spekuliert werden. Möglicherweise bieten die verschiedenen Pflanzenarten eine vielfältigere Palette an Abbausubstraten für die verschiedenen Hornmilben an. Für andere Organismengruppen – obwohl sie nicht ans Wasser gebunden sind – liess das Vorkommen von ausreichend Feuchtigkeit die Artenzahl in die Höhe schnellen (Schalenamöben; Mücken, Kurzflügler), für andere Gruppen war eher das Gegenteil der Fall (Flechten).

Das Vorkommen oder Fehlen von Tiergruppen wie das der Landgehäuseschnecken geht vermutlich auf die Vereisung während der letzten Eiszeit zurück. Auch im Gletschervorfeld ist der Faktor Zeit eine für viele Organismengruppen entscheidende Grösse. Nur wenn die Pflanzen das vom Gletscher freigegebene Bodensubstrat besiedeln konnten, finden sich bestimmte Käferarten. Dank der Temperaturmessungen in den verschiedenen Gewässern wurde klar, dass viele aquatische Organismen in den Gewässern überwintern können und die Nahrungsnetze der aquatischen Welt ebenfalls durch die Wechselwirkungen der verschiedenen Organismengruppen geprägt werden.

Die Studie macht insgesamt offensichtlich, dass der alpine Lebensraum oberhalb des Bergwaldes einen unglaublichen Reichtum an Organismen aufweist. Was für uns Menschen oft karg und lebensfeindlich wirkt, ist Heimat für eine grosse Zahl von Spezialisten. Mit 43 Neufunden für die Schweizer Alpen und die Schweiz wurden die kühnsten Erwartungen übertroffen. Diese Inventur des alpinen Lebens in den elf Lebensraumtypen soll in einigen Jahren wiederholt werden. Dies wird zeigen, welche Organismengruppen sich am stärksten verändern – vorausgesetzt, es findet wieder eine so diverse Schar an Spezialisten zusammen. Leider werden Artenkenntnisse kaum noch an den Hochschulen gelehrt. Dies obwohl die Biodiversitätsforschung hochaktuell ist.



Forschende in Aktion





Experten und Expertinnen



Florian Altermatt

Departement Aquatische Ökologie, Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf und Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

E Florian.Altermatt@eawag.ch

T Professor für Gemeinschaftsökologie mit Forschungsschwerpunkten Biodiversität und räumliche Dynamiken

S Schmetterlinge, aquatische Makroinvertebraten



Georg F. J. Armbruster

Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel

E g.armbruster@unibas.ch

T Wissenschaftlicher Mitarbeiter

S Insekten, Schnecken, Vögel



Georg Artmann-Graf

Im Grundhof 3, 4600 Olten

E artmann-graf@bluewin.ch

T Freischaffender Biologe

S Insekten, besonders Hautflügler



Gerhard Bächli

Vorstadtstrasse 30, 8953 Dietikon

E gerhard.baechli@bluewin.ch

T Ehemaliger Dozent an der Universität Zürich

S Fliegen und Mücken



Simone Baumgartner

Bundesamt für Umwelt, Abteilung Wasser, Papiermühlestrasse 172, 3063 Ittigen

E simone.baumgartner@bafu.admin.ch

T Wissenschaftliche Mitarbeiterin

S Aquatische Makroinvertebraten, Makrozoobenthos



Thomas Brodtbeck

Elsternweg 5, 4125 Riehen

E tom.brodtbeck@gmail.com

T Organist und Biologe

S Pilze, insbesondere pflanzenparasitische Kleinpilze



Walter Brücker

Stöckligasse 4, 6460 Altdorf

E walter@bruecker.ch

T Leiter der Gruppe Botanik der Naturforschenden Gesellschaft Uri

S Pflanzen



Daniel Burckhardt

Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Basel

E daniel.burckhardt@bs.ch

T Forschung über die Systematik und Biologie von Blattflöhen und Mooswanzen (Hemiptera); Entomofaunistik der Schweiz

S Blattflöhe (Psylloidea), Mooswanzen (Peloriidae) und die Käferfamilie Passandridae (Coleoptera)



