

CRATSCHLA 1/20

Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark



SCHWERPUNKT

NAHRUNGSNETZE IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK

EIN BLICK ZURÜCK
2019: WICHTIGES IN KÜRZE

REPORTAGE
UNTERWEGS MIT AMEISENFORSCHER
CHRISTIAN BERNASCONI



ALLEGRA

1 **KLEINE TIERE, GROSSE WIRKUNG**

Hans Lozza

SERVICE

2 **ÜBERSICHTSKARTE: WAS IST WO?**

SCHWERPUNKT

4 **NAHRUNGSNETZE IM
SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK**

Martin Schütz, Anita C. Risch, Pia Anderwald

EIN BLICK ZURÜCK

14 **2019: WICHTIGES IN KÜRZE**

REPORTAGE

16 **UNTERWEGS MIT AMEISENFORSCHER
CHRISTIAN BERNASCONI**

Hans Lozza

24 **AKTUELL**



Herausgeber Eidgenössische Nationalparkkommission ENPK und SCNAT-Forschungskommission des SNP.

Redaktor dieser Ausgabe Hans Lozza, SNP, lozza@nationalpark.ch **Lektorat** Simone Louis, St. Gallen

Gestaltung und Satz DUPLEX DESIGN GMBH, Basel. **Bildreproduktion, Druck, Ausrüsten und Versand**

Druckerei Gammeter, St. Moritz. **Papier** Maxi Satin FSC MIX Papier FSC C084589

Redaktion Schweizerischer Nationalpark, Nationalparkzentrum, 7530 Zerneß, Telefon +41 (0)81 851 41 11,

www.nationalpark.ch, info@nationalpark.ch. CRATSCHLA erscheint zweimal jährlich und kann im

Abonnement bezogen werden. ISSN 1021-9706. Spendenkonto PC 70-1600-7

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde im Text die männliche Form gewählt, jedoch beziehen sich die

Angaben immer auf Angehörige beider Geschlechter.

KLEINE TIERE, GROSSE WIRKUNG

Liebe CRATSCHLA-Leserin, lieber Naturfreund



Das Wort Biodiversität ist in aller Munde. Dank Mission B und zahlreichen Medienberichten wird vielen bewusst, dass es in unserem Land schlecht um die Biodiversität steht. Für einmal wird uns die gutschweizerische Perfektion zum Verhängnis: Intensiv genutzte Felder reichen bis an den Strassenrand, Hecken und Büsche sind vielerorts verschwunden, Wiesen überbaut oder versiegelt. Kaum eine Ecke, die nicht genutzt wird. «Unkraut» und «Schädlinge» werden mit Pestiziden und Insektiziden vergiftet. Kein Wunder, dass die Zahl der Insekten und Vögel rasant abnimmt. Was können wir tun? Genau hier setzt Mission B an: Die Aktion macht Mut, im eigenen Umfeld biodiverse Flächen zu schaffen. Sei es im Garten, auf der eigenen Wiese oder auf der Terrasse. Jeder und jede nach eigenen Möglichkeiten und ganz nach dem Motto: Der Natur etwas Gutes tun und andere zum Mitmachen anregen.

Auch der Schweizerische Nationalpark (SNP) widmet seine Öffentlichkeitsarbeit noch stärker dem Thema Biodiversität. Auf unserer Website haben wir einige Erkenntnisse zur Biodiversität im SNP zusammengetragen. Zudem führen wir mit Schulen der Region Projekte durch, um biodiverse Flächen rund um Schulhäuser zu schaffen. Im SNP ist die Natur seit 1914 sich selbst überlassen und die Biodiversität ist intakt. Sie nimmt sogar zu, etwa mit der Rückkehr von Wolf, Bär, Fischotter oder Bartgeier. Von grosser Bedeutung sind aber auch die vielen kleinen Organismen. Martin Schütz und Anita C. Risch von der WSL sowie Pia Anderwald vom SNP präsentieren uns im Schwerpunktbeitrag ab Seite 4 und in ihrem neuen Buch die Resultate ihrer mehrjährigen Zaunexperimente – einem der aufwändigsten Forschungsprojekte, das im SNP je durchgeführt wurde. Dabei erstaunt insbesondere die Erkenntnis, dass es die wirbellosen Tiere sind, die Ökosysteme am Laufen halten. Wenn diese Kleinlebewesen fehlen, zerfallen Nahrungsnetze und Nährstoffkreisläufe, das Ökosystem funktioniert nicht mehr.

Und wenn wir gerade bei den kleinen Krabblern sind: In der Reportage begleiten wir den Ameisenforscher Christian Bernasconi ins geheimnisvolle Reich der Waldameisen.

Wir wünschen allen viel Freude beim Schaffen von neuen Lebensräumen für Tiere und Pflanzen und eine interessante Lektüre mit der aktuellen CRATSCHLA.

