

# Was die Alp im Innersten zusammenhält

Text – Klaus Lunau

**Bergwiesen und -weiden oberhalb der Baumgrenze sind Paradiese aus Menschenhand. Unterschiede in Höhe, Mikroklima, Boden und Bewirtschaftung schaffen eine beeindruckende Biodiversität. Dieser Artenreichtum sorgt für die Stabilisierung des Ökosystems Bergwiese und Bergweiden. Blütenbestäubende Insekten sind dabei eine unverzichtbare Nahtstelle zwischen Pflanzen- und Tierwelt, um die zunehmend gefährdeten Paradiese zu schützen.**

Die Alpen oberhalb der Baumgrenze im Naturpark Beverin werden von den Landwirten der umliegenden Dörfer zur Heugewinnung und Beweidung bewirtschaftet. Viele Wanderer kommen hier herauf, um den Piz Beverin zu besteigen oder die atemberaubende Landschaft zu genießen. Mich hat es seit 40 Jahren immer wieder auf die Maiensässe oberhalb Mathon verschlagen, zunächst mit Forschern der Universität Freiburg, später mal allein, mal mit der Familie und oft mit Studierenden der Universität Düsseldorf. Im Rahmen meines Blütenbiologischen Kurses behandelten wir die Bestäubung der Blütenpflanzen, also der Bewegung des Pollens innerhalb einer Blüte (Selbstbestäubung), zwischen Blüten desselben Pflanzenindividuums (Nachbarbestäubung) oder zwischen Blüten verschiedener Pflanzen derselben Art (Fremdbestäubung). Nur Fremdbestäubung sorgt durch bisexuelle Fortpflanzung auf Dauer für anpassungsfähige Nachkommen, die sich von ihren Eltern unterscheiden, so dass die geeignetsten natürlich ausgelesen werden können. Die kurze Vegetationsperiode, extremes Klima, Wetterkapriolen und die Unsicherheit bei der Pollenübertragung zwingen montane und alpine Blütenpflanzen zu angepassten Lösungen. Die meisten Blütenpflanzen setzen auf Insekten als Überträger des Pollens von Blüte zu Blüte. Nicht wenige Blüten machen Selbstbestäubung dann, wenn Bestäuber ausbleiben. Fremdbestäubung bleibt jedoch das Ziel. Die Bestäubung von Blüten durch Insekten ist eine entscheidende Schnittstelle zwischen Pflanzen und Tieren, die wesentlich zu Vielfalt der Pflanzen- und Tierwelt auf den Bergwiesen und -weiden beiträgt.

## Blütenbestäubung

Die Bestäubung durch Insekten ist ein passiver Vorgang, wobei die Blütenpflanzen durch ihren Bau und ihr Verhalten dafür sorgen müssen, dass es möglichst oft zur Fremdbestäubung kommt. Auf Nummer sicher geht beispielsweise das Gemeine Katzenpfötchen *Antennaria dioica*, bei der männliche und weibliche Blüten auf verschiedenen Pflanzen sitzen, wodurch Selbst- und Nachbarbestäubung ausgeschlossen sind, allerdings mit dem Risiko, dass es seltener überhaupt zur Bestäubung kommt. Die Blüten des Sternsteinbrechs *Saxifraga stellaris* gehen trickreich vor, denn zunächst beugt sich ein Staubgefäß nach dem anderen über die Narbe und gibt den Pollen frei, während die Narbe noch nicht empfänglich ist. So können kleine Bienen und Fliegen beim Besuch der Blüte den Pollen genau an die Stelle auf der Bauchseite bekommen, die bei Blüten in der späteren weiblichen Blühphase, in der alle zehn Staubgefäße zurückgebogen sind und die Narbenäste sich zur Befruchtung öffnen, damit in Berührung kommt. Die Gipfelblüten sind radiärsymmetrisch gebaut, während die seitlichen Blüten hinsichtlich Färbung und Blattstellung zygomorph sind, um Bestäuber optimal zu lenken. Diese Beobachtung unterschiedlich symmetrischer Blüten gelang mir erstmalig an einer Sternsteinbrechpflanze in Mathon. Das Sonnenröschen *Helianthemum nummularium* bewegt bei Berührung die Staubgefäße aktiv nach außen, so dass ein Blütenbesucher sicher mit Pollen beladen und gleichzeitig die Narbe zur Bestäubung exponiert wird. Beim Alpen-Krokus *Crocus albiflorus* dient die Narbe als Landeplatz, so dass dort vom Bestäuber mit mitgebrachter Pollen platziert wird, bevor dieser Pollen aufnimmt. Jede Pflanze hat ihre eigenen Tricks, um Fremdbestäubung zu maximieren.

