

# ANLIEGEN NATUR

Zeitschrift für Naturschutz  
und angewandte  
Landschaftsökologie

Heft 43(2)

2021





Foto: Annette Otte

### Zum Titelbild

Invasive Neobiota sind Arten, die sich massiv ausbreiten und die Artenzusammensetzung eines Lebensraumes oft stark beeinflussen. In fast allen unserer Lebensräume treten solche Arten auf. Teils hat der Mensch für ihre Ausbreitung gesorgt, teils fördern klimatische Veränderungen ihre Ausbreitung: Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Spanische Wegschnecke (*Arion lusitanicus*), Asiatischer Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) und so weiter. Aktuelle Listen finden Sie unter: <https://neobiota.bfn.de/invasivitaetsbewertung.html>

Am Beispiel der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*), einer zugegeben sehr ästhetischen Pflanze, beleuchten wir in dieser Ausgabe das Naturschutzmanagement in der Rhön. Welche Möglichkeiten und Mittel, von der Drohne bis zum Mähwerk, existieren, um die Stauden-Lupine in einem naturschutzfachlich verträglichen Maß zu halten?

Daneben laden wir Sie wie immer ein, ein buntes Potpourri aus Naturschutz- und Landschaftspflegethemen zu betrachten.

## Artenschutz

3

- 3 Insekten bei Eingriffen und Kompensation besser berücksichtigen – Ein F+E-Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz [Artikel]  
Jürgen TRAUTNER, Klaus MÜLLER-PFANNENSTIEL, Sonja PIECK und Sebastian SÄNDIG
- 11 Hinweisblatt zu artenschutzrechtlichen Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausquartiere [Artikel]  
Andreas ZAHN, Matthias HAMMER und Burkard PFEIFFER
- 17 Diversität braucht Kontinuität – wie Blühflächen die Artenvielfalt fördern können [Artikel]  
Fabian BÖTZL, Jochen KRAUSS, Andrea HOLZSCHUH und Ingolf STEFFAN-DEWENTER
- 21 Schnüffeln für den Naturschutz: Artenspürhunde werden weltweit bei Kartierungen und im Monitoring eingesetzt [Notiz]  
Monika OFFENBERGER

## Landschaftsplanung und -pflege

23

- 23 Gesundheits-Check der Moore: Langzeit-Monitoring in Südostbayern [Artikel]  
Alfred RINGLER
- 39 Warum eigentlich gebietsheimisches Saatgut? [Artikel]  
Natalie CRISPI und Bernhard HOIB
- 47 Auswirkungen des Klimawandels auf das Grünland – am Beispiel der Flachland-Mähwiese und Pfeifengraswiesen [Artikel]  
Lisa DANUIS
- 59 Blühstreifen und -flächen für die Insekten- vielfalt – ein Dialog an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis [Artikel]  
Sonja HÖLZL und Johannes KOLLMANN
- 69 Expertengespräch „Low Input-Strategien in der Grünlandbewirtschaftung und deren Auswirkungen auf die Biodiversität“ [Artikel]  
Bettina BURKART-AICHER und Sonja HÖLZL
- 75 Bambergs blühende Straßenränder – Artenvielfalt durch extensive Pflege [Artikel]  
Simon BAUER
- 79 Mit vereinten Kräften für den Ackerwildkrautschutz im Landkreis Main-Spessart [Notiz]  
Julia EBERL und Laura NAUDASCHER

## Invasive Arten

81

- 81 Blaues Wunder im Land der offenen Ferne – Artenvielfalt in den Bergwiesen der Rhön erhalten und wiederherstellen [Artikel]  
Annette OTTE, Wiebke HANSEN, Yves KLINGER, Damian SCHULZE-BRÜNINGHOFF, Kristin LUDEWIG, Kathrin STENCHLY und Michael WACHENDORF
- 89 Ausbreitung durch Management? – Potenzielle Ausbreitungsvektoren der invasiven Stauden-Lupine im Biosphärenreservat Rhön [Artikel]  
Yves KLINGER, Wiebke HANSEN, Kristin LUDEWIG und Annette OTTE
- 93 Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen [Artikel]  
Wiebke HANSEN, Yves KLINGER, Kristin LUDEWIG und Annette OTTE
- 99 Grünschnitt mit Lupine als potenzielle Energiequelle [Artikel]  
Kathrin STENCHLY, Frank HENSGEN, Korbinian KAETZL und Michael WACHENDORF
- 103 Stauden-Lupine aus der Ferne [Artikel]  
Damian SCHULZE-BRÜNINGHOFF, Thomas ASTOR und Michael WACHENDORF

## Verschiedenes

107

- 107 Artenreiche Landwirtschaft fördert Ökosystemleistungen ohne Ertragseinbußen [Notiz]  
Monika OFFENBERGER
- 108 Gewässer entdecken – spannende Ideen für drinnen und draußen [Notiz]  
Katharina STÖCKL-BAUER
- 109 Verbot oder Appell: Wie vorgehen gegen Schottergärten? [Notiz]  
Monika OFFENBERGER
- 111 Praxisbroschüre Waldnaturschutz: Aktiv im Wald – Naturschutz mit der Kettensäge [Notiz]  
Wolfram ADELMANN
- 113 UBA-Studie: Regelungen zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten unzureichend [Notiz]  
Paul-Bastian NAGEL

## Rezensionen

115

- 115 Rezensionen

## Aus der Akademie

119

- 119 Neue Mitarbeiter
- 122 Publikationen der ANL
- 127 Impressum



Jürgen TRAUTNER, Klaus MÜLLER-PFANNENSTIEL, Sonja PIECK und Sebastian SÄNDIG

## Insekten bei Eingriffen und Kompensation besser berücksichtigen – Ein F+E-Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz

Insekten sollen bei der Eingriffsbewertung und der Kompensation besser berücksichtigt werden. Mit diesem Ziel wird im Vorhaben PLAIN ein fachlich fundiertes Kompendium insbesondere für lineare Eingriffe wie Straßen, Eisenbahn- oder Energiefreileitungstrassen erarbeitet. Dabei sollen sowohl die Auswahl der planungsrelevanten Insektengruppen als auch die bei ihrer Berücksichtigung anzuwendenden Methoden behandelt werden. Es sollen Empfehlungen gegeben werden, wie die Eingriffsschwere zu bestimmen ist und wie vorhabenbedingte Beeinträchtigungen vermieden und kompensiert werden können. Kriterien zur Beurteilung der Wirksamkeit solcher Maßnahmen werden vorgeschlagen. Konkrete, nachhaltige Maßnahmen sollen für bestimmte Artengruppen exemplarisch entwickelt werden. Bei den Erfassungs- und Bewertungsmethoden spielt die gute Einbindung in die Praxis von Umweltprüfungen eine große Rolle. Der vorliegende Beitrag gibt eine Übersicht zum laufenden Projekt und geht exemplarisch auf bestimmte Arbeitsschritte ein.

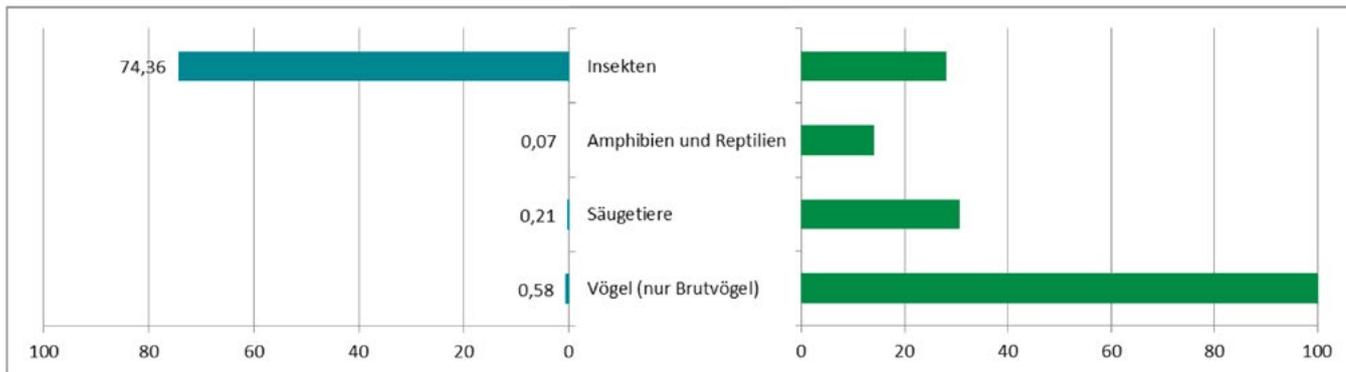
### Hintergrund

Insekten stellen mit über 33.000 einheimischen Arten einen Anteil von rund 74 % der heimischen vielzelligen Tierwelt (nach Daten in VÖLKL & BLICK 2004). Diese bei Eingriffen und Kompensation umfassend und zugleich in allen

Fällen artspezifisch zu berücksichtigen, ist allerdings nicht möglich. Dafür ist allein die fachgerechte Erfassung zu komplex und aufwendig, dies gilt selbst unter Anwendung weiter verbesserter DNA-basierter Methoden zur Artidentifikation. Auch die nötigen fachkundigen

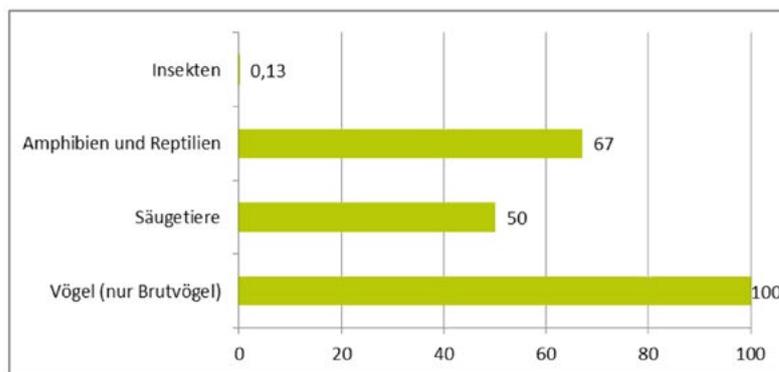
### Abbildung 1

Schwebfliegen (Syrphidae) gehören zu den wenigen relativ gut bearbeiteten und potenziell planungsrelevanten Familien innerhalb der sehr artenreichen Insektenordnung der Zweiflügler (Diptera; Foto: Jürgen Trautner/Jana Geigenmüller).



**Abbildung 2**

Anteil von Insektenarten an der deutschen vielzelligen Fauna und Repräsentanz im Kontext des durch die FFH- (Anhänge II und IV) und Vogelschutzrichtlinie vermittelten Arten- und Gebietschutzes im Vergleich mit ausgewählten Gruppen der Wirbeltiere. Links: Artenanteil an der deutschen vielzelligen Fauna, basierend auf Daten aus Völkl & Blick (2004). Rechts: Repräsentanz durch oben genannte Richtlinien nach Artenzahl im Anteil an den in Deutschland nach jenen Richtlinien zu schützenden Arten (oben) sowie im Anteil an der jeweiligen Gesamtartenzahl in Deutschland (unten).



Personen fehlen. Zugleich ist eine auf Vollständigkeit ausgerichtete Bestandsaufnahme und vorhabenbezogene Bewertung aber auch nicht erforderlich. Notwendig ist jedoch eine angemessene Berücksichtigung der Insekten. Dies ist auch im europarechtlich begründeten Arten- und Gebietsschutz über die FFH-Richtlinie (92/43/EWG) nicht erreicht worden: Die Richtlinie umfasst unter den direkt zu berücksichtigenden Arten (Gebietsschutz oder strenger Artenschutz) Insekten nur in äußerst geringem und fachlich unzureichendem Umfang (vergleiche Abbildung 2). Damit wird die Richtlinie ihrem Ziel, die Artenvielfalt und Lebensräume der wild lebenden Tiere und Pflanzen insgesamt zu sichern, nicht ganz gerecht. Auch in der Praxis der Eingriffsregelung werden Insekten derzeit nicht adäquat berücksichtigt.

Insektenpopulationen unterliegen teils einem drastischen Rückgang und zahlreiche Arten derjenigen Gruppen, für die eine ausreichende Bewertungsgrundlage vorliegt (insbesondere in Form einer aktuellen Roten Liste), müssen als gefährdet angesehen werden. Nicht wenige von ihnen sind in Deutschland akut vom Aussterben bedroht, die Vorkommen anderer bereits erloschen. Am 24. Juni 2021 hat der Bundestag den Entwurf der Bundesregierung für ein drittes Gesetz zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) angenommen.

Er beruht auf dem bereits 2019 beschlossenen Aktionsprogramm Insektenschutz der Bundesregierung. Zur Begründung führt der Gesetzgeber an, dass Insekten „integraler Bestandteil der biologischen Vielfalt“ sind und „in Ökosystemen eine wichtige Rolle (spielen)“, auch hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Nutzens (Bundestags-Drucksache 19/28182 vom 31.03.2021). Zudem fordert der Bundestag die Bundesregierung auf, den Insektenschutz bei Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen stärker zu berücksichtigen (siehe Deutscher Bundestag 19. Wahlperiode, Ausschuss für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Ausschussdrucksache 19[16]576). Letzteres ist ein zentrales Thema des Ende 2020 gestarteten Forschungs- und Entwicklungsvorhabens PLAIN, über das wir hier kurz berichten.

**Das Vorhaben**

Der Langtitel des F+E-Vorhabens PLAIN lautet „Methodisch-planerische Analyse und Bewertung der Beeinträchtigung planungsrelevanter Insektengruppen zur Beurteilung der Eingriffsschwere und zur Ableitung und Beurteilung der Wirksamkeit von konkreten Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen“ (FKZ 3520 84 0600). Im Vorhaben wird ein fachlich fundiertes Kompendium erarbeitet, damit Insekten bei der Eingriffsbewertung und der Kompensation besser berücksichtigt werden. Im Fokus steht

Ordnung/Überfamilie (deutsch)	Ordnung/Überfamilie (wissenschaftlich)	Artenzahl D
Käfer	Coleoptera	> 1.000
Zweiflügler	Diptera	> 1.000
Hautflügler	Hymenoptera	> 1.000
Schmetterlinge	Lepidoptera	> 1.000
Blattläuse	Aphidina	< 1.000 und > 250
Zikaden	Auchenorrhyncha	< 1.000 und > 250
Wanzen	Heteroptera	< 1.000 und > 250
Tierläuse	Phthiraptera	< 1.000 und > 250
Köcherfliegen	Trichoptera	< 1.000 und > 250
Schildläuse	Coccina	< 250 und > 100
Eintagsfliegen	Ephemeroptera	< 250 und > 100
Netzflügler	Neuroptera	< 250 und > 100
Steinfliegen	Plecoptera	< 250 und > 100
Blattflöhe	Psylloidea	< 250 und > 100
Fransenflügler	Thysanoptera	< 250 und > 100
Libellen	Odonata	< 100 und > 25
Staubläuse	Psocoptera	< 100 und > 25
Heuschrecken	Saltatoria	< 100 und > 25
Mottenschildläuse	Aleyrodoidea	< 25
Schaben	Blattoptera	< 25
Ohrwürmer	Dermaptera	< 25
Termiten	Isoptera	< 25
Fangschrecken	Mantodea	< 25
Schnabelfliegen	Mecoptera	< 25
Großflügler (Schlammfliegen)	Megaloptera	< 25
Felsenspringer	Microcoryphia (Archaeognatha)	< 25
Kamelhalsfliegen	Raphidioptera	< 25
Fächerflügler	Strepsiptera	< 25
Fischchen	Zygentoma	< 25

**Tabelle 1**

Ordnungen/Überfamilien der Insekten (gelistet in absteigender Reihenfolge von Artenzahl-Klassen und innerhalb derer alphabetisch aufsteigend nach wissenschaftlichem Namen). Daten nach VÖLKL & BLICK (2004), gegebenenfalls sind noch Aktualisierungen auch bezüglich Nomenklatur/Systematik zu berücksichtigen.

zwar zunächst der Regelungsbereich der Bundeskompensationsverordnung (BKompV) bei linearen Eingriffen wie Straßen, Eisenbahn- oder Energiefreileitungstrassen. Die Ergebnisse sollen aber auch darüber hinaus anwendbar sein.

Dabei sollen sowohl die Auswahl der planungsrelevanten Insektengruppen als auch die bei ihrer Berücksichtigung anzuwendenden Methoden behandelt werden. Es sollen Empfehlungen gegeben werden, wie Insektenvor-

**Abbildung 3**

Korrespondierende Flächenbewertung für Arten (links) sowie Funktionsbewertung und Bewertung der Eingriffsschwere nach Bundeskompensationsverordnung (BKompV Anlage 3; Matrix rechts).  
- = keine erhebliche Beeinträchtigung, eB = erhebliche Beeinträchtigung, eBS = erhebliche Beeinträchtigung besonderer Schwere.

Stufen der Flächenbewertung für Arten nach TRAUTNER (2020, 2021) mit Bezug auf KAULE (1991) und RECK (1996)		Feststellung der Schwere zu erwartender Beeinträchtigungen nach Anlage 3 BKompV				
		Bedeutung der Funktionen des jeweiligen Schutzguts		Stärke, Dauer und Reichweite der vorhabenbezogenen Wirkungen		
				hoch (III)	mittel (II)	gering (I)
9	gesamtstaatlich bis international bedeutsam	6	hervorragend	eBS	eBS	eBS
8	überregional bis landesweit bedeutsam	5	sehr hoch	eBS	eBS	eB
7	regional bedeutsam	4	hoch	eBS	eB	eB
6	lokal bedeutsam	3	mittel	eB	eB	-
5	verarmt, noch artenschutzrelevant	2	gering	eB	-	-
1-4	stark verarmt bis belastend	1	sehr gering	-	-	-

kommen und/oder -populationen erfasst und bewertet werden können. Darüber hinaus soll das Werk helfen, die Eingriffsschwere zu bestimmen und geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation vorhabenbedingter Beeinträchtigungen zu finden. Für bestimmte Artengruppen sollen exemplarisch konkrete, nachhaltige Maßnahmen entwickelt werden. Bei den Erfassungs-, Prüf- und Bewertungsmethoden spielt die gute Einbindung in die Praxis von Umweltprüfungen eine große Rolle. Ziel hierfür ist nicht nur der Bereich der Eingriffsregelung, sondern etwa auch die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Um die Wirksamkeit von Maßnahmen zu bewerten, sollen Kriterien und ein geeignetes methodisches Vorgehen vorgeschlagen werden.

Das Vorhaben wird durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert. Forschungsnehmende sind die Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH zusammen mit Bosch & Partner GmbH. Eine projektbegleitende Arbeitsgruppe wurde eingerichtet.

**Identifikation primär betroffener und praktisch bearbeitbarer Arten/Artengruppen der Insekten**

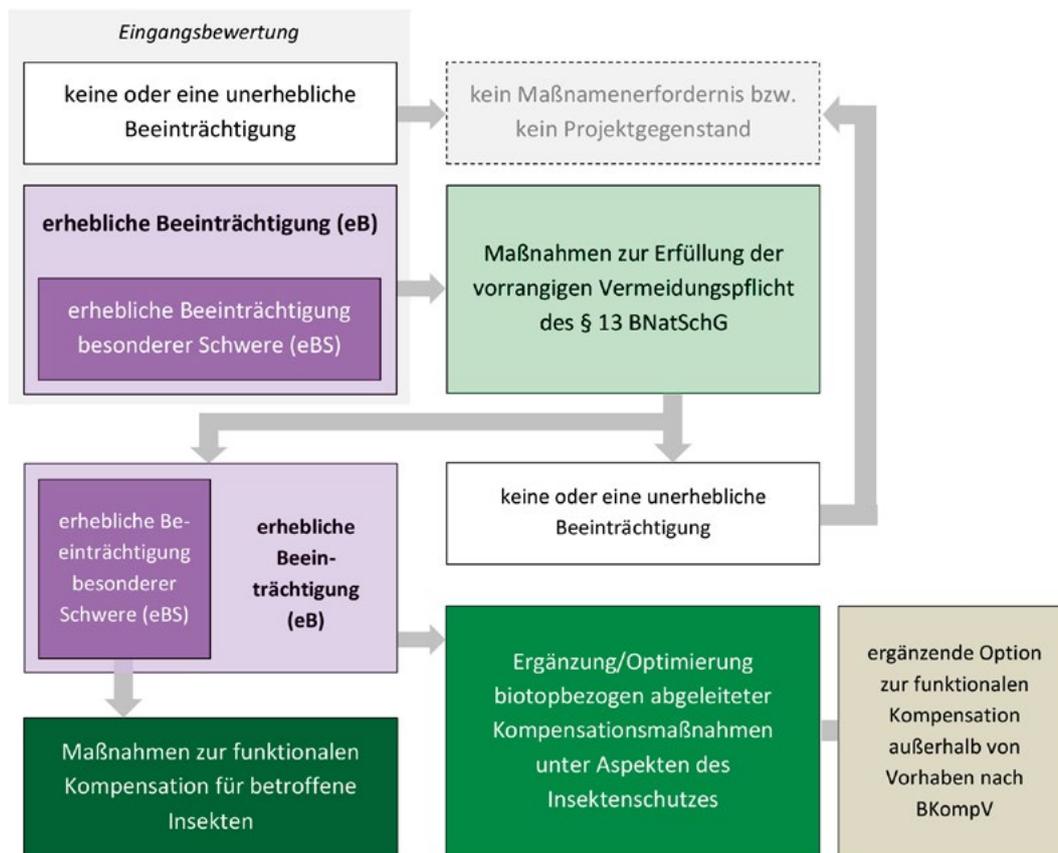
Für die Basisauswahl der geeigneten Artengruppen sind Kriterien vorgesehen, die den folgenden Aspekten zugeordnet werden können:

- Kenntnisstand, grundsätzliche Praktikabilität (Verbreitung, Habitatbindung, Gefährdung, verfügbares Personal)

- Artenspektren, Vorkommen, Eigenschaften (naturräumliche Repräsentanz, Lebensraumtypen, Strukturbindung)
- Anwendbare Erfassungsmethoden
- Kenntnisse zur Empfindlichkeit gegenüber spezifischen Wirkfaktoren, Prognosefähigkeit, Wirksamkeit von Maßnahmentypen
- Repräsentanz für unterschiedliche Strata/ Anspruchstypen (an Pflanzen lebende Bewohner der Kraut- oder Gehölzschicht, räuberische Bewohner des Bodens beziehungsweise der Bodenoberfläche, aquatische Arten und andere) – in Kombination der Artengruppen

Im Rahmen des Projekts werden die in Deutschland vertretenen Insektenordnungen und – soweit im Einzelnen sinnvoll – die Ebenen von Überfamilien oder Familien anhand der oben genannten Kriterien vollständig abgearbeitet. Die Darstellung erfolgt in einer Matrix „Insektengruppe/Kriterien“. Im Ergebnis wird bewertet, welche Insektengruppen grundsätzlich für die Bewertung von Eingriffen und die Ableitung von Kompensationserfordernissen herangezogen werden sollen. In dieser Bewertung soll neben der aktuellen Situation auch eine Prognose der kurz- bis mittelfristigen Entwicklung (5–10 Jahre) etwa im Kenntnisstand berücksichtigt werden, soweit möglich.

Darauf aufbauend werden im Kompendium Vorgehensweisen und Kriterien benannt, wie im jeweils zu bewertenden Vorhaben der konkrete Untersuchungsbedarf zu den grundsätzlich geeigneten Insektengruppen abgeleitet werden soll. Dieser ist unter anderem von den



**Abbildung 4**  
Schema zur Ableitung von Maßnahmen, anknüpfend an die Bewertung der Erheblichkeit nach Bundeskompensationsverordnung (BKompV). Das Schema ist auch für Vorhaben außerhalb des Anwendungsbereichs der BKompV anwendbar. Für den Begriff „funktionsspezifisch“ der BKompV wird hier der kürzere Begriff „funktional“ verwendet.

betroffenen Lebensraumtypen sowie den im Vorhaben auftretenden Wirkfaktoren abhängig. Daher wird unter anderem eine Ableitung des Untersuchungsbedarfs nach Grob-Lebensraum beziehungsweise -komplexen für die ausgewählten, grundsätzlich geeigneten Insektengruppen vorgenommen. Darüber hinaus werden die standardmäßig geeigneten Erfassungsmethoden dargestellt. Bezüge und gegebenenfalls Abweichungen insbesondere zur Arbeitshilfe von ALBRECHT et al. (2014) werden erläutert. Hierbei spielt auch die jeweilige Planungsebene eine wichtige Rolle.

Für 11 Artengruppen mit weniger als 25 vorkommenden Arten in Deutschland (siehe Tabelle 1) stellt sich bereits aufgrund der geringen Artenzahl, die keine höhere Abdeckung an Lebensraumtypen beziehungsweise Differenzierung erwarten lässt, die Frage, ob eine nähere Betrachtung im Rahmen von Planungen sinnvoll oder möglich ist. Bei den vier besonders artenreichen Gruppen der Käfer, Zweiflügler, Hautflügler und Schmetterlinge (jeweils > 1.000 Arten) ist eine vollständige Bearbeitung weder sinnvoll noch vom Umfang möglich oder in der planerischen Praxis handhabbar. Hier werden Familien oder nach Lebensweise beziehungsweise Groblebensraum

zusammengefasste Gruppen betrachtet (etwa aquatische oder holzbewohnende Käfer), soweit sinnvoll.

Die Bestandserfassung von Insekten im Einwirkungsbereich eines Vorhabens soll insbesondere für die umweltfachliche Beurteilung sowie für den Abwägungsprozess ausreichende Erkenntnisse liefern. Bei Vorhaben im Anwendungsbereich der Bundeskompensationsverordnung (BKompV, vergleiche dort § 4 Absatz 3 Nummer 1) steht hierbei – neben Fragen der Vermeidung oder Minderung – die Ermittlung eines funktionsspezifischen Kompensationsbedarfs im Fokus. Insekten/Insektengruppen wären nur dann zu erfassen, wenn vorab nach überschlägiger Prüfung eine „erhebliche Beeinträchtigung besonderer Schwere“ erwartet werden kann (dazu noch an späterer Stelle). Denn bei geringerer Schwere der Beeinträchtigung wird ansonsten ein Ausgleich über multifunktionale, meist biotopbezogene Maßnahmen als ausreichend eingestuft (vergleiche Abbildungen 3 und 4). „Funktionsspezifisch“ bedeutet demgegenüber, dass auf die konkrete Beeinträchtigung (betroffene Art/Artengemeinschaft, Umfang, betroffene Funktion) abgestellte Kompensationsmaßnahmen zu ergreifen sind.



**Abbildung 5**

Die Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*), eine in Quellbereichen und Gräben mit reicher Submersvegetation lebende Kleinlibelle, ist eine der wenigen in Deutschland vorkommenden Insektenarten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie (Foto: Johannes Mayer).

**Wirkfaktoren, Bewertung von Insektenhabitaten und Beeinträchtigung**

Neben der direkten Inanspruchnahme von Insektenhabitaten gibt es negative, vorhabenbedingte Einflüsse, welche die Habitatqualität, den funktionalen Verbund oder die Population direkt (etwa über Tötung oder Schädigung von relevanten Populationsanteilen) betreffen können. Diesbezüglich relevante Wirkfaktoren und die hierfür (besonders) sensiblen Artengruppen sind zu identifizieren. Beispiele sind Licht,

stoffliche Einträge oder die Veränderung hydrologischer Bedingungen. Darüber hinaus ist es notwendig, die Schwere möglicher Beeinträchtigungen abschätzen zu können. Was die Wirkfaktoren angeht, so kann orientierend auf die Gliederung im Fachinformationssystem FFH-VP-Info (siehe Webseite <https://ffh-vp-info.de>) des BfN zurückgegriffen werden.

Wie bereits angemerkt, soll bei der Bewertung betroffener Flächen aus Sicht des Schutzes von Insekten sowie der Eingriffsschwere eine methodische Umsetzung mit Bezug zu den Bewertungsschritten und Vorgaben der Bundeskompensationsverordnung (BKompV) hergestellt werden (vergleiche Abbildungen 3 und 4). Das Projekt befasst sich aber auch grundsätzlich mit der Eingriffsbewertung im Rahmen der Eingriffsregelung. Die vorgestellten Ansätze und Methoden sollen demnach auch geeignet sein, um in anderen Vorhabentypen, die nicht der BKompV unterliegen, beziehungsweise in anderen Bewertungs- und Bilanzierungsverfahren zumindest ergänzend herangezogen zu werden. Dies betrifft etwa die Bauleitplanung als solche oder bestimmte länderspezifische Regelungen, bei denen die Bestandsaufnahme nicht (vollständig) normiert ist oder ein Input etwa zu verbal-argumentativen Begründungen (so im Fall der Bayerischen Kompensationsverordnung, BayKompV) oder der Bestimmung eines Biotopwerts aus eröffneten Wertespannen (nach Ökokonto-Verordnung Baden-Württemberg, ÖKVO) geliefert werden kann.

**Abbildung 6**

Für den weltweiten Erhalt des bei uns vom Aussterben bedrohten Küstensandlaufkäfers (*Cicindela maritima*) ist Deutschland in besonders hohem Maße verantwortlich (Foto: Jürgen Trautner).





**Abbildung 7**

In Bayern und Baden-Württemberg tritt das Bergkronwicken-Widderchen (*Zygaena fausta*) in der Unterart *suecica* auf. Hier besteht eine besondere Verantwortlichkeit für das gefährdete Taxon (Foto: Jennifer Theobald).

Bei der Bewertung von Eingriffen in Insektenbestände und ihre Habitate sowie der Ableitung von Maßnahmen sollte die Ebene allgemeiner Ökosystemdienstleistungen von Insekten etwa als Bestäubende oder Dungverwertende nach Möglichkeit mit in den Blick genommen werden. Die Bedeutung von Artbeständen und Habitaten richtet sich ansonsten insbesondere am Gefährdungsgrad und der Verantwortlichkeit für betroffene Arten aus, was sowohl im Rahmen der spezifischen BKompV-Bewertung (siehe dort in Anlage 1) gilt, als auch allgemein naturschutzfachlich so einzuordnen ist (siehe TRAUTNER 2020, 2021); relevante Artbeispiele werden in den Abbildungen 5, 6 und 7 gezeigt.

### Maßnahmen

Das Vorhaben setzt sich zunächst mit wichtigen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Insekten und ihre Habitate auseinander. Zudem sollen unter anderem Maßnahmen(typen) benannt werden, die besonders gut geeignet sind, Flächen für Insekten „aufzuwerten“. Die üblichen Kompensationsmaßnahmen, soweit es sich nicht um primär artenschutzrechtlich begründete handelt, sind bisher vor allem auf Biotop und auf die Aspekte der Vegetation ausgerichtet. Es ist zu prüfen, inwieweit hier Anpassungen oder grundsätzliche Änderungen erforderlich sind. Die Ansprüche von Insekten

sollten regelmäßig in Maßnahmenkonzepten berücksichtigt werden, auch soweit es um die Kompensation von Beeinträchtigungen von Insekten unterhalb der Schwelle einer besonderen Schwere (siehe vorne) geht.

Vertiefend werden solche Maßnahmen berücksichtigt, die für Insekten funktional von besonderer Bedeutung sind und kompensatorisch als Schwerpunkte eingesetzt werden können beziehungsweise müssen. Modellmaßnahmen für ausgewählte Repräsentanten der Insektenfauna sind ebenso Gegenstand des Vorhabens wie Kriterien und Vorgehen für eine Wirkungskontrolle für diese Insektenarten. Bei letzterer spielen auch Verhältnismäßigkeit und Durchführbarkeit der Kontrolle eine besondere Rolle.

Ein Fokus wird bei Maßnahmen auf ausgewählte Artengruppen mit besonders gutem Kenntnis- und Erfahrungsstand gelegt, wobei für die Kompensation voraussichtlich Tagfalter und Heuschrecken bearbeitet werden. Zudem sollen exemplarisch weitere Gruppen oder Maßnahmentypen mit einzelnen Fallbeispielen behandelt werden. Dies betrifft nach vorläufiger Auswahl Wildbienen, Laufkäfer, bestimmte holzbewohnende Käfer sowie besonders licht-sensible Gruppen (hier vor allem mit Blick auf Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen).

### Ausblick

Das Projekt läuft bis Ende Oktober 2022, der Abschlussbericht ist zur Veröffentlichung in einer Reihe des Bundesamts für Naturschutz (BfN) vorgesehen. Inwieweit zudem noch Zwischenergebnisse veröffentlicht oder im Rahmen von Fachveranstaltungen präsentiert werden, ist derzeit noch nicht absehbar.

### Autoren



#### Jürgen Trautner,

Jahrgang 1961.

Landschaftsökologe, Entomologe und Geschäftsführender Gesellschafter der Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH, die in Naturschutzprojekten, bei der Beurteilung von Eingriffsvorhaben sowie in der angewandten Forschung tätig ist. Mit Insektengruppen und deren Berücksichtigung in Planungsvorhaben beschäftigt er sich bereits seit den 1980er-Jahren. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten zählen – neben faunistisch-ökologischen Grundlagen zur Artengruppe der Laufkäfer – unter anderem Fragen des europarechtlich begründeten Gebiets- und Artenschutzes.

Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH  
70794 Filderstadt  
[info@tieroekologie.de](mailto:info@tieroekologie.de)  
+49 7158 175 83-0

#### Klaus Müller-Pfannenstiel,

Jahrgang 1962.

Bosch & Partner GmbH  
44623 Herne  
[k.mueller-pfannenstiel@boschpartner.de](mailto:k.mueller-pfannenstiel@boschpartner.de)

#### Sonja Pieck,

Jahrgang 1977.

Bosch & Partner GmbH  
44623 Herne  
[s.pieck@boschpartner.de](mailto:s.pieck@boschpartner.de)

#### Sebastian Sändig,

Jahrgang 1983.

Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH  
70794 Filderstadt  
[info@tieroekologie.de](mailto:info@tieroekologie.de)

### Literatur

- ALBRECHT, K., HÖR, T., HENNING, F. W. et al. (2014): Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen im Zusammenhang mit landschaftsplanerischen Fachbeiträgen und Artenschutzbeitrag. – Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 02.0332/2011/LRB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Schlussbericht 2014: 311 S. + Anhang.
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. – 2. Aufl., UTB Große Reihe, E. Ulmer, Stuttgart.
- RECK, H. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Empfehlungen zum Untersuchungsaufwand und zu Untersuchungsmethoden für die Erfassung von Biotopskriptoren. – Naturschutz und Landschaftsplanung 24(4): 129–135.
- TRAUTNER, J. (2020): Artenschutz – Rechtliche Pflichten, fachliche Konzepte, Umsetzung in der Praxis. – E. Ulmer, Stuttgart.
- TRAUTNER, J. (2021): Naturschutzfachliche Bewertung von Flächen anhand der Vorkommen von Arten. Bewertungsskala und Kriterien. – Artenschutz und Biodiversität 2(1): 1–7.
- VÖLKL, W. & BLICK, T. (2004): Die quantitative Erfassung der rezenten Fauna von Deutschland – Eine Dokumentation auf der Basis der Auswertung von publizierten Artenlisten und Faunen im Jahr 2004. – Ergebnisse einer Studie im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, BfN-Skripten 117: 85 S.