Sarah Burg

NATUREN, Untergütschstrasse 24, 6003 Luzern

E sarah.burg@naturen.ch

T Unternehmerin, Natur-Wanderungen und Umweltpädagogik

S Pflanzen, Vögel



Denise Camenisch

ehem. J. P. Müller – Science & Communication GmbH, Quaderstrasse 7, 7000 Chur

E denisecamenisch@gmail.com

T Biologin

S Insektenfresser und Nagetiere

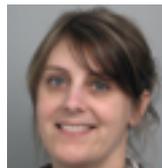


Auriel Chatelain

Labor für Bodenbiodiversität, Biologisches Institut, Universität Neuenburg, Rue Emile Argand 11, 2000 Neuchâtel

T ehemaliger Student an der Universität Neuenburg

S Schalenamöben



Claudia Eisenring

Amt für Umwelt, Bahnhofstrasse 55, 8510 Frauenfeld

E claudia.eisenring@tg.ch

T Wasserbau, Revitalisierungen

S Makrozoobenthos



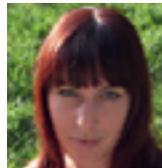
Andreas Erhardt

Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel

E andreas.erhardt@unibas.ch

T Professor/ehem. Dozent Naturschutzbiologie (NLU)

S Schmetterlinge, Interaktionen Pflanzen-Schmetterlinge



Barbara M. Fischer

Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, Technikerstrasse 25, 6020 Innsbruck, Österreich

T ehemalige Mitarbeiterin Univ. Innsbruck

S Hornmilben

T Berufliche Tätigkeit. **S** Spezialist/in für die Organismengruppe/n

**Rolf Geisser**

Oberrüti 8, 6377 Seelisberg
E geisser.ledergerber@bluewin.ch
T Mitarbeiter in der Gruppe Botanik der Naturforschenden Gesellschaft Uri
S Pflanzen

**Christoph Germann**

Naturmuseum Solothurn und Naturhistorisches Museum Burgergemeinde Bern
E germann.christoph@gmail.com
T Entomologe
S Käfer (Coleoptera)

**Ambros Hänggi**

Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Basel
E ambros.haenggi@bs.ch
T Kurator Biowissenschaften
S Spinnen

**Oliver Heiri**

Aquatische Paläoökologie, Institut für Pflanzenwissenschaften und Oeschger Zentrum für Klimaforschung, Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern
E oliver.heiri@ips.unibe.ch
T Ökologe, Paläoökologe, Rekonstruktion von Umweltveränderungen anhand von aquatischen Indikatorgruppen in Seesedimenten. Ab 2018 Professor an der Universität Basel
S Zuckmücken (Chironomiden)

**Erika Hiltbrunner**

Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel
E erika.hiltbrunner@unibas.ch
T Pflanzenökologische Forschung im Alpenraum, Leiterin der Alpenen Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR). Mitverantwortlich mit Christian Körner für das Konzept des alpinen Erstinventars Hotspot Furka.
S Pflanzen

**Monica Kaiser-Benz**

Büro Oeconformica, Beverinstrasse 2, 7430 Thusis
E mkbenz@bluewin.ch
T Seit 1994 Ökobüro mit Schwerpunkt Natur- und Landschaftsschutz, Inventare, Konzepte
S Ameisen, Reptilien

**Christian Körner**

Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel
E ch.koerner@unibas.ch
T Pflanzenökologische Forschung, Lehrbuchautor. Erklärung von alpinen Lebensbedingungen und Lebensvorgängen in Alpenpflanzen. Gemeinsam mit Erika Hiltbrunner Initiator und Organisator des Hotspot Furka Projektes.
S Pflanzen

**Daniel Küry**

Life Science AG, Greifengasse 7, 4058 Basel
E daniel.kuery@lifescience.ch
T Gewässerökologie, speziell Quell-Lebensräume, Fließgewässer. Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässern.
S Makrozoobenthos, insbesondere Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera)

**Enrique Lara**

Real Jardín Botánico, CSIC, Plaza Murillo 2, 28014 Madrid, Spanien (früher Labor für Bodenbiodiversität, Biologisches Institut, Universität Neuenburg, Rue Emile Argand 11, CH-2000 Neuchâtel)
E enrique.lara@rjb.csic.es
T Ökologe, Mikrobiologe
S Schalenamöben

Holger Martz

In der Gebhardsösch 22, 78467 Konstanz, Deutschland
E holgermartz@gmx.de
T Freiberufler Entomofaunistik
S Ameisen