Die Stabilität von Ökosystemen wie den Bergwiesen und -weiden hängt maßgeblich von der Anzahl der Interaktionen der beteiligten Arten ab. Viele Interaktionen tragen dazu bei, das Vorkommen der beteiligten Arten zu sichern und ihre Häufigkeit zu kontrollieren. Die Verfügbarkeit von Nahrungsquellen beeinflusst

das Wachstum von Organismen, ihre Gesundheit, aber auch ihre Fortpflanzungsfähigkeit und Dichte. Je engmaschiger das Netz zwischenartlicher Interaktionen gewebt ist, desto stabiler ist es gegen äußere Einflüsse und Störungen. Der Artenreichtum trägt dazu bei, dass in trockenen Jahren andere Arten bestimmte Funktionen übernehmen können als in feuchten Jahre; das gilt auch für kalte und warme, schneereiche und schneearme Jahre.



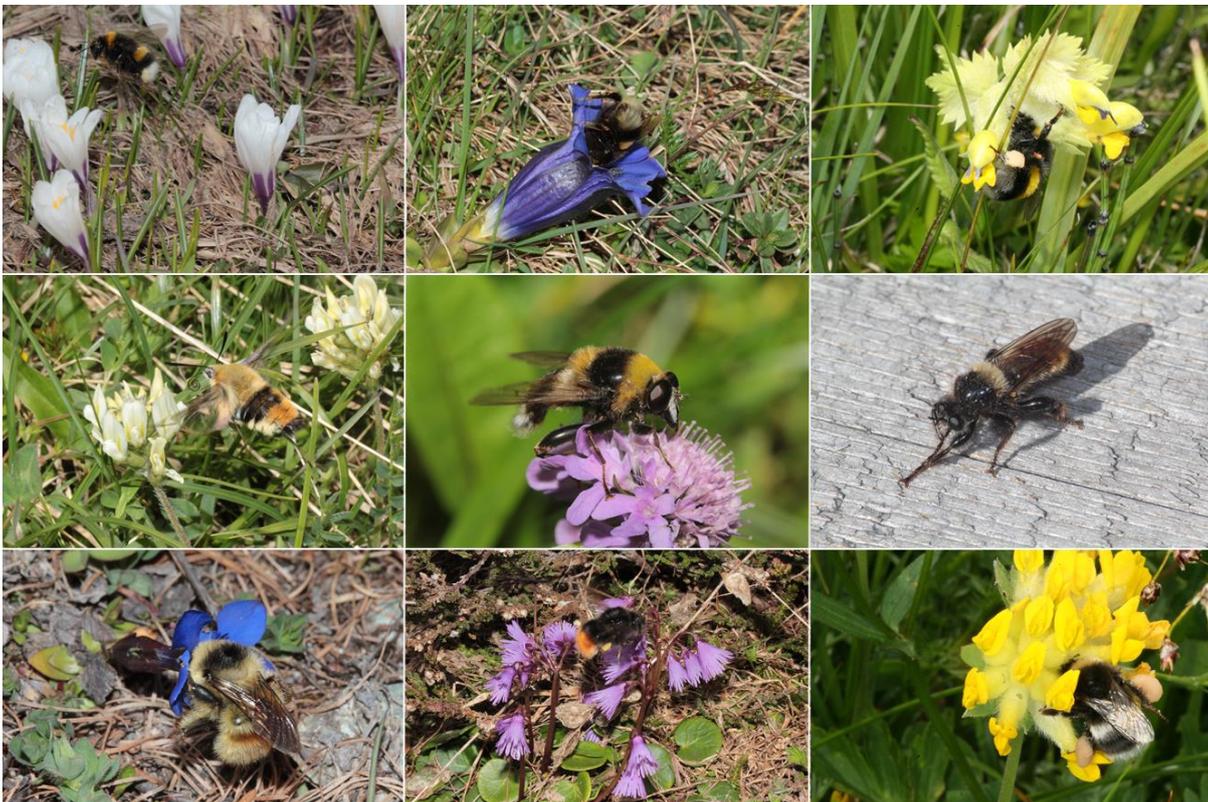
Krokusblüte am Piz Beverin



Mähwiesen am Piz Beverin. Von oben links im Uhrzeigersinn: Unterschiedliche Düngung, Mahd und Bewirtschaftung verleihen Wiesen Individualität; erste Frühlingsblüher, gelber Blühaspekt, Blütvienfalt.