### Zitiervorschlag

TRAUTNER, J., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K., PIECK, S. & SÄNDIG, S. (2021): Insekten bei Eingriffen und Kompensation besser berücksichtigen – Ein F+E-Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz – ANLiegen Natur 43(2): 3–10, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Andreas ZAHN, Matthias HAMMER und Burkard PFEIFFER

## Hinweisblatt zu artenschutzrechtlichen Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausquartiere

Bäume mit Quartierstrukturen (Höhlen, Spalten) stellen Fortpflanzungs- und Ruhestätten für Fledermäuse dar. Werden durch Eingriffe solche Bäume beseitigt, müssen die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) beachtet werden. Mit dem Hinweisblatt der Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern „Vermeidungs-, CEF- und FCS-Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausbaumquartiere“ liegen nun konkrete Empfehlungen vor, welche Maßnahmenpakete geeignet sind, die Eingriffsfolgen zu vermeiden oder auszugleichen.

Werden im Rahmen eines Eingriffs Höhlenbäume beseitigt, handelt es sich regelmäßig um geschützte Lebensstätten, die durch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen ersetzt werden müssen. In der Veröffentlichung „Wirksamkeit von Fledermauskästen als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme“ in Anliegen Natur haben ZAHN & HAMMER (2017) festgestellt, dass in Gebieten ohne ein bereits bestehendes Kästenangebot neue Kästen den Verlust von Wochenstubenquartieren in Bäumen nicht mit hinreichender

Erfolgswahrscheinlichkeit ersetzen können. Dem Artikel wurde bundesweit viel Beachtung geschenkt, da Fledermauskästen bis dato ein gängiger Baustein für einen vorgezogenen Ausgleich in der Planungspraxis waren.

Mit dem Hinweisblatt der Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern „Vermeidungs-, CEF- und FCS-Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausbaumquartiere“ liegen nun konkrete Empfehlungen vor, welche Maßnahmen-

### Abbildung 1

Wochenstubenkolonie der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) hinter einer Rindenplatte an einer abgängigen Fichte. Rindenplatten sind meist kurzlebig und unauffällig. Sie stellen dennoch Fortpflanzungs- und Ruhestätten dar und sind bei Eingriffen zu berücksichtigen (Foto: Karl-Heinz Schindlatz).

**Abbildung 2**

In gekappten aber wieder austreibenden Weiden legen Spechte gerne Höhlen an (Foto: Andreas Zahn).



**Abbildung 3**

Abendsegler (*Nyctalus noctula*) können ganzjährig in Baumhöhlen angetroffen werden. Oft wird man schon durch ihre lauten Sozialrufe auf besetzte Quartiere aufmerksam (Foto: Andreas Zahn).

pakete geeignet sind, die Eingriffsfolgen zu vermeiden oder auszugleichen (Link unten). Dabei ist zu beachten, dass einige der vorgeschlagenen Maßnahmen nur in wenigen Gebieten erprobt wurden und ihre Wirksamkeit durch weitere Studien überprüft werden sollten. Dennoch ist es nach Ansicht des beteiligten Arbeitskreises (Fachkräfte der Koordinationsstellen, der Naturschutzbehörden und des Landesamtes für Umwelt) vertretbar, diese Ansätze auch schon jetzt in Planungsverfahren anzuwenden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen

und die Bewertung ihrer Wirksamkeit stützt sich auf Studien und, wo wissenschaftlich Untersuchungen noch fehlen, auf Expertenmeinungen und Analogieschlüssen. Damit ist das Hinweisblatt eine wichtige Grundlage für die Planungspraxis und gibt den aktuellen Wissensstand der Koordinationsstellen für Fledermauschutz in Bayern und der zuständigen Fachbehörden wieder. Die Kernaussagen des Hinweisblattes werden hier zusammenfassend dargestellt.

**1. Wann können Verbotstatbestände bei Fledermausquartieren ausgelöst werden?**

Sind in einem Wald Fledermäuse und Bäume mit Quartierstrukturen (Höhlen, Spalten) vorhanden, ist davon auszugehen, dass alle diese Strukturen Fortpflanzungs- und Ruhestätten von Fledermäusen sind. Denn es kann in der Regel nicht belegt werden, dass ein Quartier nicht genutzt wird. Werden durch Eingriffe Bäume mit Quartierstrukturen beseitigt, müssen daher die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) beachtet werden: Tötungsverbot, Störungsverbot und Schädigungsverbot. Auch eine Entwertung von Quartieren, wenn beispielsweise künstliches Licht die weitere Nutzung einer Baumhöhle verhindert, entspricht rechtlich einer Beschädigung oder Zerstörung der Fortpflanzungs- und Ruhestätten.

Vor dem Eingriff ist daher stets eine Erfassung potenzieller Quartierbäume und Baumquartiere



Code	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Eignung	Vorlaufzeit (VZ), Zeit der Durchführung (DZ)	Kontrolle (Herstellung, Pflege, Erfolg)
<b>Vermeidung (V)</b>					
<b>V1</b>	Vermeidung durch Verringerung des Eingriffs	Quartiere bleiben vom Eingriff verschont	Hoch	VZ: Keine	Herstellung
<b>V2</b>	Entlastungsschnitt zum Erhalt der Verkehrssicherheit	fachgerechtes Einkürzen der Krone unter Erhaltung der Quartiere	Hoch, aber bei vielen Eingriffen (Rodung) nicht anwendbar	VZ: Keine DZ: Nicht während der Jungenaufzucht	Herstellung, Pflege
<b>V3</b>	Köpfen von Bäumen mit Quartierstrukturen (Bäume überleben)	Stamm über Quartier (> 1 m Abstand) einkürzen, Neuaustrieb ermöglichen	Kurzfristig hoch, falls der Baum nicht abstirbt	VZ: Keine DZ: Nicht während der Jungenaufzucht	Herstellung, Pflege
<b>V4</b>	Vermeidung einer Entwertung von Quartierkomplexen als Folge von Eingriffen im Umfeld (Aufhellung der Quartiere, Beseitigung essenzieller Jagdhabitats)	Je nach Situation: Abschattung (AS) oder Schaffung von Jagdhabitats (SJ)	Hoch	VZ: Keine (AS) beziehungsweise mindestens ein Jahr in Abhängigkeit von der Maßnahme (SJ)	Herstellung
<b>Minimierung (M)</b>					
<b>M1</b>	Anbringen und Aufstellen von Stämmen/Stammabschnitten mit Höhlen oder Spalten	Stammabschnitte bergen und senkrecht an anderen Bäumen befestigen	Vermutlich hoch	DZ: Nicht während der Jungenaufzucht	Herstellung, Pflege, Erfolg
<b>M2</b>	Lebendbaumverpflanzung geeigneter Quartierbäume	Bäume geeigneter Arten/Wuchsformen (Kopfleiden, Obstbäume) verpflanzen	Vermutlich hoch; Risiko des Absterbens erheblich	DZ: Nicht, wenn Quartier besetzt	Herstellung, Pflege, Erfolg
<b>M3</b>	Köpfen von Bäumen mit Quartierstrukturen (Bäume überleben nicht)	Stamm (Ast) über Quartier (> 1 m Abstand) einkürzen	Kurzfristig hoch, jedoch nur wenige Jahre wirksam	DZ: Nicht während der Jungenaufzucht	Herstellung, Pflege

durch eine fledermauskundlich erfahrene Fachkraft durchzuführen. Sind negative Auswirkungen durch einen Eingriff zu erwarten, können verschiedene Maßnahmen einen Verstoß gegen die Verbote verhindern oder die Auswirkungen reduzieren.

## 2. Vermeidungsmaßnahmen

Eine Zerstörung von Quartieren an/in Bäumen kann vermieden werden durch

- Verringerung des Eingriffsbereichs und -umfangs,
- Entlastungsschnitt ohne Beeinträchtigung der Quartierstrukturen und
- Köpfen geeigneter, ausschlagfähiger Bäume oberhalb der Quartierstrukturen.

Eine Entwertung von Quartierkomplexen durch Eingriffe im Umfeld lässt sich zum Beispiel durch Abschattung der Quartiere (bei Gefahr einer Aufhellung) oder Aufwertung beziehungsweise

Neuschaffung angrenzender Jagdhabitats (beim Verlust essenzieller Jagdlebensräume) vermeiden.

Werden Bäume mit Quartierstrukturen gefällt (Erfassung der Strukturen unabdingbar!), ist eine Begleitung durch eine Fachkraft erforderlich. Der Umfang der Begleitung hängt von der Jahreszeit ab und reicht von einer Einweisung der Fällteams bis zur Durchführung konkreter Maßnahmen durch die Fachkraft. Ohne nähere Begutachtung sollten Bäume mit Quartierpotenzial nur in den Zeiträumen vom 11.09. bis 31.10. (vorrangig) oder vom 16.03. bis 30.04. gefällt werden. Ansonsten sind weiterführende Untersuchungen nötig. Sind Quartiere besetzt, bedingt dies in der Regel eine Verschiebung der Fällung. Maßnahmen zur Vermeidung einer signifikanten Erhöhung des Tötungs- und Verletzungsrisikos sind jedoch zu allen Zeiten vorzusehen (zum Beispiel nächtliche Fällung, sanftes Bergen der Quartierstrukturen, Einwegverschluss).

### Tabelle 1

Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen bei der Betroffenheit von Fledermausquartieren (verändert nach ZAHN et al. 2021).

Code	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Eignung	Vorlaufzeit (VZ), Zeit der Durchführung (DZ)	Kontrolle (Herstellung, Pflege, Erfolg)
<b>CEF-Maßnahmen vor dem Eingriff (C)</b>					
<b>C1</b>	Zusätzliche Fledermauskästen im räumlichen Zusammenhang in Gebieten mit Kastentradition	Drei Kästen pro Quartier (bei Rindenplatten: ein Flachkasten pro Quartierbaum); zusätzlich Vogelkästen zur Minderung der Konkurrenz	Kurzfristig vermutlich hoch. Kombination mit langfristig wirksamen Maßnahmen!	VZ: Mindestens ein Jahr	Herstellung, Pflege, Erfolg
<b>C2</b>	Ringeln von Bäumen zur Schaffung von Spaltenquartieren	Ringeln von drei Bäumen für jeden entfallenden Baum mit Rindenplatten	Kurzfristig hoch, Dauer der Wirksamkeit unsicher. Kombination mit langfristig wirksamen Maßnahmen!	VZ: Je nach Baumart ein bis zwei Jahre	Herstellung, Pflege
<b>C3</b>	Bohrung künstlicher Baumhöhlen	Pro entfallende Höhle drei Ersatzhöhlen in Altbäume bohren	Sehr wahrscheinlich hoch. Wirksamkeitsdauer unsicher. Kombination mit langfristig wirksamen Maßnahmen!	VZ: Mindestens ein Jahr	Herstellung, Pflege, Erfolg
<b>CL1</b>	Bäume aus der Nutzung nehmen; langfristig wirkende Maßnahme ergänzend zu C1 bis C3	Pro gefällttem Höhlenbaum mindestens drei Bäume mit einem BHD über 40 cm aus der Nutzung nehmen	Vermutlich hoch	VZ: Keine (AS) beziehungsweise mindestens ein Jahr in Abhängigkeit von der Maßnahme (SJ)	Herstellung, Pflege
<b>CL2</b>	Spechte fördern. Langfristig wirkende Maßnahme ergänzend zu C1 bis C3	Je nach Situation: Abschätzung (AS) oder Schaffung von Jagdhabitaten (SJ)	Hoch	VZ: Keine (AS) beziehungsweise mindestens ein Jahr in Abhängigkeit von der Maßnahme (SJ)	Herstellung

**Tabelle 2**

Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) zum Erhalt der ökologischen Funktion der Fledermausquartiere im räumlichen Zusammenhang (verändert nach ZAHN et al. 2021).

**3. Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen und populationsstützende Maßnahmen**

Folgende Maßnahmen eignen sich zum Erhalt der ökologischen Funktion des Quartierverbundes im räumlichen Zusammenhang:

- Fledermauskästen (nur falls die betroffenen Fledermauspopulationen bereits Kästen nutzen)
- Ringeln von Bäumen zur Schaffung von Spaltenquartieren hinter abstehender Rinde
- Bohrung künstlicher Höhlen in lebende Bäume

Um die Eingriffsfolgen zu mindern, eignen sich:

- Anbringung von Stammstücken mit bestehenden Quartierstrukturen an Bäumen
- Lebendverpflanzung von Quartierbäumen
- Kappen von Bäumen oberhalb von Natur- oder Bohrhöhlen (bei Absterben des Baumes)

FCS-Maßnahmen beziehen sich auf die Populationen der betroffenen Fledermausarten in der biogeografischen Region. Wo eine Zielart bereits Kästen nutzt, aber dennoch Quartiermangel besteht, eignen sich zusätzliche Kästen. Ist eine Kastennutzung am vorgesehenen Standort nicht belegt, eignen sich die Maßnahmen „Ringeln von Bäumen“ und „Bohren von Baumhöhlen“ in Verbindung mit der Förderung von Spechten, dem Verzicht auf Nutzung ausreichend großer, älterer Waldbereiche und waldbaulichen Maßnahmen zur dauerhaften Erhöhung des Totholzanteils. Zur Unterstützung von Populationen, die nicht durch das Quartierangebot limitiert werden beziehungsweise als Ergänzung neben einer Optimierung der Quartiersituation eignen sich Maßnahmen zur Verbesserung des Nahrungsangebots (Beispiele: Anlage von Extensivweiden, Gewässern, Staudensäumen an Waldrändern, Vernetzung von Jagdhabitaten, Förderung von Eichen).

**4. Ergänzende forstwirtschaftliche Maßnahmen**

Bei allen Maßnahmen, die künstliche oder temporäre Quartiere beinhalten (Kästen, Bohrhöhlen,

Code	Maßnahme	Kurzbeschreibung	Eignung	Vorlaufzeit (VZ), Zeit der Durchführung (DZ)	Kontrolle (Herstellung, Pflege, Erfolg)
<b>FSC-Maßnahmen (F)</b>					
<b>F1</b>	Fledermauskästen in Gebieten mit Kastentradition außerhalb des räumlichen Zusammenhangs mit dem Eingriffsbereich	Siehe C1. Abstand zu bereits genutzten Kastengruppen 0,5 bis 5,0 km – je nach Art.	Vergleiche C1	Vergleiche C1	Vergleiche C1
<b>F2</b> <b>F3</b>	Wie C2 und C3, jedoch nicht auf den Eingriffsbereich beschränkt; durch CL1 und CL2 ergänzt	Vergleiche C2 und C3	Vergleiche C2 und C3	Vergleiche C2 und C3	Vergleiche C2 und C3
<b>F4</b>	Verbesserung der Jagdhabitate (Fledermausbestände nicht durch das Quartierangebot limitiert)	Staudensäume, Weideflächen, Gewässer, Auflichtung von Waldbeständen, Leitlinien (Hecken und so weiter), gestufte Waldränder, Förderung von Eichen. Weitere Beispiele im Hinweisblatt.	Hoch	VZ 1–15 Jahre	Herstellung, Pflege

Anbringung von Stammstücken und so weiter sind zusätzlich ergänzende forstwirtschaftliche Maßnahmen erforderlich, um mittel- und langfristig ausreichend natürliche Quartiere zu schaffen:

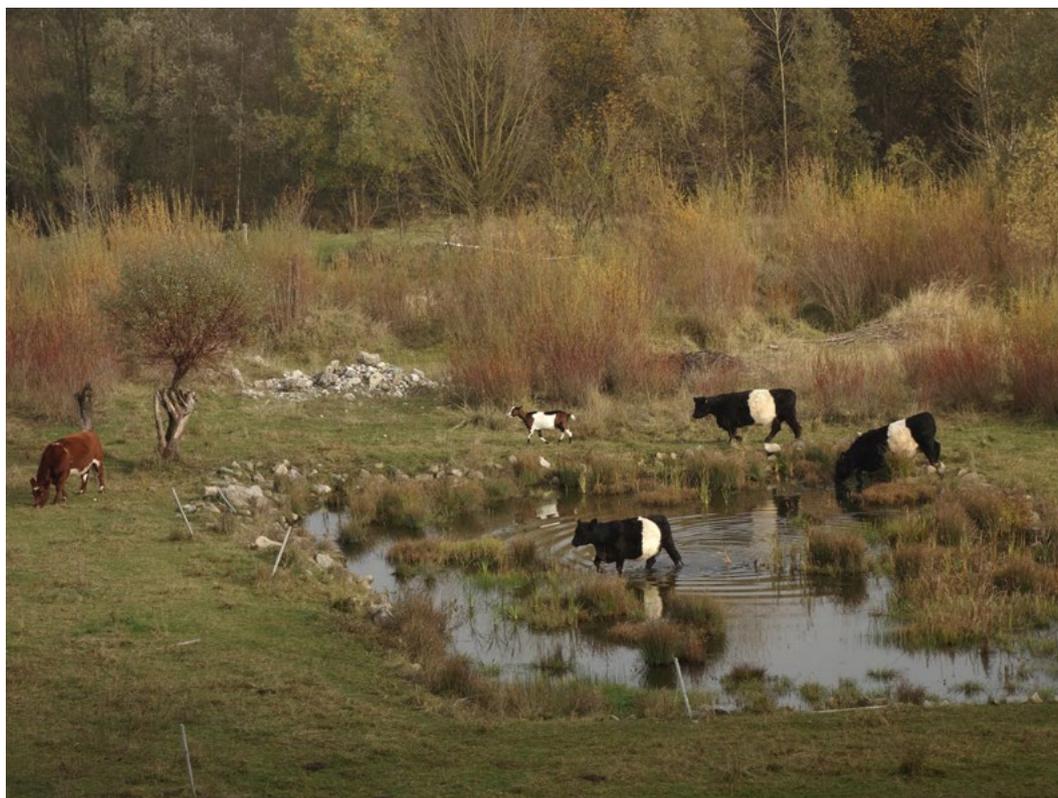
- Altbäume aus der Nutzung nehmen, möglichst in Gruppen

- Erhöhung der Bestandsdichte von Spechten als „Baumeister“ natürlicher Quartiere durch Anreicherung von stehendem Totholz durch Ringeln von Stämmen, Kappen von Bäumen und so weiter

Nur durch die Förderung von Spechten entstehen kurzfristig zusätzliche Höhlen in den aus der Nutzung genommenen Bäumen.

**Tabelle 3**

Populationsstützende Maßnahmen (FCS-Maßnahmen) bei nicht vermeidbaren Betroffenheiten von Fledermäusen (verändert nach ZAHN et al. 2021).



**Abbildung 4**

Extensive Weiden mit Gewässern und Gehölzen stellen sehr insektenreiche Fledermausjagd-lebensräume dar (Foto: Adreas Zahn).

## 5. Anwendungstipps für die Planungspraxis

Das Hinweisblatt bietet für Eingriffsverursacher, Planungsbüros und Genehmigungs- und Fachbehörden eine wichtige Planungsgrundlage. Gleichwohl kann es erforderlich werden, die konkreten Umsetzungshinweise für den Einzelfall anzupassen. Hier sollte eine frühzeitige Abstimmung zwischen dem Planungsbüro und den Naturschutzbehörden erfolgen. Das Hinweisblatt ist als Hilfestellung zu verstehen und weder allgemein- noch behördenverbindlich.

## Literatur

- ZAHN, A., HAMMER, M. & PFEIFFER, B. (2021): Vermeidungs-, CEF- und FCS-Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausbaumquartiere. – Hinweisblatt der Koordinationsstellen für Fledermaus-schutz in Bayern: 23 S.; Download unter Aktuelles auf: [www.tierphys.nat.fau.de/files/2021/07/empfehlung\\_vermeidung\\_cef\\_fcs-masnahmen\\_fledermausbaumquartiere\\_2021.pdf](http://www.tierphys.nat.fau.de/files/2021/07/empfehlung_vermeidung_cef_fcs-masnahmen_fledermausbaumquartiere_2021.pdf).
- ZAHN, A. & HAMMER, M. (2017): Zur Wirksamkeit von Fledermauskästen als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme – ANLiegen Natur 39(1): 27–35, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an39101zahn\\_et\\_al\\_2017\\_fledermauskaesten.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an39101zahn_et_al_2017_fledermauskaesten.pdf).

## Autoren



### Dr. Andreas Zahn,

Jahrgang 1964.

Studium der Biologie in Regensburg und München, Habilitation 2009. Wissenschaftlicher Angestellter an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), Department Biologie II; Leitung des Forschungsvorhabens „Bestandsentwicklung und Schutz von Fledermäusen in Südbayern“. Daneben Lehrtätigkeit an der ANL und Gutachter mit den Schwerpunkten Amphibien, Reptilien, Fledermäuse, Beweidung, Habitatmanagement. Ehrenamtliche Tätigkeit bei der Kreisgruppe Mühldorf des BUND Naturschutz.

+49 8638 86117

[Andreas.Zahn@iiv.de](mailto:Andreas.Zahn@iiv.de)

### Matthias Hammer,

Jahrgang 1965.

Koordinationsstelle für den Fledermausschutz in Nordbayern

+49 9131 852-8788

[fledermausschutz@fau.de](mailto:fledermausschutz@fau.de)

### Burkard Pfeiffer,

Jahrgang 1968.

Institut für Tierphysiologie, Universität Erlangen  
Koordinationsstelle für den Fledermausschutz in Nordbayern

+49 9131 852-5099

[burkard.pfeiffer@fau.de](mailto:burkard.pfeiffer@fau.de)

## Zitiervorschlag

ZAHN, A., HAMMER, M. & PFEIFFER, B. (2021): Hinweisblatt zu artenschutzrechtlichen Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausquartiere – ANLiegen Natur 43(2): 11–16, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Fabian BÖTZL, Jochen KRAUSS, Andrea HOLZSCHUH und Ingolf STEFFAN-DEWENTER

## Diversität braucht Kontinuität – wie Blühflächen die Artenvielfalt fördern können

Die Wirksamkeit von Blühflächen ist umstritten. In einer großen Feldstudie haben wir daher die Effekte von Blühflächen auf die Artenvielfalt untersucht und sie mit Magerrasen verglichen. Verschiedene Artengruppen reagierten unterschiedlich auf steigende zeitliche Kontinuität der Blühflächen. Bleiben die Habitats länger erhalten, ändert sich die Artenzusammensetzung, insgesamt nimmt die Artenvielfalt aber zu. Die Artengemeinschaften näherten sich mit zunehmender Kontinuität denen der Magerrasen an. Für eine hohe Artenvielfalt sollten Blühflächen mit verschiedener zeitlicher Kontinuität mit halbnatürlichen Habitaten kombiniert werden.

### Abbildung 1

Der Graufüßlige Erdbock (*Iberodorcadion fuliginator* [Linnaeus, 1758]) bewohnt die Kalkmagerrasen Mainfrankens. Ausbreitungsschwache Arten wie der Graufüßlige Erdbock können nur sehr schlecht durch Agrarumweltmaßnahmen unterstützt werden – ihr Überleben wird durch den Erhalt von halbnatürlichen Habitaten mit sehr hoher zeitlicher Kontinuität sichergestellt (Foto: Fabian Bötzl).

Die Artenvielfalt von Bestäubern und natürlichen Feinden von Agrarschädlingen bestimmt direkt den Umfang ihrer Ökosystemleistungen (DAINESE et al. 2019). Jedoch ist die Artenvielfalt besonders in unseren Agrarlandschaften rückläufig (SEIBOLD et al. 2019). Durch Agrarumweltmaßnahmen (AUM) sollen (a) die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft erhalten und (b) die Ökosystemdienstleistungen, ohne die auch die moderne Landwirtschaft nicht funktionieren kann, gesichert werden (EKROOS et al. 2014). In Bayern werden dafür häufig Ackerflächen mit Blühmischungen als „Blühflächen“ eingesät. Jedoch unterscheiden sich Blühflächen in vielen Faktoren, etwa ihrem Alter oder ihrer Nutzungsgeschichte, und es ist weitgehend unbekannt, inwiefern eingesäte Blühflächen

mit halbnatürlichen Offenhabitaten vergleichbar sind. Durch ihren temporären Charakter ist anzunehmen, dass gerade ausbreitungsschwache Arten nicht von Blühflächen profitieren können (Abbildung 1).

### Feldstudie in Unterfranken

In einer groß angelegten Feldstudie, die Teil des europäischen BiodivERSA-Projektes ECODEAL war, wurde die lokale Artenvielfalt in Blühflächen sowie in Kalkmagerrasen erfasst. Die Untersuchungsflächen unterschieden sich in ihrer zeitlichen Kontinuität, die als umso größer gilt, je länger die Blühflächen bestehen, und geringer, wenn mit Bewirtschaftungsmaßnahmen eingegriffen wurde (Tabelle 1). Dabei wurden auf insgesamt

	Alter (bei Studienbeginn)	Letzte Bodenbearbeitung	Zeitliche Kontinuität	Management	Vegetation
<b>(a) neue KULAP- Blühfläche</b>	1 Jahr	1 Jahr	niedrig	-	B48-Blütmischung; im Vorjahr gesät
<b>(b) erneuerte KULAP- Blühfläche</b>	6 Jahre	1 Jahr	niedrig–mittel	-	B48-Blütmischung; im Vorjahr gesät
<b>(c) kontinuierliche KULAP-Blühfläche</b>	> 6 Jahre	> 6 Jahre	mittel	Ab 6. Jahr überführt in „greening“ mit einmal jährlich oberflächlichem Mulchen (ab Juni)	B48-Blütmischung; vor > 6 Jahren gesät und stark von natürlicher Sukzession geprägt
<b>(d) Halbnatürlicher Kalkmagerrasen</b>	>> 20 Jahre	>> 20 Jahre	hoch	Beweidung oder Mahd (ab Juni)	Halbnatürliche Vegetation xerothermer Offenbiotope

**Tabelle 1**

Übersicht über die untersuchten Habitattypen.

27 Studienflächen von 2016 bis 2018 insgesamt 12 Pflanzen- und Tiergruppen erfasst (Gefäßpflanzen, Heuschrecken & Grillen, Zikaden, Wildbienen, Tagfalter, Nachtfalter, Blütenbesuchende Käfer, Schwebfliegen, parasitoide Wespen, Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Vögel). Mit verschiedenen klassischen Methoden wurde die Artenvielfalt erfasst (Bodenfallen, Farbschalen, Transektgänge, Lichtfallen, Malaise-Fallen) und die gefangenen Individuen sowohl durch versierte Taxonomen als auch mittels DNA-Meta-barcoding bestimmt. Zusätzlich wurde die Flächengröße der Habitate gemessen und der Anteil halbnatürlicher Habitate in der Umgebung im 1 km-Radius erfasst.

**Abbildung 2**

Eine im Herbst 2015 neu eingesäte KULAP-Blühfläche in voller Blüte im ersten Studienjahr. Blühflächen bieten nicht nur Nahrung für Wildbienen, sondern auch Lebensraum für viele andere Tiergruppen (Foto: Fabian Bötzl).

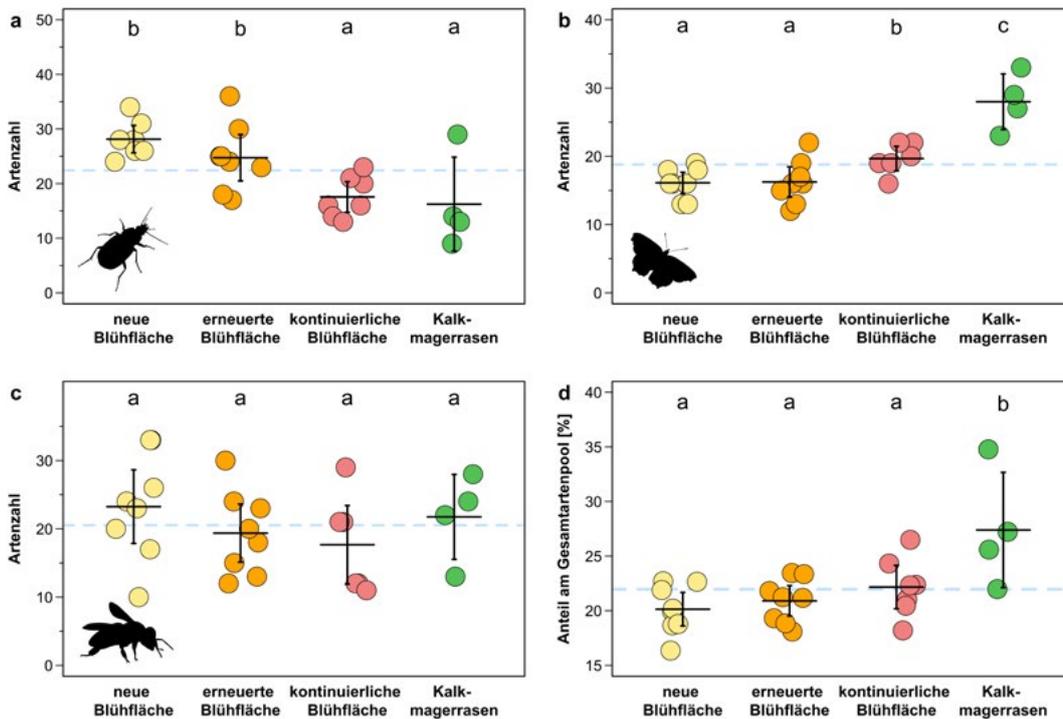
Insgesamt wurden 54.955 Individuen von 1.077 Arten gezählt. Das Metabarcoding der Tiere aus den Malaise-Fallen lieferte zusätzlich 2.110 differen-

zierbare Taxa (in der Regel ein Synonym zu „Arten“). Pflanzen und Laufkäfer waren in neuen Blühflächen am artenreichsten (Abbildung 3a), Heuschrecken, Tagfalter und parasitoide Wespen profitierten von einer höheren Kontinuität und Nachtfalter und Vögel waren auf halbnatürlichen Magerrasen artenreicher als auf Blühflächen (Abbildung 3b). Andere Gruppen, wie etwa die Wildbienen, waren in allen Blühflächen und in den Magerrasen ähnlich artenreich (Abbildung 3c). Über alle Gruppen stieg der Anteil am gesamten Artenpool pro Studienfläche mit der zeitlichen Kontinuität der Habitate im Mittel um 39 % von neuen Blühflächen zu halbnatürlichen Kalkmagerrasen (Abbildung 3d). Derselbe Trend war über alle Bestäuber, nicht jedoch über alle natürlichen Feinde zu beobachten – letztere waren in allen Habitaten ähnlich artenreich.

Die Flächengröße hatte lediglich Auswirkungen auf die Artenzahl der Kurzflügelkäfer (Abnahme mit steigender Flächengröße). Der Anteil halbnatürlicher Habitate in der Umgebung erhöhte die Artenzahl von Wildbienen auf den Studienflächen.

Neben der Artenzahl beeinflusste die zeitliche Kontinuität auch die Zusammensetzung von Artengemeinschaften. Mit Ausnahme von Nachtfaltern und Vögeln änderte sich in allen Gruppen die Artenzusammensetzung mit zunehmender zeitlicher Kontinuität der Habitate. Manche Arten der halbnatürlichen Kalkmagerrasen können nicht oder nur begrenzt durch Blühflächen unterstützt werden. Die Ergebnisse dieser Studie sind im Detail bei BOETZL et al. (2021) nachzulesen.





**Abbildung 3**

(a) Artenzahlen der Laufkäfer (Carabidae; aus dem zweiten Studienjahr),

(b) Tagfalter (Lepidoptera partim; aus dem dritten Studienjahr) und

(c) Wildbienen (Apidae; aus dem zweiten Studienjahr) sowie

(d) Anteil der Arten in einer Fläche am Gesamtartenpool über die vier Habitatskategorien mit steigender zeitlicher Kontinuität (von links nach rechts).

Verschiedene Buchstaben zeigen statistisch signifikante ( $P < 0.05$ ) Unterschiede an. Die blaue Linie zeigt den Mittelwert über alle Flächen.

### Diversität braucht Kontinuität

Unsere Studie zeigt, dass Blühflächen Lebensraum für ein breites Spektrum an Arten in der Agrarlandschaft bieten. Die zeitliche Kontinuität der Blühflächen spielt eine wichtige, Flächengröße und Anteil halbnatürlicher Habitats eine eher untergeordnete Rolle. Besonders wichtig war die zeitliche Kontinuität der Blühflächen für artenreiche Gemeinschaften von Bestäubern, die oft eine Zielgruppe von Agrarumweltmaßnahmen sind. Einzelne Gruppen reagieren aber unterschiedlich auf zeitliche Kontinuität. Viele Arten haben spezifische Habitatsansprüche, so benötigen sie zum Beispiel spezielle Futterpflanzen, die in den initial gesäten Saatmischungen nicht enthalten sind. Oder die Arten sind relativ ausbreitungsschwach und brauchen einige Zeit, um die neu angelegten Blühflächen zu besiedeln. Folglich ändert sich auch die Zusammensetzung der Artengemeinschaften mit steigender zeitlicher Kontinuität – die Habitats gewinnen Arten mit speziellen Ansprüchen und verlieren gleichzeitig generalistische Arten sowie spezialisierte Pionierarten, die ein charakteristischer Bestandteil der Flora und Fauna in Agrarökosystemen sind. Die Flächengröße der Blühflächen (im untersuchten Rahmen von 0,3 bis 2,9 ha) und verfügbare halbnatürliche Habitats in der Umgebung spielten im Vergleich zur zeitlichen Kontinuität eine untergeordnete Rolle. Bei gleicher Gesamtfläche wäre daher ein Netzwerk aus kleineren Blühflächen potenziell förderlicher als wenige große Flächen. Dieses Netzwerk würde zugleich die Komplexität

der Agrarlandschaft erhöhen und damit Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubung oder natürliche Schädlingskontrolle fördern (MARTIN et al. 2019). Unsere Ergebnisse zeigen, dass halbnatürliche Habitats andere Artengesellschaften beherbergen als Blühflächen. Vorhandene halbnatürliche Habitats sollten daher unter allen Umständen in der Agrarlandschaft erhalten werden, um die Artenvielfalt zu steigern.