Hans Lozza, Leiter Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

*www.missionb.ch
www.nationalpark.ch/biodiversitaet*

NAHRUNGSNETZE IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK

Auf den folgenden 5 Doppelseiten stellen wir das Buch mit gleichnamigem Titel vor, welches wir am 15. Juli 2020 in Zernez präsentieren werden. Hauptthema ist die Vernetzung der verschiedenen Lebensgemeinschaften untereinander und mit der unbelebten Umwelt. Ob Gross oder Klein – pflanzenfressende Tiere wie Hirsche, Alpenmurmeltiere, Mäuse, Schnecken oder Insekten spielen eine zentrale Rolle im Ökosystem Wiese. Auf dieser Doppelseite möchten wir zeigen, was uns zur Untersuchung der Nahrungsnetze im Schweizerischen Nationalpark motiviert hat und welche Unterschiede im Vergleich zu afrikanischen Savannen bestehen.

Martin Schütz und Anita C. Risch, wsl, Birmensdorf

Seit über 100 Jahren haben Generationen von Forschern die Entwicklung der Huftierbestände und der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark (SNP) untersucht. Es dauerte allerdings 60 Jahre, sprich bis in die 1980er-Jahre, bis die beiden Entwicklungsgeschichten verknüpft und gegenseitige Beziehungen (Interaktionen) zwischen den pflanzenfressenden Tieren (Herbivoren) und den Pflanzen untersucht wurden. Der Auslöser für solche Studien war die starke Zunahme der Rothirschbestände. Viele befürchteten, dass die grosse Zahl der Rothirsche die Parknatur und damit die Parkidee gefährden könnten. Seither wurde die Untersuchung von Interaktionen zwischen Organismengruppen und ihrer Umwelt in der Parkforschung immer wichtiger.

HISTORISCHE BETRACHTUNG UND BLICK NACH AFRIKA

Warum haben Forscher im SNP erst spät damit begonnen, solche Interaktionen zu studieren? Der Schutz von Tieren war bei der Parkgründung kein Hauptanliegen: Im SNP lag das Hauptinteresse auf dem Schutz natürlicher Prozesse. Grosse Wildtiere gehörten aus damaliger Sicht nur beschränkt zu den natürlichen Prozessen, denn Rothirsch, Reh und Steinbock fehlten

Abb. 1 In Afrika haben sowohl Megaherbivoren (Breitmaulnashorn) wie auch Raufutterverwerter (Kaffernbüffel) bis heute überlebt (a). Rund 1,5 Millionen Gnus (hinten) und 300 000 Thomson-Gazellen (vorne) leben im Serengeti-Ökosystem (b).



weitgehend. Ganz anders war die Situation zum Beispiel im Tansanischen Serengeti-Nationalpark: Er wurde 1951 explizit zum Schutz der grossen Huftierherden gegründet. Von Beginn an wurden die Interaktionen zwischen den wandernden Huftieren und der Vegetation erforscht. Allerdings lassen sich die Erkenntnisse aus der Serengeti nicht direkt auf den SNP übertragen, weil die Voraussetzungen zu unterschiedlich sind.



SNP/Hans Lüsza

UNTERSCHIEDLICHE HERBIVOREN-GEMEINSCHAFTEN

Trotz Prozessschutz, Wiedereinwanderung von Rothirschen und Aussetzung von Steinböcken fehlen im SNP aus historischen Gründen nämlich gewisse Tiergruppen mit speziellen Eigenschaften (sogenannte funktionale Gruppen). So waren die grossen Beutegreifer wie beispielsweise der Wolf über Jahrhunderte gar nicht oder nicht in relevanter Anzahl vorhanden (CRATSCHLA 1/2019). Zudem fehlten auch bestimmte funktionale Gruppen von Herbivoren wie zum Beispiel die Raufutterverwerter. Zu diesen gehören Wildpferde oder Wildbüffel, die in Westeuropa seit einigen Jahrhunderten verschwunden sind. Sie können von zähen, faserreichen Gräsern leben, wozu andere (kleinere) Huftiere wie Rothirsch und Steinbock nur beschränkt in der Lage sind. Gar seit mehreren Jahrzehntausenden fehlen die Megaherbivoren wie Elefanten und Nashörner. Sie können ganze Landschaften umgestalten, zum Beispiel Baumbestände beseitigen oder ausdünnen und den Baumaufwuchs verhindern. Sie starben nach der letzten Eiszeit und mit dem Auftauchen des modernen Menschen in Europa aus.

AUSWIRKUNGEN AUF INTERAKTIONEN

Wo Megaherbivoren und Raufutterverwerter noch vorkommen (Abb. 1a), behindern oder verhindern diese zusammen mit Herden von mittelgrossen Huftieren den Baumaufwuchs. Entsprechend sind grosse Gebiete in der Serengeti völlig baumfrei (Abb. 1b). Vor 120 Jahren sah das anders aus, weil die aus Europa eingeschleppte Rinderpest praktisch zum Aussterben der Huftiere in der Serengeti geführt hatte. Heute sorgen Megaherbivoren in der Serengeti für offene Savannen, von denen Raufutterverwerter profitieren. Diese schaffen wiederum Weideflächen für die nächst kleineren Herbivoren, wie zum Beispiel Gnus und Thomson-Gazellen (Abb. 1b). Aber welche Bedeutung haben die verbleibenden Pflanzenfresser im SNP ohne die fehlenden Megaherbivoren? Wie unterscheiden sich die Interaktionen im Vergleich zum Serengeti-Ökosystem? Beispielsweise herrscht im SNP eindeutig Konkurrenz zwischen Huftieren. Rothirsche verdrängen Gämsen auf schlechtere Äsungsflächen, aber auch Steinböcke spüren die Konkurrenz der Rothirsche (Abb. 2). Die Huftiere konkurrieren zudem mit den zahlreichen wirbellosen Herbivoren wie etwa Zikaden und beeinflussen selbst die im Boden lebenden Organismen (siehe Seite 8ff.). 🦋

Abb. 2 Wie Steinböcke und Gämsen im SNP ihre Weiden nutzen, hängt von der Rothirschdichte ab.