**Edward Mitchell**

Labor für Bodenbiodiversität, Biologisches Institut Universität Neuenburg, Rue Emile Argand 11 2000 Neuchâtel und Botanischer Garten Neuenburg, Chemin du Perthuis-du-Sault 58, 2000 Neuchâtel
E edward.mitchell@unine.ch
T Professor, Leiter des Labors für Bodenbiodiversität
S Schalenamöben

**Jürg Paul Müller**

J.P. Müller – Science & Communication GmbH, Quaderstrasse 7, 7000 Chur
E juerg.paul@jp-mueller.ch
T Selbständige Tätigkeit in den Bereichen Säugetierbiologie und Wissenschaftskommunikation
S Insektenfresser und Nagetiere

Christoph Mullis

früher Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel

T ehemaliger Student (Masterarbeit im Rahmen des Hotspot Furka)

S Beschreibung Mikroklima und Bodeneigenschaften der Lebensraumtypen

**Fritz Oehl**

Agroscope, Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte, Ökotoxikologie, Schloss 1, 8820 Wädenswil

E fritz.oehl@agroscope.admin.ch

T Boden- und Agrarökologische Forschung, Bodenökotoxikologie

S Bodenorganismen, speziell arbuskuläre Mykorrhizapilze

**Heinrich Schatz**

Institut für Zoologie, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Technikerstrasse 25, 6020 Innsbruck, Österreich

E heinrich.schatz@uibk.ac.at

T Biogeographie, Taxonomie und Ökologie von Hornmilben

S Hornmilben (Acari: Oribatida)

**Irene Schatz**

Institut für Zoologie, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Technikerstrasse 25, 6020 Innsbruck, Österreich

E irene.schatz@uibk.ac.at

T Faunistik und Ökologie von Kurzflügelkäfern

S Kurzflügelkäfer (Coleoptera: Staphylinidae)

**Christoph Scheidegger**

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

E christoph.scheidegger@wsl.ch

T Naturschutzbiologie der Flechten

S Flechten

**Benjamin Seitz**

Agroscope Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich

E benjamin.seitz@agroscope.admin.ch

T Wissenschaftlicher Mitarbeiter

S arbuskuläre Mykorrhizapilze

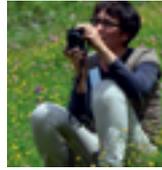
**Beatrice Senn**

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

E beatrice.senn@wsl.ch

T Biologin, Dozentin

S Pilze

**Eva M. Spehn**

Institut für Pflanzenwissenschaften, Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern, und Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT, Laupenstrasse 7, 3001 Bern

E eva.spehn@ips.unibe.ch

eva.spehn@scnat.ch

T Koordination des Forschungsprogramms Global Mountain Biodiversity Assessment (gmba.unibe.ch), Mitarbeiterin beim Forum Biodiversität Schweiz

S GebirgsforscherInnen

**Eva Sprecher**

Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Basel

E eva.sprecher@bs.ch

T Wissenschaftliche Mitarbeiterin

S Käfer, speziell Hirsch- und Blattkäfer

**Salome Steiner**

Aqua Viva, Weinstieg 192, 8200 Schaffhausen

E salome.steiner@gmx.ch

T Projektleiterin Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

S Käfer

**Edi Stöckli**

Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Basel

E eduard.stoekli@bs.ch

T Wissenschaftlicher Mitarbeiter Abteilung Biowissenschaften

S Chilopoden (Hundertfüssler)

**Veronika Stöckli**

Bergwelten 21 AG, Obere Strasse 22B, 7270 Davos Platz

E stoekli@bergwelten21.ch

T Umweltberatung, hauptsächlich Konzepte und Strategien zu Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel und Nachhaltigkeit

S Alpine Pflanzen, Vögel

**Jürg Stöcklin**

Botanisches Institut, Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel, Schönbeinstrasse 6, 4056 Basel

E juerg.stoeklin@unibas.ch

T Populationsgenetik und Ökologie alpiner Pflanzen

S Gefäßpflanzen, insbesondere Alpenpflanzen

**Alex Szallies**

Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, 8820 Wädenswil

E szal@zhaw.ch

T Wissenschaftlicher Mitarbeiter

S Käfer

T Berufliche Tätigkeit, **S** Spezialist/in für die Organismengruppe/n



Lukas Taxböck

Aachwiesen 8, 8599 Salmsach
E lukas.taxboeck@sunrise.ch
T Biologe, Gewässerökologe
S Kieselalgen