### Fazit

Agrarumweltmaßnahmen sind ein wichtiger Beitrag, um die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu erhalten beziehungsweise wiederherzustellen. Sie allein können die Artenvielfalt jedoch nicht retten – Blühflächen unterstützen nur einen Teil des Gesamtartenpools in einer Region. Unsere Ergebnisse zeigen, dass ein Mosaik aus Blühflächen verschiedener zeitlicher Kontinuität und halbnatürlichen Habitats zusammen einen größeren Teil der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft erhalten könnte. Strategisch platziert können diese Blühflächen wichtige Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubung (ALBRECHT et al. 2020) und natürliche Schädlingskontrolle (BOETZL et al. 2019) in angrenzenden Feldfrüchten gewährleisten. Während jüngere Blühflächen vorwiegend als Habitats für natürliche Feinde dienen, sind Blühflächen mit höherer zeitlicher Kontinuität nötig, um artenreiche Bestäubergemeinschaften zu erhalten. Da Bestäuber in der Regel mobiler sind, könnte ein Netzwerk einige wenige Flächen mit höherer zeitlicher

Kontinuität zur Unterstützung von Bestäuberpopulationen und eine größere Anzahl an jüngeren Blühflächen, die vorrangig natürliche Feinde in angrenzenden Feldern unterstützen, umfassen. Mit einer strategischen Planung und Platzierung können Agrarumweltmaßnahmen zusammen mit halbnatürlichen Habitaten helfen, die Artenvielfalt zu erhalten und die Funktionalität in modernen Agrarlandschaften zu sichern.

### Autoren



#### Dr. Fabian Bötzl,

Jahrgang 1990.

Studium der Biologie (Bachelor und Master) in Würzburg. Seit 2017 Doktorand am Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie (Zoologie III) der Universität Würzburg und gefördert durch die Graduate School of Life Sciences der Universität Würzburg (gefördert durch die Deutsche Exzellenzinitiative).

Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie  
(Zoologie III) Biozentrum  
97074 Würzburg  
+49 931 31-88795  
[fabian.boetzl@uni-wuerzburg.de](mailto:fabian.boetzl@uni-wuerzburg.de)

#### Prof. Dr. Jochen Krauss,

Jahrgang 1967.

Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie  
(Zoologie III)  
+49 931 31-82382  
[j.krauss@uni-wuerzburg.de](mailto:j.krauss@uni-wuerzburg.de)

#### Prof. Dr. Andrea Holzschuh,

Jahrgang 1976.

Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie  
(Zoologie III)  
+49 931 31- 82380  
[andrea.holzschuh@uni-wuerzburg.de](mailto:andrea.holzschuh@uni-wuerzburg.de)

#### Prof. Dr. Ingolf Steffan-Dewenter,

Jahrgang 1964.

Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie  
(Zoologie III)  
+49 931 31-86947  
[ingolf.steffan@uni-wuerzburg.de](mailto:ingolf.steffan@uni-wuerzburg.de)

### Literatur

- ALBRECHT, M., KLEIJN, D., WILLIAMS, N. et al. (2020): Global synthesis of the effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield. – *Ecology Letters*, 23: 1488–1498.
- BOETZL, F. A., KRIMMER, E., KRAUSS, J. et al. (2019): Agri-environmental schemes promote ground-dwelling predators in adjacent oilseed rape fields: Diversity, species traits and distance-decay functions. – *Journal of Applied Ecology*, 56: 10–20.
- BOETZL, F. A., KRAUSS, J., HEINZE, J. et al. (2021): A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(10): e2016038118.
- DAINESE, M., MARTIN, E. A., AIZEN, M. et al. (2019): A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. – *Science Advances*, 5: eaax0121.
- EKROOS, J., OLSSON, O., RUNDLÖF, M. et al. (2014): Optimizing agri-environment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? – *Biological Conservation*, 172: 65–71.
- MARTIN, E. A., DAINESE, M., CLOUGH, Y. et al. (2019): The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. – *Ecology Letters*, 22: 1083–1094.
- SEIBOLD, S., GOSSNER, M. M., SIMONS, N. K. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. – *Nature*, 574: 671–674.

### Zitiervorschlag

BÖTZL, F., KRAUSS, J., HOLZSCHUH, A. & STEFFAN-DEWENTER, I. (2021): Diversität braucht Kontinuität – wie Blühflächen die Artenvielfalt fördern können. – *ANLIEGEN NATUR* 43(2): 17–20, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).

# Schnüffeln für den Naturschutz: Artenspürhunde werden weltweit bei Kartierungen und im Monitoring eingesetzt

(Monika Offenberger)

Basis jeglicher Naturschutzarbeit sind verlässliche Informationen über das Vorkommen und die Bestandsentwicklung ausgewählter Tier- und Pflanzenarten. Zur Datenerhebung werden vermehrt Spürhunde herangezogen. Eine Auswertung von 1.220 Publikationen über Hundeeinsätze in mehr als 60 Ländern zeigt: Spürhunde sind um ein Vielfaches effektiver und sicherer beim Auffinden von Organismen oder deren Hinterlassenschaften als Menschen und technische Hilfsmittel.



**Abbildung 1**

Ein Border Collie bei der Suche nach Molchen in ihren Sommer-Habitaten (Foto: André Künzelmann).

Such- und Rettungshunde sind in vielen Bereichen unverzichtbare Helfer beim Auffinden von Menschen. Mit ihren feinen Nasen riechen sie Tote oder Vermisste und finden Lawinenofer noch unter einer vier Meter dicken Schneedecke. Auch beim Naturschutz macht man sich schon seit langem Spürhunde zunutze: 1890 suchte der neuseeländische Biologe Richard Henry mit Hilfe eines Hundes nach flugunfähigen Vögeln wie Kiwis und Kakapos, um sie vor der Ausrottung durch eingeschleppte Ratten zu bewahren.

„Ich kannte zwar diese berühmte Geschichte. Aber ich war überrascht, wie häufig und erfolgreich Artenspürhunde seither in vielen Ländern eingesetzt wurden“, betont Dr. Annegret Grimm-Seyfarth vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig. Die Biologin hat zusammen mit ihrer UFZ-Kollegin Wiebke Harms und Dr. Anne Berger vom Berliner Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung 1.220 Publikationen über Einsätze von Artenspürhunden in mehr als 60 Ländern ausgewertet (GRIMM-SEYFARTH et al. 2021). Außer in Australien und Neuseeland sind Naturschützer vor allem in Nordamerika und Europa auf den Hund gekommen. Sie setzen die Spürnasen nicht nur auf die gesuchten Organismen selbst an, sondern auch auf deren Behausungen und Ausscheidungen (MACKAY et al. 2008). Seit der Jahrtausendwende nimmt die Zahl der Projekte, bei denen Spürhunde zum Einsatz kommen, sprunghaft zu – Tendenz steigend. „Das erklärt sich vermutlich durch die Verfügbarkeit genetischer Analysetechniken, mit denen sich Haare, Losung und Harnproben schnell und

präzise einer Art oder sogar bestimmten Individuen zuordnen lassen“, so Annegret Grimm-Seyfarth.

Weltweit erschnüffelten Hunde seit den 1930er-Jahren im Dienste der Wissenschaft mehr als 400 Tierarten, darunter 154 Säuger, 114 Vögel, 61 Reptilien, 17 Amphibien, 7 Weichtiere und 50 Insekten; außerdem 42 Pflanzen, 26 Pilze und 6 Bakterien. Überwiegend standen gefährdete und schwer aufzufindende Arten im Fokus (BENNETT et al. 2019), daneben auch invasive Arten, wie etwa der Asiatische Laubholz-Bockkäfer: Infizierte Holzpalletten können so rechtzeitig vernichtet und befallene Einzelbäume gezielt gefällt werden, um einen Kahlschlag ganzer Bestände zu vermeiden. Besonders häufig werden weltweit Labrador Retriever, Border Collies und Deutsche Schäferhunde als Artenspürhunde eingesetzt. „Im Prinzip kann man aber alle Hunderassen für solche Aufgaben ausbilden, nur ist das bei manchen eventuell aufwendiger als bei anderen. Keine Rasse ist besonders gut oder schlecht geeignet“, sagt Annegret Grimm-Seyfarth. In den USA wurden bereits Hunde darauf trainiert, bis zu zwei Dutzend Arten gleichzeitig anhand der Losung sicher aufzufinden; die Zuordnung der Funde zu den jeweiligen Arten erfolgt anhand von Gentests.

Gegenüber Menschen oder technischen Methoden sind Hunde beim Aufspüren von Organismen unschlagbar. Das ergab die Auswertung von 422 wissenschaftlichen Studien, in denen die Effektivität und Genauigkeit der Spürnasen mit herkömmlichen Nachweismethoden verglichen

wurden: In fast 90 Prozent der Fälle arbeiteten die Vierbeiner deutlich effektiver; nur in einer von hundert Studien schnitten sie schlechter ab. Im Vergleich zu Kamerafallen entdeckten Hunde 3,7- bis 4,7-mal mehr Schwarzbären, Fischmarder und Rotluchse. Zudem kommen sie häufig besonders schnell zum Ziel: „Sie können in kürzester Zeit eine einzige Pflanze auf einem Fußballfeld finden oder sogar unterirdische Pflanzenteile entdecken“, sagt Annegret Grimm-Seyfarth. Häufig eingesetzt werden Artenspürhunde bei der Totfundsuche im Einzugsbereich von Windkraftanlagen (SMALLWOOD et al. 2020). Denn dort gilt es, riesige Flächen schnell genug nach erschlagenen Fledermäusen und Vögeln abzusuchen, bevor diese von Krähen und anderen Raubtieren gefressen werden. Beim Erfassen streng geschützter Reptilien wie Zauneidechse und Schlingnatter sind Artenspürhunde erfahrenen Biologinnen und Biologen nicht zwangsläufig überlegen, dienen aber bei ungünstiger Witterung und vor allem zum Nachweis von Jungtieren als hilfreiche Ergänzung zu herkömmlichen Methoden (BLANKE 2019).

UFZ-Forscherin Grimm-Seyfarth führt selbst zwei eigens ausgebildete Artenspürhunde. Ihr Border Collie Zabby hat schon als Welpen gelernt, die Losung von Fischottern aufzuspüren; er und ein weiterer Spürhund fanden in einer Studie zum Vorkommen dieser Art in der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft viermal mehr Losung als ihre menschlichen Kollegen (GRIMM-SEYFARTH et al. 2019). Gleichzeitig ist Zabby auf das Auffinden von Kamm-, Berg- und Teichmolchen trainiert (GRIMM-SEYFARTH & HARMS 2019). Diese Amphibien sind zwar generell stark gefährdet, in Deutschland jedoch eigentlich noch recht weit verbreitet. Weil aber die meisten Populationen sehr klein sind und stetig schrumpfen, besteht ein hohes Risiko, dass die Arten lokal aussterben. „Wir wissen zwar einiges über die aquatische Lebensweise der Molche, denn im Wasser sind sie einfach nachzuweisen. An Land findet man sie dagegen viel schwieriger. Dazu sucht man in regnerischen Nächten mit der Taschenlampe Transekte ab oder legt künstliche Verstecke aus und hofft, dass ein Molch sich darunter versteckt. Doch die Nachweisrate ist mit all diesen Methoden extrem gering. Daher wissen wir nur sehr wenig darüber, wo sich Amphibien generell – und speziell seltene Arten wie der Kammmolch – an Land aufhalten und welche Ansprüche sie an ihre Sommerhabitate stellen“, betont die Biologin. Mit Zabby will sie diese

Wissenslücken füllen: „Letzten Sommer haben wir mit seiner Hilfe sehr viele Molch-Verstecke gefunden und untersuchen nun ihre Eigenschaften und die umgebende Vegetation“.

### Mehr

- BENNETT, E. M. et al. (2019): Evaluating conservation dogs in the search for rare species. – *Conservation Biology*, 34(2): 314–325; <https://doi.org/10.1111/cobi.13431>.
- BLANKE, I. (2019): Pflege und Entwicklung von Reptilienhabitaten – Empfehlungen für Niedersachsen. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 1/2019; [www.nlwkn.niedersachsen.de/veroeffentlichungen-naturschutz/pflege-und-entwicklung-von-reptilienhabitaten-180038.html](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/veroeffentlichungen-naturschutz/pflege-und-entwicklung-von-reptilienhabitaten-180038.html).
- GRIMM-SEYFARTH, A. et al. (2021): Detection dogs in nature conservation: A database on their worldwide deployment with a review on breeds used and their performance compared to other methods. – *Methods in Ecology and Evolution* pp. 1–12; <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.13560>.
- GRIMM-SEYFARTH, A. et al. (2019): Performance of detection dogs and visual searches for scat detection and discrimination amongst related species with identical diets. – *Nature Conservation* (37): 81–98.
- GRIMM-SEYFARTH, A. & HARMS, W. (2019): Evaluierung von Artenspürhunden beim Monitoring von Amphibien und Reptilien. – *Jahresschrift für Feldherpetologie und Ichthyofaunistik in Sachsen* 20: 56–69.
- MAC KAY, P. et al. (2008): Scat detection dogs. – In Long, R. A., MAC KAY, P., ZIELINSKI, W. J. et al. (Eds.): *Noninvasive survey methods for carnivores*. – Island Press: 183–222.
- SMALLWOOD, S. K. et al. (2020): Dogs Detect Larger Wind Energy Effects on Bats and Birds *The Journal of Wildlife Management*: 1–13; DOI: 10.1002/jwmg.21863.



Alfred RINGLER

## Gesundheits-Check der Moore: Langzeit-Monitoring in Südostbayern

Der Beitrag bilanziert den Wandel der südostbayerischen Moore zwischen 1961 und 2021. Die Ergebnisse sind teilweise ermutigend, insgesamt aber beunruhigend. Insgesamt 1.700 Hektar wurden renaturiert und 15 % der Moorbiotopverluste wurden dadurch flächenmäßig ausgeglichen. Jedoch konnten 1.833 (32 %) der ehemals 5.715 Fundorte gefährdeter und seltener Moorpflanzenarten nicht mehr bestätigt werden. Der Zustand der Zwischen-, Hangquell- und Kesselmoore ist alarmierend. Viele kleinere Moore trocknen aus. Notwendige Konsequenzen werden aufgezeigt.

### Abbildung 1

Start ins Großprojekt Rosenheimer Stammbeckenmoore am 20.09.1998 in der Roten Filze. Der schwedische König (rechts im Bild) ermutigt 80 Pfadfinder, die bereits seit 1995 das Entwässerungssystem inaktiviert hatten. Initiator der ersten ROSTAM-Maßnahmen war Forstdirektor Peter Fuhrmann, damaliges Forstamt Rosenheim. Dritter von rechts: Dr. Josef Heringer (damals ANL Laufen), der das Projekt initiiert hat (Foto: Alexander Goike).

### 1. Anlass, Vorgeschichte und Dank

Der rasante Schwund der Feuchtgebiete veranlasste mich bereits als Schüler ab 1961 interessante Moore im Raum Erding und Rosenheim zu inventarisieren. Die botanischen Kenntnisse des Dreizehn- bis Vierzehnjährigen waren limitiert, aber ich lernte dazu und bald wurden die Bestandserhebungen genauer. Fußball und Hausaufgaben mussten warten. Später inventarisierte ich im Rahmen wissenschaftlicher und beruflicher Projekte Hunderte weitere Moore zwischen Allgäu und Berchtesgaden.

Dieser Fundus schlummerte jahrzehntelang in Ordnern, Notizbüchern, Exkursionstagebüchern, Kartierblättern, unpublizierten Projekt- und Forschungsberichten. Als die Ära der Revitalisierung anbrach (Abbildung 1), wurde das Material wieder

interessant, denn Renaturierung setzt die Kenntnis vergangener Moorprozesse voraus. Auch für die nationale Natura 2000-Berichtspflicht und Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Managementplanung werden ältere, genau lokalisierbare Vergleichsdaten benötigt. Deshalb wiederholte ich die Moorinspektionen 30–55 Jahre später, was einem älteren Bürosesseldrucker viel Bewegung in häufig recht unwegsamem Gelände an der frischen Luft bei allen möglichen Witterungsbedingungen verschaffte. Ich folgte dem Beispiel Giselher Kaules (vergleiche KAULE & PERINGER 2011 und 2015; KAULE et al. 2017; KAULE et al. 2018), berücksichtigte aber ähnlich wie GRZYBOWSKI & GLIŃSKA-LEWCZUK (2020) auch Grundwassermoore (= Flachmoore, Synonym Niedermoore).

Landkreise, Moortypen	Gesamtfläche 1961–1987 (ha)	Gesamtfläche 2014–2021 (ha)	Flächenver- änderung (%)
Mühdorf	180,2	43,7	- 75,5
Altötting	81,9	23,8	- 70,9
Erding/München-Ost	1.530,7	593,2	- 61,2
Rosenheim	5.865,5	2.551,4	- 57,2
PA-Süd/ PAN/ LA-Süd	117,2	60,1	- 48,2
Miesbach	808,9	501,4	- 38,0
Traunstein	4.079,9	3.373,3	- 17,3
Ebersberg	149,4	131,9	- 11,7
Berchtesgadener Land	190,2	213,6	+ 12,3
Saure Hangquellmoore	105,0	25,2	- 75,7
Kalkhangquellmoore	341,5	107,7	- 68,5
Hochmoor-Torfstichgebiete	1.560,9	625,6	- 59,9
Kalkflachmoore	2.744,8	1.313,5	- 52,2
Saure Flachmoore	978,8	474,5	- 51,5
Flachmoor-Torfstichgebiete	1.070,9	551,4	- 48,5
Eutrophe Flachmoore	1.688,8	1.133,4	- 32,9
Kolline Hochmoore	3.328,7	2.257,1	- 32,3
Zwischen-/Schwingdeckenmoore	854,9	635,1	- 25,7
Montane Hochmoore	329,6	327,9	- 0,5
<b>Insgesamt</b>	<b>13.003,9</b>	<b>7.451,7</b>	<b>- 42,7</b>

**Tabelle 1**  
Moorbiotopfläche  
(MA) im Zeitverlauf  
1961–2021.

Zwischen Erst- und Zweitaufnahme zeigten sich die Spätfolgen der staatlich vorangetriebenen Moornutzung. Gleichzeitig veränderten sich die Randbedingungen der Moore (Umgebungsentwässerung, Wasserentnahme und -ableitung, Nährstoffeinträge und Klimawandel; vergleiche CHARMAN 2002; ZHOVA et al. 2018). 1977/78 begann die Wiedergutmachung. Dabei spielten der BUND Naturschutz (BN) Traunstein und Weilheim und einzelne Forstämter eine Pionierrolle (vergleiche ESCHENBECK 2014 und BN 2008). In den 1990er-Jahren kamen maschinell unterstützte Renaturierungsmethoden hinzu (SIUDA & THIELE 2010). Nationale Klimaschutzverpflichtungen beschleunigten die Revitalisierung im 21. Jahrhundert. Südbayerische Forschungsergebnisse zur Treibhausgas-Emission verschiedener Degradations- und Regenerationsstufen (Arbeitsgruppe Drösler; DRÖSLER & KRAUT 2010) leisteten einen

auch international vielbeachteten Beitrag, Klimaschutz auch in Mooren zu betreiben.

Somit ist es an der Zeit, Bilanz zu ziehen, Renaturierungsergebnisse und parallellaufende Moorzustandsveränderungen vergleichend zu quantifizieren und die Moorschutzaufgaben der Zukunft neu zu justieren.

## 2. Untersuchungsgebiet und Sampling

Für 784 Moore liegen relativ detaillierte Zustandsdiagnosen und Vegetationsdaten aus den Jahren 1960–1987 (Median 1973) vor. Sie sind über alle Naturräume und Landkreise AÖ, BGL, DGF (Ostrand), EBE, ED, LA (Süd), M (Ost), MB, MÜ, PA (Süd), PAN, RO und TS verteilt (siehe Abbildung 4). Daten aus den Landkreisen DAH, FFB, FS, GAP, GZ, LL, M (Westhälfte), MN, OA, OAL, STA, TÖL und WM werde ich in einem weiteren Beitrag für Südwestbayern auswerten. Von insgesamt rund 3.000 südostbayerischen Mooren wurden weit über 70 % (numerisch, nicht arealmäßig!) meist vor 1970 in Agrarflächen, Aufforstungen und Wirtschaftswälder umgewandelt. Die Stichprobe repräsentiert also einen sehr hohen Anteil der zu Monitoring-Beginn noch naturschutzfachlich wertvollen Areale. Für jeden Moortypen gibt es mehrere Probeflächen: eutrophes Flachmoor: 177, Kalkflachmoor: 139, Kalkhangquellmoor: 101, mesotrophes Zwischen- und Schwingdeckenmoor: 92, mesotroph-saures Flachmoor: 88, kollines Hochmoor: 84, saures Hangquellmoor: 51, Hochmoor-Torfstichgebiet: 31, montanes Hochmoor: 13 und Flachmoor-Torfstichgebiet: 8 (Definition siehe RINGLER 2021) entfallen.

## 3. Referenzdaten 1960–1987 (Median 1973)

Selbst erhobene Daten (Florenlisten für einzelne Gebiete mit Arthäufigkeitsangaben, Kurzcharakterisierungen der Biotopsituation, Exkursionsberichte, Geländeskizzen, Vegetationskarten, lagefixierte Transekten, Hunderte pflanzensoziologischer Aufnahmen und ausgefüllter Biotop-Formblätter; vergleiche RINGLER 1975b, 1976, 1979, 1980, 1984, 2003) werden ergänzt durch Gebietsbeschreibungen, Kartenskizzen und Publikationen von O. Assmann, M. Galm, J. Giemza, J. Gottanka, S. Grünberg, H. Hadatsch, A. Harnak, J. Illig, F. Jung, P. Jürging & W. Lippoldmüller, G. Kaule, U. Kohler, U. Künkele, J. L. Lutz & C. Mayr, C. Niederbichler, E. Obermeier, M. Ringler, J. Schaller, C. Siuda, H. Schmeidl & G. Schneider, R. Söhmisch & H.-M. Schober, M. Schwahn, M. Sichler, S. Springer, C. Stein., F. Still, W. A. Zahlheimer. Sie stammen teilweise aus der ersten Biotopkartierung 1974–1977 und in deren Anschluss entstandenen Gutachten (zum

Beispiel LIPPOLDMÜLLER & JUNG 1979). Angaben aus der Zweit- und Drittkartierung 1987–2006 sowie Angaben aus STEIN 1999 und 2007 und verschiedenen Arbeiten von Willy Zahlheimer (zum Beispiel ZAHLHEIMER 1989) wurden als „Zwischenstandsablesungen“ in das Langfristmonitoring eingefügt. Auf manche Vegetationsstrukturverschiebungen wurde ich erst durch selbst erstellte Farbluftaufnahmen (1974–1979) aufmerksam. Multitemporale Zeitsprungbilder am Boden lieferten weitere Indizien.

Nebenbei gewann ich auch materialwissenschaftliche Erkenntnisse. Bei der Nacherhebung einer Quellmoorfläche im Erdinger Moos feierte ich nach Jahrzehnten ein freudiges Wiedersehen mit einem erstaunlich unverwitterten Bleistift, der dort seit 1964 geduldig auf mich gewartet hatte. Unversehens entwickelte ich mich zum Experten für die Haltbarkeitsdauer und spätere Auffindbarkeit hölzerner Markierungspfähle auf verschiedenen Moorstandorten.

Die multitemporalen Moordaten (Artenlisten, Arthäufigkeits- und Moorzustandsangaben) können landkreis-, natur-/agrarraumweise sortiert im Anhang eingesehen werden.

#### 4. Ausgewählte Ergebnisse

##### 4.1 Flächen- und THG-Bilanz des Moorwandels

Auch nach dem Abklingen der überwiegend staatlich organisierten und geförderten Moorzerstörung um 1970 (vergleiche RINGLER 1981) schrumpfte die Moorbiotopfläche der Beobachtungsflächen in Südostbayern noch um weitere 43 % von zirka 13.000 ha (1970) auf zirka 7.450 ha (2020). Die Verlustquoten pro Landkreis und Moortyp sind in Tabelle 1 und Abbildung 6 quantifiziert. Die relativen Rückgänge waren in AÖ, MÜ und ED/M am höchsten, die absoluten in RO. Die regenerationswürdige Restmoorfläche ist in RO und TS 3,8-mal größer als in den übrigen 10 Landkreisen zusammen. Diese beiden Großlandkreise tragen also die Hauptverantwortung für den moorbezogenen Klima- und Artenschutz, RO mit seinem in summa deutlich schlechteren Moorzustand noch mehr als TS. Die überaus prekäre Moorsituation der Landkreise AÖ, ED, LA, M, MÜ, PA, PAN manifestiert sich unter anderem in Flächenverlusten von 50–80 % (Tabelle 1, Abbildung 7). Im gesamten Untersuchungsraum alarmierend ist der Zustand der Hangquellmoore, die Teich- und Wochenendanlagen geradezu magisch angezogen haben, aber auch der ökologisch reichhaltigen Torfstichgebiete und Kalkflachmoore. Um 1970 noch sehr verbreitete Pfeifengraswiesen zwischen den Stichen

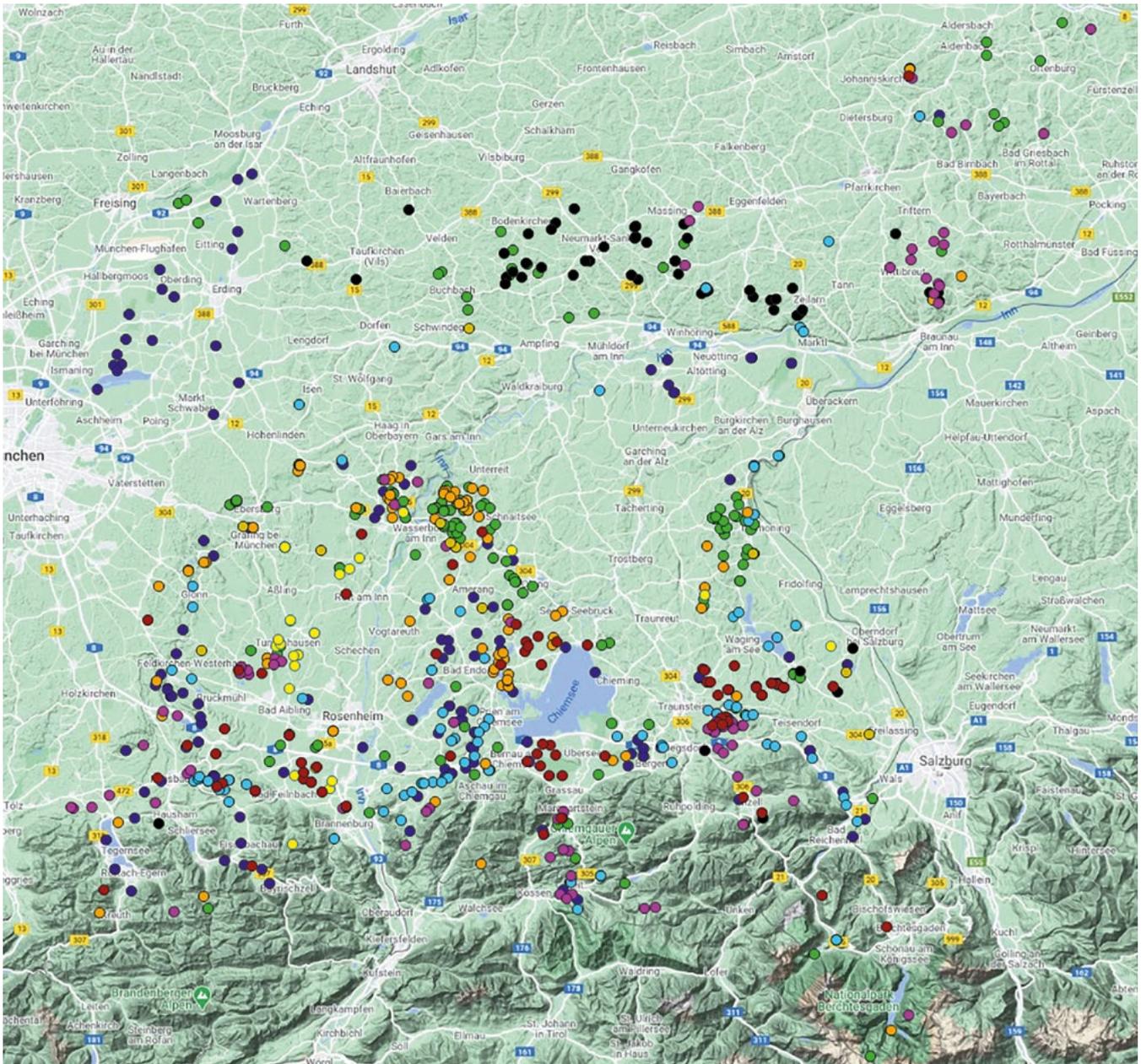


sind fast gänzlich verschwunden und dauer-nasse Ausstich-Regenerationen weitgehend durch Austrocknung oder Verfüllung degradiert.

5.600 ha Flächenverlust seit 1961 betraf fast ausschließlich Flachmoore. Diese setzen nach Nutzungsintensivierung und Entwässerung deutlich mehr grundwasser- und gewässerbelastenden Mineralstickstoff (vergleiche RINGLER 1977) sowie Klimagas frei als Hochmoore. In den Flachmooren ist nach den regionalisierten Abschätzungen von DRÖSLER & KRAUT 2020 mit einer kultivierungsbedingten THG-Emissionssteigerung von 0–10 auf 30–40 CO<sub>2</sub>/ha/Jahr zu rechnen. Danach wäre die THG-Emission allein der untersuchten Moore seit 1961 um rund 170.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr angewachsen. Hinzu kommen die nochmal deutlich stärker gestiegenen Emissionen auf den vor 1961 entwässerten und den nicht untersuchten Mooren.

##### Abbildung 2

Das Ende der anthropogenen Moorentwicklung am Beispiel einer Quellmoorruine bei Wildenholzen/EBE. Palmenartig aufgestellte Rispenseggen zwischen Brennnessel- und Springkrautfluren sind das Endergebnis langjähriger Austrocknung, Eutrophierung und Torfzehrung. Pflöckhöhe 150 cm (Foto: Alfred Ringler 2021).



**Abbildung 3**

Langzeit-Monitoringflächen nach Moorkategorien (Grafik: Caroline Ringler; Kartengrundlage: Open Source-Programm Stamen [Terrain]).

\*in ebener Lage

**Legende**

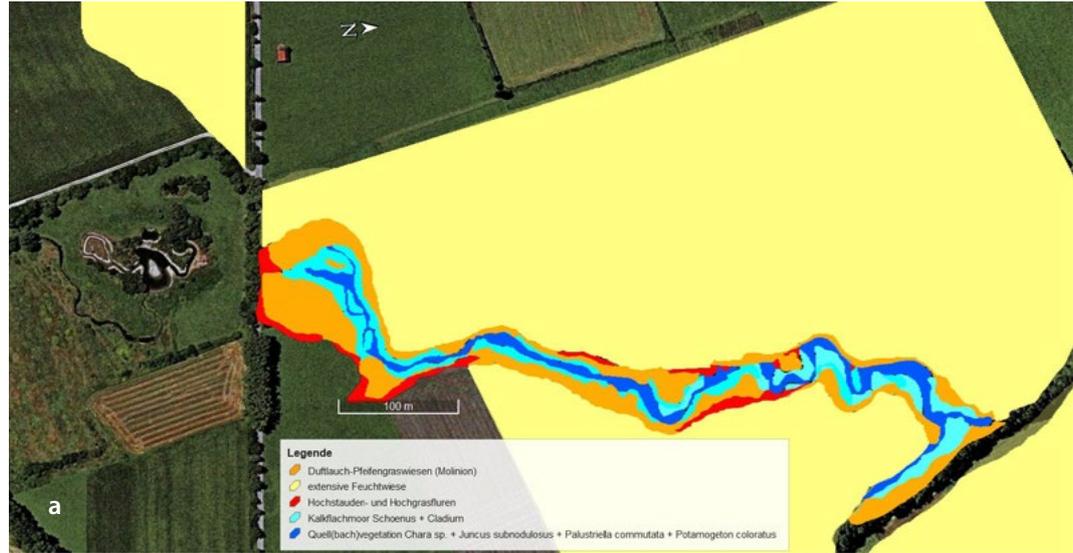
- Mesotrophes Hangquellmoor
- Basenreich-oligotrophes Kalkflachmoor\*
- Kalkoligotrophes Hangquellmoor
- Eutrophes Flachmoor
- Mesotrophes/saures Flachmoor
- Kollines Hochmoor
- Zwischenmoor/Schwingrasen
- Flachmoor-Torfstichgebiet
- Hochmoor-Torfstichgebiet

**4.2 Floristische Bilanz des Moorwandels**

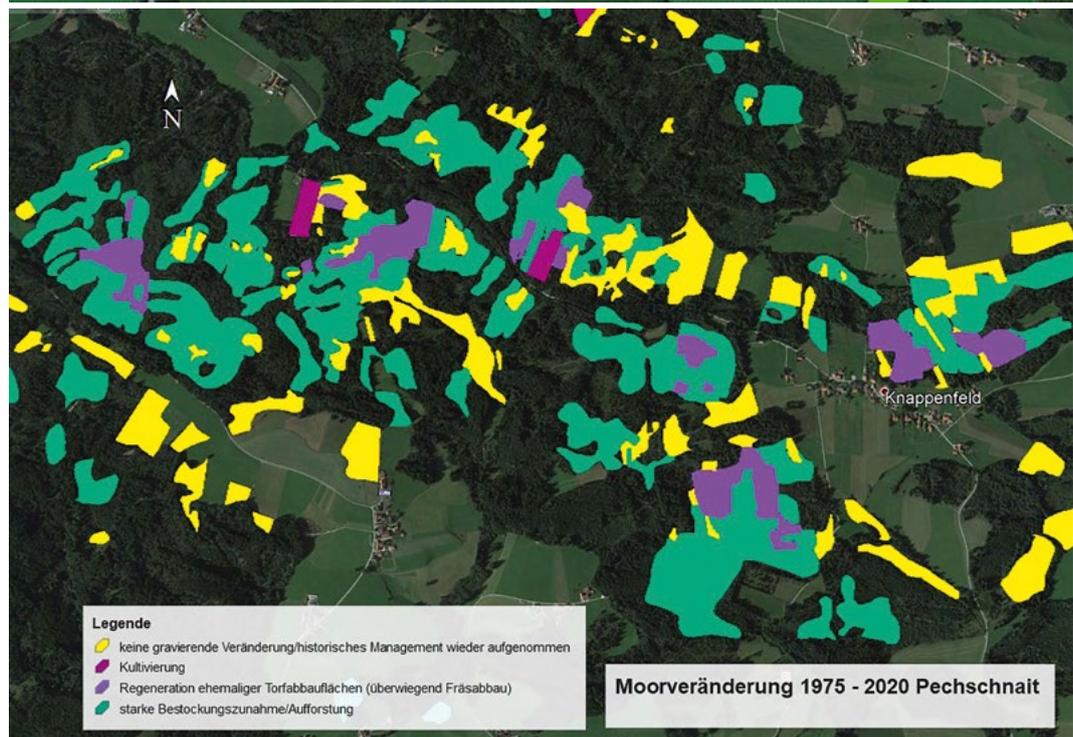
In 784 Monitoring-Mooren sind aus der Erstaufnahme 1961–1987 (Median etwa 1973) insgesamt 5.715 Fundorte gefährdeter und seltener Moorpflanzenarten belegt (siehe Anhang). Davon konnten in den neueren Kartierungen und Bestandsaufnahmen 1.833 Wuchsorte nicht mehr bestätigt werden (-32 %; In der Anhangs-Datei rot markiert). Betroffen sind auch Vorkommen von landesweiter Bedeutung wie *Betula nana*, *Carex heleonastes*, *Gladiolus palustris*, *Juncus stygius*, *Paludella squarrosa*, *Potamogeton coloratus*, *Primula auricula monacensis*, *Rhododendron ferrugineum*, *Sagina nodosa*, *Sagina saginoides*, *Selaginella selaginoides* und *Teucrium scordium*. Eher unerwartet kam der (zum Teil komplette)

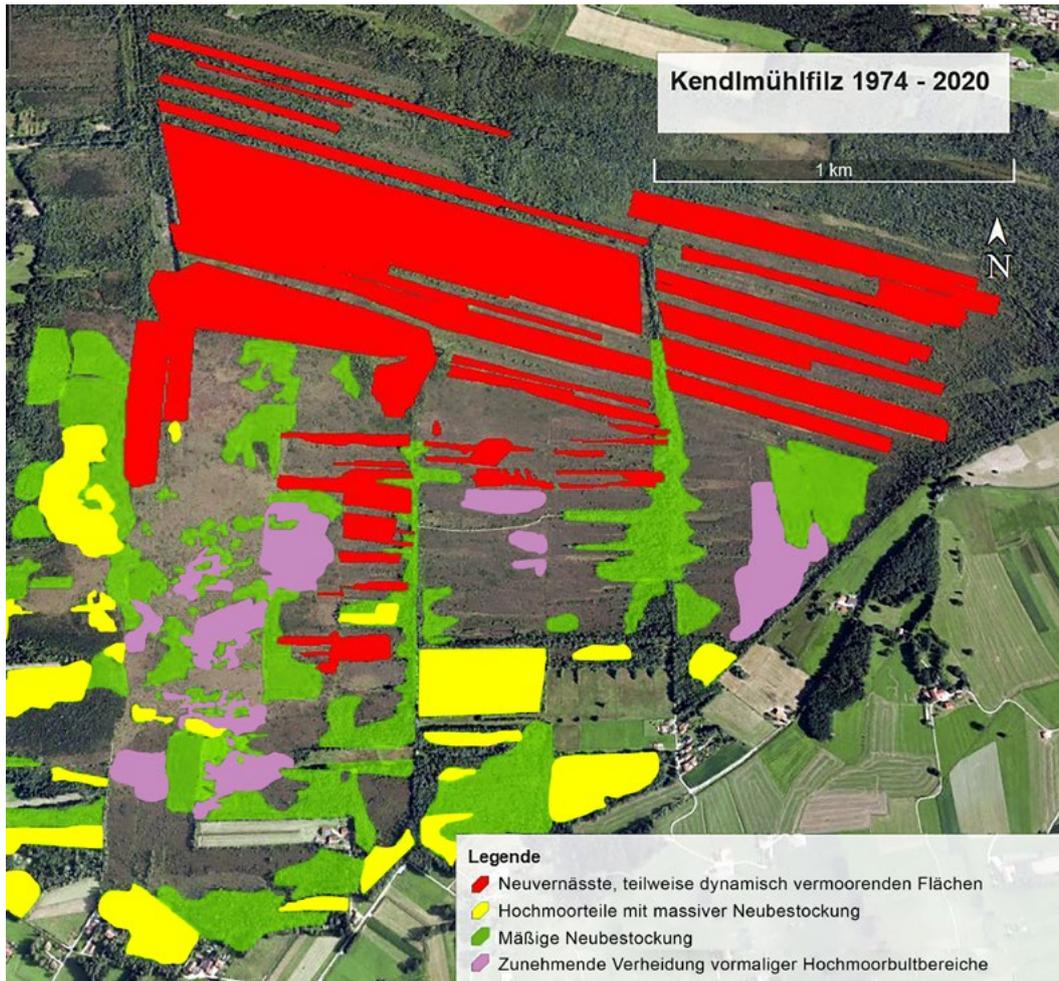


**Abbildung 5a und b**  
Kalkflachmoor Gfällach-  
ursprung NE Eicher-  
loh im südlichen  
Erdinger Moos 1962  
(oben) und 2020  
(unten; Karten: Alfred  
Ringler).