Literatur:

- ANDERWALD, P. et al. (2015): *Ecosphere* 6: 228.
- ESTES, J. A. et al. (2011): *Science* 333: 301–306.
- MCNAUGHTON, S. J. (1976): *Science* 191: 92–94.

Ausführliche Literaturangaben unter www.nationalpark.ch/cratschla

VON MOSAIKEN UND SAISONALEN SHUT-DOWNS

Der Schweizerische Nationalpark bietet seinen tierischen Bewohnern je nach Jahreszeit und Lebensraum ganz unterschiedliche Möglichkeiten, satt zu werden. Im Laufe ihrer Evolution haben sich Pflanzenfresser eng an ihr jeweiliges Nahrungsangebot angepasst, was vor allem an den Überwinterungsstrategien verschiedener Arten deutlich wird.

Pia Anderwald, Schweizerischer Nationalpark

NAHRUNGSANGEBOT IM RAUM

Wir können das Nahrungsangebot für Pflanzenfresser im SNP als ein Mosaik von Flächen mit unterschiedlicher Auflösung sehen. Zwischen verschiedenen Lebensräumen wie Grasland und Wald bestehen grossflächige Unterschiede. Weil mehr Licht den Boden erreicht, weist das Grasland zwar eine höhere Produktivität auf als die Krautschicht im Wald. Dafür fallen zum Beispiel Temperatur- oder Feuchtigkeitsschwankungen im Wald weit weniger extrem aus als im Freiland. Dadurch bietet der Wald sowohl Pflanzen als auch Tieren konstantere Lebensbedingungen.

Je nach Untergrund bestehen weitere grossflächige Unterschiede in der Produktivität innerhalb desselben Lebensraumtyps: Weiden in der Val Trupchun sind zum Beispiel aufgrund des vorherrschenden Kalkuntergrunds produktiver als Weiden im Ofenpassgebiet, das von Dolomit geprägt ist. Kleinräumig hat dagegen die Geländeform einen massgeblichen Einfluss: Mulden weisen aufgrund des Speicherns von Wasser und Nährstoffen eine höhere Produktivität auf als Kuppen, auf denen das Wasser nach allen Seiten abfließt. Hanglagen nehmen eine Zwischenposition ein. Auch hier sind die Unterschiede auf Weiden wiederum extremer als im Wald (Abb. 1).

NAHRUNGSANGEBOT AUF ZEIT

Für die Pflanzenfresser sind die saisonalen Unterschiede im Nahrungsangebot am bedeutsamsten. Selbst die produktivste Sommerweide bietet im Winter nur noch trockene Halme, die sie mühsam unter dem Schnee hervorgruben müssen. Die Qualität der Nahrung ist im Frühling am besten, wenn viele nährstoffreiche junge Triebe zur Verfügung stehen. Im Sommer ist zwar noch viel Pflanzenmaterial vorhanden, aber der Fasergehalt nimmt gegenüber dem nährstoffreichen Anteil des Pflanzengewebes stetig zu: Die Nahrung wird zum Herbst hin schwerer verdaulich.

HUFTIERE IM SPARMODUS

Shut-downs müssen nicht immer politisch oder gesundheitlich bedingt sein ... Die Tiere und Pflanzen im SNP erleben sie jeden Winter, allerdings in unterschiedlicher Form. Die Überwinterungsstrategien alpiner Säugetiere widerspiegeln dabei oft ihre jeweilige Nahrungsnische. Wer in den Bergen überwintert, achtet darauf, möglichst wenig Energie zu

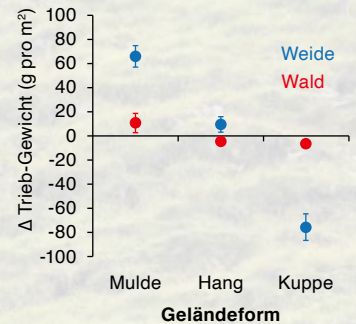


Abb. 1 Unterschiede in der Produktion von Pflanzenmaterial (Trieb-Gewicht) auf Weiden und im Wald in Abhängigkeit der Geländeform



Robert Vetter

Abb. 2 Murmeltier auf Alp la Schera beim Verzehr eines Alpenschneehuhns

verbrauchen. Verhaltensanpassungen wie die stark reduzierte Aktivität im Winter sind mit wenigen Ausnahmen die Regel. Deshalb ist es auch so wichtig, dass Wildtiere besonders in dieser Jahreszeit vor menschlicher Störung, zum Beispiel durch Wintersport in den Überwinterungsgebieten, geschützt werden. Hinzu kommen neben Winterfell usw. aber auch die physiologischen Anpassungen: Huftiere ernähren sich im Winter vermehrt von schwerverdaulichem Nadelbaummaterial und Zwergsträuchern im Gegensatz zu Kräutern und Süssgräsern im Sommer. Sie haben sich im Laufe ihrer Evolution so gut an die spärliche Winterkost in ihrem Lebensraum angepasst, dass sie zu dieser Jahreszeit selbst in Gefangenschaft mit unlimitiertem Nahrungsangebot viel weniger fressen als im Sommer und gleichzeitig einen erhöhten Anteil Raufutter brauchen, um gesund zu bleiben. Eine künstliche Winterfütterung mit besonders nährstoffreichem Futter ist daher verfehlte Tierliebe.