Edi Urmi

Institut für Systematische und Evolutionäre
Botanik, Universität Zürich, Zollikerstrasse 107,
8008 Zürich
E edi.urmi@systbot.uzh.ch
T Wissenschaftlicher Mitarbeiter
S Moose



Denis Vallan

Amt für Wald, Wild und Fischerei,
Route de Mont Carmel 1, 1762 Givisiez
E Denis.vallan@fr.ch
T Verantwortlich für Fauna, Biodiversität, Jagd
und Fischerei im Kanton Freiburg
S Reptilien und Amphibien



Maarten van Hardenbroek

Geographie, Politik und Soziologie,
Newcastle Universität, Newcastle upon Tyne,
NE1 7RU, Vereinigtes Königreich
E maarten.vanhardenbroek@ncl.ac.uk
T Universitätsdozent, Aquatische Paläoöko-
logie, Klimaforschung
S Aquatische Wirbellose



Mathias Vust

Route de Cossonay 9, 1303 Penthaz
E lichens.vust@rossolis.ch
T Erfassung, Erforschung und Erhaltung von
Flechten
S Flechten



Markus Wilhelm

Felsenweg 66, 4123 Allschwil
E amwilhelm@hispeed.ch
T Pilzforscher
S Pilze



Denise Wyniger

Naturhistorisches Museum Basel, Augustiner-
gasse 2, 4001 Basel
E denise.wyniger@bs.ch
T Forschung über die Faunistik der Schweizer
Wanzen und Systematik der Weichwanzen
(Miridae)
S Wanzen (Heteroptera)

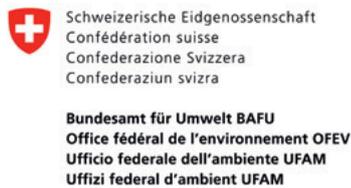


Die Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR) liegt in einem «Hotspot» der Biodiversität der Alpen. Foto E. Hiltbrunner

Förderer

Die Durchführung der Hotspot Furka Feldtage auf der alpinen Forschungs- und Ausbildungsstation ALPFOR und die Publikation dieser Hotspot Furka Broschüre erfolgten mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern; der Albert-Köchlin Stiftung, Luzern; der Stiftung zur Förderung der Pflanzenkenntnis, Basel sowie von Swisslos, Kanton Uri, Altdorf.

Folgenden Institutionen danken wir für die jahrelange Unterstützung und das Mittragen der Alpinen Forschungs- und Ausbildungsstation Furka (ALPFOR): Universität Basel, Kanton Uri, Korporation Ursern und Elektrizitätswerk Ursern. Ohne die ALPFOR Station hätte dieses Inventar des alpinen Lebens nie erstellt werden können.



HOTSPOT FURKA

Biologische Vielfalt im Gebirge

Erika Hiltbrunner und Christian Körner (Hrg.)

In der Nähe des Furkapasses, in 2440 m über Meer der Schweizerischen Zentralalpen, kamen 47 Fachleute zusammen, um die Vielfalt des Lebens im Hochgebirge unter die Lupe zu nehmen. Mitten im alpinen Lebensraum gelegen und umgeben von der Hälfte der gesamten Blütenpflanzenflora der Hochalpen bot die Alpine Forschungs- und Ausbildungsstation Furka ALPFOR (www.alpfor.ch) dafür einen idealen Rahmen.

Es sollte ein möglichst umfassendes Inventar der alpinen Organismenarten erstellt werden. Neben den 300 Arten an Blütenpflanzen – ein wahrer «Hotspot» der Vielfalt, wurden Algen, Moose, Flechten, Pilze, Käfer, Fliegen, Hummeln, Schlupfwespen, Schmetterlinge, die Lebewesen in den Gewässern und in den Böden, sowie Vögel und andere Wirbeltiere erfasst, insgesamt mehr als 2000 Arten. Viele Arten konnten erst in mühsamer Kleinarbeit im Anschluss an die Feldarbeit bestimmt werden. Dabei wurden auch für die Schweiz neue Arten entdeckt.