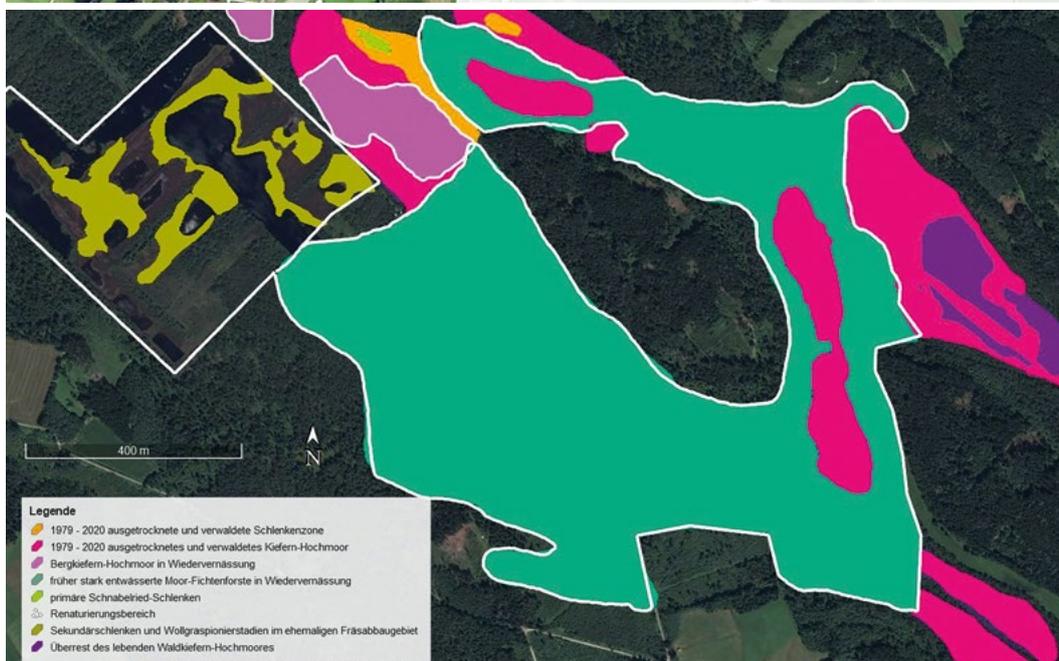


**Abbildung 6**  
Pechschnait-Moore/TS  
1975–2020. Verglichen  
werden Altkartierungen  
des Verfassers mit der  
letzten Biotopkartie-  
rung beziehungsweise  
eigenen, luftbildunter-  
stützten Begehungen  
2020/21 (Karte: Alfred  
Ringler).





**Abbildung 7**  
Kendlmühlfilz/TS  
1975–2020;  
Referenzkartierung:  
Alfred Ringler  
(1975a).



**Abbildung 8**  
Schönramer Filz/TS,  
BGL 1979–2020. Die  
verschiedenen re-  
und degenerierenden  
Hoch- und Zwischen-  
moorflächen sind in  
der Bildlegende erklärt  
(Alfred Ringler).

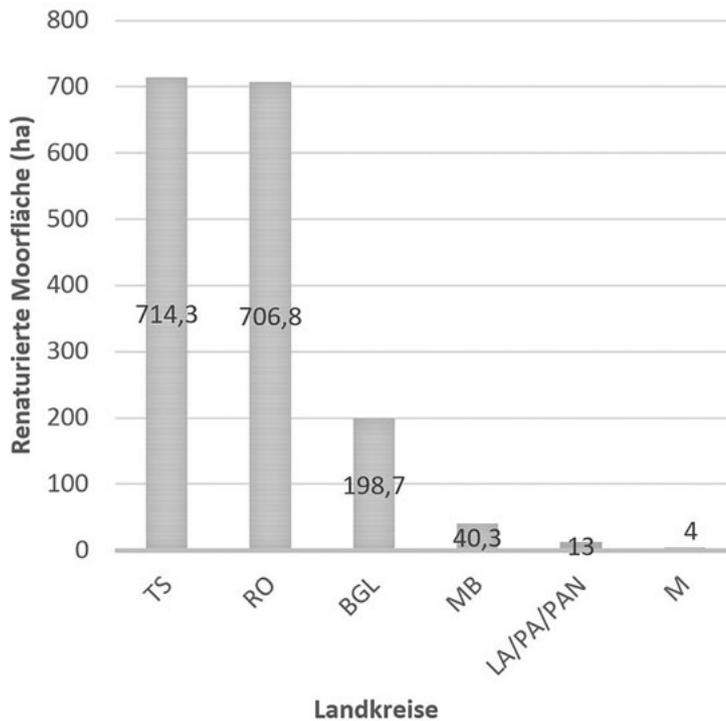
Σ	1 A	1*	2 A	2 G	2*	3 G	3*	4 B	4 G	4 T	4*	5 M	5 P	5*	
-32	-5	-5	-19	-19	-19	-30	-30	-25	-45	-40	-34	-66	-77	-72	Agrar-/Naturraum
-35	-0	-0	-25	-22	-23	-57	-57	-24	-68	-24	-37	-63		-66	Alle Moortypen
-35	-0	-0	-27	-14	-19	-20	-20	-22	-57	-52	-29	-100	-77	-77	Kalk-Hangquellmoore
-31	-0	-0	-11		-11	-9	-9	-31	-57	-46	-39	-76	-88	-83	Kalk-Flachmoore
-20	-3	-3	-0	-5	-4			-25	-26	-68	-32	-97		-97	Eutrophe Flachmoore
-60				-11	-11				-50		-50	-64		-64	Saure Flachmoore
-20				-11	-11				-0	-25	-20				Saure Hangquellmoore
-69				-100	-100	-100	-100	-86	-60	-70	-64				Flachmoor-Torfstichgebiet
-37	-0	-0	-14	-88	-32	-21	-21	-21	-37	-48	-43	-10		-10	Hochmoor-Torfstichgebiet
-34			-12	-88	-22	-32	-32	-36	-70	-37	-44	-100		-100	Zwischen-Schwingdeckenmoore
-2	-2	-2													Kolline Hochmoore
-79										-33	-33	-78		-78	Hochlagen-Hochmoore
-17	-2	-2	-27	-0	-25	-9	-9	-23	-17		-29				Altötting
-33								-75		-20	-22		-76	-76	Berchtesgadener Land
-73												-29	-74	-79	Ebersberg
-55													-55	-55	Erding
-22	-2	-2	-23	-20	-21										München
-53										-47	-47	-100		-100	Miesbach
-69												-69		-66	Mühldorf
-60												-60		-60	Passau
-35	-0	-0	-14	-13	-13	-33	-33	-35	-48	-52	-44				Rottal-Inn
-24	-13	-13	-9	-27	-19	-24	-24	-10	-47	-47	-31				Rosenheim
															Traunstein

Tabelle 2

Prozentualer Verlust seltener und gefährdeter Pflanzenarten nach Agrar-/Naturräumen, Moortypen und Landkreisen. Agrarintensität: gering (1) – sehr hoch (5); Naturräume: Schotterplatten (P), Molasse-Hügelland (M), Terminalmoränen (Jungendmoränen) (T), Grundmoränen (G), Gletscherbecken (B), Alpen (A), Gewichteter Mittelwert über alle Naturräume (\*).

*coerulea* – *Schoenus nigricans* x *ferrugineus* – *Cladium mariscus* – *Allium suaveolens* – *Buphthalmum salicifolium*. In Abbildung 8 sind folgende Vegetationstypen farblich unterschieden: Orange: Duftlauch-Pfeifengraswiesen; dunkelblau: Quell(bach)-vegetation mit *Potamogeton coloratus*, *Palustrella commutata*, *Juncus subnodulosus*; hellblau: Kalkflachmoor *Schoenus spec.* und *Cladium mariscus*; gelb: extensive Feuchtwiesen; rot: Hochstauden- und Hochgrasfluren; dunkelgrün: ehemalige gebaggerte Kleingewässer mit Landschilf und Großseggen; dunkelviolett: künstliche gebaggerte Kleingewässer; grau: renaturierter Acker auf dem

Weg zur Pfeifengraswiese; lila: ruderales Hochstauden-, Hochgras- und Brombeerflur mit *Calamagrostis epigejos*, *Solidago spec.*, *Impatiens glandulifera*, *Deschampsia cespitosa*; hellgrün: Sekundärgehölze, zum Teil gepflanzt (Aschweide, Faulbaum, Kreuzdorn, Erlenarten). Nur von den Kalkpfeifengraswiesen haben kleine Teilflächen 50 Jahre Austrocknung und Grundwasserabsenkung überlebt. Der überwiegende Rest hat sich zu Feldgehölzen und ruderalen Stauden-/Hochgrasfluren entwickelt. Der kalk-oligotrophe Quellbach selbst war schon vor 1962 trocken gefallen und zum Erstaufnahmezeitpunkt nur



**Abbildung 9**  
Moorrenaturierungsbilanz Südostbayern nach Landkreisen (eigene Erfassung in den Jahren 2017–2021). Angerechnete Renaturierungswege siehe Text.

durch eine künstliche Wasserüberleitung bewässert. Ohne die hingebungsvolle Pflege durch BN (Grundbesitzer) und DAV Erding wäre das Gebiet heute ein durchgehend halbruderaler Gehölzstreifen. Die ehemalige Abpufferung durch extensive Feuchtwiesen (damals noch Brutgebiet von Brachvogel, Kiebitz, Wiesenralle und Rotschenkel) ist durch hochintensiven Futter- und Ackerbau ersetzt, ein Erweiterungs- und Neuschaffungsversuch im Süden (links) hat seine Ziele nicht erreicht.

#### 4.3 Renaturierungsbilanz, Saldo aus Degradation und Regeneration

(Selbst-)renaturierte Flächen und weiterhin stark degradierte Flächen werden nun quantitativ gegenübergestellt. Ich berücksichtigte gezielte Moorsanierungsmaßnahmen im Sinne von SIUDA (2002), STROHWASSER (2006) oder WEID (1998), aber auch unbeabsichtigte naturautonome Prozesse mit Regenerationseffekt:

Wiedervernässungsmaßnahmen (aufgestaute Stiche und Gräben, Verwallungen; kaum vernässbare Torfrücken, noch torfmoosarme Flatterbinsensümpfe und noch vegetationsarme Anstau sind inbegriffen)

Extensivierung von Moorgrünland/-äckern in Wechselfeucht- bis Nassgrünland mit naturschutzbedeutsamer Sekundärvegetation

Autogene Regeneration in Ausstichen, Schältofr- und Fräsflächen sowie „Selbstheilung“ durch

Torfsackung/-verdichtung mit Sekundärvernässungseffekt auf verheideten Resttorfplateaus, was stellenweise Torfmoos-Neuansiedlung (*Sphagnum medium*, *S. rubellum*, *S. capillifolium*, *S. angustifolium*) ausgelöst und ehemalige Hochmoorflechtenheiden (KAULE & PERINGER 2015) verdrängt hat

Wasserstandsanhhebung durch den Biber (zum Beispiel Föhringer Moos/M, Ahamer Filzen/RO, Burger- und Bärnseemoos/RO, Thalhamer Moos/MÜ, Kühbachteile NE Rottau/TS)

Sekundärvernässung und Talwiesenversumpfung, zum Beispiel durch Schwemm- und Lawinenkegel, Vorflutverlust, Hang- und Hochwasserdynamik (beispielsweise Wildenmoos bei Inzell/TS, Maseralm nördlich Reit im Winkel/TS, Talflachmoore bei Riedertsham und Langenbruck/PA, Kühflachenflachmoor/RO und M, Angerwiesen südwestlich Kurf im Thalkirchner Moos/RO, Bergener Moos/TS)

Grabenverfall nach Nutzungsrückzug in Verbindung mit Moorsackung (zum Beispiel Ischler Ache östlich Eschenau/TS, Flachmoor im Buschentäl südöstlich Riedering/RO)

Insgesamt gingen im Zeitraum 1961–2021 etwa 5.552 ha Moorbiotope verloren (siehe Tabelle 3). 1676 ha Moorfläche wurde renaturiert. Dies entspräche einer Wiedergutmachungsrate von etwa 30 %. Das bedeutet aber auch, dass für etwa zwei Drittel der Zerstörung noch kein Ausgleich erfolgt. Die Renaturierung konzentrierte sich

Moortypen	Kultivierung, landwirtschaftliche Entwässerung	Aufforstung	Hoch- und Tiefbau	Teich- und Wochendanlagen	Erholungsbetrieb	Zustrom nährstoffreichen Umgebungswassers	Klimawandel, Immissionen, Trocknis	Brachfallen	Torfabbau	Renaturierung/Wiedervernässung	uniformierende Großmaschinenpflege
Kalk-Hangquellmoore	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
Kalkflachmoore	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
Saure Flachmoore	■	■			■	■	■	■		■	■
Flachmoor-Torfstichgebiet	■	■	■	■	■	■	■		■		
Hochmoor-Torfstichgebiet	■	■	■	■	■	■	■		■	■	
Saure Hangquellmoore	■	■		■	■	■	■	■		■	■
Zwischenmoor/Schwingdecken					■	■	■				
Eutrophes Flachmoor	■			■	■	■		■			■
Kollines Hochmoor					■		■		■	■	
Montanes Hochmoor					■		■				

**Tabelle 3**  
Hauptbeeinträchtigungsfaktoren für die einzelnen Moortypen in Südostbayern. Farbintensität korreliert mit Zahl der jeweils betroffenen Moore

zudem fast ausschließlich auf einen einzigen Moortyp mit sehr begrenzter Verbreitung: die kollinen Hochmoore. Allein im Rosenheimer Becken wurden 543 ha und im Chiemseebecken 542 ha Hochmoore effektiv wiedervernässt. Allein im Großprojekt ROSTAM (Gemeinden Raubling und Bad Feilnbach, LIFE-Natur, Leitung Ralf Strohwasser) 2005–2010 wurden zirka 400 ha wiedervernässt. Der Nachholbedarf bei den anderen Moortypen und in anderen Moorregionen ist allerdings immens.

In vielen Moorregionen wurde mit der Regeneration noch gar nicht begonnen. Flachmoorre-generative Sanierungsprojekte beschränkten sich bislang weitgehend auf „Maßnahmen“ des Bibers, der insgesamt mindestens 170 ha Moorfläche (ED: 19,2/M: 21/MÜ: 29/RO: 45/TS: 54 ha) hydrologisch optimiert hat.

Die unterschiedlichen Renaturierungswege seien mit drei Fallbeispielen aus unterschiedlichen Klima- und Höhenzonen vorgestellt (Abbildungen 11–13). Im höher gelegenen, sehr niederschlagsreichen Deckenmoorkomplex Pechschnait

südöstlich Traunstein sind viele natürlich regenerierende Torffräsflächen, Stiche und Streuwiesen umgeben von viel mehr degradierenden und inzwischen völlig zugewachsenen Flächen. 1973 noch intakte Resthochmoorbereiche weisen massive Austrocknungserscheinungen auf. Hochmoorwachstumskomplexe haben sich binnen 30 Jahren in verheidete und pfeifengrasbewachsene Bereiche verwandelt. Reliktpopulationen von *Betula nana* und *Rhododendron ferrugineum* sind nicht mehr auffindbar. Der Natur- und Klimaschutz-Saldo ist trotz vieler Bemühungen immer noch deutlich negativ.

Im Kendlmühlfilz (Abbildung 12) haben Grabenschließungen die Degradation des nicht abgetorften Resthochmoorkörpers gebremst. Umfangreiche Regenerationsmaßnahmen in „Kooperation“ mit dem Biber verwandelten alte Maschinenstiche sukzessive (durch ständige Nachabdichtung seitlicher Überläufe) in wertvolle Verlandungsmoore. Im Rahmen des Life-Projektes entstanden so von 1995 bis 2005 (vergleiche STROHWASSER 2006) sehr artenreiche, ornithologisch und herpetologisch wertvolle Biotope. Der Gesamtsaldo

ist positiv. Desgleichen im Schönramer Filz (Abbildung 13), wo aber der großflächig neuen Moorbildung in bewaldeten Maschinentorfstichbereichen eine kaum gebremste Degeneration und zum Teil Austrocknung der 1979 noch intakten Resthochmoorbereiche (vergleiche JUNG 1979) gegenübersteht.

## 5. Diskussion

### Datenzuverlässigkeit und -vollständigkeit

Viele Arten-Checks in kleineren Mooren erfolgten unter Zeitdruck und dürften nicht überall vollständig sein. Bryophyten (Moose) wurden nicht in allen, sondern nur in besonders gut untersuchten Mooren registriert und nachbestimmt, im Rahmen der Biotopkartierung meistens gar nicht. Diese Einschränkungen beeinträchtigen das Generalergebnis aber nicht wesentlich, weil ein Grundstock an wichtigen Mooren sehr detailliert und in engen Zeitabständen untersucht wurde. Lücken externer Datenquellen wurden soweit wie möglich komplettiert. Beispielsweise fehlen in der offiziellen LfU-Moorbodenkarte sehr viele kleinere Moore, insbesondere Toteis- und Kesselmoore der Jungmoränenregion und Quellmuldenmoore des Tertiärhügellandes. Das ist wohl auch der Grund, dass selbst Landtagsanfragen mit unzutreffenden Zahlen beantwortet werden. So gibt die Landtagsdrucksache 18/4272 vom 06.12.2019 die Zahl der Flach- (= Nieder-) Moore im Landkreis Rottal-Inn mit 4 (insgesamt 21 ha) an, obwohl ihre tatsächliche Zahl mindestens zehnmal höher liegt. Jahrelange eigene Moorerhebungen haben im Gesamtgebiet insgesamt über 3.036 Moore ermittelt.

### Ursachenanalyse

Die ausschlaggebenden Beeinträchtigungsfaktoren konnten zwar nicht immer zweifelsfrei identifiziert werden. Aber oft erlaubten jeweils mehrere plausible Indizien eine Zuordnung der wichtigsten „Schadfaktoren“ zu Moortypen (Tabelle 3).

### Wie erfolgreich waren Moormanagement-Feuchtgebietsschutz und FFH-Richtlinie?

Unser Langzeitmonitoring zeigt, dass der gesetzliche Feuchtgebietsschutz (Art. 6d beziehungsweise Art. 23 Bayerisches Naturschutzgesetz [BayNatSchG] im Jahr 1982) sehr erfolgreich war. Allerdings konnten auch damit die Arten, die Qualität und der Wasserhaushalt der Restflächen oft nicht gesichert werden. In den 163 FFH-geschützten Flächen (AÖ: 6, BGL: 17, EBE: 7, ED: 5, M: 2, MB: 20, MÜ: 9, PAN: 3, RO: 41, TS: 53) wurde das FFH-Veränderungsverbot für Moor-Lebensraumtypen nur ausnahmsweise realisiert. Die

Effizienz des europäischen Naturschutzes leidet außerdem unter von Landkreis zu Landkreis unterschiedlichen FFH-Ausweisungskriterien. Beispielsweise sind Kesselmoore derselben Qualitätsstufe in Teilen von EBE geschützt, in RO und anderen Teilen von EBE aber nicht. Von den Kalkhangquellmooren wurden nur wenige nach schwer durchschaubaren Kriterien ausgewählt.

### Dezentraler Moorklimaschutz

Finanzmittel und politische Bemühungen (Landtagsanfragen!) konzentrieren sich derzeit auf wenige große Niedermoores. Für das Donaumoosprojekt 2021–2030 werden 200 Millionen bereitgestellt, für Vorgängerprojekte im Oberbayerischen und Schwäbischen Donaumoos wurden bereits seit 1987 über 100 Millionen ausgegeben. Im Donaumoos hofft man, gegen den erbitterten Widerstand vieler Mösler („wir wollen nicht versumpfen“) einen Torfkörper von knapp 10.000 ha mit Jahresemissionen von rund 415.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zu schützen.

Auf der anderen Seite werden Tausende kleinerer Moore, die zusammengenommen mehr Klimaschutz bewirken könnten als das Donaumoos, bisher links liegen gelassen.

In Südostbayern wären mehr als 41.000 ha Flachmoore klimawirksam optimierbar, viermal mehr als im Donaumoos. 5.600 ha davon wurden erst nach 1961 aus einem klimaneutralen in einen klimabelastenden Zustand überführt. Viele Landwirtschaftsbetriebe wirtschaften hier nur zu 2–10 Flächenprozent auf Moorböden. Ein solcher Betrieb wird klimafreundliche Extensivierung oder -vernässung eher tolerieren als ein Donaumoosbetrieb, der zu 100 % auf organischen Böden wirtschaftet, in einem Gebiet, wo um jeden Zentimeter Grundwasseranhebung erbittert gerungen wird. Schon 1.000 durchschnittlich 1 ha große südbayerische Kleinmoore würden 10 % der Reduktionsziele des Donaumooses einspielen – deren Erreichung ungewiss ist. Außerdem sind viele Kleinmoore des Alpenvor- und Tertiärhügellandes von der übrigen Agrarfläche hydrologisch abgekoppelt. Ihre Vernässung würde die Grünland- oder Ackererträge der Umgebung also kaum vermindern. Die Renaturierung kann häufig ein höheres Effizienzniveau erreichen als im Donaumoos, vielleicht sogar erneute Torfbildung in einem sekundären Seggen-/Schilf-/Bruchwald-Bestand initiieren und damit zu einer positiven THG-Bilanz führen.



a

**Abbildung 10a und b**  
Wie in vielen Flachmooren der Region, lässt die Grundwasserspeisung auch im Chiemsee-Flachmoor bei Aiterbach deutlich nach (Zeitsprungfotos 1980/2019: Alfred Ringler). Den Quellaufstößen entströmender Quellbach versiegte bereits vor den Trockenjahren 2017–2020.



b



**Abbildung 11a und b**  
Gottschallinger  
Moos nördlich  
Bad Feilnbach 1955  
(Foto: Anton Micheler)  
und 2012 (Foto:  
Alfred Ringler). Viele  
Quadratkilometer  
ein- bis zweischürige  
Flachmoor-Streuwiesen  
wurden allein  
im Rosenheimer  
Becken einer inten-  
siveren Nutzung  
zugeführt. Die Ein-  
zeleiche im Mittel-  
grund rechts ist  
heute viel größer.



**Abbildung 13a und b**  
Hangflachmoor östlich  
Riedering 1961 (Foto: Max  
Ringler) und 2012 (Foto:  
Alfred Ringler). Im Zuge  
der Flurbereinigung wur-  
den diese orchideen- und  
wollgrasreichen Flach-  
moore drainiert und in  
Maisäcker beziehungsweise  
Intensivgrünland umge-  
wandelt. Im Hintergrund  
Neubebauung.



## Verwendete Abkürzungen

- AÖ, BGL, DAH, DGF, EBE, ED, FFB, FS, GAP, GZ, LA, LL, M, MB, MN, MÜ, OA, OAL, PA, PAN, RO, TÖL, TS, WM: Landkreise Altötting, Berchtesgadener Land, Dachau, Dingolfing-Landau, Ebersberg, Erding, Fürstenfeldbruck, Freising, Garmisch-Partenkirchen, Günzburg, Landshut, Landsberg, München, Miesbach, Unterallgäu, Mühldorf, Oberallgäu, Ostallgäu, Passau, Rottal-Inn, Rosenheim, Bad Tölz-Wolfratshausen, Traunstein und Weilheim-Schongau.
- asl above sea level (Meereshöhe)
- BK = Biotopkartierung,
- *Erio. grac* = *Eriophorum gracile* = Zartes Wollgras (Beispiel). Aus Platzgründen unumgängliche Artnamenabkürzungen wird die/der botanisch Ungeübte mithilfe des Indexes seines Pflanzenbestimmungsbuches leicht entschlüsseln.
- LfU = Landesamt für Umweltschutz,
- RL = Rote Liste (Bayern B/Deutschland D/Regierungsbezirk Niederbayern Ndb)
- THG = Treibhausgase
- MA = monitoring areas = Moore unter Langzeitbeobachtung in den Landkreisen AÖ, BGL, EBE, ED, LA-Süd, M-Ost, MB, MÜ, PA-Süd, PAN, RO, TS

## Anhang

Eine unredigierte Datei mit Hintergrunddaten finden Sie hier: [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an43214ringler\\_2021\\_moore\\_basisdaten.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an43214ringler_2021_moore_basisdaten.pdf)

## Literatur

- BAYER. LANDTAG (= BAYERISCHER LANDTAG, 2020): Beantwortung der schriftlichen Anfrage des Abg. von Brunn vom 20.02.2019 „Erhalt der Moore“. – Drucksache 18/6329; [www1.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage\\_WP18/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/18\\_0006329.pdf](http://www1.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP18/Drucksachen/Schriftliche%20Anfragen/18_0006329.pdf).
- BN (= BUND NATURSCHUTZ, 2008): Übersicht der Moorrenaturierungen Alpen. – [www.bund-naturschutz.de/fileadmin/\\_migrated/news\\_uploads/PM\\_FA\\_39\\_08\\_Uebersicht\\_Moorrenaturierung\\_Alpen\\_im\\_BN.pdf](http://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/_migrated/news_uploads/PM_FA_39_08_Uebersicht_Moorrenaturierung_Alpen_im_BN.pdf).
- CHARMAN, D. (2002): Peatlands and environmental change. – John Wiley & Sons Ltd.: 301 S.
- DEMARTIN, G., SCHÖTTNER, R., SIUDA, C. et al. (2020): Moorrenaturierungen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 – Handwerkszeug, Beispiele und Herausforderungen. – ANLiegen Natur 42(1): 19–30; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klip-moore/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klip-moore/).
- DRÖSLER, M. & KRAUT, M. (2020): Klimaschutz durch Moorschutz – im Klimaprogramm Bayern (KLIP 2020/2050). – ANLiegen Natur 42(1): 31–38; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klimaschutz-moorschutz/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klimaschutz-moorschutz/).
- ESCHENBECK, R. (2014): Die Renaturierung des Ödmooses – eine Liebesgeschichte. – <https://traunstein.bund-naturschutz.de/naturschoenheiten-im-landkreis/oedmoos>.
- GRZYBOWSKI, M. & GLIŃSKA-LEWCZUK, K. (2020): The principal threats to the peatlands habitats, in the continental bioregion of Central Europe – A case study of peatland conservation in Poland. – J. Nature Conservation 53.
- JUNG, F. (1979): Moorentwicklungskonzept Schönramer Filz. – Im Auftrag der uNB Traunstein.
- KAULE, G. & PERINGER, A. (2011): Die Übergangs- und Hochmoore des Chiemgaus – Vergleichende Untersuchung zur Entwicklung zwischen den Jahren 1969–72 und 2010. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 81: 109–142.
- KAULE, G. & PERINGER, A. (2015): Die Entwicklung der Übergangs- und Hochmoore im südbayerischen Voralpengebiet. – LfU: Sonderheft: 129 S.
- KAULE, R., KAULE, G. & HUWE, B. (2017): Langzeituntersuchungen in den Südlichen Chiemseemooren. – TELMA 47: 75–92. – DOI: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2935>.
- KAULE, G., CARMINATI, A., HUWE, B. et al. (2018): Die Hochmoorwälder des süddeutschen Voralpengebietes. – TELMA 48: 13–48.
- KRAUS, G. & SORG, U. M. (2020): Klimaschutz in bayerischen Niedermooren am Scheideweg? Ein Ausblick zur Zukunft der Schorner Röste. – ANLiegen Natur 42(1): 51–54; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/schorner-roeste/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/schorner-roeste/).
- LIPPOLDMÜLLER, W. & JUNG, F. (1979): Entwicklungskonzept NSG Sossauer Filz und Wildmoos. – Im Auftrag der uNB Traunstein, unveröff.
- RINGLER, A. (1975a): Gutachten und Vegetationskartierung zum Frästorfabbau in der Kendlmühlfilze. – Im Auftrag Bürgerinitiative „Rettet die Kendlmühlfilze“.
- RINGLER, A. (1975b): Schutzräume und Erhaltungsschwerpunkte im westlichen Chiemgau. – In: GfL 1975 – Untersuchung zur Erhaltung der Kulturlandschaft in den ländlichen Nahbereichen Aschau-Endorf-Prien. – Im Auftrag des Bayer. StMELF.
- RINGLER, A. (1976): Verlustbilanz nasser Kleinstbiotope in Moränengebieten der Bundesrepublik Deutschland. – Natur u. Landschaft 51 (7/8): 205–209.
- RINGLER, A. (1977): Zur Erfassung der landschaftsökologischen Funktion der Moore. – Schriftenr. Naturschutz u. Landschaftspflege (LfU) 8: 57–70.
- RINGLER, A. (1979): Toteiskessel, Kleinsümpfe und Flurtümpel — auch in Südbayern stark bedroht. – Berichte der ANL 3: 84–88; [www.anl.bayern.de/publikationen/berichte/doc/ber3000gesamt\\_1979.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/berichte/doc/ber3000gesamt_1979.pdf).