MURMELTIER ALS FLEISCHFRESSER?

Eine ganz besondere Vorliebe für nährstoffreiche Kräuter zeigen während der Sommermonate die Murmeltiere. Im Frühling stocken sie ihren Proteinbedarf gerne mit Insekten auf, Fleisch verschmähen sie auch nicht: 2018 konnte ein Murmeltier auf Alp la Schera beim Verzehr eines toten Alpenschneehuhns fotografiert werden (Abb. 2). Einzelne Tiere wurden schon bei der Jagd auf kleine Vögel beobachtet. Da das Überleben eines Murmeltiers während des Winterschlafs in erster Linie von seiner Fettschicht und der Wärme der Familie abhängt, überrascht die spezielle Vorliebe für besonders nährstoffreiche Nahrung überhaupt nicht.

SCHNEEHASE ALS RECYCLING-SPEZIALIST

Das andere Extrem bildet der Schneehase (Abb. 3): Je nach Lebensraum bevorzugt er Nadelbaummaterial oder Zwergsträucher, beides ziemlich nährstoffarme Kost. Diese spezielle Nahrungsnische kann der Schneehase dank seines besonders angepassten Verdauungssystems nutzen: Durch Fressen des eigenen Kots wird die Nahrung zweimal verdaut, sodass die Nährstoffe selbst bei so hohem Raufutteranteil weitgehend aufgenommen werden können. 🐾

Abb. 3 Genügsamer Alpenbewohner – der Schneehase, hier im Sommerkleid



SNP/Curdin Eichholzer

Literatur:

- GARIN, I. et al. (2008): *Revue d'écologie – la Terre et la Vie* 63: 383–390.
- MARCONI, L. (2009): MSc thesis, Université de Neuchâtel.
- SLOTTA-BACHMAYR, L. et al. (1995): Nationalparkinstitut des Hauses der Natur, Salzburg.

WARUM ZIKADEN UND SPINNEN AUF HIRSCHEN REAGIEREN ...

Hirsche als grösste Pflanzenfresser des SNP spielen in den Weide-Ökosystemen eine wichtige Rolle. Sie beäsen die Pflanzendecke und verkleinern dadurch das Nahrungsangebot für andere Tiere. Dies wirkt sich stark auf die Grösse und Zusammensetzung der Gemeinschaften der wirbellosen Tiere aus.

Martin Schütz und Anita C. Risch, WSL, Birmensdorf

Zikaden ernähren sich wie Hirsche von Pflanzen, nutzen also dieselbe Nahrungsquelle. Die Aufnahme der Nahrung erfolgt allerdings unterschiedlich: Hirsche, kleinere pflanzenfressende Säugetiere wie Hasen, aber auch viele Insekten wie beispielsweise Heuschrecken beißen Pflanzenteile ab. Zikaden hingegen saugen – ähnlich wie Blattläuse – an den Pflanzen und nehmen nur deren Säfte auf.

KONKURRENZ ZWISCHEN HIRSCHEN UND ZIKADEN

Obwohl Hirsche die Pflanzen anders nutzen als Zikaden, leben sie trotzdem von derselben Nahrung und stehen in Nahrungskonkurrenz. Da Hirsche viel grösser sind als Zikaden oder andere wirbellose Tiere (Invertebraten), verzehren sie deutlich mehr Pflanzenmaterial und konkurrenzieren die Invertebraten einseitig. Umgekehrt haben die wirbellosen Tiere kaum Einfluss auf die Hirsche. Entfällt die Konkurrenz durch Hirsche oder andere pflanzenfressende Säugetiere, steht mehr Pflanzenmaterial für die wirbellosen Herbivoren zur Verfügung (Abb. 1). Waren auf einer SNP-Weide alle Herbivoren inklusive Huftiere vorhanden, massen wir lediglich 267 g Pflanzenmaterial pro Quadratmeter. Durch die Auszäunung aller pflanzenfressenden Säugetiere (siehe Seiten 12–13) verdoppelte sich das Trieb-Gewicht beinahe auf 434 g.