Unterschiedliche Blütenbesucher: Von links und oben nach rechts: Apollofalter, Rosenkäfer am Silberwurz, Tanzfliege am Studentenröschen, Blattwespe auf Hahnenfuß, Krabbenspinne auf Margerite, Ameise auf Studentenröschen, Ballonfliegen auf Moossteinbrech, Märzfliegen am Germer, Solitärbiene am Augentrost.



Rund um die Erdhummel. Von Links und oben nach rechts: Eine Königin der Dunklen Erdhummel bringt beim Nahrungssammeln Pollen von Krokusblüte zu Krokusblüte, Erdhummel am Stängellosen Enzian, Erdhummel beim Nektarraub am Klappertopf, Hummelschwärmer, hummelimitierende Schwebfliege, hummelimitierende Raubfliege, Berghummel am Frühlingsenzian, Bergwaldhummel an Troddelblume, Hummel beim Nektarraub am Wundklee.

Die Vielzahl an Interaktionen zwischen verschiedenen Arten ist erstaunlich. Ein Beispiel, wie komplex das sein kann: Die Dunkle Erdhummel *Bombus terrestris* ist kein Blütenspezialist. Die Arbeiterinnen bestäuben zahlreiche Blütenpflanzen, deren Fortpflanzung ganz oder teilweise davon abhängt wie oft die Hummeln deren Blüten besuchen. Ein einzelnes Individuum kann am Tag mehrere Tausend Blüten besuchen. Erdhummeln sind blütentreu und können weitere Strecken fliegen als andere Bienen und so vermehrt durch Kreuzbestäubung für besonders vitale Samen sorgen. Erdhummeln können aber auch Blüten aufbeißen und so Nektar rauben, ohne die Blüten zu bestäuben. Erdhummeln können im Unterschied zur Honigbienen Pollen aus Blüten durch Vibrieren mit ihren Flugmuskeln herausschütteln, essentiell für die Bestäubung von Klappertopf (*Rhinanthus*) und Läusekräutern (*Pedicularis*). Erdhummeln dienen Prädatoren wie Spinnen, Wespen und dem Neuntöter sowie gelegentlich anderen Vögeln als Nahrung.

Charles Darwin erkannte diese Zusammenhänge und ihre weitreichenden Folgen und hat sie in dem Bild von englischen Jungfern, die die Kampfkraft der Royal Navy stärken populär gemacht: Jungfern halten für gewöhnlich Katzen, die Mäuse fressen, wodurch Mäusenester frei werden, die Hummeln gerne zur Staatengründung nutzen; Hummeln können anders als Honigbienen Rotklee bestäuben, der wegen der Stickstoff fixierenden Knöllchenbakterien besonders proteinreich ist, so dass die darauf grasenden Rinder besonders gutes Fleisch abgeben, das die Soldaten der Navy stärkt. Auf der Bergweide funktioniert es ähnlich.

Die Interaktionen der Erdhummel sind noch vielfältiger: Die Hummelschwebfliege *Volucella bombylans* macht Hummelmimikry, die sie vor dem Angriff von Vögeln schützen. Wieviel Schutz Schwebfliegen dadurch genießen, dass sie Hummeln imitieren, zeigt die Tatsache, dass verschiedene Schwebfliegenarten Hummeln imitieren, die Hummelschwebfliege *Volucella bombylans* gar in mehreren Farbmorphen auftritt, die verschiedene Hummelarten nachahmen; ein Zusammenhang, der auf den Bergwiesen oberhalb Mathon von Leo Rupp erforscht wurde. Die Weibchen der Hummelschwebfliege dringen zur Eiablage in Hummelnester ein; die Larven entwickeln sich als Kommensalen in Hummelnestern, die durch den Verzehr