- RINGLER, A. (1980): Gefährdung von Biotopen – Ergebnisse einer Zustandserfassung in Südbayern. – Landschaft u. Stadt 12 (2): 68–81.
- RINGLER, A. (1981): Feuchtgebiete Bayerns – Verluste, Bedeutung, Erhaltung. – Laufener Seminarbeiträge der ANL.
- RINGLER, A. (1984): Naturschutzkataster südbayerischer Toteislöcher. – Unveröff. Projektmaterial, Abschluss Pilotphase: 151.
- Ringler, A. (2003): Moorentwicklungskonzept Bayern: Moorhandlungsschwerpunkte. – LfU.
- RINGLER, A. (2021): Langzeit-Monitoring der Moore – Ergebnisse aus Südostbayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. in Druckvorber.
- SIUDA, C. (2002): Leitfaden zur Hochmoorrenaturierung in Bayern. – LfU: 65 S.
- SIUDA, C. & THIELE, A. (2010): Moorrenaturierung kompakt. – Handlungsschlüssel für die Praxis, LfU (Hrsg.), Augsburg: 41 S.
- STEIN, C. (1999): Die Moos-, Farn- und Blütenpflanzenflora des Isar-Inn-Hügellandes (Südostbayern). – Hoppea, Denkschr. Regensb. Botan. Ges. 60: 17–276.
- STEIN, C. (2007): Die Flora von gestern für die Landschaft von morgen. – Master-Thesis Studiengang IMLA: 206 S., nicht publiziert.
- STEIN, C. (2013): Florenwandel im Offenland des Isar-Inn-Hügellandes. – Naturw. Zt. Niederb. 34: 6–98.
- STROHWASSER, R. (2006): Praktische Erfahrungen bei der Hochmoor-Renaturierung im LIFE-Projekt „Südlicher Chiemgau“. – Anliegen Natur 30: 13–19; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an-30002strohwasser\\_2006\\_hochmoor\\_renaturierung.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an-30002strohwasser_2006_hochmoor_renaturierung.pdf).
- WEID, R. (1998): Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen von oberbayerischen Mooren. – Laufener Seminarbeiträge 6/98: 25–48; [www.anl.bayern.de/publikationen/spezialbeitraege/doc/lbs1998\\_06\\_gesamtheft.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/spezialbeitraege/doc/lbs1998_06_gesamtheft.pdf).
- WÜSTHOLZ, R., AUBURGER, S. & BAHR, E. (2014): Konsequenzen aus der Anrechnung von Gärresten pflanzlicher Herkunft auf die N-Ausbringungsobergrenze organischer Düngemittel und auf die Derogation. – Ber. Landw. 92(3): 1–23.
- ZAHLHEIMER, W. A. (1989): Chorologie und Florenwandel im voralpinen Inn-Hügelland. – [www.zahlheimer.eu/flora-vhi/diss\\_b\\_text.pdf](http://www.zahlheimer.eu/flora-vhi/diss_b_text.pdf).
- ZHOVA, Y., DAVIDSON, T. A., YAO, X. et al. (2018): How autochthonous dissolved organic matter responds to eutrophication and climate warming: Evidence from a cross-continental data analysis and experiments. – Earth-science Reviews, 185: 928–937; 10.1016/j.earscirev.2018.08.013.

## Autor



### Alfred Ringler,

Jahrgang 1946.

Aufgewachsen in Erding und Rosenheim. Studium Biologie und Chemie (Lehramt), Examensarbeit: Tourismusauswirkungen auf alpine Vegetation. Biotopkartierung und Projektleiter am Alpeninstitut München mit Schwerpunkt alpine Lebensräume und Moore. 1983–1998 Leitung Landschaftspflegekonzept Bayern (BayStMinUG), danach Leiter der Projektgruppe Landschaft und Artenschutz.

+49 8031 8075052  
[pla.ringler@t-online.de](mailto:pla.ringler@t-online.de)

## Zitiervorschlag

RINGLER, A. (2021): Gesundheits-Check der Moore: Langzeit-Monitoring in Südostbayern – ANLiegen Natur 43(2): 23–38, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Natalie CRISPI und Bernhard HOIß

## Warum eigentlich gebietsheimisches Saatgut?

Natürliche Populationen von Arten sind genetisch vielfältig und durch Selektion an die ökologischen Bedingungen an ihrem Standort angepasst. Deutschland nimmt europaweit mit dem § 40 Bundesnaturschutzgesetz eine Vorreiterrolle im Schutz der innerartlichen Vielfalt ein, durch den die Ausbringung von gebietsfremdem Saatgut in die freie Natur seit März 2020 genehmigungspflichtig ist. Wir beleuchten die fachlichen Hintergründe des Gesetzes und die ökologischen Zusammenhänge.

Seit dem 02.03.2020 darf nach § 40 BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz) in der freien Natur nur noch gebietseigenes Saatgut genehmigungsfrei ausgesät werden. Ausgenommen davon ist die Ausbringung von Saatgut für land- und forstwirtschaftliche Zwecke sowie der Einsatz innerhalb von Siedlungen und auf Privatgrundstücken. Ziel dieser Regelung ist, innerartliche genetische Vielfalt zu erhalten. Wie diese Vorschrift anzuwenden ist, insbesondere wie der Begriff der „freien Natur“ zu konkretisieren ist, wird in SCHUMACHER & WERK (2010) diskutiert. Weitergehende Regelungen finden sich in der Erhaltungsmischungsverordnung (ErMiV). Mit diesen Anforderungen geht ein erhöhter Arbeits- und Kostenaufwand für viele Projekte einher. Daher beleuchten wir, welche Hintergründe und Überlegungen dahinterstehen.

### Biologische Vielfalt und Selektion

Warum ist innerartliche Vielfalt überhaupt wichtig? Verschiedene Populationen von Arten sind durch natürliche Selektion an ihre jeweilige Umgebung angepasst. Wichtige selektierende Faktoren bei Pflanzen sind Temperatur, Wasserverfügbarkeit, Boden, Schadstoffbelastung, Bestäuber, Konkurrenz, Herbivorie, Parasiten und viele mehr. Außerdem beeinflusst die Form der Land-Nutzung sowohl die genetische Differenzierung als auch die Phänologie von Arten (REISCH & POSCHLOD 2009). Selektion ist dabei ein laufender Prozess, der niemals abgeschlossen sein kann, da sich die Umwelt ständig verändert. Dies gilt umso mehr in Zeiten des Klimawandels und rasanter, menschengemachter Umweltveränderungen. Daher müssen Populationen sowohl an die aktuellen Bedingungen angepasst sein,

### Abbildung 1

Eine Fläche im Landkreis Passau, die vor etwa 10 Jahren durch Mähgutübertragung aufgewertet wurde. Das lokale Saatgut soll eine bestmögliche Anpassung an den Standort gewährleisten und negative Effekte bei der Kreuzung mit natürlichen Populationen verhindern (Foto: Landschaftspflegeverband Passau).



**Abbildung 2**

Eine Ökokonto-  
Fläche wurde durch  
Ansaatstreifen mit  
regionalem Saatgut  
aufgewertet.  
(Foto: Sebastian  
Hopfenmüller).

als auch einen Pool an Genen haben, um auf eine sich schnell ändernde Umwelt reagieren zu können (LEIMU & FISCHER 2008).

### Outbreeding versus Inbreeding

Dass gebietsfremde, invasive Arten heimische Ökosysteme gefährden können, indem sie lokale Arten verdrängen, ist den meisten geläufig. Beispiele dafür sind hierzulande die Kanadische Goldrute oder das Indische Springkraut. Es kann jedoch ebenfalls zu Problemen führen, wenn genetisch weit voneinander entfernte Individuen derselben Art aufeinandertreffen. Verpaaren sich diese, spricht man von „Outbreeding“ (im deutschen Sprachraum auch als „Auszucht“ bezeichnet). Führt diese Kreuzung zu negativen Effekten bei den Nachkommen, spricht man analog von „Outbreeding Depression“. Einerseits kann die Anpassungsfähigkeit der Population darunter leiden, andererseits können auch negative Effekte auf genetischer Ebene die Folge sein (genauer nachzulesen in PRICE & WASER 1979).

Der bekanntere und besser untersuchte Gegenspieler der Outbreeding Depression ist die Inbreeding Depression (auch als Inzucht bezeichnet). Hier besteht das genau umgekehrte Problem, dass die sich kreuzenden Individuen zu nah verwandt sind. Die genetische Vielfalt kann dadurch abnehmen und potenziell nachteilige Gen-Ausprägungen (Allele) können sich in der Population anhäufen. Eine verringerte Fitness kann die Folge sein, Individuen können ausfallen oder sich nicht erfolgreich fortpflanzen (CHARLESWORTH & CHARLESWORTH 1987).

Wenn wir Outbreeding diskutieren, muss daher stets Inbreeding auch eine Rolle spielen, da mit zunehmender geografischer und genetischer Nähe der Kreuzungspartner auch die Inbreeding Depression zunimmt (SCHIERUP 1996). Wenn durch die Verwendung von regionalem Saatgut Outbreeding vermieden werden soll, muss also gleichzeitig darauf geachtet werden, dass nicht das andere negative Extrem, Inbreeding, auftritt.

### Optimale Auskreuzungs-Distanz – die Suche nach dem „goldenen Schnitt“

Ein Wunsch der Praktiker wäre es, sowohl Probleme durch Inzucht als auch durch Auszucht zu vermeiden. Schon WASER & PRICE (1989) kommen zu dem Schluss, dass eine optimale Kreuzungs-Distanz existieren muss, an der sowohl die negativen Effekte von Outbreeding als auch von Inbreeding minimiert sind, und der Genaustausch am größtmöglichen ist. Sie nennen diese Grenze „Optimal Outcrossing Distance“ (optimale Kreuzungs-Distanz). Für verschiedene Arten, wie *Ipomopsis aggregata*, *Gentianella germanica*, *Digitalis purpurea* und *Delphinium nilsonii*, wurde diese Distanz, basierend auf Kreuzungsexperimenten, auf rund 10 m geschätzt (FISCHER & MATTHIES 1997; GRINDELAND 2008; PRICE & WASER 1979, WASER & PRICE 1989). Als Indikatoren für die Fitness der Nachkommen wurden in den Studien Maße, wie die Menge an produzierten Samen pro Tochterpflanze, das Samengewicht, der Durchmesser der Blattrosetten und die Länge der Blätter der Nachkommen, herangezogen.

KELLER (1999) hingegen kommen zu dem Ergebnis, dass Outbreeding Depression für häufige, geografisch weit verbreitete Arten wie *Agrostemma githago*, *Papaver rhoeas* und *Silene alba* erst ab Distanzen über 100 km zu einem Problem wird. Erst bei diesen Distanzen beobachteten sie eine signifikant gesenkte Überlebensrate sowie ein verringertes Samengewicht der Hybride in der F2-Generation (die Enkelgeneration).

DURKA et al. (2019) analysierten das Erbgut von sieben in Deutschland häufigen Pflanzenarten der Glatthaferwiesen. Die Populationen der sehr weit verbreiteten Wilden Möhre (*Daucus carota*) sowie des windbestäubten und meist angesäten Glatthafer (*Arrhenaterum elatius*) sind genetisch über ganz Deutschland sehr ähnlich. Für andere, weniger auskreuzende, insektenbestäubte Arten, wie *Lychnis flos-cuculi* und *Centaurea jacea*, identifizierte die Arbeitsgruppe in Deutschland bis zu acht unterschiedliche Genpools. Andere Arten zeigten zwei große Genpools, einen nördlichen und einen südlichen. Die optimalen Kreuzungs-

Distanzen dürften dementsprechend recht groß – im Bereich von mehreren Hundert Kilometern –, aber auch artabhängig sein.

Die Schätzungen der optimalen Kreuzungs-Distanzen gehen also weit auseinander. Relativ einig ist man sich darüber, dass die optimale Auskreuzungs-Distanz artspezifisch ist, und dabei die Art der Fortpflanzung, Bestäubung und Samenverbreitung, historische Ausbreitungsvektoren, die Ploidiestufe (Anzahl der Gensätze) sowie die Größe und Isoliertheit der Population(en), die genetische Struktur und damit die optimale Kreuzungs-Distanz für eine Art bestimmen (DURKA et al. 2019; REISCH & BERNHARDT-RÖMERMANN 2014; LEIMU & FISCHER 2008; FISCHER & MATTHIES 1997; HUFFORD & MAZER 2003; KELLER 1999; OOSTERMEIJER et al. 1995). So sind windbestäubte Arten zum Beispiel weniger genetisch differenziert und somit potenziell unempfindlicher gegen Outbreeding Depression als insektenbestäubte oder selbstbestäubende Arten (DURKA et al. 2019; FISCHER & MATTHIES 1997; LEIMU & FISCHER 2008).

Diese Ergebnisse zeigen, dass es nicht möglich ist, dem Wunsch, der Praxis entsprechend eine einheitliche optimale Kreuzungs-Distanz festzulegen, die für alle oder die meisten Arten gilt. Alle dahingehenden Regelungen müssen daher als Kompromisse verstanden werden.

### Optimale ökologische Distanz als Gegenentwurf?

Einige Forscher vertreten die Auffassung, dass die geografische Distanz für die genetische Kompatibilität von Populationen eher sekundär ist, während vor allem die Standortähnlichkeit der zu kreuzenden Individuen wichtig ist. Hinweise auf die Validität dieser Annahme fanden zum Beispiel BISCHOFF et al. (2006) in ihren Anzuchtexperimenten. REISCH & POSCHLOD (2009) zeigen am Beispiel von *Scabiosa columbaria*, dass ökologische Unterschiede großen Einfluss auf die genetische Differenzierung haben können – teilweise größer als die geografische Distanz. Auch BUCCHAROVA et al. (2016) fanden Hinweise auf eine ökologisch begründete genetische Differenzierung, wobei sie jedoch nur den Faktor Temperatur für die Analysen betrachteten. MONTALVO & ELLSTRAND (2001) empfehlen aufgrund ihrer Untersuchungen an *Lotus scoparis* bei der Versetzung von Pflanzen oder Samen sowohl die genetische als auch die ökologische Distanz zwischen den eingebrachten und den lokalen Individuen möglichst gering zu halten.



**Abbildung 3**

Die Populationen des Deutschen Enzians (*Gentianella germanica*) sind genetisch sehr kleinräumig strukturiert. Die optimale Ausbreitungsdistanz der Art liegt wahrscheinlich nur bei wenigen Metern (Foto: Hans-Joachim Fünfstück/Piclease).

### Welche lokalen Anpassungen sind bekannt?

Welche lokalen ökologischen Anpassungen (Ökotypen) von Populationen gibt es konkret? Oder anders gesagt: Welche regionalen Anpassungen sind durch Auszucht potenziell gefährdet?

Bei vielen Pflanzenarten ist zum Beispiel der Zeitpunkt der Blüte an das regionale Klima angepasst (BENEDEK et al. 2015; ELZINGA et al. 2007; KELLER 1999; PRENDEVILLE et al. 2013; QUILOT-TURION et al. 2013). Werden die Samen in anderen Regionen ausgesät, so behalten sie ihre Phänologie bei. Viele Tierarten (Bestäuber, Pflanzenfresser) sind auf bestimmte phänologische Stadien angewiesen und haben sich zeitlich an diese angepasst. Andersherum sind auch die Pflanzen oft auf wenige Bestäubergilden oder sogar nur eine einzige hauptbestäubende Art angewiesen, um sich geschlechtlich fortzupflanzen zu können. Kann dieses empfindliche ökologische Geflecht durch nicht standortangepasstes Saatgut gestört werden? Die Klimafolgenforschung zeigt, dass Pflanzen aufgrund phänologischer Mismatches mit ihren Bestäubern weniger Samen produzieren (FORREST 2015; KUDO & IDA 2013). Werden an einem Standort also Pflanzen mit anderer Phänologie eingebracht, ist eine verminderte Fitness der Population ein durchaus realistisches Szenario. BUCCHAROVA et al. (2016) diskutieren mögliche Folgen für Blütenbesucher: Verpassen spezialisierte Bestäubergruppen die Blüte ihrer bevorzugten Pflanzenart, dann finden sie nicht genug Nahrung und treten im Folgejahr womöglich in geringerer Zahl wieder auf. Dies hätte zur Folge, dass insektenfressende Räuber wie Vögel weniger Nahrung finden würden.



**Abbildung 4**

Die Weiße Lichtnelke (*Silene alba*) ist eine Art, die weit verbreitet ist und bei der die Kreuzung von Populationen erst bei sehr großen Distanzen zu Fitness-Nachteilen der Nachkommen führt (Foto: Manfred Nieveler/Piclease).

In Zusammenhang mit der komplexen Interaktion zwischen Pflanzen und ihren Bestäubern spielen neben dem Blütezeitpunkt viele weitere Faktoren eine Rolle. So sind bei der Orchidee *Gymnadenia odoratissima* der Blütenduft und die Blütenmorphologie entlang eines Höhengradienten an die jeweiligen Haupt-Bestäuber-Gruppen angepasst (SUN et al. 2014). In höheren Lagen sind die Blüten größer und heller, sie sprechen damit Nachtfalter an, der Blütenduft ist vor allem für Tanzfliegen attraktiv. In niedrigen Lagen sprechen die Blüten vor allem Tagfalter an: Sie sind kleiner und auffälliger gefärbt und auch der Blütenduft ist entsprechend angepasst. Die Gebirgsorchideen wurden in Versuchen im Flachland weniger gut von Bestäubern besucht (SUN et al. 2014). Generell haben Höhengradienten einen starken Einfluss auf die genetische Struktur und damit in viele Fällen auch auf die Eigenschaften von Pflanzen (REISCH & ROSBAKH 2021). Outbreeding Depression durch Fitnessverlust bei einer Vermischung der Populationen ist zu erwarten. Regional unterschiedliche Duftzusammensetzungen und divergierende

Bestäuberspektren gibt es darüber hinaus etwa auch beim heimischen Aronstab (*Arum maculatum*; MAROTZ-CLAUSEN et al. 2018).

Ein weiteres Beispiel für phänologische Mismatches durch regionale Anpassung untersuchten DURKA et al. (2019). Sie zeigen, dass regionsfremde Pflanzen weniger von Bohrfliegen befallen werden als einheimische, da die Parasiten den Zeitpunkt ihrer Eiablage genau auf die Phänologie ihrer Wirtspflanzen abstimmen.

KELLER (1999) beobachtete eine unterschiedliche Resistenzfähigkeit von Pflanzen verschiedener Herkünfte gegen Schnecken. Pflanzen aus Regionen mit einem eher mild-feuchten Klima, wie den nördlichen Alpen und den britischen Inseln, wurden in derselben Zeit weniger befallen als Artgenossen aus den trockeneren Gebieten Deutschland und Ungarn. Dies könnte auf bessere Resistenzmechanismen gegen bestimmte Herbivoren hindeuten.

Auch die Anpassung an (periodische) Wasserknappheit kann nachweislich zur Herausbildung von Ökotypen führen. SUNI et al. (2019) setzten *Phlox drummondii* (eine von Schmetterlingen bestäubte Art aus Texas) künstlich erzeugter Trockenheit aus. Pflanzen aus Populationen, die an saisonale Trockenheit gewöhnt waren, reagierten schneller und plastischer auf den Umweltstress als andere Populationen: sie produzierten als Reaktion weniger Blüten, konnten dafür aber die Menge an Nektar und die Zucker-Konzentration konstant halten. Pflanzen aus Herkunftsregionen mit einem stark schwankenden oder saisonalen Klima können demnach schneller auf veränderte Umweltbedingungen reagieren.

Weitere Beispiele für lokale, innerartliche Anpassungen und die Faktoren, die diese Anpassungen hervorrufen, diskutieren LINHART & GRANT (1996).

#### **Kann Outbreeding Depression experimentell nachgewiesen werden?**

Viele Möglichkeiten sind also denkbar, wie Auszucht die Fitness von Pflanzen-Populationen negativ beeinflussen und natürliche biotische Interaktionen stören kann. Gibt es aber handfeste Beispiele, in denen Nachteile durch eine Auskreuzung nachgewiesen werden konnten? Ja, die gibt es. Seit den 1970er-Jahren sind Studien bekannt, in denen die Kreuzung von genetisch weit voneinander entfernten Elternpflanzen zu messbaren Fitnessnachteilen in der Tochtergeneration führen. Einige Beispiele: Verringertes Wachstum, höhere Sterblichkeit, geringere Anzahl

oder Größe an Infloreszenzen und Samen sowie geringere Zahl an lebensfähigen Nachkommen (FENSTER & GALLOWAY 2000; FISCHER & MATTHIES 1997; GRINDELAND 2008; JOSHI et al. 2001; KELLER 1999; MONTALVO & ELLSTRAND 2001; PRICE & WASER 1979, WASER & PRICE 1989.

Etwas neuer ist die Erkenntnis, dass Auszucht auch weitreichende Folgen auf der Ebene des gesamten Ökosystems mit sich bringen kann. Da Studien, die diese Thematik untersuchen, sehr aufwendig sind, ist die Datenlage in diesem Bereich noch verhältnismäßig dünn. LEIMU & FISCHER (2008) stellten Untersuchungen über durch von Schnecken verursachte Herbivorie an. Sie kreuzten Kuckucks-Lichtnelken (*Lychnis flos-cuculi*) innerhalb und zwischen Populationen. Die Nachkommen wurden an Schnecken verfüttert und deren Fitness beobachtet. Schnecken, die Nachkommen von Individuen aus verschiedenen Populationen fraßen, wurden größer als Schnecken, die Individuen fraßen, deren Eltern aus derselben Population stammten. Ein Hinweis, dass die Verteidigungsmechanismen der ausgekreuzten Pflanzen weniger gut funktionierten und die Schnecken davon profitierten.

Goto et al. (2011) kreuzten Sachalin-Tannen (*Abies sachalinensis*) unterschiedlicher Höhenlagen auf der japanischen Insel Hokkaido und beobachteten das Wachstum der F1-Hybride im Flachland. Dabei zeigte sich, dass Hybride langsamer wuchsen als Individuen, deren Eltern beide aus niedrigen Höhenlagen stammten. Dafür machen die Autoren die unterschiedliche Nadeldicke der Bäume verantwortlich. Im Flachland bieten die dicken, kurzen Nadeln der Pflanzen aus den Hochlagen keinen Vorteil, sondern verbrauchen unnötig Ressourcen. Die Bäume wuchsen langsamer und sind konkurrenzschwächer.

### Konzept der Herkunftsregionen als praktische Implementierung

Um der standörtlichen Angepasstheit von Populationen Rechnung zu tragen, haben PRASSE & KUNZMANN (2010) ein Konzept entwickelt, das Deutschland in 22 Saatgut-Herkunftsregionen einteilt. Innerhalb dieser Herkunftsregionen darf Saatgut von Wildpflanzen vermehrt und angepflanzt werden, eine Verbreitung über die Regionsgrenzen hinaus ist genehmigungspflichtig. Dabei wurden primär biogeografisch-naturräumliche Kriterien berücksichtigt. Mittlerweile gibt es Studien, die befürchten lassen, dass in einigen Fällen die genetische Distanz zwischen Regionssaatgut und natürlichen Populationen größer ist, als erhofft (AAVIK et al. 2012; KAULFUß & REISCH 2019).



**Abbildung 5**

Ökologische Unterschiede zwischen verschiedenen Standorten wirken sich stark auf die genetische Differenzierung der Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*) aus. Teilweise sogar stärker als die rein geografische Distanz (Foto: Bernhard Hoiß).

Einige Wissenschaftler fordern daher, den Zuschnitt dieser Herkunftsregionen aus genetischer Sicht zu optimieren. Um die natürlichen Populationen möglichst wenig durch Outbreeding zu gefährden, wird im praktischen Naturschutz darüber hinaus zunehmend das Ziel verfolgt, Flächen möglichst durch lokal geerntetes Saatgut oder Mahdgut aufzuwerten.

### Fazit

Die gesetzlichen Regelungen für Wildpflanzensaatgut leisten einen wichtigen Beitrag, um die vielfältige Pflanzen- und Insektenwelt zu erhalten. Sie setzen ambitionierte, qualitative Standards für die Sammlung und Vermehrung von Wildpflanzensaatgut und sorgen für einen sinnvollen Einsatz, basierend auf biogeografischen Kriterien. So erhöhen sie auch den Anpflanzungserfolg, da standortangepasstes Saatgut verwendet

**Abbildung 6**

Ein Gewässerrandstreifen im Unterallgäu, der mit einer Regiosaatgutmischung angelegt wurde (Foto: Sebastian Hopfenmüller).



### Mechanismen von Outbreeding Depression

Es werden zwei Mechanismen von Outbreeding Depression unterschieden (HUFFORD & MAZER 2003; KELLER 1999; SCHIERUP & CHRISTIANSEN 1996; WASER & PRICE 1989):

- Eine ökologische Komponente: Eigenschaften der lokal angepassten Populationen werden durch die Einkreuzung fremden Genmaterials „verwässert“ („Dilution“). Die Populationen sind somit weniger gut an ihre Umwelt angepasst.
- Eine genetische Komponente: Bestimmte Gene haben sich in den natürlichen Populationen über lange Zeit aneinandergelockt und koadaptierte Genkomplexe gebildet. Durch die Rekombination bei der Fortpflanzung mit einem weit entfernt verwandten Individuum, werden diese Komplexe aufgebrochen, was die Genregulation erschwert (auch als „Hybrid Breakdown“ bezeichnet).

Die ökologische Komponente kann bereits in der F1-Generation (der ersten Tochtergeneration) zutage treten. Sie äußert sich umso stärker, je mehr fremdes Genmaterial in die Population über Zeit eingetragen wird und je kleiner die ursprüngliche Population ist. Eine gesunde, genetisch diverse Population ist durchaus in der Lage, eine gewisse Menge nachteiliger Gene durch natürliche Selektion wieder zu eliminieren (HUFFORD & MAZER 2003; KELLER 1999). Es fehlen allerdings bisher Langzeitstudien, die belegen, ab welcher Menge eingetragenem, ortsfremdem Saatgutes dieser Mechanismus an seine Grenzen stößt und ab wann es dann zu merklichen Verschlechterungen in der Fitness von Artbeständen kommt.

Die Problematik der aufgebrochenen Genkomplexe äußert sich erst ab der F2-Generation (die Enkelgeneration), ist dafür aber auch langfristiger und schwieriger wieder auszugleichen, da neue Genkomplexe erst wiedergefunden werden müssen (FISCHER & MATTHIES 1997; HUFFORD & MAZER 2003; KELLER 1999).

wird. Es lohnt sich sicher, diesen Weg weiter zu gehen. Gerade weil Deutschland in diesem Bereich eine Vorreiterrolle einnimmt, gibt es aber auch noch einige offene Fragen:

- Es ist fraglich, ob bis 2024 alle 22 eigenständigen Herkunftsregionen etabliert sind. Aktuell fehlen noch ausreichend Anbauflächen, um Deutschland flächendeckend mit regionalem Saatgut versorgen zu können. Eine Versorgung aller 22 Herkunftsregionen ist für Anbieter von regionalem Saatgut oftmals (noch) nicht wirtschaftlich.
- Nicht für alle Arten ist eine so kleinräumige Einteilung in Herkunftsgebiete notwendig. Bei Arten mit einem deutschlandweiten, geteilten Genpool, wie dem Glatthafer und der wilden Möhre, würde die Anwendung des Herkunftsregionen-Konzeptes den Genfluss womöglich sogar reduzieren.
- Eine weitere offene Frage ist der Umgang mit seltenen Arten, die sehr kleinräumig genetisch differenziert sind. Es gibt Diskussionen, ob es sinnvoller ist, sie aus den Regiosaatgutmischungen ganz herauszuhalten, um kein Outbreeding zu riskieren, oder sie – im Sinne einer möglichst großen Artenvielfalt – bewusst in die Saatgutmischungen einzubringen.
- Bisher ist auch noch nicht abschließend geklärt, ob die geografische Entfernung oder die ökologische Ähnlichkeit für die genetische Distanz eine größere Rolle spielt. Entsprechend könnte das Regionen-Konzept zukünftig noch optimiert werden.
- Zudem sind Langzeitstudien notwendig, die den Eintrag von gebietsfremdem Saatgut in Relation zu populationsgenetischen Vorgängen setzen: Ab welcher quantitativen Schwelle ist ein solcher Eintrag kritisch für das Ökosystem und die genetische Eigenständigkeit der Population zu bewerten?

## Danksagung

Wir danken Prof. Dr. Hans Peter Comes, Ernst Rieger, Prof. Dr. Stefan Dötterl sowie Prof. Dr. Christoph Reisch für ihre Informationen, Tipps zu relevanten Studien und Kommentare zum Manuskript.

## Literatur

- AAVIK, T., EDWARDS, P. J., HOLDEREGGER, R., GRAF, R. & BILLETER, R. (2012): Genetic consequences of using seed mixtures in restoration: A case study of a wetland plant *Lychnis flos-cuculi*. – *Biological Conservation* 145(1): 195–204.
- BENEDEK, K., BÁLINT, J., SALAMON, R. V. et al. (2015): Chemotype of tansy (*Tanacetum vulgare* L.) determines aphid genotype and its associated predator system. – *Biological Journal of the Linnean Society* 114: 709–719; DOI: <https://doi.org/10.1111/bij.12445>.
- BISCHOFF, A., CRÉMIEUX, L., SMILAUEROVA, M. et al. (2006): Detecting local adaptation in widespread grassland species – the importance of scale and local plant community. – *Journal of Ecology* 94: 1130–1142; DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01174.x>.
- BUCHAROVA, A., MICHALSKI, S., HERMANN J.-M. et al. (2016): Genetic differentiation and regional adaptation among seed origins used for grassland restoration: lessons from a multi-species transplant experiment. – *Journal of Applied Ecology* 54: 127–136; DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12645>.
- CHARLESWORTH, D. & CHARLESWORTH, B. (1987): Inbreeding Depression and its Evolutionary Consequences. – *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol. 18: 237–268; JSTOR: <https://www.jstor.org/stable/2097132>.
- DURKA, W., BOSSDORF, O., BUCHAROVA, A. et al. (2019): Regionales Saatgut von Wiesenpflanzen: genetische Unterschiede, regionale Anpassung und Interaktion mit Insekten. – *Natur und Landschaft* 4: 146–153; DOI: [10.17433/4.2019.50153679.146-153](https://doi.org/10.17433/4.2019.50153679.146-153).
- ELZINGA, J. A., ATLAN, A., BIERE, A. et al. (2007): Time after time: flowering phenology and biotic interactions. – *Trends in Ecology & Evolution* 22: 432–439; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.05.006>.
- FENSTER, C. B. & GALLOWAY, L. F. (2000): Inbreeding and Outbreeding Depression in Natural Populations of *Chamaecrista fasciculata* (Fabaceae). – *Conservation Biology* 14(5): 1406–1412; DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99234.x>.
- FISCHER, M. & MATTHIES, D. (1997): Mating structure and inbreeding and outbreeding depression in the rare plant *Gentianella germanica*. – *American Journal of Botany* 84(12): 1685–1692; DOI: <https://doi.org/10.2307/2446466>.
- FORREST, J. R. K. (2015): Plant-pollinator interactions and phenological change: what can we learn about climate impacts from experiments and observations? – *Oikos* 124(1): 4–13.
- GOTO, S., IJIMA, H., OGAWA H. et al. (2011): Outbreeding Depression Caused by Intraspecific Hybridization Between Local and Nonlocal Genotypes in *Abies sachalinensis*. – *Restoration Ecology* 19(2): 243–250; DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00568.x>.
- GRINDELAND, J. M. (2008): Inbreeding depression and outbreeding depression in *Digitalis purpurea*: optimal outcrossing distance in a tetraploid. – *Journal of Evolutionary Biology* 21: 716–726; DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01519.x>.
- HUFFORD, K. M. & MAZER, S. J. (2003): Plant ecotypes: genetic differentiation in the age of ecological restoration. – *Trends in Ecology and Evolution* 18(3): 147–155; DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00002-8).
- JOSHI, J., SCHMID, B., CALDEIRA, M. C. et al. (2001): Local adaptation enhances performance of common plant species. – *Ecology Letters* 4: 536–544; DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00262.x>.
- KAULFUß, F. & REISCH, C. (2019): Restoration of grasslands using commercially produced seed mixtures: genetic variation within and among natural and restored populations of three common grassland species. – *Conservation Genetics* 20(2): 373–384.
- KELLER, M. (1999): The importance of seed source in programmes to increase species diversity in arable systems. – PhD thesis, ETH Zurich/Switzerland; DOI: <https://doi.org/10.3929/ethz-a-002093662>.
- KUDO, G. & IIDA, T. Y. (2013): Early onset of spring increases the phenological mismatch between plants and pollinators. – *Ecology* 94(10): 2311–2320.
- LEIMU, R. & FISCHER, M. (2008): A Meta-Analysis of Local Adaptation in Plants. – *PLoS ONE* 3(12): e4010; DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004010>.
- LINHART, Y. B. & GRANT, M. C. (1996): Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. – *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 237–277; DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.27.1.237>.
- MAROTZ-CLAUSEN, G., JÜRSCHIK, S., FUCHS, R. et al. (2018): Incomplete synchrony of inflorescence scent and temperature patterns in *Arum maculatum* L. (Araceae). – *Phytochemistry* 154: 77–84; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.07.001>.
- MONTALVO, A. M. & ELLSTRAND, N. C. (2001): Nonlocal transplantation and outbreeding depression in the subshrub *Lotus scoparius* (Fabaceae). – *American Journal of Botany* 88(2): 258–269; DOI: <https://doi.org/10.2307/2657017>.
- OOSTERMEIJER, J. G. B., ALTENBURG, R. G. M. & DEN NIJS, J. C. M. (1995): Effects of outcrossing distance and selfing on fitness components in the rare *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). – *Plant Biology* 44(3): 257–268; DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1995.tb00784.x>.

- PRASSE, R. & KUNZMANN, D. (2010): Entwicklung und praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Mindestanforderungen an einen Herkunftsnachweis für gebietseigenes Wildpflanzensaatgut krautiger Pflanzen. – Abschlussbericht, Institut für Umweltplanung der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.
- PRENDEVILLE, H. R., BARNARD-KUBOW, K., DAI, C. et al. (2013): Clinal variation for only some phenological traits across a species range. – *Oecologia* 173: 421–430; DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2630-y>.
- PRICE, M. V. & WASER, N. M. (1979): Pollen dispersal and optimal outcrossing in *Delphinium nelsoni*. – *Nature* 277: 294–297; DOI: <https://doi.org/10.1038/277294a0>.
- QUILLOT-TURION, B., LEPPÄLÄ, J., LEINONEN, P. H. et al. (2013): Genetic changes in flowering and morphology in response to adaptation to a highlatitude environment in *Arabidopsis lyrata*. – *Annals of Botany* 111: 957–968; DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct055>.
- REISCH, C. & BERNHARDT-RÖRMERMANN, M. (2014): The impact of study design and life history traits on genetic variation of plants determined with AFLPs. – *Plant Ecology* 215(12): 1493–1511.
- REISCH, C. & POSCHLOD, P. (2009): Land use affects flowering time: seasonal and genetic differentiation in the grassland plant *Scabiosa columbaria*. – *Evolutionary Ecology* 23(5): 753–764.
- REISCH, C. & ROSBAKH, S. (2021): Patterns of genetic variation in European plant species depend on altitude. – *Diversity and Distributions* 27(1): 157–163.
- SCHIERUP, M. H. & CHRISTIANSEN, F. B. (1995): Inbreeding depression and outbreeding depression in plants. – *Heredity* 77: 461–468; DOI: <https://doi.org/10.1038/hdy.1996.172>.
- SCHUMACHER, A. & WERK, K. (2010): Die Ausbringung gebietsfremder Pflanzen nach § 40 Abs. 4 BNatSchG. – *Natur und Recht* 32(12): 848–853.
- SUN, M., GROSS, K. & SCHIESTL, F. P. (2014): Floral adaptation to local pollinator guilds in a terrestrial orchid. – *Annals of Botany* 113: 289–300; DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct219>.
- SUNI, S. S., AINSWORTH, B. & HOPKINS, R. (2019): Local adaptation mediates floral responses to water limitation in an annual wildflower. – *American Journal of Botany* 107(2): 209–218; DOI: <https://doi.org/10.1002/ajb2.1434>.
- WASER, N. M. & PRICE, M. V. (1989): Optimal outcrossing in *Imopsis aggregata*: Seed set and offspring fitness. – *Evolution* 43(5): 1097–1109; DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1989.tb02554.x>.