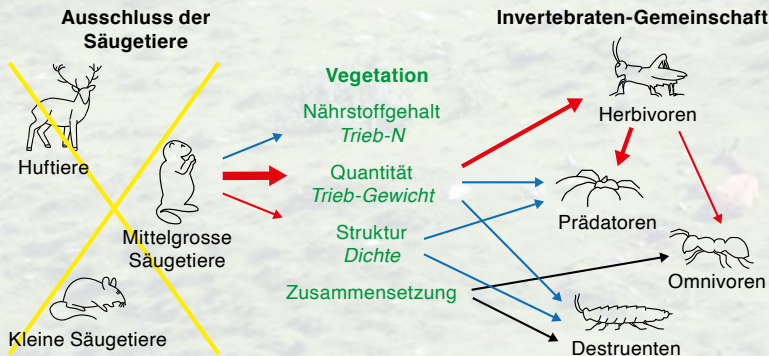
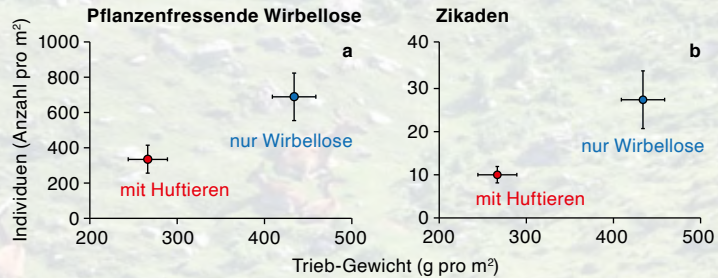


Abb. 1 Die wichtigsten Beziehungen zwischen den pflanzenfressenden Säugetieren, der Pflanzendecke (Vegetation) und dem Nahrungsnetz der wirbellosen Tiere (Invertebraten) auf den Weiden des SNP

roter Pfeil = positiver Einfluss
 blauer Pfeil = negativer Einfluss
 schwarzer Pfeil = positiver oder negativer Einfluss
 Pfeildicke = Einflussstärke
 N = Stickstoff
 Herbivoren = Pflanzenfresser
 Prädatoren = Raubtiere
 Omnivoren = Allesfresser
 Destruenten = Zersetzer



WIRBELLOSE HERBIVOREN PROFITIEREN VOM HIRSCHAUSSCHLUSS

Dieses zusätzliche Pflanzenmaterial, das nach Ausschluss der pflanzenfressenden Säugetiere vorhanden ist, wird von den Invertebraten intensiv genutzt. So finden wir nach Ausschluss der Säuger im Durchschnitt auf jedem Quadratmeter SNP-Weide 744 wirbellose Herbivoren. Waren hingegen die Säugetiere auf den Weiden vorhanden, waren es mit 333 Individuen nur halb so viele (Abb. 2a). Der Ausschluss der Säugetiere führte also zu einem höheren Nahrungsangebot und damit zu mehr wirbellosen Herbivoren (Abb. 1). Praktisch alle wirbellosen Herbivoren profitierten vom Ausschluss der Konkurrenz, so auch die Zikaden: Nach Ausschluss der Säugetiere finden wir pro Quadratmeter Weide im Durchschnitt 27 Zikaden, im Vergleich zu 10 Individuen bei Anwesenheit der Säuger (Abb. 2b).

AUCH RAUBTIERE PROFITIEREN

Zur Gemeinschaft der Invertebraten auf SNP-Weiden gehören nicht nur Herbivoren, sondern auch Prädatoren (Raubtiere) wie Spinnen, Omnivoren (Allesfresser) wie Ameisen und Destruenten (Zersetzer) wie Asseln (Abb. 1). Letztere konsumieren abgestorbene Pflanzenteile oder tote Tiere. Der Ausschluss der pflanzenfressenden Säugetiere beeinflusste auch diese komplexen Gemeinschaften. Vor allem Prädatoren profitierten davon (Abb. 1), weil ihre Beute, die Herbivoren, häufiger wurden. Gleichzeitig behinderte die nach Ausschluss der Säugetiere dichter gewordene Pflanzendecke sehr bewegliche Prädatoren bei der Futtersuche. Jene Laufkäfer beispielsweise, die bei der Jagd auf ihre Augen angewiesen sind, konnten in dichter Pflanzendecke ihre Beute viel schlechter erspähen und verfolgen. Sie wurden folglich durch den Hirschausschluss seltener.

MEHR INVERTEBRATEN, ABER WENIGER VIELFALT

Die Anzahl der pflanzenfressenden Invertebraten verdoppelte sich zwar nach dem Ausschluss der konkurrierenden Säugetiere, aber nicht alle Arten profitierten gleich stark. Bereits zu Beginn häufigere Arten profitierten mehr vom Ausschluss der Säuger als seltene Arten. Letztere wurden noch seltener oder verschwanden ganz. Folglich nahm die Vielfalt (Diversität) in der Gemeinschaft der Wirbellosen ab. Das gilt für fast alle Invertebraten-Gruppen, auch für Zikaden: Die auf SNP-Weiden häufige schwarzgrüne Graszirpe (Abb. 3) profitierte beispielsweise überdurchschnittlich stark vom Ausschluss der Säugetiere. Die Hirsche verdrängen zwar Zikaden und andere Wirbellose, sorgen jedoch gleichzeitig für eine hohe Diversität in deren Gemeinschaften. 🦋

Abb. 2 Einfluss von Herbivoren auf das Trieb-Gewicht und auf die Anzahl vorkommender pflanzenfressender Wirbellosen im Allgemeinen (a) und Zikaden im Speziellen (b). Beachte, dass die Skalierung der y-Achse in a) und b) unterschiedlich ist.



Abb. 3 Die schwarzgrüne Graszirpe ist eine der häufigsten Zikadenarten, die auf SNP-Weiden vorkommt.