von Abfallstoffen sogar die Nesthygiene verbessern kann. Sogar Schmetterlinge wie der Hummelschwärmer sehen wie Hummeln aus und haben dazu für Schmetterlinge ungewöhnliche, durchsichtige Flügel und einen Flugton entwickelt. Auf Hummeln kann man gelegentlich Milben erkennen; manche der ja flugunfähigen Milben nutzen die Bienen lediglich als Transportwirt, andere können die Hummeln schädigen oder aber nützen; es sind sogar Bienenarten bekannt, die am Körper ein Acarinarium tragen, eine Chitintasche, in der Milben gezielt mitgeführt werden können, um an der Hummel Körperhygiene zu betreiben. Auch Antagonisten der Hummeln kommen vor; der Fadenwurm *Sphaerula bombi* kann überwinternde Hummelköniginnen infizieren und sie unfruchtbar machen. Wachsmotten (*Aphomia sociella*) dringen in Hummelnester ein; die Larven fressen das Nestmaterial und schädigen damit die Brut. Die Breitstirndickkopffliege *Sicus ferrugineus* lauert auf Blüten und legt im Flug ein Ei an Hummelarbeiterinnen; die Larven der Dickkopffliege überwintern als Puppe in den parasitierten Hummelarbeiterinnen. Parasiten in Hummelnestern wie Ameisenwespen (*Mutilla europaea*) sind von der reichlichen Existenz ihres Wirtes abhängig, da sie nur einen geringen Prozentsatz der Nester finden und sich durch die Erde zum Nest durchgraben können. Die Keusche Kuckuckshummel *Psithyrus vestalis* sammelt keinen Pollen für ihre Brut, sondern dringt in ein Erdhummelnest ein, tötet die Königin und lässt ihre Nachkommen von den Erdhummelarbeiterinnen versorgen.

Und so weiter – die Liste der Interaktionen ließe sich fortsetzen, zumal wenn Arten einbezogen werden die nicht unmittelbar, aber doch mittelbar über die von Erdhummeln betäubten Blütenpflanzen und deren Partner mit ihnen interagieren. Andere Besucher derselben Blüten sind Konkurrenten der Erdhummeln. Das Nektarangebot für Erdhummeln und ihre Konkurrenten ist variabel. Blütenpflanzen produzieren weniger Nektar, wenn Schmetterlingsraupen an ihnen fressen oder Blattläuse an ihnen saugen. Schmetterlingsraupen werden häufig von Schlupfwespen parasitiert, während Blattläuse auch von den räuberischen Larven einiger häufiger Schwebfliegenarten, Marienkäfern und Florfliegen in Schach gehalten werden. Pflanzenfresser wie Murmeltiere, Hasen, Birkhühner, Schalenwild, aber auch Insekten wie Blattkäfer und Heuschrecken sind auf geeignete Nahrungspflanzen angewiesen. Prädatoren wie Steinadler und Wolf profitieren wiederum von dem Vorkommen der Pflanzenfresser. Kleinsäuger wie beispielsweise Mäuse tragen zur Verbreitung von Samen bei, lockern den Boden durch ihre Grabtätigkeit; alte Mäusenester dienen den Erdhummeln als Nistgelegenheit. Mit Wieseln und Falken besitzen wiederum Mäuse effektive Prädatoren. Bestimmte Eigenschaften von Blütenpflanzen wie ihre Wurzeltiefe schützen durch die Verminderung der Erosionsgefahr andere Pflanzen. Dieses Beziehungsnetz eines Ökosystems ist also sehr engmaschig geknüpft, wobei unklar ist, welche Konsequenzen das Fehlen bestimmter Maschen nach sich zieht.