## Autoren



### Natalie Crispi,

Jahrgang 1997.

Studium der Umweltbiowissenschaften in Trier und Studium der Biologie in Salzburg. Bachelorarbeit an der Universität Salzburg zum Thema magere Feuchtwiesen. Praktikum an der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 2020. Seit Juni 2021 tätig für das Planungsbüro Milvus GmbH.

Universität Trier  
[natalie-crispi@outlook.de](mailto:natalie-crispi@outlook.de)



### Dr. Bernhard Hoiß,

Jahrgang 1981.

Studium der Biologie in Regensburg. Nach kurzer Zeit in einem Planungsbüro Promotion und wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Bayreuth und Würzburg zu Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen. Anschließend Biodiversitätsbeauftragter an der Regierung von Schwaben. Seit 2016 an der ANL mit den Schwerpunkten Biodiversität und Öffentlichkeitsarbeit.

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)  
+49 8682 8963-53  
[bernhard.hoiss@anl.bayern.de](mailto:bernhard.hoiss@anl.bayern.de)

## Zitiervorschlag

CRISPI, N. & HOIß, B. (2021): Warum eigentlich gebietsheimisches Saatgut? – ANLien Natur 43(2): online preview, 39–46, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Lisa DANIUS

## Auswirkungen des Klimawandels auf das Grünland – am Beispiel der Flachland-Mähwiese und Pfeifengraswiese

### Abbildung 1

Vertrocknete Wiese während der Hitzeperiode 2018  
(Foto: Mimikry11/CC BY-SA 3.0 via Wiki Commons, URL 1).

Der gegenwärtige Klimawandel hat bereits spürbare Auswirkungen auf Boden, Biomasse, Produktivität und Biodiversität im Grünland. Anhand einer Literaturstudie betrachte ich hier besonders die beiden Grünlandtypen Flachland-Mähwiese und Pfeifengraswiese. Durch die Wechselwirkungen zwischen Klimaerwärmung und Niederschlagsveränderungen werden bereits Ökosysteme beeinflusst und Standortveränderungen hervorgerufen. Besonders gravierend ist dabei die zunehmende saisonale Austrocknung der Böden, die zum Rückgang ihrer Kohlenstoff-Senkenfunktion führt, sowie zu Trockenstress bei Pflanzen und schlechteren Wachstumsbedingungen. Tendenziell verringern sich Biomasse und Produktivität und es ist mit einem Rückgang der bisher etablierten Artenvielfalt und einer sich verändernden Artenzusammensetzung zu rechnen. Die gängige Naturschutzpraxis ist gefordert, flexibler zu agieren.

Für das 21. Jahrhundert erwarten viele Wissenschaftler\*innen große klimatische Veränderungen, die auch bereits heute messbar sind: Die Mitteltemperaturen steigen an, extreme Hitzeereignisse treten immer häufiger auf und die Vegetationsperiode verlängert sich. Außerdem verändert sich die Niederschlagsverteilung: tendenziell werden Frühling und Sommer trockener, während in Herbst und Winter der Niederschlag zunimmt und sich Starkregenereignisse häufen (IPCC 2014). All diese Prozesse wirken sich schon jetzt stark auf die Vegetation des Grünlands aus und sie

werden sich in Zukunft immer weiter verstärken (BRASSEUR et al. 2017). Im Folgenden gehe ich besonders auf zwei für die deutsche Kulturlandschaft typische und weit verbreitete Grünlandtypen ein, anhand derer die Auswirkungen beispielhaft diskutiert werden sollen:

- Die Flachland-Mähwiese oder Glatthaferwiese (Natura 2000-Lebensraumtyp LRT 6510) ist eine arten- und blütenreiche Mähwiese (zwei- bis dreischürig) auf mäßig trockenen bis frischen Böden (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2**  
Flachland-Mähwiese  
im Landkreis Gar-  
misch-Partenkirchen  
(Foto: Andreas  
Zehm/Piclease).

- Die Pfeifengraswiese oder Streuwiese (Natura2000-Lebensraumtyp LRT 6410) ist eine einschürige, artenreiche und hochwüchsige Wiese auf feuchten bis nassen Grund- oder Sickerwasserböden (siehe Abbildung 3; STURM et al. 2018).

#### **Boden: Wechselwirkungen durch den veränderten Niederschlag**

Der Boden spielt eine zentrale Rolle im Klimageschehen: Veränderungen werden hier schnell sichtbar und beeinflussen das gesamte Ökosystem. Aufgrund der erhöhten Temperaturen und der Trockenheit im Frühjahr und Sommer gelangt weniger Wasser in den Boden. Gleichzeitig steigen der Wasserbedarf der Pflanzen und die Verdunstung an, wodurch die Böden zunehmend

trockener werden. Diese Entwicklungen haben enormen Einfluss auf die Nährstoffkreisläufe: Durch die geringere Bodenwasserverfügbarkeit können die Pflanzen ihre Nährstoffe schlechter aufnehmen und verwerten. Sogar Düngemaßnahmen haben dadurch nicht den gewünschten Effekt (BRASSEUR et al. 2017). Diese Entwicklungen haben unter anderem gravierende Auswirkungen auf die Biodiversität, auf die im Verlauf des Artikels noch genauer eingegangen wird.

Besonders die oberen Bodenschichten trocknen mit zunehmender Erwärmung und besonders bei länger andauernden Dürreperioden immer mehr aus und werden so anfälliger für Winderosionen. Die Wasserverfügbarkeit im Boden kann sogar so weit zurückgehen, dass das Grundwasser absinkt: Die natürlichen Wasservorräte gehen zurück und weniger Trinkwasser kann neu gebildet werden. Diese zunehmende Austrocknung des Bodens hat vor allem für natürlicherweise eher feuchte Biotope gravierende Folgen, da die dortige Vegetation nicht an die periodisch trockeneren Bedingungen angepasst ist (BRASSEUR et al. 2017). Auch der Humusgehalt im Boden geht durch die Klimaerwärmung zurück. Dadurch werden Bodenfruchtbarkeit und Bodenleben negativ beeinflusst und die Pflanzenerträge nehmen tendenziell ab (MULNV NRW 2011).

Die zunehmenden Niederschläge in Herbst und Winter können durch die Austrocknung der oberen Bodenschichten in den wärmeren Jahreszeiten oft nicht vollständig in den Boden aufgenommen werden, sodass diese verstärkt als Oberflächenwasser abfließen. Das erhöht die Erosion, die vor allem die nährstoffreichen

#### **Wie beeinflusst der Boden den Klimawandel?**

Humusreichere Böden fungieren als wichtige Senken für CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase. Da die Böden jedoch durch die Klimaerwärmung zeitweilig trockener werden und so mehr Sauerstoff in den Böden verfügbar ist, verstärkt sich der Abbau der organischen Substanz zunehmend. Die klimawirksamen Gase werden somit an die Atmosphäre abgegeben und verstärken damit den anthropogenen Treibhauseffekt. Es handelt sich hier also um einen Rückkopplungseffekt: Je mehr sich das Klima erwärmt, desto mehr Gase entweichen aus den Senken und desto mehr erwärmt sich wiederum das Klima und so weiter (BRASSEUR et al. 2017; vergleiche hierzu Abbildung 4). Feuchte Standorte, wie zum Beispiel Pfeifengraswiesen und speziell Moore, können besonders viele Treibhausgase speichern. Dabei handelt es sich nicht nur um CO<sub>2</sub>, sondern auch um die besonders klimawirksamen Gase Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O). Während Kohlenstoffdioxid ein globales Erwärmungspotenzial (GWP) von 1 aufweist, liegt das von Methan bei 21 und das von Lachgas sogar bei 290 (IPCC 1990). Feuchtbiootope sind also als Senke besonders bedeutsam und schützenswert.



**Abbildung 3**  
Pfeifengraswiese im  
Landkreis Garmisch-  
Partenkirchen (Foto:  
Andreas Zehm/  
Piclease).

Oberböden beeinträchtigt (BLUM 2019; MULNV NRW 2011). Der erhöhte Niederschlag in Herbst und Winter wäscht außerdem verstärkt nicht genutzte Düngernährstoffe aus. So steigt das Risiko, dass auch vermehrt Nitrat und Phosphor in das Grundwasser ausgewaschen werden, wodurch sich die Trinkwasserqualität verschlechtern kann. Durch die erhöhten Herbst- und Winterniederschläge sowie auch durch Starkregenereignisse steigt zudem die Gefahr von periodisch zunehmender Bodenvernässung und Überflutungen an. Diese Prozesse sind besonders bei den natürlicherweise bereits trockenen bis mittelfeuchten Böden ausgeprägt, welche beispielsweise mit Flachland-Mähwiesen bestanden sind (siehe Tabelle; BERAUER et al. 2019).

Es hat jedoch nicht nur der Klimawandel Auswirkungen auf den Boden, sondern der Boden nimmt über Rückkopplungseffekte auch Einfluss auf das Klima (siehe Info-Kasten).

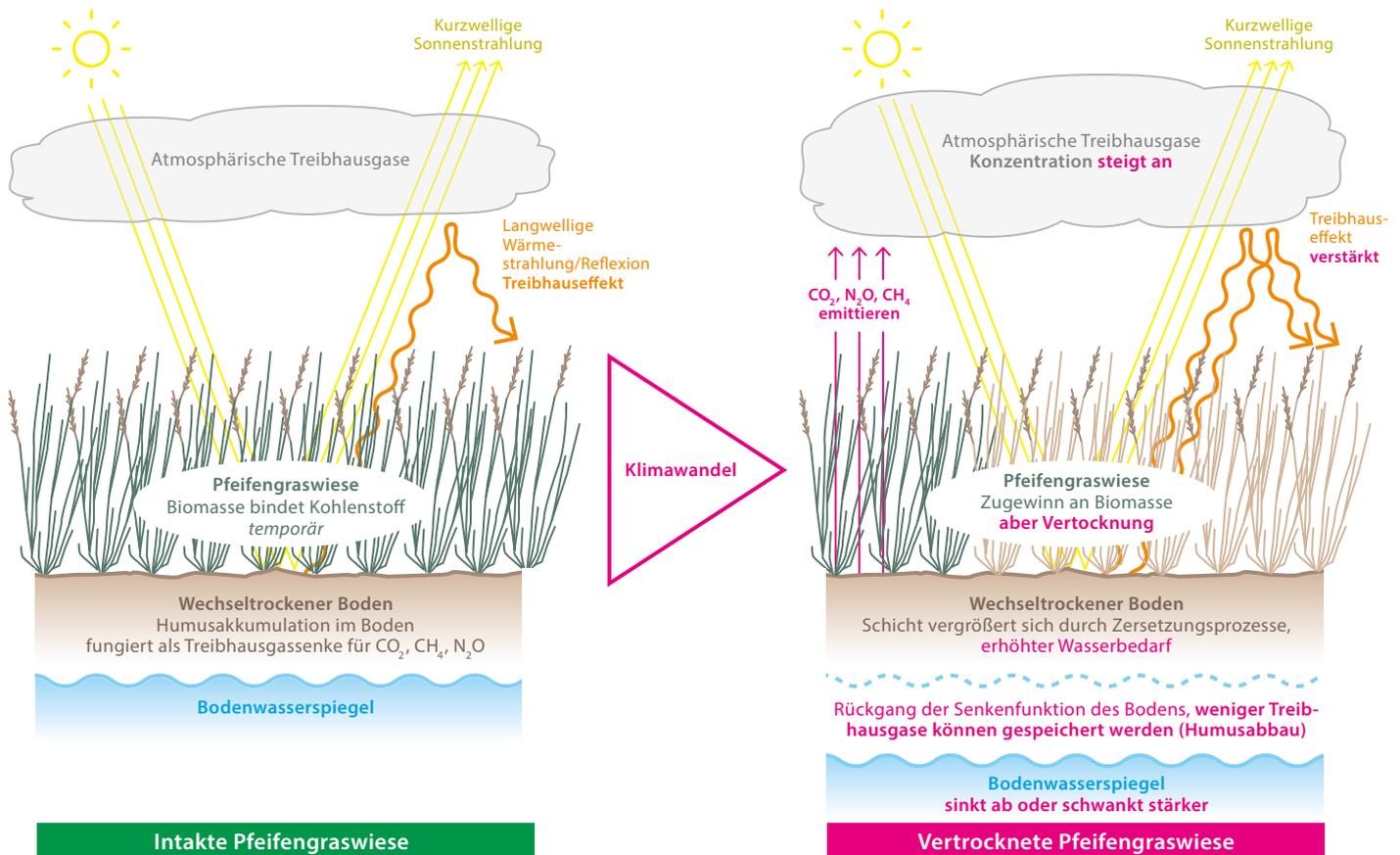
### **Biomasse: Besonders Niederschlagsänderungen haben einen direkten Einfluss**

In einer Feldstudie von BERAUER et al. (2019) wurden 126 verschiedene Bodenausschnitte mit typischen Pflanzenarten des alpinen Grünlands hangabwärts verschoben. Dadurch sollen die Folgen von abrupten Veränderungen der klimatischen Bedingungen für die Vegetation simuliert werden. Die Monolithen wurden in PVC-Schläuchen mit 30 cm Durchmesser, 25–40 cm Höhe und offenem Boden auf 2.440, 1.850, 1.300, 900 beziehungs-

weise 550 Höhenmeter entnommen und anschließend auf 900, 550 beziehungsweise 350 Höhenmeter wieder in den natürlichen Boden eingesetzt. Durch die Untersuchung von insgesamt sechs verschiedenen Orten und unterschiedlichen Höhendifferenzen wurden verschiedene mögliche Klimaszenarien und Wechselwirkungen betrachtet. So konnten wichtige Erkenntnisse über klimabedingte Veränderungen der Biomasse, also der Stoffmasse von Lebewesen, getroffen werden.

BERAUER et al. (2019) kommen zu dem Ergebnis, dass sich die Biomasse bei untersuchten Standorten mit erhöhtem Niederschlag im Schnitt um 29–35 % erhöht und bei Standorten mit verringertem Niederschlag hingegen um durchschnittlich 24 % verringert. Letzteres liegt vor allem daran, dass die Pflanzen durch die geringere Bodenfeuchte nur über einen limitierten Zugang zu Wasser verfügen. So kommt es zu einer geringeren Nährstoffversorgung und schlechteren Wachstumsbedingungen.

Die Studie zeigt also, dass Niederschlag der entscheidende Faktor für die Produktion von Biomasse ist: die steigenden Temperaturen des Klimawandels erhöhen diese zwar grundsätzlich, aber nur, solange der Niederschlag nicht signifikant zurückgeht oder länger anhaltende Dürreperioden auftreten. Das liegt vor allem daran, dass die meisten Pflanzen nicht an Trockenstress innerhalb der Vegetationszeit angepasst



**Abbildung 4**

Übersicht der möglichen Entwicklung von Pfeifengraswiesen mit Fokus auf Boden und Biomasse (ähnliche, jedoch weniger stark ausgeprägte Prozesse auch bei der Flachland-Mähwiese).

sind. Ob sich die Biomasse erhöht oder verringert ist also vor allem abhängig vom Niederschlag (BERAUER et al. 2019).

Zusammenfassend legen STERNBERG et al. (1999) und BERAUER et al. (2019) dar, dass sich die Biomasse aufgrund der steigenden Temperaturen und der verlängerten Vegetationsperiode grundsätzlich erhöht, solange wichtige Nährstoffe und vor allem Wasser ausreichend zur Verfügung stehen (STERNBERG et al. 1999; BERAUER et al. 2019). Wachsen die Pflanzen durch die Erwärmung stark auf, steigt auch ihr Wasserbedarf. Dieser kann jedoch durch die trockeneren Bedingungen in der Vegetationsperiode oft nicht mehr gedeckt werden. Es kommt zu Trockenschäden und der Futterwert nimmt trotz dem Mehr an Biomasse ab (MULNV NRW 2011). Da besonders die Pflanzenarten aus Ökosystemen mit natürlicherweise feuchten Böden, wie zum Beispiel der Pfeifengraswiese, nicht an die trockeneren Bedingungen akklimatisiert sind, werden diese besonders beeinträchtigt. Es wird also eine Entwicklung hin zu Biotoptypen erwartet, die an Wechselfeuchte mit Trockenphasen angepasst sind, mit Vegetationsstrukturen wie beispielsweise Flutrasen und Röhrichten (HANDKE 2010). Da Erwärmung und Niederschlag also ver-

schiedene Effekte haben, kann es je nach Standort zu unterschiedlichen Aus- und Wechselwirkungen kommen.

**Produktivität: Klimabedingte Veränderungen sind hier stark standortabhängig**

Grundsätzlich sorgen erhöhte Temperaturen für schnellere Stoffwechselprozesse und einen höheren Stoffumsatz bei Pflanzen, wodurch wiederum die Produktivität erhöht wird. Durch die Klimaveränderungen wird außerdem die Dauer der einzelnen phänologischen Stadien der Pflanzen beeinflusst: Blüte und Abreife beginnen zum Beispiel oft früher. Die erhöhten Temperaturen sorgen zudem für gesteigerte mikrobiotische Aktivitäten. Dadurch wird die Stickstoffverfügbarkeit im Boden erhöht und damit die Produktivität der Vegetation zusätzlich positiv beeinflusst (BRASSEUR et al. 2017; BERAUER et al. 2019).

Stärker erhöhte Temperaturen in Verbindung mit periodischer Trockenheit verringern hingegen die Produktivität, da aufgrund der niedrigeren Wasserverfügbarkeit Stoffwechsel und Photosynthese beeinträchtigt werden. Bei Hitzeperioden kann das Photosystem der Pflanzen sogar überhitzen oder es kommt zu Gewebeschäden, da weniger Wasser verdunstet und so die Abkühlung

des Pflanzengewebes verhindert wird. Die geringe Bodenfeuchte reduziert außerdem die stomatare Leitfähigkeit. Es wird also der Öffnungsgrad der in der Blattepidermis befindliche Spaltöffnungen verringert, wodurch die Transpiration reduziert wird. In Folge dessen geht die Kühlfunktion der Vegetation zurück und die bodennahen Luftschichten erwärmen sich noch mehr (BERAUER et al. 2019). Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklungen besonders die Pfeifengraswiese beeinträchtigen, deren Arten nicht an die periodisch trockeneren Bedingungen angepasst sind. Das wirft nun die Frage auf, ob der Klimawandel auf diese Weise schon an Trockenperioden angepasste Arten fördert, die dadurch aber selbst bereits eine geringere Produktivität haben. So könnte die Produktivität in Zukunft auch durch natürliche Selektion zurückgehen.

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Photosyntheserate der Pflanzen ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration. Kohlenstoffdioxid bildet die Grundlage für pflanzliche Entwicklung und Wachstum. Man spricht hier auch von dem sogenannten CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt: mit einem Teil des überschüssigen CO<sub>2</sub> des Klimawandels aus der Atmosphäre kann die Photosynthese der Pflanzen und damit auch ihre Produktivität verbessert werden (BLASCHKA 2015). Dieser für den Klimaschutz wichtige Effekt nimmt nun aber laut der Studie von WANG et al. (2020) deutlich ab: Laut den Forschern liegt das vor allem daran, dass die Pflanzen die erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft wegen der verringerten Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit nicht effektiv nutzen können (WANG et al. 2020).

Der Einfluss des Klimawandels auf die Produktivität der Pflanzen ist also differenziert zu betrachten und verschiedene experimentelle Studien zeigen widersprüchliche Ergebnisse (vergleiche WHITE et al. 2012). Die Veränderung der Produktivität ist stark standortabhängig und wird so auch beispielsweise von der Artenvielfalt beeinflusst: Diese kann bei Grünland mit geringer Produktivität zur besseren Erholung beitragen und teilweise sogar den Verlust von Biomasse kompensieren (KREYLING et al. 2017).

### **Biodiversität: Arten sterben aus – innerartliche Diversität ist gefragt**

Es lässt sich im Grünland bereits ein Artensterben infolge des Klimawandels beobachten, das langfristig zu einem verringerten Artenreichtum in Bayern führen wird (BLASCHKA 2015; BRASSEUR et al. 2017). Zu diesem Ergebnis kommen auch BERAUER et al. (2019) in ihrer Feldstudie mit den

höhenverschobenen Arten (siehe Biomasse): Mit der Translokation hat sich der Artenreichtum an allen untersuchten Orten um 13–46 % verringert (BERAUER et al. 2019).

Die Überlebenschancen der einzelnen Arten hängen von ihren evolutionären Eigenschaften ab, wie etwa der unterschiedlichen Art der Fortpflanzung oder Ressourcenbeschaffung. Arten, die sich den veränderten Bedingungen und Ressourcen nicht so gut anpassen können oder von besser akklimatisierten Arten ausgestochen werden, sterben aus (BERAUER et al. 2019).

Durch die verbesserte oder verschlechterte Verfügbarkeit von verschiedenen Ressourcen kommt es nicht nur zum lokalen Aussterben bestimmter Arten, sondern auch zu einer neuen Artenzusammensetzung, Dominanz und Konkurrenz. Viele Pflanzenarten schaffen es, trotz teils enormer klimatischer Veränderungen an ihrem Standort auszuharren oder sogar in weitere Gebiete einzuwandern. Das liegt vor allem an

- externen Gegebenheiten (wie einer Senke- oder Flusslage) oder Prozessen (wie einem erhöhten Nährstoffeintrag durch vermehrte Bewässerung oder Düngung), wodurch die klimatischen Veränderungen für bestimmte Pflanzengemeinschaften gepuffert werden,
- langsam verlaufenden genetischen Anpassungen an die neuen Bedingungen oder
- der ökologischen Toleranz einzelner Arten, also der Fähigkeit, Umweltfaktoren bis zu einem gewissen Grad zu ertragen (BLASCHKA 2015).

Die letzten zwei Punkte gehen vor allem auf eine hohe genetische Diversität zurück. Je heterogener eine Population ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass zumindest einige Individuen die veränderten Umweltbedingungen ertragen. So kommt es nicht zwangsläufig zu einem lokalen Aussterben einer Art. Außerdem erhöht genetische Diversität das Potenzial für Anpassungen über viele Generationen hinweg, wie etwa beim Stoffwechsel, der Phänologie oder den Fortpflanzungsstrategien. Je schneller sich die Arten an die veränderten klimatischen Bedingungen anpassen, desto höher ist ihre Überlebenschance (BRASSEUR et al. 2017). Die Fachliteratur gibt meist wenig Beispiele zur Entwicklung einzelner Arten her, daher erfolgt hierzu eine Einschätzung der Botanikerin Lisa Silbernagl (siehe Interview).

**Biodiversität: Vorteile und Reaktionen verschiedener Arten**

Der Klimawandel bietet teils auch Vorteile für bestimmte Pflanzen: Perioden mit erhöhten Temperaturen fördern Arten, die sich gut anpassen können, schnell und höher wachsen und effizient von den veränderten Ressourcen profitieren. So gewinnen vor allem bestimmte Gräserarten häufig den Kampf um Licht und Platz und frühblühende Arten profitieren von der längeren Vegetationsperiode. Einen Vorteil

haben so auch vor allem thermophile, also wärmeliebende Arten. Diese können häufig die eher kälteangepassten Arten ausstechen, da sie die veränderten Umweltbedingungen besser für Wachstum oder eine gesteigerte Fertilität nutzen können (BERAUER et al. 2019). Zudem können bereits in Gang gesetzte Entwicklungen, wie die Etablierung wärmeliebender Arten, durch Extremereignisse beschleunigt werden (VITTOZ et al. 2009).

Beeinflusste Grünlandparameter	Klimatische Einflussfaktoren	Zu erwartende Auswirkungen	FMW*	PGW*
Boden	Erhöhte Temperatur	Es kann weniger Wasser in den trockeneren Boden eindringen, gleichzeitig gibt es eine höhere Verdunstung > die Bodenfeuchte geht zurück und das Grundwasser kann absinken (BRASSEUR et al. 2017)	++	++
		Der Humusgehalt im Boden geht zurück mit negativen Folgen für Bodenfruchtbarkeit, Bodenleben und Pflanzenerträge (MULNV NRW 2011)	++	++
		Die wichtige Senkenfunktion der Böden für klimawirksame Gase wird beeinträchtigt und die Böden emittieren diese teilweise zurück in die Atmosphäre > verstärkende Wirkung für den Klimawandel durch Rückkopplungseffekte (siehe Info-Kasten; BLUM 2019; BRASSEUR et al. 2017; DRÖSLER & KRAUT 2020)	+	+++
	Frühlings- und Sommer-trockenheit	Durch den verringerten Niederschlag geht die Bodenfeuchte stark zurück, das Grundwasser kann absinken und die Neubildung von Trinkwasser wird reduziert > Verringerung der natürlichen Wasservorräte (BLUM 2019; BRASSEUR et al. 2017)	++	++
		Es entsteht vor allem ein Wassermangel in den Oberböden und die Nährstoffverfügbarkeit wird beeinträchtigt (BRASSEUR et al. 2017)	++	+++
		Durch die trockeneren Böden kommt es zu einer erhöhten Winderosion (BRASSEUR et al. 2017)	+	0
		Zunehmende Niederschläge Herbst und Winter	Die Wassermenge kann nicht mehr vollständig in den Boden eindringen und fließt verstärkt als Oberflächenwasser ab – das führt zu einer erhöhten Erosion, die vor allem die nährstoffreichen Oberböden betrifft (BRASSEUR et al. 2017; MULNV NRW 2011)	+
		Es besteht die Gefahr zunehmender Bodenvernässung und nicht genutzte Düngernährstoffe werden ausgewaschen (BRASSEUR et al. 2017)	+	0
		Es kann zu einer schlechteren Trinkwasserqualität kommen, da Nitrate und Phosphate zunehmend in das Grundwasser ausgewaschen werden (BRASSEUR et al. 2017)	+	0
		Extremwetterereignisse	Bei Starkregen besteht eine besonders hohe Erosionsgefahr und es kann zu Überflutungen kommen (BRASSEUR et al. 2017)	+

**Tabelle 1**

Klimatische Faktoren und deren zu erwartende Auswirkungen auf das Grünland mit besonderer Einschätzung der Entwicklung von Flachland-Mähwiesen und Pfeifengraswiesen auf Grundlage der Literatur.

**Legende**

- 0 = keine bis kaum Auswirkungen erwartet
- + = hat bereits oder in der Zukunft spürbare Auswirkungen
- ++ = hat bereits oder in der Zukunft gravierende Auswirkungen
- +++ = hat bereits oder in der Zukunft extreme Auswirkungen
- FMW\* = Flachland-Mähwiese
- RGW\* = Pfeifengraswiese

Beeinflusste Grünlandparameter	Klimatische Einflussfaktoren	Zu erwartende Auswirkungen	FMW*	PGW*
Biomasse	Erhöhte Temperatur	Die Biomasse erhöht sich bei ausreichender Wasserversorgung grundsätzlich, zum Teil auch aufgrund der verlängerten Vegetationsperiode (BERAUER et al. 2019)	+	++
		Es kommt zu einem gesteigerten überirdischen Wettbewerb der Pflanzen (zum Beispiel um Licht), das betrifft vor allem Wiesen mit seltener oder später Mahd (BERAUER et al. 2019)	0	+
		Es wird eine Entwicklung hin zu Biotoptypen erwartet, die an Wechselfeuchte mit Trockenphasen angepasst sind (HANDKE 2010)	+	+++
	Frühlings- und Sommer-trockenheit	Der limitierte Zugang zu Wasser, die geringere Bodenfeuchte sowie die erhöhte Evapotranspiration (Summe der Verdunstungsprozesse) führen zu Trockenstress und damit zu deutlich schlechteren Wachstumsbedingungen (BERAUER et al. 2019)	+	+++
		Abnahme des Futterwerts durch Trockenschäden trotz meist zunehmender Biomasse (MULNV NRW 2011)	++	++
		Düngemaßnahmen führen aufgrund der geringeren Bodenfeuchte nicht zum gewünschten Ziel, da die Pflanzen die Nährstoffe schlechter aufnehmen (BRASSEUR et al. 2017)	+	0
	Zunehmende Niederschläge Herbst und Winter	Düngernährstoffe werden verstärkt ausgewaschen, dadurch wird das Pflanzenwachstum zusätzlich beeinträchtigt (BRASSEUR et al. 2017)	+	0
	Extremwetterereignisse	Es besteht die Gefahr zunehmender Bodenvernässung und nicht genutzte Düngernährstoffe werden ausgewaschen (BRASSEUR et al. 2017)	++	+

Auswirkungen auf die Biomasse

Beeinflusste Grünlandparameter	Klimatische Einflussfaktoren	Zu erwartende Auswirkungen	FMW*	PGW*
Produktivität	Erhöhte Temperatur	Stoffwechselprozesse, Stoffumsatz, Photosynthese-Rate und damit die Produktivität erhöhen sich grundsätzlich (BERAUER et al. 2019) Stoffwechselprozesse, Stoffumsatz, Photosynthese-Rate und damit die Produktivität erhöhen sich grundsätzlich (BERAUER et al. 2019)	+	+
		Kohlenstoffdioxid spielt eine wichtige Rolle für die Photosynthese, viele Pflanzen profitieren also von der höheren CO <sub>2</sub> -Konzentration (BLASCHKA 2015)	+	+
		Die Dauer der einzelnen phänologischen Stadien der Pflanzen ändert sich, Blüte und Abreife werden beschleunigt und beginnen früher (BRASSEUR et al. 2017)	+	+
	Frühlings- und Sommer-trockenheit	Die geringere Bodenwasserverfügbarkeit reduziert die Photosyntheserate, das Wachstum, die Einspeicherung von Treibhausgasen und die stomatare Leitfähigkeit (BERAUER et al. 2019)	++	+++
		Extreme Hitzeereignisse können zu einer Überhitzung des Photosystems der Pflanzen beitragen und verstärken den Wassermangel (BRASSEUR et al. 2017)	+	++

Auswirkungen auf die Produktivität

Beeinflusste Grünlandparameter	Klimatische Einflussfaktoren	Zu erwartende Auswirkungen	FMW*	PGW*
Biodiversität	Erhöhte Temperatur	Durch die veränderten Ressourcen kommt es zur Migration, (genetischen) Anpassungen, einer Veränderung phänologischer Merkmale und zum Aussterben vieler Arten (BERAUER et al. 2019; BRASSEUR et al. 2017)	++	+++
		Es verändern sich Artenzusammensetzung, Dominanz, Konkurrenz, Räuber-Beute-Beziehungen und andere komplexe Wechselwirkungen, sodass sogar eine Neuorganisation der Artengemeinschaft folgen kann (HANDKE 2010; STERNBERG et al. 1999; STURM et al. 2018)	+	++
	Frühlings- und Sommer-trockenheit	Der erhöhte Trockenstress führt zu einem Rückgang der Artenvielfalt und einer Veränderung der Artenzusammensetzung (BERAUER et al. 2019; STERNBERG et al. 1999)	++	+++
		Phänologische Veränderungen, zum Beispiel verstärkte Seneszenz (Alterungsprozesse) oder vermehrtes Wurzelwachstum (BERAUER et al. 2019; BRASSEUR et al. 2017)	+	++
	Extremwetterereignisse	Durch die verringerte Artenvielfalt und die genetische Homogenisierung wird die Fähigkeit der Artengemeinschaften reduziert, auf Extremwetterereignisse zu reagieren (BERAUER et al. 2019)	+	+

Auswirkungen auf die Biodiversität

Viele Arten reagieren auch auf die neuen klimatischen Bedingungen, indem sie ihre Phänologie verändern. Sie bilden zum Beispiel mehr Behaarung als Schutz vor Austrocknung und UV-Strahlung aus oder versuchen, durch vermehrtes Wurzelwachstum ein größeres Bodenvolumen zu erschließen und so mehr Wasser aufzunehmen. Zudem kann das oberirdische Sprosswachstum insgesamt beeinträchtigt werden und Trockenstress fördert die Seneszenz, also das Altern der Pflanzen (BLASCHKA 2015).

Häufig tritt auch eine, wenn auch langsame, Migration von Pflanzen auf: in Süddeutschland dehnen viele Arten ihr Verbreitungsgebiet vor allem in Richtung Norden sowie entlang des Höhengradienten nach oben aus (BLASCHKA 2015). Speziell im Alpenraum werden so zunehmend neue Gebiete von zuvor tiefer angesiedelten Arten erschlossen (PAULI et al. 2012).

Insgesamt sind die größten Veränderungen und Beeinträchtigungen bei den feuchten Standorten, wie zum Beispiel den Pfeifengraswiesen, zu erwarten: Diese werden besonders durch den zunehmenden Trockenstress in der Vegetationsperiode gefährdet und müssen sich in deutlich höherem Maße an die neuen Bedingungen anpassen, als die bereits besser akklimatisierten und trockeneren Flachland-Mähwiesen (siehe Tabelle 1).

**Biodiversität: Einfluss auf das gesamte Ökosystem**

Die Veränderungen von Artenvielfalt, -reichtum und -zusammensetzung beeinflussen auch die Konkurrenzverhältnisse und Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Organismen in der Artengemeinschaft, wie etwa Räuber-Beute-Beziehungen, Bestäubung, Parasitismus oder auch Pflanzenfraß (BRASSEUR et al. 2017).

Dabei sind die Änderungen im Grünland stark ortsspezifisch und können auch sehr kleinskalig (< m<sup>2</sup>) stattfinden, unter anderem auch durch veränderte Bodensubstratbedingungen (FRIDLEY et al. 2011). Auf lange Sicht ist jedoch mit unvorhersehbaren Wechselwirkungen und Folgen für ganze Ökosysteme zu rechnen. Der durch den Klimawandel sowie auch zusätzlich durch Landnutzungsänderungen verursachte enorme Rückgang der Artenvielfalt und die damit einhergehende genetische Homogenisierung reduzieren die Stabilität der Pflanzengemeinschaften. Der Rückgang der Artenvielfalt beeinträchtigt also zum Beispiel die Trockentoleranz (VETTER et al. 2020) beziehungsweise verstärkt potenziell Trockenstress (KLAUS et al. 2016). Die Fähigkeit, auf diese und weitere Extremwetterereignisse zu reagieren, wird also beschränkt und die aktuellen Ökosystemdienstleistungen gefährdet (BERAUER et al. 2019).