Literatur:

- VANDEGEHUCHTE, M. L. et al. (2017): *Journal of Animal Ecology* 86: 1434–1446.
 VANDEGEHUCHTE, M. L. et al. (2018): *Functional Ecology* 32: 545–555.
 WANG, X. et al. (2018): *Oikos* 127: 1515–1525.

... UND DIE IM BODEN LEBENDEN FADENWÜRMER EBENFALLS

Fadenwürmer (Nematoden) werden kaum beachtet, ausser wenn unsere Haustiere oder wir selbst von ihnen befallen werden, beispielsweise von den weissen, fadenartigen Spulwürmern. Schenken wir ihnen aber Beachtung, entdecken wir in den Böden der SNP-Weiden ausserordentlich artenreiche, stark vernetzte Nematoden-Gemeinschaften, die wichtige Funktionen erfüllen.

Martin Schütz und Anita C. Risch, WSL, Birmensdorf

Nematoden messen in der Regel nur einige Zehntel- bis wenige Millimeter, sind farblos (Abb. 1) bis weisslich und kommen praktisch überall vor: im Süss- und Salzwasser, in heissen Quellen, im Boden (selbst in der Antarktis) oder als Parasiten in Pflanzen, Tieren und Menschen. Parasiten, die Haustiere und Menschen befallen, sind als Spul- oder Peitschenwürmer bekannt. Diejenigen, welche Insekten und Schnecken befallen, werden in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Die grössten bekannten Nematoden werden mehrere Meter lang und leben in Pottwalen. Nematoden sind mit mehr als 20000 verschiedenen Arten eine artenreiche, wenn nicht die artenreichste Tiergruppe.

EIGENES NAHRUNGSNETZ IM BODEN

Die im Boden lebenden Nematoden ernähren sich unterschiedlich und bilden damit ein eigenes Nahrungsnetz. Einige Nematoden sind Pflanzenfresser (Herbivoren), die beispielsweise Säfte aus Pflanzenwurzeln saugen. Andere grasen auf Bakterientepichen (Bacteriovoren) oder fressen Pilze (Mycetophagen). Wiederum andere Nematoden leben räuberisch (Prädatoren) und erbeuten Kleinlebewesen inklusive ihrer kleineren oben erwähnten Verwandten (Abb. 1). Die sogenannten allesfressenden Nematoden (Omnivoren) bilden eine fünfte Ernährungsgruppe. Sie sind wenig spezialisiert und können verschiedene Nahrungsquellen nutzen.

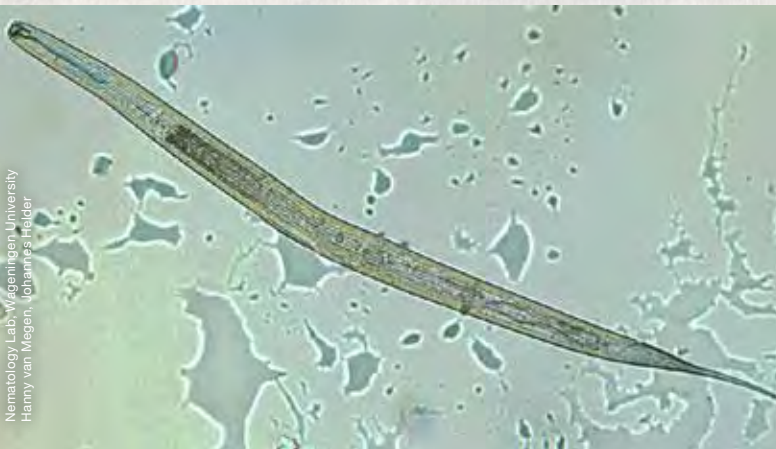


Abb. 1 *Mononchooides striatus* ist ein im Boden lebender räuberischer Fadenwurm, der Kleinlebewesen erbeutet.

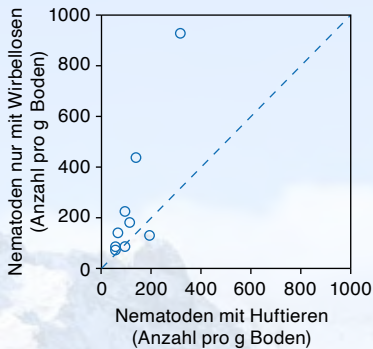


Abb. 2 Anzahl Nematoden in einem Gramm Boden in Abhängigkeit der oberirdisch lebenden, pflanzenfressenden Tiere (Herbivoren). Alle Herbivoren inklusive Huftiere vorhanden (x-Achse); nur wirbellose Herbivoren vorhanden (y-Achse). Punkte oberhalb der gestrichelten Diagonale bedeuten, dass mehr Nematoden im Boden leben, wenn pflanzenfressende Säugetiere inklusive Huftiere auf SNP-Weiden fehlen.

MEHR NEMATODEN OHNE HIRSCH

In den Böden der SNP-Weiden sind Nematoden ausserordentlich zahlreich, besonders wenn Säugetiere ausgeschlossen werden. Auf intensiv von Hirschen beweideten Kurzrasen fanden wir in jedem Gramm Boden im Durchschnitt 127 Nematoden. Fehlten die pflanzenfressenden Säugetiere wie Huftiere, Alpenmurmeltiere, Hasen und Mäuse auf den Weiden, waren also nur noch wirbellose Herbivoren vorhanden, nahm die Nematoden-Dichte beträchtlich zu: Sie verdoppelte sich auf 255 Tiere pro Gramm Boden (Abb. 2).