### **Bestäuberdiversität und Stabilität von Ökosystemen**

Auch die Vielfalt an Bestäubern trägt zur Sicherung der sexuellen Fortpflanzung von Blütenpflanzen bei. Im Winter ruhen die Bergwiesen am Piz Beverin unter dem Schnee, bis im Mai die ersten Krokusse durch die Schneedecke blinzeln. Die Krokusblüten haben zu dieser Zeit wenig Konkurrenz und werden von den überwinternden Hummelköniginnen als Pollen- und Nektarquelle genutzt und dabei bestäubt. Auch danach dominieren oberhalb der Baumgrenze Hummeln unter den blütenbesuchenden Bienen. Wenige Käfer, einige Schmetterlinge und zahlreiche Fliegen ergänzen das Bestäuberspektrum, wenn im Sommer auf den Wiesen ein bunter Blütenteppich entsteht. Vielfach sind die Interaktionen zwischen Bestäubern und Blüten hoch spezialisiert. Klappertopf, Buchsblättrige Kreuzblume, Alpenleinkraut und Alpensüßklee gehören zwar verschiedenen Pflanzenfamilien an, benötigen jedoch allesamt Insekten, die wie die Bienen, die Schließmechanismen der Blüten öffnen können, um an den Nektar zu gelangen. Nur der Klappertopf hat noch einen zweiten Eingang in den Blüten, die Faltertür, den Schmetterlinge nutzen können, um ihren Rüssel einzuführen. Andere Blüten wie die Akelei und Eisenhut platzieren den Nektar in engen Nektarsporen, die nur langrüsselige Hummeln nutzen können. Der Nektar in Eisenhutblüten der Gattung *Aconitum* ist in speziell gebauten Nektarblättern derart verborgen, dass die spezialisierten Eisenhut-Hummeln (*Bombus gerstaeckeri*) gut an den Nektar gelangen, während kurzrüsselige Hummeln die Blüten aufbeißen müssen und dann den Nektar ohne Bestäubung rauben. Zudem schreckt der giftige Eisenhut-

Nektar wohl Nektarräuber mehr ab als Bestäuber. Die Trollblume ist ganz auf kleine Blumenfliegen angewiesen. Trollblumen öffnen ihre Blüten gar nicht, sondern die Fliegen zwängen sich zwischen den Blütenblättern hinein, denn die Blumenfliegen bestäuben die Trollblumen jedoch nicht nur, sondern legen auch ihre Eier hinein, so dass ihre Larven einen Teil der Samenanlagen später als Futter für ihr Wachstum nutzen können. Das reichhaltige Blütenangebot ist für nektarlose Orchideen wie die Männerorchis *Orchis mascula* zum Überleben entscheidend, profitieren sie doch von dem Besuch von Hummeln, die auf ähnlich aussehenden Futterpflanzen wie Rotklee *Trifolium pratense*, Alpen-Süßklee *Hedysarum hedysaroides* und Quirlblättrigem Läusekraut *Pedicularis verticillata* Futter für die Brut herbeischaffen. Nur wenn diese Vorbilder reichlich blühen, werden die ja nektarlosen Orchideen durch gelegentliche Verwechslung auch reichlich bestäubt.

Weitere ökologische Vernetzungen ergeben sich durch die Larven der Blütenbestäuber, denn Bestäuber sind nur die adulten, flugfähigen Insekten, für die der Blütenbesuch lediglich dem Auftanken mit dem für ihren Betriebsstoffwechsel wichtigen zuckerhaltigen Nektar dient, während die Larven vor allem Proteine zum Wachstum benötigen. Die Larven der Blütenbestäuber prägen daher das Ökosystem in ganz anderer Weise. Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven sind spezialisierte Pflanzenfresser. Bockkäferlarven fressen im Holz; Schnellkäfer- und Rosenkäferlarven sind Wurzelfresser, die durch ihre Grabtätigkeit auch den Boden lockern. Schwebfliegenlarven können Blattlausvertilger, Kommensalen in Bienen- und Wespenestern, Parasiten bei sozialen Faltenwespen sein oder sich von organischen Bestandteilen in Jauche, Kuhfladen oder verschmutzten Gewässern ernähren. Schmeißfliegenlarven fressen Aas leisten damit einen wertvollen Ökosystemservice zur Hygiene. Wollschweberlarven leben als Parasiten von Bienen. Tanzfliegenlarven leben räuberisch in feuchten Böden. Nur Bienen bilden eine Ausnahme, denn die adulten Weibchen sammeln Blütenpollen als Eiweißquelle für ihre Nachkommen.



Spezialitätenkabinett. Von links und oben nach rechts: Mauerbiene (*Osmia villosa*) im Nest aus Blütenblättern vom Sonnenröschen; schlafende Bienen in Glockenblume; Trollblume mit Blumenfliege (Inset zeigt abgelegte Eier im Inneren); Hummel mit Orchideenpollinarien; Schwalbenschwanz am Wundklee; Paarung von Widderchen an Knautie als Rendezvous-Blüte;

Männcherorchis und ihre Vorbilder Rotklee, Läusekraut und Alpensüßklee; Legitimer Besuch am Eisenhut, Nektarblätter und Blüte nach Nektarraub; radiär- und monosymmetrische Blüte des Sternsteinbrechs.