### Interview mit Lisa Silbernagl



„In artenreichen Lebensräumen ist der Einfluss des Klimawandels auf die Entwicklung einzelner Arten nur schwer vorherzusagen.“

**Lisa Silbernagl** ist an der ANL im Sonderbereich Bayerisches Artenschutzzentrum tätig und koordiniert den Aufbau des Netzwerkes Artenkenntnis. Mit ihrem Studium der Biologie und Botanik ist sie die Expertin der ANL für verschiedenste Pflanzenarten.

**Lisa Danius:** Welche Pflanzenarten könnten auf der Flachland-Mähwiese beziehungsweise der Pfeifengraswiese von den Klimaveränderungen profitieren?

**LS:** Es ist sehr schwierig, den Einfluss des Klimawandels auf bestimmte Pflanzenarten vorherzusehen, besonders in artenreichen, komplexen Lebensräumen. Das Zusammenspiel von Nährstoffeinträgen verschiedensten Ursprungs, Trockenheit und Erwärmung ist sehr komplex. Dazu kommen noch biotische Faktoren wie Konkurrenz und Symbiose. Trotzdem kann man natürlich überlegen, welche Arten von den zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels, also höheren Temperaturen, trockeneren Sommer und mehr Niederschlag in den Wintermonaten, profitieren könnten. Dabei müssen natürlich auch indirekte Einflüsse wie verstärkte Nährstoffmobilisierung bei sinkendem Wasserstand oder schlechtere Nährstoffaufnahme bei größerer Trockenheit mit bedacht werden. Besonders bei Arten, die typisch für trockenere Ausprägungen von Flachland-Mähwiesen sind, wie dem Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*) oder dem knolligen Hahnenfuß (*Ranunculus bulbosus*), ist zu erwarten, dass sie sich im Zuge des Klimawandels weiter ausbreiten. Auch tiefwurzelnde Arten wie der Hornklee

(*Lotus corniculatus*) gehören zu den Klimawandelgewinnern. Auf Pfeifengraswiesen und anderen feuchten Grünlandtypen profitiert seit einiger Zeit massiv das Schilf (*Phragmites australis*, siehe Abbildung 5) von Nährstoffeinträgen, die sowohl Folge des Klimawandels sein können, als auch direkt anthropogen verursacht sind. Die Verschilfung ist allerdings häufig die Ursache für den Rückgang anderer, den Pfeifengraswiesen wertgebender Arten.

**LD:** Und welche Arten werden jeweils wahrscheinlich zu Verlierern?

**LS:** Zu den Klimawandel-Verlierern gehören hier primär die Arten der wechselfeuchten Pfeifengraswiesen, die besonders klimasensibel sind. Dazu gehören Arten, die durch den verstärkten Nährstoffeintrag und veränderte Nutzung ohnehin schon einen starken Rückgang zu verzeichnen haben, zum Beispiel das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*), der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) oder der Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*). Diese Arten haben einerseits ein Problem mit der zunehmenden Sommertrockenheit und können andererseits gegen das Schilf und andere Nährstoffzeiger nicht konkurrieren. Auch Arten der feuchteren Ausprägung von Flachland-Mähwiesen werden langfristig zu den Klimawandel-Verlierern gehören, zum Beispiel der große Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*) oder die Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*, siehe Abbildung 6), die bereits zu den Feuchtwiesen überleiten.

**LD:** Kann man bereits jetzt abschätzen, welche Arten in neue Gebiete einwandern?

**LS:** Viele der bereits eingewanderten Neophyten sind Generalisten und wärmeliebend, so beispielsweise die Goldruten (*Solidago canadensis* und *S. gigantea*), die Rispenhirse (*Panicum capillare*) oder das kanadische Berufkraut (*Erigeron canadense*). Sie können sich damit erwartungsgemäß auch mit dem Fortschreiten des Klimawandels weiter ausbreiten. Darunter sind auch naturschutzfachlich hochproblematische Arten wie das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*), der Götterbaum (*Ailanthus altissima*), die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder die beiden Staudenknöterich-Arten (*Fallopia japonica* und *F. sachalinensis*). Mit einer prognostizierten Sommertrockenheit und verstärktem Niederschlag im Winterhalbjahr nähert sich unser Klima

dem mediterranen an. Insofern ist vorstellbar, dass in Zukunft verstärkt Arten aus der mediterranen und submediterranen Zone zuwandern.

In den Alpen beobachtet man seit einigen Jahrzehnten, dass Arten der tieferen Lagen in Folge des Klimawandels in das Hochgebirge vordringen. Aktuell führt das zu einer Zunahme der Artenvielfalt, langfristig ist aber mit einer Verdrängung der hochalpinen Spezialisten zu rechnen, die in den Gipfelbereichen keine Ausweichmöglichkeiten mehr nach oben haben. Ähnliche Verdrängungseffekte sind

auch für das Flachland zu erwarten, nur dass hier die Einflüsse und Mechanismen deutlich multifaktorieller und komplexer sind. Dadurch ist es auch schwierig vorherzusagen, wie sich die Grünlandtypen auf Vegetationsebene entwickeln werden. Es ist durchaus denkbar, dass völlig neue Vegetationstypen entstehen. In der praktischen Naturschutzarbeit muss das bei der Definition gesetzlich geschützter Flächen in der Zukunft auf jeden Fall flexibler mitgedacht werden.

---  
Das Interview führte Lisa Danius.

### Fazit und Empfehlungen für die Praxis

Der Klimawandel hat enorme Auswirkungen auf die Vegetation im Grünland und beeinflusst Boden, Biomasse, Produktivität und Biodiversität. Die Klimaerwärmung und ihre Folgen werden in Zukunft immer gravierendere Ausmaße annehmen. Es ist wichtig, das artenreiche Grünland und seine Ökosystemdienstleistungen zu bewahren und zu schützen, beziehungsweise aber auch manche Veränderungen zu akzeptieren und damit neue Entwicklungen zuzulassen.

#### Allgemein:

- Möglichst hohe Artenvielfalt und genetische Vielfalt auf verschiedenen Standorten halten und nicht überall aus- oder nachsäen

- Migration natürlicher Arten zulassen und Einwanderung sowie Biotopverbund fördern
- Naturschutzmaßnahmen flexibel und räumlich differenziert gestalten (zu starre Vorgaben, zum Beispiel fixe Mähzeitpunkte, hinderlich)

#### Management Flachland-Mähwiesen:

- Mähzeitpunkte phänologisch ausrichten
- Düngung anpassen (Trockenphasen zwingend meiden!)
- Erfolgsorientierte Grünlandförderung breiter auffassen, gegebenenfalls das Artenspektrum in Richtung trockener Standorte erweitern

#### Abbildung 5

Das für Pfeifengraswiesen typische Schilf (*Phragmites australis*) profitiert voraussichtlich von den klimatischen Veränderungen und verdrängt sogar teilweise andere Arten (siehe Interview; Foto: Manfred Nieveler/Piclease).





**Abbildung 6**

Die Kuckucks-Lichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*), eine Art der feuchteren Ausprägung von Flachland-Mähwiesen, wird langfristig wohl zu den Klimawandel-Verlierern gehören (siehe Interview; Foto: Andreas Zehm/Piclease).

#### Management Pfeifengraswiesen:

- Bodenwassermanagement anpassen, Wasserpufferflächen einrichten und naturschutzfachliche Bewässerung etablieren

#### Es besteht noch viel weiterer Forschungsbedarf:

- Wie werden sich die verschiedenen Grünlandtypen in Zukunft entwickeln und wie lässt sich das naturschutzfachlich bewerten?
- Wie reagieren lokale (typische und gefährdete) Pflanzenarten auf die klimatischen Veränderungen (auch außerhalb der Vegetationsperiode, zum Beispiel in der Keimungsphase [siehe EVERS et al. 2021])?
- Wie genau werden sich die Wechselwirkungen zwischen Temperatur und Niederschlag (wie bei Biomasse und Produktivität angesprochen) auswirken?
- Welchen Einfluss haben richtige Bewässerung, Düngung und Beweidung auf die Grünlandvegetation?
- Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf Bestäuber, Parasiten, Pflanzenschädlinge et cetera und wie wirken sich diese Veränderungen auf das Grünland aus?

#### Literatur

- BERAUER, B., WILFAHRT, P., ARFIN-KHAN, M. et al. (2019): Low resistance of montane and alpine grasslands to abrupt changes in temperature and precipitation regimes. – Arctic, Antarctic, and Alpine Research 51(1): 215–231.
- BLASCHKA, A. (2015): Änderungen in der Grünlandvegetation durch den Klimawandel. – Bericht über das 20. Alpenländische Expertenforum zum Thema Bedeutung und Funktionen des Pflanzenbestandes im Grünland, Irdning-Donnersbachtal: 87–90.
- BLUM, W. (2019): Boden und globaler Wandel. – Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- BRASSEUR, G., JACOB, D. & SCHUCK-ZÖLLER, S. (2017): Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. – Springer Nature, Berlin, Heidelberg.
- CIAIS, J., SOUSSANA, F., VUICHARD, N. et al. (2010): The greenhouse gas balance of European grasslands. – Biogeosciences Discussions 7(4): 5997–6050.
- DRÖSLER, M. & KRAUT, M. (2020): Klimaschutz durch Moorschutz – im Klimaprogramm Bayern (KLIP 2020/2050). – ANLiegen Natur 42(1), 31–38; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klimaschutz-moorschutz/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/klimaschutz-moorschutz/).
- EVERS, S., KNIGHT, T., INOUE, D. et al. (2021): Lagged and dormant season climate better predict plant vital rates than climate during the growing season. – Global Change Biology 27(9): 1927–1941.
- FRIDLEY, J., GRIME, J., ASKEW, A. et al. (2011): Soil heterogeneity buffers community response to climate change in species-rich grassland. – Global Change Biology 17(5): 2002–2011.

- HANDKE, K. (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Biotope in der Stadtgemeinde Bremen. – Unveröff. Gutachten i. A. des Senators für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Bremen.
- IPCC (= INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1990): Policymaker Summary of Working Group I – Scientific Assessment of Climate Change.
- IPCC (= INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014): Climate Change 2014 – Synthesis Report – Summary for Policymakers. – Genf.
- KLAUS, V., HÖLZEL, N., PRATI, D. et al. (2016): Plant diversity moderates drought stress in grasslands: Implications from a large real-world study on <sup>13</sup>C natural abundances. – *Science of the total environment* 566: 215–222.
- KREYLING, J., DENGLER, J., WALTER, J. et al. (2017): Species richness effects on grassland recovery from drought depend on community productivity in a multisite experiment. – *Ecology Letters* 20(11): 1405–1413.
- MULNV NRW (= MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN; 2011): Klimawandel und Boden – Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Boden als Pflanzenstandort. – Düsseldorf.
- PAULI, H., GOTTFRIED, M., DULLINGER, S. et al. (2012): Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits. – *Science* 336(6079): 353–355.
- STERNBERG, M., BROWN, V., MASTERS, G. et al. (1999): Plant community dynamics in a calcareous grassland under climate change manipulations. – *Plant Ecology* 143(1): 29–37.
- STURM, P., ZEHM, A., BAUMBACH, H. et al. (2018): Grünlandtypen Erkennen – Nutzen – Schützen. – Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim.
- URL 1: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trockenheit2018.jpg>.
- VETTER, V., KREYLING, J., DENGLER, J. et al. (2020): Invader presence disrupts the stabilizing effect of species richness in plant community recovery after drought. – *Global change biology* 26(6): 3539–3551.
- VITTOZ, P., RANDIN, C., DUTOIT, A. et al. (2009): Low impact of climate change on subalpine grasslands in the Swiss Northern Alps. – *Global Change Biology* 15(1): 209–220.
- WANG, S., ZHANG, Y., JU, W. et al. (2020): Recent global decline of CO<sub>2</sub> fertilization effects on vegetation photosynthesis. – *Science*, 370(6522): 1295–1300.
- WHITE, S., CARLYLE, C., FRASER, L. et al. (2012): Climate change experiments in temperate grasslands: synthesis and future directions. – *Biology Letters* 8.

---

### Autorin



**Lisa Danius,**

Jahrgang 2001.

Studium European Studies mit Schwerpunkt Geographie an der Universität Passau seit 2020.

[lisa.danius@gmx.de](mailto:lisa.danius@gmx.de)

### Zitiervorschlag

DANIUS, L. (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf das Grünland – am Beispiel der Flachland-Mähwiese und Pfeifengraswiese – *ANLIEGEN NATUR* 43(2): 47–58, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Sonja HÖLZL und Johannes KOLLMANN

## Blühstreifen und -flächen für die Insektenvielfalt – ein Dialog an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis

### Abbildung 1

Bei der Planung von Blühflächen sollten naturschutzfachliche Alternativen wie Grünbrachen geprüft werden (Foto: Christof Martin/piclease).

Blühflächen und Blühstreifen sind beliebte Elemente, um die Agrarlandschaft, aber auch kommunale Flächen, aufzuwerten. Sie waren und sind Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Feld- und Literaturstudien. Die Forschungsergebnisse werden jedoch oft nicht ausreichend aus naturschutzfachlicher Perspektive beleuchtet – Schlussfolgerungen für die Naturschutzpraxis sind somit schwierig. Diese und andere Themen, wie Anforderungen an Saatgutmischungen, Methodik der Anlage, Effekte im Landschaftskontext oder kommunikative Hürden in der Praxis, wurden im März 2021 in einem Online-Workshop der ANL mit Vertretern aus Forschung und Praxis diskutiert.

Blühstreifen und Blühflächen werden insbesondere seit dem Volksbegehren „Rettet die Bienen“ im Jahr 2019 vielerorts für den Insektenschutz angelegt und tragen zur Vielfalt des Landschaftsbildes bei. In ihrer unterschiedlichen Gestaltung, etwa hinsichtlich Standzeit, Größe, Form und Saatmischung, ist ihre Wirkung für die Insekten jedoch unterschiedlich. Bei den verschiedenen Akteuren sind sie daher so beliebt wie umstritten (SOMMER & ZEHM 2021). Info-Kasten 1 gibt einen Überblick, was unter Blühflächen verstanden wird.

Die Effekte von Blühflächen wurden bereits in zahlreichen Publikationen beleuchtet, wie zum Beispiel DIETZEL et al. (2019). Diese Untersuchungen tragen bei zu Erkenntnissen für die Praxis darüber, wie Blühflächen möglichst wirksam auch für seltene Arten angelegt werden können. An der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis existieren allerdings drei Hürden: a) Die Forschungsergebnisse erreichen die Praxis nicht oder nur sehr langsam, b) die Befunde sind für die Praxis nicht relevant, da Schlussfolgerungen



**Abbildung 2**

Es gibt viele unterschiedliche Saatgutmischungen für Blühstreifen und fast ebenso viele zu beachtende Aspekte. Regionale oder (besser) lokale Herkunft des Saatguts ist nur ein Kriterium, wenn auch ein besonders wichtiges (Foto: Antje Deepen-Wieczorek/piclease).

oft nicht konkret genug sind und c) viele Praxisfragen sind noch immer nicht von der Forschung beantwortet.

Vor diesem Hintergrund fand ein Online-Workshop der ANL mit Vertretern aus Forschung und Praxis statt, um den Wissensstand zu Blühflächen aus naturschutzfachlicher Sicht zu erfassen und davon ausgehend Forschungsbedarf – auch zu alternativen Maßnahmen – zu erörtern. Schwerpunkt der Diskussion waren verschiedene Aspekte der Saatmischungen sowie des Landschaftskontexts. Die ebenfalls in der Diskussion präsenten politischen und gesellschaftlichen Aspekte werden hier nur kurz angesprochen. Die zentralen Erkenntnisse aus der Forschung und damit verbundene offene Fragestellungen sind am Ende der thematischen Abschnitte zusammengefasst.

Unter Blühflächen werden unterschiedliche Elemente zur Aufwertung der Kulturlandschaft gefasst, das kann in Diskussionen zu Missverständnissen führen. Deshalb hier ein kurzer Überblick:

#### Was ist eine Blühfläche?

- Gezielt angelegte, meist relativ kurzlebige Vegetation zur Förderung des Blühaspekts durch Verwendung von Zier-, Kultur- oder Wildpflanzen

#### Wo wird sie angelegt?

- Äcker, seltener Streifen in vormaligen Grünflächen
- Straßen- oder Wegrand sowie kommunale Grünflächen

#### Wie wird sie begründet?

- Eingesät (Saatmischung, sowohl einheimische als auch gebietsfremde Arten)
- (Seltener) durch Übertragung einheimischer Arten
- Einjährig, dann häufig als Begleitstreifen
- Mehrjährig, dann häufig als Fläche

#### Was ist das Ziel?

- Insektenschutz
- Wildlebensraum
- Ästhetik der Landschaft
- Öffentlichkeitsarbeit
- Einwerben von Fördergeldern

#### Saatmischung – Verwendung und Alternativen

Welche Saatmischung für Blühstreifen und -flächen wo verwendet werden sollte, wurde in dem ANL-Workshop unterschiedlich gesehen. Dabei waren sich die Teilnehmenden einig, dass die Anforderungen bei Ansaat in ehemaligem Acker- oder Grünland unterschiedlich sind. Umstritten ist beispielsweise, ob gemäß § 40 BNatSchG eine Verpflichtung besteht, gebietsheimisches Saatgut für Ansaaten auf Ackerflächen zu verwenden, wie es beispielsweise FISCHER-HÜFTLE (2018) ausführt. In der Praxis sind diese Flächen aber von dieser Verpflichtung aufgrund des „Privilegierungstatbestands“ ausgenommen, sodass in vielen Fällen kein gebietsheimisches Saatgut verwendet wird. Bei der Verwendung von Regelsaatgut besteht die Problematik der Florenverfälschung, wenn ausgebrachte Arten oder Sippen sich mit den lokal angepassten, gebietseigenen Pflanzen auf Nachbarflächen kreuzen (DURKA et al. 2019). Wenn Regiosaatgut eingesetzt wird, sind in Deutschland die 22 Ursprungsgebiete maßgeblich;

die acht Produktionsräume beziehen sich dagegen lediglich darauf, wo das Saatgut nach Erhaltungsmischungsverordnung produziert werden darf (BUCHAROVA et al. 2019). Übertragungsverfahren aus bestehenden Beständen sind deshalb in der Naturschutzpraxis vorzuziehen (KIRMER 2019; SOMMER & ZEHRM 2021). Diese weisen gute Erfolge der Etablierung von Zielarten auf (BAASCH et al. 2016), und beispielsweise Mähgut oder Rechgut führen auch zu einer Übertragung von Moosen und Insekten (ELIAS & THIEDE 2008).

Auch Alternativen zu Blühflächen wurden auf dem Workshop beleuchtet, denn die bisherigen Studien vergleichen die Effekte von Blühflächen fast ausschließlich mit konventionellen Ackerflächen. Besonders betont wurde, dass insbesondere der naturschutzfachliche Wert von Brachen und unattraktiv aussehenden Straßenebenflächen unterschätzt wird. Vor der Ansaat von Blühflächen sollte daher immer geprüft werden, wo und ob diese sinnvoll sind. Das kann der Fall sein, wenn das Samenpotenzial im Boden verarmt ist, denn dann besteht kaum die Chance, dass ehemals vorhandene Arten oder andere Zielarten (etwa des Grünlands auf vorherigen Äckern) sich auf der Fläche wiedereinstellen.

Prüfen sollte man vor einer Ansaat auch, ob es naturschutzfachlich oder standörtlich besser geeignete Alternativen gibt. Eine solche Alternative wäre die Förderung von Ackerwildkräutern durch extensive Acker(randstreifen)nutzung. Bei der Entscheidungsfindung kann man sich an der Ackerzahl orientieren: Innerhalb des Projektes „Kalklebensräume“ im Landkreis Main-Spessart berät beispielsweise die untere Naturschutzbehörde in Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftsamt ganz gezielt Landwirte mit Flächen, deren Ackerzahlen bei < 30 oder bei 30–40 liegen. Bei so niedrigen Ackerzahlen empfiehlt es sich, von Blühstreifen abzusehen. Dadurch gibt man gefährdeten Ackerwildkräutern eine Chance sich zu etablieren und fortzubestehen.

**Was wir wissen:** Bei geeigneter Vorbereitung eignen sich standörtlich angepasste Ansaatmethoden, um die gewünschten Pflanzenarten auf der Fläche zu etablieren und artenreiche Insektengemeinschaften durch eine verbesserte Nahrungsverfügbarkeit zu fördern.

**Was wir (noch) nicht wissen:**

- Was ist der Einfluss von Standortfaktoren und wo machen Blühflächen am meisten Sinn?



- Wie stark beeinflussen gebietsfremde Ansaaten den lokalen Genpool und die Fitness von Pflanzen und welche Auswirkungen hat das auf assoziierte Insekten?
- Wie beeinflussen die Anlageverfahren die genetische Vielfalt der Blühflächen sowie der Pflanzenpopulationen in der umgebenden Landschaft?
- Wie wirken sich die unterschiedlichen Übertragungsmethoden auf die Pflanzen- und Insektenvielfalt (und Abundanz), insbesondere gefährdeter Arten, aus?

**Abbildung 3**

Nicht-heimische Herkünfte, Zierpflanzen und (invasive) Neophyten werden zwar von einigen Insekten genutzt, sollten in Blühstreifen aber nicht ausgesät werden (Beispiel *Aster novae-belgii*; Foto: Klaus Reitmeier/piclease).

**Saatmischung – Herkunft**

Zentral für die Diskussion auf dem ANL-Workshop war die Frage nach der Artenzusammensetzung und Herkunft des Saatguts für Blühflächen. Obwohl Insekten auch nicht-heimische Arten nutzen, werden heimische bevorzugt (WILLIAMS et al. 2011). Grund hierfür ist unter anderem die wechselseitige Anpassung an Blütenform, -düfte, -ressourcen und Blühzeitpunkte. Einheimische Wildblumen bieten etwa insbesondere für kurzzügige Wildbienen ein konstantes Nahrungsangebot (CARVELL et al. 2006) und werden von Schwebfliegen und Bienen bis zum Spätsommer bevorzugt genutzt. In dieser Jahreszeit sind „exotische“ (invasive) Pflanzen wegen ihrer späten Hauptblütezeit beliebt (SALISBURY et al. 2015).

Dass Insekten ihr Nahrungsspektrum um eingebrachte Pflanzenarten erweitern, ist für viele Insektenarten dokumentiert. Die Langzeitfolgen solcher Aussaaten auf Blühstreifen sind aber



**Abbildung 4**

Bereits einige wenige Pflanzenarten fördern Generalisten in Blühstreifen: Die Färber-Hundskamille (*Anthemis tinctoria*) wird beispielsweise recht häufig besucht (Warzecha et al. 2018; Foto: Peter Rütter/piclease).

unbekannt und Fremdarten sollten daher vermieden werden (TALLAMY et al. 2020). Auch bei der Verwendung einheimischer Pflanzen ist Vorsicht geboten, da diese sich in der Phänologie je nach Gebietsherkunft unterscheiden können (DURKA et al. 2019). Dadurch verändern sich die Interaktionen mit Insekten. So zeigten BUCHAROVA et al. (2021), dass die Vielfalt und Abundanz von Bestäubern in Flächen mit heimischen Pflanzen einer früh blühenden Herkunftsregion doppelt so hoch waren verglichen mit Pflanzen einer anderen Region.

Ein weiterer Diskussionspunkt waren in Saatgut enthaltene Kultursippen, vor allem von Leguminosen. Sie stellen eine wichtige Pollen- und Nektarquelle dar, stammen aber oft aus außereuropäischer Produktion. Diese Unterschiede haben durch mögliche Auskreuzungen Auswirkungen auf die einheimischen Pflanzenpopulationen und führen unter Umständen zu Florenverfälschungen (KELLER et al. 2000; CRISPI & HOIß 2021).

**Was wir wissen:** Einheimische Pflanzenarten und regionale Herkünfte sind essenziell als Nahrungsquelle für Herbivore und Bestäuber auf Blühflächen; dennoch werden nicht heimische und andere „exotische“ Pflanzen durchaus von Insekten genutzt.

Heimische Pflanzen aus entfernteren Regionen können zu Florenverfälschung und verschobenen Blüten-Bestäuber-Phänologien führen und dadurch sowohl die Pflanzen- als auch die Insektenpopulationen gefährden.

#### Was wir (noch) nicht wissen:

- Wie häufig sind Auskreuzungen von Herkünften entfernter Regionen in lokale Populationen heimischer Arten?
- Was bedeutet eine solche Auskreuzung für die betroffenen Pflanzen- und Bestäuberpopulationen sowie die Pflanze-Insekt-Interaktionen?

#### Saatmischung – Zusammensetzung

Wie hoch sollte die Artenvielfalt in der Saatmischung sein und welche Mindestanforderungen müssen beachtet werden? – Diese Fragen sind bisher nicht erschöpfend beantwortet. Je höher die Pflanzenvielfalt in der Saatmischung, desto größer ist der (positive) Effekt auf die Insektenvielfalt (ASTERAKI et al. 2004; WOOD et al. 2017; WIX et al. 2019). Ähnliches gilt auch je strukturreicher die Vegetation ist (ZURBRÜGG & FRANK 2006; FRANK et al. 2012).

Nicht alle Pflanzenarten sind gleichwertig für den Insekten- und Naturschutz. Neben der Herkunft sind vor allem funktionale Arteigenschaften wichtig, also solche, die unterschiedliche Funktionen für verschiedene Insektengruppen erfüllen. Bereits wenige Arten können Generalisten fördern; um Spezialisten und damit möglichst viele Arten zu unterstützen, sind aber Pflanzenarten aus verschiedenen Familien nötig (BURKLE et al. 2020). Bloß einen üppigen Blühaspekt anzulegen, ist dafür nicht zielführend, denn weitere Eigenschaften wie die Blütenqualität und Blühphänologie spielen eine noch größere Rolle. So werden einjährige und mehrjährige Mischungen von Wildbienen mit langen und kurzen Zungen unterschiedlich genutzt (WARZECHA et al. 2018). Wildbienen profitieren grundsätzlich von kontrastierenden Blütenfarben und -typen sowie phänologischen Unterschieden (BALZAN et al. 2014). Damit eine hohe funktionelle Diversität Wildbienen tatsächlich fördert, ist es allerdings notwendig, dass genügend Blütenressourcen der jeweiligen Nahrungspflanzen vorhanden sind (CAMPBELL et al. 2012; UYTENBROECK et al. 2017).

**Was wir wissen:** Die Pflanzen- und Strukturvielfalt einer Blühfläche trägt positiv zur Insektenvielfalt bei, und wenige Pflanzenarten haben besonders viele Interaktionen (meist mit Generalisten).

#### Was wir (noch) nicht wissen:

- Wie kann man Saatmischungen nach botanischen und zoologischen Kriterien optimieren?
- Wie vielfältig sollen (praxistaugliche) Mischungen sein?
- Welche Rolle spielen (gefährdete) Ackerwildkräuter für assoziierte Tierarten?
- Welchen Nutzen haben Blühflächen für Larven- und Raupenstadien dieser Insektengruppen?
- Kann man mit Übertragungsverfahren wesentliche Teile der gewünschten Lebensgemeinschaften einbringen?

#### Form und Größe im Landschaftskontext

Aktuelle Forschungserkenntnisse zeigen, dass auch viele kleine Blühflächen eine positive Wirkung für Insekten entfalten können, in der Summe sogar mehr als einzelne große Flächen (BOETZL et al. 2021). So konnten in einem Feldexperiment Blühflächen als alternative Nahrungsressource die negativen Effekte von Insektiziden auf die Reproduktion von Mauerbienen in Nachbarschaft zu einer Rapskultur vermindern (KLAUS et al. 2021). Diese Flächen können allerdings auch eine Fallenwirkung für Insekten haben, wenn Pestizide aus den Nachbarflächen abdriften (BOTIAS et al. 2016), wobei es zu einer Kombinationswirkung unterschiedlicher Beiz- und Spritzmittel kommen kann. Eine Mindestbreite der Blühflächen von 6–9 m und eine Platzierung entgegen der Windrichtung sind daher zu empfehlen (FLUHR-MEYER & ADELMANN 2020).

In intensiv genutzten Landschaften mit geringem Anteil an natürlichen Habitaten haben Blühflächen einen positiveren Effekt als in bereits strukturreichen Landschaften, da in komplexen Landschaften eher lokale Faktoren einen Einfluss haben (EKROOS & KUUSSAARI 2012). Im Allgemeinen tragen aber Strukturreichtum beziehungsweise ein steigender Anteil (halb)natürlicher Lebensräume zur Insektenvielfalt bei (WOODCOCK et al. 2010). Auch Agrarumweltmaßnahmen und ihr Landschaftsanteil wirken sich positiv aus (CARVELL et al. 2015), allerdings reagiert jede Insektenart ein bisschen anders (GRASS et al. 2016). Tagfalter-Raupen, die auf wenige Nahrungspflanzen spezialisiert sind, wurden zum Beispiel nicht durch einen steigenden Anteil an



**Abbildung 5**

Generalisten wie die Steinhummel (*Bombus lapidarius*) profitieren von der Anlage von Blühstreifen als Nahrungsquelle (Foto: Christian Müller/piclease).

Wildblumenstreifen im Umland gefördert (AVIRON et al. 2011). Auf Landschaftsebene haben bereits 3 % „halbnatürliche“ Flächen einen positiven Effekt auf die Nutzung von Blühflächen durch Insekten (BOETZL et al. 2021). Solche Flächen sind nicht immer leicht zu definieren und zu quantifizieren, haben aber wertvolle ökologische Funktionen, die durch Aktivitäten der Landwirtschaft oder des Naturschutzes geschaffen und erhalten werden (HERZON et al. 2021).

In Zusammenhang mit dem Landschaftskontext wurden auch die Anforderungen weiterer Zielarten diskutiert. Um als Habitat für Feldvögel geeignet zu sein und ihnen Schutz vor Bodenprädatoren zu leisten, sollten Blühstreifen mindestens 20 m breit sein. Störungen durch Menschen, Hunde und Füchse können reduziert werden, wenn Blühflächen nicht parallel, sondern senkrecht zu Wegen, Straßen und Parzellengrenzen angelegt werden.

Blühflächen wirken auch in die Landschaft hinein, so nehmen Artenzahlen und Häufigkeiten verschiedener Insektengruppen in einem Umkreis bis 500 m zu. Dieser Effekt wurde für Laufkäfer (AVIRON et al. 2006), Wildbienen (KLEIJN et al. 2018) oder Hautflügler und Zweiflügler (WAGNER et al. 2014) nachgewiesen. Für krautige Pflanzen ist die Artendichte bis 75 m Entfernung vom Ursprungshabitat erhöht (KÖHLER et al. 2007). Blühstreifen beeinflussen außerdem die Biodiversität der Säume und Hecken positiv, indem sie als Puffer vor Nährstoffeintrag aus dem Feld wirkten (MOONEN & MARSHALL 2001).



**Abbildung 6**

Auch seltene und gefährdete Arten wurden auf Blühflächen nachgewiesen, wie der Malven-Dickkopffalter (*Carcharodus alceae*), hier bei der Eiablage. Für solche Arten wären mehrjährige Blühstreifen vorteilhaft (BUHK et al. 2018; Foto: Wilhelm Gailberger/piclease).

**Was wir wissen:** Blühflächen haben den größten Effekt (vor allem auf Generalisten) in ausgeräumten Landschaften, und auch kleine Flächen haben positive Effekte. Für Spezialisten und seltene Arten müssen dagegen gezielt Maßnahmen erfolgen, denn temporäre Strukturen wie Agrarumweltmaßnahmen können naturnahe Lebensräume nicht ersetzen (BOETZL et al. 2021). Auf Landschaftsebene sollten zirka 20 % naturnahe Flächen für Insekten zur Verfügung stehen.

Blühflächen fördern Insekten bezüglich Artenzahlen und -abundanzen; sie unterstützen überwiegend Generalisten, aber auch seltene und gefährdete Arten nutzen Blühflächen.

**Was wir (noch) nicht wissen:**

- Fördern Blühflächen eine reale Zunahme von Insektenpopulationen in der Landschaft oder ist der nachgewiesene positive Effekt nur Ausdruck einer Verlagerung von Populationen?
- In welchem Landschaftskontext fördern Blühflächen seltene oder gefährdete Insektenarten?
- Wie ist die Kombinationswirkung unterschiedlicher Pestizide auf Blühflächen?

**Kontinuierliches Angebot auf Landschaftsebene**

Bereits kleine und auch sehr junge Flächen können einen positiven Effekt auf die Artenvielfalt haben (BOETZL et al. 2021). Zusammen mit älteren und größeren Flächen bilden sie ein Mosaik an naturnahen Lebensräumen in der Landschaft, das zeitlich und räumlich unterschiedlichen Insekten, inklusive Spezialisten und seltenen Arten, zur Verfügung steht. Mit zunehmendem Alter von Blühflächen erhöhte sich die Artenvielfalt auch von Spezialisten im Vergleich zur Biomasse der untersuchten Insekten (OPPERMANN et al. 2013; BUHK et al. 2018). Auf dem ANL-Workshop wurde vermehrt der förderpolitische Rahmen hinterfragt, der bedingt, dass auch mehrjährige Flächen nach fünf Jahren umgebrochen werden. Effekte über diesen Zeitraum hinaus sind dagegen kaum untersucht.

Die Maßnahmen von Blühflächen und ihre Effekte auf Insekten-Populationen sollten daher auf Landschaftsebene geplant werden. Als Richtwert werden etwa 10–30 % extensive Flächen in der Landschaft benötigt, um überlebensfähige Populationen zu erhalten. Der tatsächliche Bedarf an diesen Flächen variiert je nach Insektenart und Landschaft. Die Biodiversitäts- und Wildlebensraumberatung bietet hier eine Chance: Sie setzt nicht nur auf betrieblicher Ebene, sondern auch auf Landschaftsebene an. In einem solchen Konzept könnte ein Netzwerk an Blühflächen die Funktionen eines Biotopverbunds unterstützen. Dies gilt sowohl für eher lineare (WIX & REICH 2018) als auch flächige Anlagen (WAGNER & VOLZ 2014). Ziele des Biotopverbunds und insbesondere die Zielarten müssen in lokalen Projekten individuell definiert werden, um Quellpopulationen festzulegen und aufzubauen, die so viele Individuen haben, um über Korridore und Trittschritte in die Landschaft zu wirken. Randstreifen erleichtern zum Beispiel die Bewegungen von Tagfaltern im Raum (DELATTRE et al. 2013). Entscheidend für den Biotopverbund sind aber vor allem passende natürliche Vektoren oder derartige Prozesse ersetzende Pflegemaßnahmen.

**Was wir wissen:** Blühflächen beherbergen im Vergleich zu konventionellen Äckern mehr Insekten.

Mit zunehmendem Alter der Blühflächen steigt ihre Insektenvielfalt an (allerdings häufig bei sinkender Abundanz der Einzelarten), und damit verändert sich die Lebensgemeinschaft.