Diese Zunahme der Nematoden betraf sämtliche Ernährungstypen. Bacteriovoren verdoppelten beispielsweise ihre Individuenzahl von 48 auf 109 Tiere pro Gramm Boden (Abb. 3a). Offensichtlich verbesserte sich die Ernährungssituation für diesen Nematodentyp, wenn die pflanzenfressenden Säugetiere fehlten. Zwei Faktoren, die sich bei Ausschluss der Säugetiere veränderten, schienen besonders entscheidend zu sein: Erstens erhöhte sich das pflanzliche Trieb-Gewicht beträchtlich (siehe Seiten 8–9), was zu mehr Streu und zu einem erhöhten Nahrungsangebot im Boden führte. Zweitens stieg die Boden-Feuchtigkeit an, wenn die Säugetiere fehlten. Davon profitierten die im Boden lebenden Nematoden, da sie sich nur in einem Wasserfilm bewegen können. Die fehlenden Ausscheidungen der Säugetiere (Kot, Urin) hingegen schienen keine negative Rolle zu spielen.

Mehr Bacteriovoren bedeutet für Omnivoren und Prädatoren, dass mehr potentielle Beutetiere vorhanden sind. Auch ihre Anzahl verdoppelte sich folglich beinahe, nämlich von 34 auf 58 Tiere pro Gramm Boden, wenn die Säugetiere ausgeschlossen wurden (Abb. 3b).

WENIGER NEMATODEN-VIELFALT OHNE HIRSCH

Obwohl weniger Nematoden im Boden vorkamen, wenn alle Herbivoren anwesend waren, war ihre Diversität deutlich grösser im Vergleich zu Weiden, auf denen die pflanzenfressenden Säugetiere fehlten. Ähnlich wie bei den oberirdisch lebenden Gemeinschaften der Invertebraten (siehe Seiten 8–9), profitierten offenbar einige wenige und häufige Nematoden vom grösseren Nahrungsangebot nach Ausschluss der Säugetiere, und dies auf Kosten von eher seltenen Tieren. 🐞

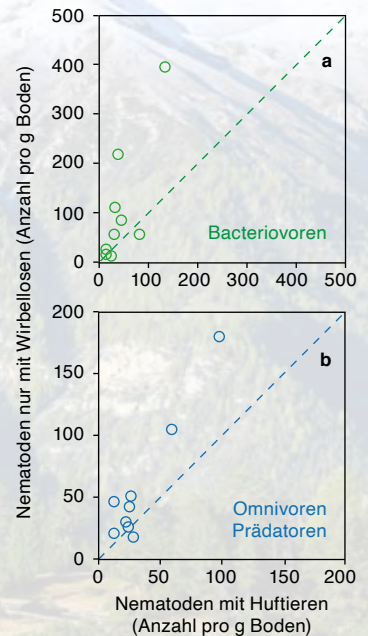


Abb. 3 Anzahl Nematoden von verschiedenen Ernährungstypen in einem Gramm Boden in Abhängigkeit der oberirdisch lebenden Herbivoren: a) Bakterien fressende Nematoden (Bacteriovoren); b) allesfressende und räuberische Nematoden (Omnivoren, Prädatoren). Beachte, dass die Skalierung in a) und b) unterschiedlich ist. Weitere Erklärungen siehe Legende Abb. 2.

Literatur:

VANDEGEHUCHTE, M. L. et al. (2017): Oikos 126: 212–223.

HUFTIERE UND WIRBELLOSE SPIELEN VERSCHIEDENE ROLLEN

In naturnahen Ökosystemen bestehen gegenseitige Beziehungen (Interaktionen) zwischen allen Lebewesen und der unbelebten Umwelt. Huftiere sorgen im SNP für starke Interaktionen zwischen den verschiedenen Lebensgemeinschaften. Gleichzeitig sorgen sie auch für eine grössere Vielfalt innerhalb dieser Gemeinschaften. Wirbellose Tiere hingegen beeinflussen die Beziehungen zwischen den Lebensgemeinschaften und der unbelebten Umwelt besonders stark und halten damit die Ökosysteme am Laufen. Diese funktionieren nicht mehr, wenn die wirbellosen Tiere fehlen.

Martin Schütz und Anita C. Risch, WSL, Birmensdorf

LEBEWESEN STERBEN WELTWEIT AUS

Immer schneller verschwinden Lebewesen von der Erdoberfläche. Einerseits sinkt die Zahl der Individuen innerhalb einer Art, andererseits sterben auch ganze Arten oder Artengruppen aus. Dieser Prozess ist heute grösstenteils menschgemacht und begann vor rund 30000 Jahren mit dem Aussterben der grössten pflanzenfressenden Tiere, den sogenannten Mega-herbivoren, in Europa, Nord- und Südamerika und in Australien. Mit der Besiedlung aller Kontinente durch Europäer im Mittelalter beschleunigte sich dieser Aussterbeprozess ein erstes Mal merklich, mit der Industrialisierung und dem damit verbundenen starken Bevölkerungswachstum ein zweites Mal. Bis vor Kurzem schien es so, als ob hauptsächlich Wirbeltiere und allgemein die grösseren Tiere stärker betroffen wären als die kleineren. Neue Studien zeigen allerdings, dass die wirbellosen Tiere, beispielsweise Insekten, mindestens ebenso stark betroffen sind wie Wirbeltiere und zwar ebenfalls weltweit.