## **Ultraviolette Welt der Insekten**

Wie wenig verstanden die Beziehungen von Bestäubern und Blüten sind, wird in der Farbgebung der Blumen deutlich. Für uns Menschen ist die Blütenpracht auf Bergwiesen schon beträchtlich, für Insekten ist diese Vielfalt noch größer, denn in der Regel können Insekten im Unterschied zu uns Menschen ultraviolettes Licht sehen. Blüten locken durch ihre Farben Bestäuber an. Blütenmale weisen ihnen den Weg zur Blütenbelohnung. Viele Blütenmale imitieren die gelbe, UV-absorbierende Farbe des Pollens, die für Bienen und Schwebfliegen angeborenermaßen attraktiv ist, unabhängig von der Blütenfarbe. UV-absorbierende Blütenmale, schützen zudem den Pollen vor UV-Strahlung, da sie das Reflektieren des UV-Lichts vom Blütenblatt verhindern. Auf den Bergen sind diese schützenden Blütenmale sogar größer als im Tal. Damit der Blütenbesuch gut funktioniert, locken Blütenfarben die Bestäuber an. Die Buchsblättrige Kreuzblume färbt die Schiffchen der Blüten nach der Bestäubung von gelb nach rot um, so dass Hummeln gezielt die für sie auffälligeren gelben Blüten besuchen können. Die roten Blüten produzieren keinen Nektar mehr, sind jedoch aus der Ferne weiterhin anlockend für die Bienen. Blüten sehen also für Bienen ganz anders aus als für Menschen, denn Bienen können ultraviolettes Licht sehen, sind aber nicht empfindlich für rotes Licht. Auf Falschfarbenaufnahmen kann simuliert werden, wie Bienen Blüten sehen, indem UV als Blau, Blau als Grün, und Grün als Rot dargestellt werden, und Rot verworfen wird. Da Bienen unempfindlich für rotes Licht sind, erscheinen ihnen die rot umgefärbten Schiffchen der Buchsblättrigen Kreuzblume ganz unauffällig.



Farb-, UV- und Falschfarbenphotos in Bienensicht vom Stängellosen Enzian, Zweiblütigem Veilchen, Alpenfettkraut und Buchsblättriger Kreuzblume.

### Paradies in Gefahr

So bin ich über viele Jahrzehnte mit Studierenden von Düsseldorf nach Mathon gefahren, um einen Blüten- und Insektenreichtum aufzuzeigen, der andernorts nicht mehr vorhanden ist. Die Bergwiesen am Piz Beverin können einen Blütenbiologen immer noch entzücken, obwohl über die Jahre Veränderungen auch hier unübersehbar sind. Kleine Einachs-Traktoren zum mühsamen Hochbringen von wenig Mist sind durch große Spezial-LKWs für den großen Mist- und Gülletransport ersetzt worden. Das hat Auswirkungen auf die Bodenverdichtung; auch Stickstoffzeiger wie der Sauerampfer kommen vermehrt auf. Durch Wegebau werden immer höher liegende Gebiete mit Maschinen erreicht. Wird beim Heuen die Sense durch Mähmaschinen ersetzt, werden in kürzeren Zeiträumen größere Flächen gemäht, so dass das Blütenangebot zeitweilig drastisch reduziert sein kann, bevor es auf den zu Beginn der Mahd gemähten Flächen wieder in Gang kommt. Der Zustrom von Ausflüglern und Touristen in alpine Regionen ist ambivalent, denn einerseits erwarten die Touristen den Eindruck einer intakten und vielfältigen Natur, andererseits stören sie diese Natur indem sie Wild vertreiben, Müll hinterlassen, Erosion auf Wanderwegen fördern und in eine Infrastruktur mit Parkplätzen, Zufahrtswegen und Aussichtspunkten erwarten. Diese Veränderungen sind klein von einem Jahr auf das nächste, können sich aber doch stark summieren.

Bergwiesen und -weiden stellen ein eigenes Ökosystem dar, dessen Vielfalt sich aus unterschiedlichen Höhenlagen, Bodentypen, Expositionen, Mikroklimata und Bewirtschaftungen speist. Tiere und Pflanzen agieren miteinander und untereinander als Pflanzenfresser, Bestäuber, Früchteverbreiter, Räuber oder Beute, Wirt oder Parasit und Symbiont, die insgesamt ein dichtes Netzwerk an Beziehungen bilden. In diesem durch Höhenlage und kurze Vegetationsperiode extremen Lebensraum ist es schwer vorherzusagen, wie das Fehlen oder die Reduktion einzelner Arten sich auf das Gesamtsystem auswirkt. Wenn jedoch der Klimawandel Pflanzen und Tiere in immer höhere Lagen zwingt, wird nicht nur der Lebensraum kleiner, auch werden zusammenhängende Verbreitungsgebiete in kleinere Teilgebiete fragmentiert und damit die genetische Vielfalt innerhalb von Populationen vermindert. Kleine Populationen unterliegen zudem einem erhöhten Aussterberisiko. Für den Schneehasen prognostizieren Rehnus und Mitarbeiter 35% Habitatverlust durch Temperaturanstieg und 17% Anstieg der Anzahl der Habitat-Patches durch Fragmentierung sowie 34% Vergrößerung der Entfernung zwischen den Teilvorkommen durch Klimawandel. Pernollet und Mitarbeiter belegen, dass Sichtungen des Schneehuhns jedes Jahr durchschnittlich 10m höher liegen, einige Populationen bereits ausgestorben sind und dass die frisch geschlüpften Küken immer schwerer eiweißhaltige Insektennahrung findet, da Brutzeit und Zeit mit hoher Insektenhäufigkeit immer weniger übereinstimmen. Auch der Abschuss von Steinböcken, Gämsen, Rothirschen und Rehen erfolgt in immer größerer Höhe wie Büntgen und Mitarbeiter nachweisen konnten.

Weltweit sind die Hälfte aller Blütenpflanzen, also etwa 175.000 Arten, für die Samenbildung auf Tiere als Bestäuber angewiesen. Menschgemachtes Insektensterben und Klimaerhitzung bedrohen diese Zusammenhänge in großem Maße. Einsatz von Pestiziden, Überdüngung und Bodenversiegelung bedrohen also nicht nur Insektenvielfalt, sondern auch Blütenvielfalt und schließlich ganze Ökosysteme und unser Überleben. Die Bedeutung einzelner Arten für das Ökosystem ist nur für wenige Arten gut abschätzbar. Die aktuellen Gefährdungen betreffen jedoch meist nicht einzelne Arten, sondern sogar größere Gruppen wie Bienen oder Insekten, oder Gilden wie Blütenbesucher oder nicht-trockenresistente Pflanzen. Wenn statt einzelner Arten ganze Gruppen bedroht sind, ist die Gefährdung des Ökosystems ungleich größer. Die Bemerkung, dass die Welt ohne Bienen nur noch vier Jahre zu leben hätte, wurde Albert Einstein fälschlich untergeschoben; die Einschätzung des bekanntesten lebenden Insektenforschers, E.O. Wilson, dass eine Welt ohne Insekten nur wenige Monate existieren könnte, ist sogar noch bedrohlicher. Die Wiesenmeisterschaften im Naturpark Beverin, bei denen die Artenvielfalt auf extensiven und wenig intensiven Wiesen bewertet sind, sind also nicht wie angekündigt nur ein Schönheitswettbewerb, sondern auch Indikator für intakte Ökosysteme. Allein auf 4 Quadratmetern werden bis zu 60 Pflanzenarten gefunden. Auf sogenannten Flowerwalks läßt sich die Blütenvielfalt entdecken, auch auf den Schamser Bergwiesen im Naturpark Beverin (GR). Alle touristischen, land- und forstwirtschaftlichen Ziele im Naturpark Beverin fußen auf hoher Biodiversität. Der Beitrag von unscheinbaren Insekten zum Erhalt des Ökosystems ist dabei sicher größer als allgemein angenommen. Wenn Sie einmal vor Ort sind, schauen Sie sich an, wie viele Interaktionen jede Art eingeht und denken Sie daran, wie dadurch die Alp zusammengehalten wird.