Anita C. Risch

Abb. 1 Schachtelzaun auf Alp Mingèr. 18 dieser Schachtelzäune standen von 2009 bis 2013 auf verschiedenen SNP-Weiden.



Abb. 2 Vernetzung von Weide-Ökosystemen im SNP mit zunehmendem Verlust von Lebewesen
blaue Punkte = Lebensgemeinschaften
rote Punkte = Faktoren der unbelebten Umwelt
Je grösser die Punkte und je dicker die Striche, desto wichtiger sind die Faktoren und desto stärker ist die Verbindung zwischen zwei Faktoren.



SIMULIERTES ARTENSTERBEN IM NATIONALPARK

Welche Auswirkungen dieses Artensterben für die Nahrungsnetze in Ökosystemen hat, lässt sich nur in möglichst naturnahen Gebieten untersuchen. Kaum ein Gebiet ist für solche Untersuchungen in der Schweiz besser geeignet als der SNP. Diese Möglichkeit durften wir nutzen. Mittels Schachtelzäunen haben wir alle oberirdisch lebenden Tiere von SNP-Weiden ausgeschlossen. Zuerst die grössten (Huftiere), dann sukzessive kleinere und zum Schluss die wirbellosen Tiere (Abb. 1).

VERNETZUNG IN WEIDE-ÖKOSYSTEMEN

Die Resultate der Versuche zeigen, dass die verschiedenen Lebensgemeinschaften (Pflanzen, Pflanzenfresser, Springschwänze, Fadenwürmer, Bakterien, Pilze usw.) untereinander und mit der Umwelt gut vernetzt waren, unabhängig davon, ob Huftiere auf den Weiden vorhanden waren oder nur noch Wirbellose (Abb. 2). Die Vernetzung war jedoch keinesfalls identisch. Bei Vorhandensein von Huftieren waren die Lebensgemeinschaften besonders stark untereinander vernetzt. Man spricht dabei von biotisch-biotischen Interaktionen. Waren hingegen nur noch Wirbellose vorhanden, waren die Lebensgemeinschaften stark mit der unbelebten Umwelt (Boden, Nährstoffe, Wasser usw.) vernetzt (biotisch-abiotische Interaktionen). Fehlten auch die Wirbellosen, fiel die Vernetzung komplett auseinander (Abb. 2).

AUSWIRKUNGEN AUF ÖKOSYSTEM-FUNKTIONEN

Unter Ökosystem-Funktionen versteht man zum Beispiel die Produktion von Pflanzenmaterial, Kreisläufe von lebenswichtigen Nährstoffen wie Kohlenstoff und Stickstoff oder die Bestäubung von Blütenpflanzen durch Insekten (Abb. 3). Während biotisch-biotische Interaktionen (Vernetzung von Lebensgemeinschaften) keinen Einfluss auf die Funktion der SNP-Weiden haben, ist die biotisch-abiotische Vernetzung sehr wichtig (Abb. 4). Je stärker diese Vernetzung ist, desto besser funktionieren Weide-Ökosysteme. Da die Wirbellosen für starke biotisch-abiotische Vernetzung sorgen, sind sie hauptverantwortlich für das Funktionieren der Weiden. Die Huftiere, die vor allem andere Lebensgemeinschaften beeinflussen, sorgen dagegen für hohe Artenvielfalt auf Weiden (siehe Seiten 8–11). 🦋

Abb. 3 Insekten erfüllen in Ökosystemen wichtige Funktionen, zum Beispiel als Bestäuber von Blütenpflanzen.

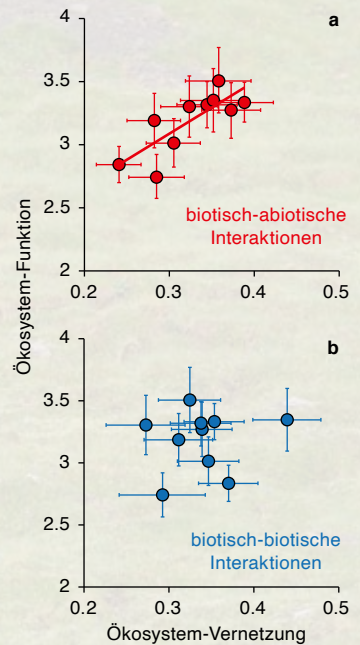


Abb. 4 Bedeutung von biotisch-abiotischen (a) und biotisch-biotischen Interaktionen (b) für die Funktion von Weide-Ökosystemen im SNP. Die ansteigende rote Linie zeigt, dass ein Ökosystem umso besser funktioniert, je stärker die Lebensgemeinschaften mit der unbelebten Umwelt vernetzt sind.

Literatur:

- SÁNCHEZ-BAYO, F. & K. A. G. WYCKHUYS (2019): *Biological Conservation* 232: 8–27.
- RISCH, A. C. et al. (2018): *Nature Communications* 9, 3684.
- SMITH, F. A. et al. (2010): *Science* 330: 1216–1219.
- SMITH, F. A. et al. (2018): *Science* 360: 310–313.