#### Weiterführende Literatur

Akademien der Wissenschaften Schweiz (2019): Insektenschwund in der Schweiz und mögliche Folgen für Gesellschaft und Wirtschaft. 7pp.

Büntgen, U., Greuter, L., Bollmann, K., Jenny, H., Liebhold, A., Galván, J. D., Stenseth, N. C., Andrew, C., Mysterud, A. (2017) Elevational range shifts in four mountain ungulate species from the Swiss Alps. *Ecosphere* 8(4): e01761.

Fischer, M., Rudmann-Maurer, K., Weyand, A., Stöcklin, J. (2008) Agricultural land use and biodiversity in the Alps. *Mountain Research and Development* 28: 148-155.

Heß, D. (2001) Alpenblumen. Erkennen, verstehen, schützen. Ulmer; Stuttgart.

Hilpold, A., Tasser, E., Tappeiner, U., Niedrist, G. (2018) Flowering Farmland Competitions in Europe: History, facts and potential interactions with agri-environmental measures. *Land Use Policy* 70: 106-116.

- Koethe, S., Bloemer, J., Lunau, K. (2017) Testing the influence of gravity on flower symmetry in five *Saxifraga* species. *The Science of Nature* 104: 37.
- Lanzerath, D., Mutke, J., Barthlott, W., Baumgärtner, S., Becker, C., Spranger, T.M. (2008) Biodiversität. Verlag Karl Alber, Freiburg, München. In: Ethik in den Biowissenschaften - Sachstandsberichte des DRZE, 5.  
Online-Ausgabe in bonndoc: <https://doi.org/10.23769/vka-2020-48227>
- Lindemann-Matthies, P., Bose, E. (2008) How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology* 36: 731-742.
- Lunau, K. (2007) Stamens and mimic stamens as components of floral colour patterns. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 127: 13-41.
- Lunau, K., Konzmann, S., Bossems, J., Harpke, D. (2016) A matter of contrast: Yellow flower colour constrains style length in *Crocus* species. *PLoS ONE* 11(4): e0154728.
- Lunau, K., Verhoeven, C. (2017) Wie Bienen Blumen sehen – Falschfarbenaufnahmen von Blüten. *Biologie in unserer Zeit* 47: 120-127.
- Lunau, K., Konzmann, S., Winter, L., Kamphausen, V., Ren, Z.-X. (2017) Pollen and stamen mimicry: the alpine flora as a case study. *Arthropod-Plant Interactions* 11: 427-447.
- Neumayer, J., Paulus, H.F. (1999) Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften: Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Energiehaushalt. *Untersuchungen in den Ostalpen Österreichs. Stapfia* 67: 246 + LXXXV pp.
- Ollerton, J. (2021) *Pollinators & Pollination: Nature and Society*: Pelagic publishing; Exeter.
- Pernollet, C.A., Korner-Nievergelt, F., Jenni, L. (2015) Regional changes in the elevational distribution of the Alpine Rock Ptarmigan *Lagopus muta* Helvetica in Switzerland. *Ibis* 157: 823-836.
- Pröbstl-Haider, U., Pütz, M. (2016) Großschutzgebiete und Tourismus in den Alpen im Zeichen des Klimawandels. *Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege* 91: 15-19.
- Rehnus, M., Bollmann, K., Schmatz, D.R., Hackländer, K., Braunisch, V. (2018) Alpine glacial relict species losing out to climate change: the case of the fragmented mountain hare population (*Lepus timidus*) in the Alps. *Global Change Biology* 24: 3236-3253.
- Rupp, L. (1989) Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Volucella* (Diptera, Syrphidae) als Kommensalen und Parasitoide in den Nestern von Hummeln und sozialen Wespen. – Untersuchungen zur Wirtsfindung, Larvalbiologie und Mimikry. Dissertation, Freiburg im Breisgau.

## Danksagung

Ich danke Armin Kaumanns, der mich als Assistent auf meiner letzten Exkursion mit Studierenden begleitete und hilfreiche Kommentare zum Manuskript gab.

## ZUM AUTOR

Klaus Lunau leitete als Professor für Zoologie das Institut für Sinnesökologie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Er führte Studenten\*innen über viele Jahre in das Berghaus Dros zum Blütenbiologischen Kurs. Alle Aufnahmen entstanden im Naturpark Beverin.