#### Was wir (noch) nicht wissen:

- Wie wirken sich Blühflächen verglichen mit Ackerbrachen auf die Insektendiversität aus?
- Welche Maßnahme macht wo Sinn und wie können Blühflächen im Landschaftskontext und in Kombination mit weiteren Maßnahmen bestmöglich wirken?
- Was passiert mit den Insektenpopulationen, wenn die Blühflächen wieder verschwinden?
- Wie kann man erreichen, dass die Erfolge der Blühflächen in der Landschaft erhalten bleiben?



#### Blühflächen im Akteurskontext

Die Diskussion zum gesellschaftlichen Rahmen von Blühflächen konzentrierte sich auf die Akteure aus Landwirtschaft, Kommunen und Gesellschaft. Ein zunehmendes Interesse dieser Akteure an Insektenschutz ist durch die zahlreich angelegten Blühflächen in vielen Regionen in den vergangenen Jahren deutlich geworden. Diese positive Entwicklung wurde auf dem ANL-Workshop bestätigt, aber auch kritisch beleuchtet. Vier Aspekte wurden betrachtet:

1. Viele Landwirte und Flächenbesitzer kennen den Mehrwert von Blühflächen oder Hecken für die betriebliche Praxis noch nicht. Hierzu gehören vor allem die Ökosystemleistungen, die durch Blühflächen bereitgestellt werden (HADDAWAY et al. 2018). Bestäubung und Schädlingskontrolle sind hier die bekanntesten Beispiele positiver Ökosystemdienstleistungen von Blühflächen und Agrarumweltmaßnahmen (SUTTER et al. 2018). Häufig ist aber der Aufwand für über Blühflächen hinausgehende Maßnahmen (wie Hecken oder dauerhaft artenreiche Mähwiesen) zu hoch. Weitere positive Beispiele zu möglichen und wirtschaftlich sinnvollen Nutzungsmöglichkeiten sind daher nötig. Auch wurde der Aspekt „Naturschutz als Produktionsziel“ diskutiert. Angemerkt wurde darüber hinaus, dass Ökolandbau nicht immer – vor allem, wenn großflächig ein einheitliches Management betrieben wird – naturschutzfreundlicher ist. Ein Management-Mosaik wurde daher als primär wichtig angesehen.

2. Nicht überall können naturschutzfachlich optimale Maßnahmen umgesetzt werden. Die Teilnehmenden plädierten dafür, jeden Beitrag zugunsten mehr Vielfalt in der Agrarlandschaft willkommen zu heißen. Betriebswirtschaftlich notwendige Anpassungen sollten durch den Naturschutz ermöglicht werden. Dies betrifft auch die Erkenntnis, dass auch Blühflächen mit Zierpflanzen trotz ihres geringen Beitrags zum Insektenschutz für die Bevölkerung kulturelle Ökosystemleistungen erbringen.
3. Maßnahmen zur Aufwertung der Kulturlandschaft sollten insgesamt qualitativ verbessert und ausgeweitet werden, etwa durch naturschutzfachliche Alternativen zu Blühflächen. Bedarf besteht hier in der Beratung und Kommunikation: Landwirte sollten einerseits ein besseres agrarökologisches Verständnis bereits in der Ausbildung bekommen (zum Beispiel hinsichtlich der Bedeutung von Nachbarhabitaten); andererseits fehlt es auch den Naturschützern oft an Kenntnis über die Methoden und betriebswirtschaftlichen Zwänge der landwirtschaftlichen Praxis. Sorgen der Landwirte über die Ausbreitung von „Problemunkräutern“ durch Blühflächen oder „unsaubere“ Brachflächen könnte damit besser begegnet werden.
4. Eine angepasste Agrarpolitik und eine entsprechend vereinfachte Bürokratie, zum Beispiel hinsichtlich Mehrfachanträgen, wurde als notwendig erachtet. Die Diskussionsteilnehmenden des Workshops forderten ein

#### Abbildung 7

Wie sieht die Landschaft in und um (potenzielle) Blühflächen aus? Blühflächen wirken je nach Landschaftskontext unterschiedlich. In bereits strukturreichen Landschaften mit wertvollem Grünland (wie auf dem Foto) entfalten sie eine nur geringe Wirkung (Foto: Andreas Zehm/piclease).



**Abbildung 8**

Die Kornblume (*Cyanus segetum*) ist schön, für intensiv wirtschaftende Betriebe aber eine potenziell unerwünschte Konkurrenzpflanze auf Getreideäckern. Dies ist nur ein

Beispiel dafür, wie wichtig die Wahrnehmung durch die Akteure und eine entsprechende Kommunikation bei der Einrichtung von Blühflächen oder alternativen Maßnahmen sind

(Foto: Antje Deepen-Wieczorek/piclease).

langfristiges Handeln mit mehr Entscheidungs- und Anpassungsfreiheit innerhalb der Praxis. Für Blühflächen und Alternativen könnte dies auf Ausgleichsflächen im Rahmen der Eingriffsregelung erreicht werden.

**Was wir wissen:** Blühflächen fördern Ökosystemdienstleistungen, wie zum Beispiel Schädlingskontrolle und Bestäubung, und sie puffern Dünger- und Pestizidausträge aus Äckern ab.

**Was wir (noch) nicht wissen:**

- Wie können Naturschutzziele optimal integriert werden?
- Wie sollen multifunktionale Blühflächen am besten in den konkreten Landschaftszusammenhang eingepasst werden?

### Schlussfolgerung

Die zum Teil sehr rege Diskussion des ANL-Workshops zeigte nicht nur die kritische Sicht des Naturschutzes auf Blühflächen, sondern auch, dass es notwendig ist, diese differenziert zu betrachten. Zwei zentrale Schlussfolgerungen können gezogen werden:

(a) Es besteht bereits umfangreiches Wissen, das es in der Anwendung von Blühflächen auf Landschaftsebene und in Zusammenarbeit mit den Akteuren umzusetzen gilt. Ein entsprechender Ansatz kann und soll an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis erfolgen; Wissenschaftskommunikation ist für eine solche Umsetzung zentral. So fordern MAAS et al. (2021) geeignete Kommunikationsportale, um zu

vermeiden, dass Forscher und Praktiker unterschiedlichen Wissensquellen vertrauen.

(b) Es bestehen weiterhin offene natur- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen und Herausforderungen aus der Praxis, zum Beispiel zur Stärkung von Alternativen zu Blühflächen. Forschung kann hierzu einen wertvollen Beitrag leisten, um die bereits gut akzeptierten Blühflächen für den Insektenschutz aus naturschutzfachlicher Sicht zu optimieren.

### Dank

Wir danken allen Diskutant\*innen des Workshops für ihre Beiträge, insbesondere Doris Baumgartner (Landratsamt Weißenburg-Gunzenhausen), Philipp Bozem (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Carsten Brühl (Universität Koblenz-Landau), Edgar Dittmann (Bio-Landwirt), Franz Elender (Landschaftspflegeverband Passau), Prof. Dr. Thomas Fartmann (Universität Osnabrück), Alfons Griesbauer (Landwirt), Prof. Dr. Andrea Holzschuh (Universität Würzburg), Prof. Dr. Alexandra Maria Klein (Universität Freiburg), Werner Kuhn (Landwirt und landwirtschaftlicher Berater), Hubert Marquart (Deutsche Landschaften GmbH), Dr. Stefan Meyer (Universität Göttingen), Dr. Karsten Mody (Hochschule Geisenheim), Dr. Rainer Oppermann (Institut für Agrarökologie), Dr. Johann Reschenhofer (Bezirkshauptmannschaft Braunau), Ernst Rieger (Rieger-Hofmann GmbH), Wiebke Schönberg (DVL Schleswig-Holstein), Dr. Martin Sommer (Deutscher Verband für Landschaftspflege), Dr. Harald Volz (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) und Antje Walter (Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein). Die vorliegende Zusammenfassung des Workshops wurde unterstützt durch Kommentare von Dr. Wolfram Adelman, Dr. Bernhard Hoiß, Dr. Martin Sommer und Dr. Andreas Zehm.

### Literatur

- ASTERAKI, E., HART, B., INGS, T. et al. (2004): Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 102/2: 219–231.
- AVIRON, S., HERZOG, F., KLAUS, I. et al. (2006): Effects of Swiss agri-environmental measures on arthropod biodiversity in arable landscapes. – *Asp. Appl. Biol.* 81: 101–109.
- AVIRON, S., HERZOG, F., KLAUS, I. et al. (2011): Effects of wildflower strip quality, quantity, and connectivity on butterfly diversity in a swiss arable landscape. – *Restor. Ecol.* 19/4: 500–508.
- BAASCH, A., ENGST, K., SCHMIEDE, R. et al. (2016): Enhancing success in grassland restoration by adding regionally propagated target species. – *Ecol. Eng.* 94: 583–591.

- BALZAN, M. V., BOCCI, G. & MOONEN, A.-C. (2014): Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. – *J. Insect. Conserv.* 18/4: 713–728.
- BOETZL, F. A., KRAUSS, J., HEINZE, J. et al. (2021): A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. – *Proc. Natl. Acad. Sci.* 118/10.
- BOTIAS, C., DAMD, A., HILL, E. M. et al. (2016): Contamination of wild plants near neonicotinoid seed-treated crops, and implications for non-target insects. – *Sci. Total Environ.* 566: 269–278.
- BUCHAROVA, A., BOSSDORF, O., HÖLZEL, N. et al. (2019): Mix and match: regional admixture provenancing strikes a balance among different seed-sourcing strategies for ecological restoration. – *Conserv. Genet.* 20/1: 7–17.
- BUCHAROVA, A., LAMPEL, C., CONRADY, M. et al. (2021): Plant provenance affects pollinator network: implications for ecological restoration. – *J. Appl. Ecol.*
- BUHK, C., OPPERMANN, R., SCHANOWSKI, A. et al. (2018): Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. – *BMC Ecol.* 18/1: 55.
- BURKLE, L. A., DELPHIA, C. M. & O'NEILL, K. M. (2020): Redundancy in wildflower strip species helps support spatiotemporal variation in wild bee communities on diversified farms. – *Basic Appl. Ecol.* 44: 1–13.
- CAMPBELL, A. J., BIESMEIJER, J. C., VARMA, V. et al. (2012): Realising multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. – *Basic Appl. Ecol.* 13/4: 363–370.
- CARVELL, C., BOURKE, A. F. G., OSBORNE, J. L. et al. (2015): Effects of an agri-environment scheme on bumblebee reproduction at local and landscape scales. – *Basic Appl. Ecol.* 16/6: 519–530.
- CARVELL, C., MEEK, W. R., PYWELL, R. F. et al. (2006): Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumblebee abundance and diversity on arable field margins. – *J. Appl. Ecol.* 44/1: 29–40.
- CRISPI, N. & HOIß, B. (2021): Warum eigentlich gebietsheimisches Saatgut? – *ANLIEGEN NATUR* 43/2: 8 S.; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/gebieteheimisches-saatgut/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/gebieteheimisches-saatgut/).
- DELATTRE, T., VERNON, P. & BUREL, F. (2013): An agri-environmental scheme enhances butterfly dispersal in European agricultural landscapes. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 166: 102–109.
- DIETZEL, S., SAUTER, F., MOOSNER, M. et al. (2019): Blühstreifen und Blühflächen in der landwirtschaftlichen Praxis – eine naturschutzfachliche Evaluation. – *ANLIEGEN NATUR* 41/1: 73–86; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/bluehstreifen\\_review/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/bluehstreifen_review/).
- DURKA, W., BOSSDORF, O., BUCHAROVA, A. et al. (2019): Regionales Saatgut von Wiesenpflanzen: genetische Unterschiede, regionale Anpassung und Interaktion mit Insekten. – *Nat. Landsch.* 94: 146–153.
- EKROOS, J. & KUUSAAARI, M. (2012): Landscape context affects the relationship between local and landscape species richness of butterflies in semi-natural habitats. – *Ecography* 35/3:s 232–238.
- ELIAS, D. & THIEDE, S. (2008): Verfrachtung von Heuschrecken (Insecta: Ensifera et Caelifera) mit frischem Mähgut im Wulfener Bruch (Sachsen-Anhalt). – *Hercynia-Ökologie und Umwelt in Mitteleuropa* 41/2: 253–262.
- FISCHER-HÜFTLE, P. (2018): Rechtliche Anforderungen an die Auswahl des Saatguts auf Blühflächen und Blühstreifen. – *ANLIEGEN NATUR* 40/2: 113–116; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/rechtliche\\_anforderungen\\_saatgut/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/rechtliche_anforderungen_saatgut/).
- FLUHR-MEYER, G. & ADELMANN, W. (2020): Blühstreifen und Pestizide – Falle oder Lebensraum? – *ANLIEGEN NATUR* 42/2: 15–26; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/bluehstreifen-pestizide/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/bluehstreifen-pestizide/).
- FRANK, T., AESCHBACHER, S. & ZALLER, J. G. (2012): Habitat age affects beetle diversity in wildflower areas. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 152: 21–26.
- GRASS, I., ALBRECHT, J., JAUKE, F. et al. (2016): Much more than bees – Wildflower plantings support highly diverse flower-visitor communities from complex to structurally simple agricultural landscapes. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 225: 45–53.
- HADDAWAY, N. R., BROWN, C., EALES, J. et al. (2018): The multifunctional roles of vegetated strips around and within agricultural fields. – *Environ. Evid.* 7/1: 14.
- HERZON, I., RAATIKAINEN, K., WEHN, S. et al. (2021): Semi-natural habitats in boreal Europe: a rise of a social-ecological research agenda. – *Ecology and Society*.
- KELLER, M., KOLLMANN, J. & EDWARDS, P. (2000): Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. – *J. Appl. Ecol.* 37/4: 647–659.
- KIRMER, A. (2019): Vegetationstechnik der Renaturierung im Offenland. – *Renaturierungsökologie*, Springer: 53–70.
- KLAUS, F., TSCHARNTKE, T., BISCHOFF, G. et al. (2021): Floral resource diversification promotes solitary bee reproduction and may offset insecticide effects-evidence from a semi-field experiment. – *Ecol. Lett.* 24/4: 668–675.
- KLEIJN, D., LINDERS, T. E. W., STIP, A. et al. (2018): Scaling up effects of measures mitigating pollinator loss from local- to landscape-level population responses. – *Methods Ecol. Evol.* 9/7: 1727–1738.
- KOHLER, F., VERHULST, J., KLING, R. VAN et al. (2007): At what spatial scale do high-quality habitats enhance the diversity of forbs and pollinators in intensively farmed landscapes? – *J. Appl. Ecol.* 45/3: 753–762.

- MAAS, B., FABIAN, Y., KROSS, S. M. et al. (2021): Divergent farmer and scientist perceptions of agricultural biodiversity, ecosystem services and decision-making. – *Biol. Conserv.* 256: 109065.
- MOONEN, A. & MARSHALL, E. (2001): The influence of sown margin strips, management and boundary structure on herbaceous field margin vegetation in two neighbouring farms in southern England. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 86/2: 187–202.
- OPPERMANN, R., HAIDER, M., KRONENBITTER, J. et al. (2013): Blühflächen in der Agrarlandschaft – Untersuchungen zu Blühmischungen, Honigbienen, Wildbienen und zur praktischen Umsetzung. – ifab Mannheim.
- SALISBURY, A., ARMITAGE, J., BOSTOCK, H. et al. (2015): Enhancing gardens as habitats for flower-visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? – *J. Appl. Ecol.* 52/5: 1156–1164.
- SOMMER, M. & ZEHR, A. (2021): Hochwertige Lebensräume statt Blühflächen – in wenigen Schritten zu wirksamem Insektenschutz. – *Natursch. Landsch.* 53/1: 20–27.
- SUTTER, L., ALBRECHT, M. & JEANNERET, P. (2018): Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. – *J. Appl. Ecol.* 55/2: 612–620.
- TALLAMY, D. W., NARANGO, D. L. & MITCHELL, A. B. (2020): Do non-native plants contribute to insect declines? – *Ecol. Entomol.* 46/4: 729–742.
- UYTTENBROECK, R., PIQUERAY, J., HATT, S. et al. (2017): Increasing plant functional diversity is not the key for supporting pollinators in wildflower strips. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 249: 144–155.
- WAGNER, C., HOLZSCHUH, A. & WIELAND, P. (2014): Der Beitrag von Blühflächen zur Arthropodendiversität in der Agrarlandschaft – Faunistische Evaluierung von Blühflächen. – *Schr.-reihe Bayer. Landesanst. Landwirtschaft.*: 45–64.
- WAGNER, C. & VOLZ, H. (2014): Empfehlungen für die Anlage von Blühflächen aus faunistischer Sicht – Faunistische Evaluierung von Blühflächen. – *Schr.-reihe Bayer. Landesanst. Landwirtschaft.*: 139–144.
- WARZECHA, D., DIEKÖTTER, T., WOLTERS, V. et al. (2018): Attractiveness of wildflower mixtures for wild bees and hoverflies depends on some key plant species. – *Insect. Conserv. Divers.* 11/1: 32–41.
- WILLIAMS, N. M., CARIVEAU, D., WINFREE, R. et al. (2011): Bees in disturbed habitats use, but do not prefer, alien plants. – *Basic Appl. Ecol.* 12/4: 332–341.
- WIX, N. & REICH, M. (2018): Die Tagfalterfauna von Blühstreifen. – In: Wix, N., RODE, M. & REICH, M. (ed): Blühstreifen – Biodiversität und produktionsintegrierte Kompensation. – Umwelt und Raum, Hannover.
- WIX, N., REICH, M. & SCHAARSCHMIDT, F. (2019): Butterfly richness and abundance in flower strips and field margins: the role of local habitat quality and landscape context. – *Heliyon* 5/5: e01636.
- WOOD, T. J., HOLLAND, J. M. & GOULSON, D. (2017): Providing foraging resources for solitary bees on farmland: current schemes for pollinators benefit a limited suite of species. – *J. Appl. Ecol.* 54/1: 323–333.
- WOODCOCK, B., REDHEAD, J., VANBERGEN, A. et al. (2010): Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles. – *Agric. Ecosyst. Environ.* 139/1–2: 181–186.
- ZURBRÜGG, C. & FRANK, T. (2006): Factors influencing bug diversity (Insecta: Heteroptera) in semi-natural habitats. – *Biodivers. Conserv.* 15/1: 275–294.

## Autoren



### Sonja Hölzl,

Jahrgang 1992.

Studium der Staatswissenschaften, Ökologie und Umweltplanung sowie Naturressourcenmanagement in Passau und Berlin. Mitarbeit in internationalen Projekten zu nachhaltiger Landnutzung, Biodiversität und großen Beutegreifern (EU-Plattform). Seit 2020 wissenschaftliche Mitarbeiterin für das Netzwerk Forschung für die Praxis an der ANL.

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)  
+49 8682 8963-75  
[sonja.hoelzl@anl.bayern.de](mailto:sonja.hoelzl@anl.bayern.de)



### Prof. Dr. Johannes Kollmann

Lehrstuhl für Renaturierungsökologie,  
Technische Universität München  
[johannes.kollmann@tum.de](mailto:johannes.kollmann@tum.de)

## Zitiervorschlag

HÖLZL, S. & KOLLMANN, J. (2021): Blühstreifen und -flächen für die Insektenvielfalt – ein Dialog an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis – *ANL liegen Natur* 43(2): 59–68, Laufen;  
[www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Bettina BURKART-AICHER und Sonja HÖLZL

## Expertengespräch „Low Input-Strategien in der Grünlandbewirtschaftung und deren Auswirkungen auf die Biodiversität“

Low Input-Systeme in der Landwirtschaft stehen für teils sehr unterschiedliche Management-Praktiken, die überwiegend das Ziel verfolgen, den externen Betriebsmitteleinsatz zu minimieren. Somit sollen Kosten gesenkt und gleichzeitig interne Betriebsmittel und lokal vorhandene Ressourcen optimal genutzt werden. Wir gehen der Frage nach, ob und wenn ja, welche dieser Systeme im Grünland geeignet sind, um Biodiversität zu erhalten oder sogar zu fördern. Welche Auswirkungen haben Low Input-Strategien auf naturschutzfachlich besonders wichtige Arten und Lebensräume? Sind Wechselwirkungen oder sogar Synergien nachweisbar? Viele interessante Ansatzpunkte zeigen den umfangreichen Forschungsbedarf.

Low Input-Strategien in der Landwirtschaft haben zum Ziel, konsequent den externen Betriebsmitteleinsatz zu minimieren und somit die Kosten zu senken. Gleichzeitig wird angestrebt, die Nutzung interner Betriebsmittel und lokal vorhandener Ressourcen zu optimieren und aufeinander abzustimmen (OBERC & ARROYO SCHNELL 2020).

Der Begriff Low Input in der Grünlandbewirtschaftung ist ein Überbegriff für verschiedene

Management-Praktiken, die sich an den genannten Prinzipien orientieren. Eine abschließende Definition ist schwierig (Poux 2008). Damit Low Input-Systeme funktionieren, bedarf es einer standortangepassten Grünland-Bewirtschaftung mit sehr guter Sachkenntnis von Boden, Standortklima, Vegetation, Grünlandmanagement und Tierhaltung sowie deren komplexen Interaktionen.

### Abbildung 1

Das Konzept der „abgestuften Wiesen-nutzung“ ermöglicht dem landwirtschaftlichen Betrieb durch differenzierte Bewirtschaftung ein Nebeneinander intensiver und extensiver Flächen (Foto: Susanne Aigner).



**Abbildung 2**

Ob Biodiversität in einem Landwirtschaftsbetrieb nachhaltig gefördert wird, hängt nicht nur von der Bewirtschaftungsintensität ab, sondern auch davon, ob in der Landschaft naturnahe Flächen vorhanden sind – am besten auf dem Betrieb selbst. Es gilt, den landschaftlichen Kontext – zum Beispiel im Hinblick auf den Biotopverbund – mitzudenken und zu beachten (Foto: Susanne Aigner).

In einem Workshop mit Expertinnen und Experten aus Österreich, Südtirol, der Schweiz und Bayern beschäftigten uns die Fragen:

- Welche Auswirkungen haben Low Input-Strategien auf die Biodiversität – respektive naturschutzfachlich besonders wichtige Arten und Lebensräume – im Grünland?
- Wo sind Wechselwirkungen oder sogar Synergien nachweisbar?

#### **Was bedeutet Low Input in der Grünlandnutzung am Beispiel der Rinderhaltung?**

Low Input-Pioniere bei der modernen Grünlandnutzung waren Mutterkuh-/Fleischrinderhalter mit Weidemast. Auch die grünlandbasierte, kraftfutterfreie oder reduzierte Low Input-Milchviehhaltung, arbeitet vorwiegend mit Grünlandfutter und Weidegang und ist dabei durchaus wirtschaftlich konkurrenzfähig zu Stallhaltungssystemen (KIEFER 2014). Trotz des Verzichts auf maximale Einzeltierleistung zeigen die Rinder eine hohe Grundfutter-Lebensleistung, die tiergemäße Haltungsform ist vergleichsweise kostengünstig was Stallbauten, technische Ausstattung und Weidehaltung betrifft. Gute Entlohnung der Arbeit sowie hohe Arbeitseffizienz und -freude sind weitere Kennzeichen. Bei passenden

Betriebsbedingungen sind Low Input-Verfahren interessante Betriebsentwicklungsstrategien (STEINWIDDER et al. 2009).

Low Input bedeutet nicht zwingend eine extensive Bewirtschaftung der Flächen. Im Gegenteil: Die eigenen Flächen können auch über eine möglichst hohe Tierzahl pro Fläche und die intensive Bewirtschaftung des Grünlands eine möglichst hohe Produktivität pro Flächeneinheit, mit vergleichsweise weniger externem Input, erreichen.

Allerdings arbeiten auch viele traditionelle Beweidungssysteme mit Low Input-Strategien, beispielsweise Hutweidesysteme, Almen (unter Beachtung eines Optimums beim Bestoß) oder Streuobstweiden.

Die Minimierung des externen Betriebsmitteleinsatzes kann nicht für alle Betriebsmittel in gleichem Maß erreicht werden. Diese müssen einzeln optimiert werden. Dabei sind sinnvolle Zielgrößen zu nennen, welche Betriebsmittel in welchem Umfang reduziert werden sollen. Praxiserfahrungen zeigen, dass Low Input von bestimmten Betriebsmitteln stets viel Know-how und Wissenstransfer verlangt. Es ist ein komplexer Systemansatz zu bedenken. Hier sehen wir den Ansatzpunkt, Leistungen der Systeme für die Biodiversität genauer zu beleuchten.

### Wo können Low Input-Systeme die Biodiversität fördern?

Studien zu einer allgemeinen Extensivierung belegen mehrheitlich positive Effekte auf die Artenvielfalt für Pflanzen- und Insektenarten sowie Vögel (DICKS et al. 2020). Durch Low Input-Milchproduktion kann auch der Umweltdruck von P- und N-Überschüssen reduziert werden (VERTÈS et al. 2019; DENTLER et al. 2020). Unmittelbare Zusammenhänge zwischen Low Input-Verfahren in ihrer gezielten Reduzierung des Betriebsmitteleinsatzes und einer Förderung der Biodiversität durch extensive Verfahren sind bislang wenig beschrieben.

### Flächenmanagement

Das wohl bekannteste Beispiel ist die „abgestufte Wiesenwirtschaft“, die in der Schweiz seit vielen Jahren ausgebaut und mittlerweile auch in Österreich erfolgreich angewandt wird (DIETL 2004; ABFALTER et al. 2018).

Beim abgestuften Wiesenbau werden die unterschiedlichen Grünlandstandorte, die einem Betrieb zur Verfügung stehen, entsprechend ihrer Eignung differenziert bewirtschaftet. Je nach Grünlandbestand, Ertragspotenzial, Futterbedarf, Feld-Hof-Entfernung sowie Standort- und Bewirtschaftungseigenschaften der Feldstücke werden unterschiedliche Nutzungsintensitäten festgelegt sowie Düngung und Management darauf abgestimmt. Dem Betrieb stehen sowohl ertragreiche, aber artenärmere Flächen zur Verfügung, die energie- und eiweißreiches Futter liefern, als auch ertragsärmere, dafür artenreichere Wiesenbestände. Diese können für Jungvieh, Kälber, leerstehende und niedertragende Kühe genutzt werden, wobei jede Tierkategorie ihre speziellen Anforderungen stellt. Somit kann ein zentrales Ziel der biologischen Landwirtschaft nach Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt in einem gesamtbetrieblichen Konzept verfolgt werden, ohne deshalb auf hohe tierische Grundfutterleistung verzichten zu müssen, wie sie für eine effektive Milcherzeugung notwendig ist. Förderprogramme in der Schweiz und Österreich unterstützen inzwischen diese Maßnahme. In Bayern läuft dazu seit 2019 eine gemeinsame „field school“ des Kompetenzzentrums Ökolandbau der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und der Öko-Erzeugerringe, eine Förderung existiert hier bisher noch nicht.

### Beweidungsstrategien

Weitere Studien zeigen, dass mit angepassten Beweidungsstrategien sehr positive Auswirkungen

auf die Biodiversität erzielt werden. Traditionelle, aber auch innovative Weidemanagementkonzepte, wie das von RAVETTO et al. (2017) vorgeschlagene BR grazing (biodiversity-friendly rotation), ermöglichen eine Verbesserung der Biodiversität ohne größere Verluste an Futterbiomasse und mit gleichbleibenden Tierleistungen. Entsprechende Ansätze sind somit auch aus ökonomischer Sicht vielversprechend (RAVETTO et al. 2017) und sollten dringend weiterentwickelt werden. Solche Ansätze sind gezielte Biodiversitätsmaßnahmen, die in ein Low Input-System integriert werden können, sie kommen jedoch nicht automatisch in Low Input-Strategien vor.

### Rassewahl

Der Arten- und Strukturreichtum von Grünland beeinflusst darüber hinaus die Gesundheit der Weidetiere, insbesondere durch individuelle Selektionsmöglichkeiten bei der Futtermittelaufnahme. Artenreiches Grünland dient als Apotheke, Lieferant für Mikronährstoffe und Vitamine (STÖGER 2003; KLARER et al. 2013); zudem beugt kräuter- und strukturreiches Futter Krankheiten des Verdauungstraktes, wie zum Beispiel Kälberdurchfall oder Pansenazidose, vor. Umgekehrt zeigen Untersuchungen einen direkten Zusammenhang zwischen Rassewahl und Effekten von Beweidung auf die Biodiversität. Es gibt beispielsweise einen deutlichen Einfluss der Rinderrasse (Gewicht, Tritt- und Weideverhalten) auf die Vegetation, der mit den phänotypischen Unterschieden der Tiere übereinstimmt (PAULER et al. 2019). Auch für Ziegen liegen hier Erkenntnisse vor (CELAYA et al. 2010). Diese Ergebnisse wurden in der Wissenschaft, aber auch in der Beratung landwirtschaftlicher Betriebe, bislang weitgehend übersehen oder vernachlässigt. Sie haben aber wichtige Auswirkungen auf Managemententscheidungen und Zuchtbemühungen, die über bloße Produktivitätsziele hinausgehen. Positive Wechselwirkungen gibt es zwischen der für Low Input-Strategien typischen Betonung der Grundfutterqualität und -leistung und den in der ökologischen Tierzucht wichtigen Zuchtparametern wie Fitness oder Fruchtbarkeit (STEINWIDDER & KROGMEIER 2017).

### Zu beachten: Der gesamtlandschaftliche Kontext zählt

Für eine nachhaltige Förderung der Biodiversität in einem Landwirtschaftsbetrieb sind neben der Bewirtschaftungsintensität auch naturnahe Flächen oder Nutzflächen mit hoher Biodiversität (high value farmland) entscheidend. Es gilt, den landschaftlichen Kontext (zum Beispiel als Teil eines regionalen Biotopverbundes) mitzudenken

und zu beachten. AVIRON et al. (2005) fanden unter anderem einen positiven Zusammenhang zwischen dem Anteil der extensiv bewirtschafteten Flächen und der Artenzusammensetzung auf Landschaftsebene. Über allgemeine, beispielsweise nationale Vorgaben hinaus sind sehr viel differenziertere Konzepte nötig, die eine spezifische Aufwertung der Landschaft ermöglichen. Soll dies flächendeckend geschehen, muss das Thema Biodiversitätsförderung gezielt angegangen werden. „Nur“ ein extensiverer Bewirtschaftungsansatz ist nicht in jedem Fall zielführend. Die Vielfalt von Grünlandtypen muss ganz bewusst gefördert und ihre räumliche Lage unter Berücksichtigung der umliegenden, nicht landwirtschaftlichen Lebensräume optimiert werden. Diese Förderung muss über die bereits bewährten Instrumente zur Biodiversitätsförderung noch hinausgehen. Sie sollte Strategien miteinschließen, die eine ganzheitliche Betrachtung des landwirtschaftlichen Betriebs anstreben.

#### Fazit

Neben traditionellen Systemen gibt es eine Reihe von vielversprechenden modernen Systemen der Grünlandbewirtschaftung, die geeignet erscheinen, Biodiversität zu erhalten oder zu fördern. Die Low Input-Strategie bietet dabei einige interessante Ansatzpunkte. Allerdings bedarf es umfangreicher Forschung und System-Entwicklung.

Das stellt uns vor große Herausforderungen im Beratungs- und Forschungsbereich:

- Relevante Stellgrößen und Managementkonzepte müssen für die Betriebs- und Landschaftsebene beschrieben werden.
- Auswirkungen der verschiedenen Bewirtschaftungsverfahren auf die Biodiversität und mögliche Wechselwirkungen müssen gezielt erforscht werden.
- Low Input-Strategien unterscheiden sich deutlich zwischen den Produktionssystemen (Milchvieh, Aufzucht, Mast, Mutterkuh und so weiter) und müssen innerhalb des Systems weiterentwickelt werden.
- Bereits bestehende Ansätze (wie beispielsweise die ergebnisorientierte Honorierung von Bewirtschaftungsmaßnahmen, Kennartensysteme) müssen weiterentwickelt werden. Daneben behalten bewährte Honorierungssysteme traditioneller biodiversitätsfördernder Verfahren und Wirtschaftsweisen (wie

zum Beispiel die Magerrasen- oder Streuwiesenförderung oder der ökologische Landbau) weiterhin ihre Bedeutung.

- Verschiedene Maßnahmen auf Parzellenebene sollten mit einer Vielfalt an Wiesentypen auf dem Betrieb und deren Lage in der Landschaft kombiniert erprobt werden.
- Mindestanforderungen hinsichtlich der Größe und Qualität von Flächen müssen definiert und damit auch lokale Leitarten und Lebensgemeinschaften gefördert werden.
- Möglichst ganzheitliche Betrachtungen zu Rationsgestaltung und Futterqualitäten im Zusammenhang mit Tiergesundheit und Leistung sind zu erarbeiten.
- Neue Verfahren müssen entwickelt werden, die eine ganzheitlichere Betrachtung des Betriebs und seiner individuellen Kontexte ermöglichen.

Die bereits bekannten Erkenntnisse müssen rasch und verstärkt in die tägliche Praxis der Beratung und in die Ausbildung der Landwirtinnen und Landwirte einfließen. Wir brauchen Diskussionen um verschiedene Niveaus der Intensität und eine Inwertsetzung extensiver Wirtschaftsweisen, um die notwendige Flexibilität für die große Vielfalt an biodiversen Grünlandbewirtschaftungssystemen zu bekommen.

Modernes, nachhaltiges Grünlandmanagement kann nur gelingen, wenn Produktivität und Zufriedenheit von Betrieben aufrechterhalten und zugleich die Pflanzen- und Tierartenvielfalt bewahrt werden.

#### Dank

Für vorbereitende Gespräche, die Teilnahme am Workshop und zahlreiche Hinweise danken wir besonders Dr. Wolfram Adelman (ANL), Prof. Dr. Matthias Gauly (Universität Bozen), Dr. Bernhard Hoiß (ANL), Dr. Olivier Huguenin-Elie (Agroscope, Zürich), Prof. Dr. Andreas Lüscher (Agroscope, Zürich), PD Dr. Andreas Steinwider (HBLFA Raumberg-Gumpenstein) und Dr. Klaus Wiesinger (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft).



## Literatur

- ABFALTER, A., BREUER, M., FRÜHWIRTH, P. et al. (2018): Nachhaltige Grünlandnutzung durch abgestuften Wiesenbau. – ARGE Abgestufter Wiesenbau, Wien: 35 S.
- AVIRON, S., BERNER, D. & BOSSHARD, S. (2005): Butterfly diversity in Swiss grasslands: respective impacts of low-input management, landscape features and region. – In 19. EGF European Grassland federation.
- CELAYA, R., JAUREGUI, B. M., ROSA GARCIA, R. et al. (2010): Changes in heathland vegetation under goat grazing: effects of breed and stocking rate. – Appl. Veg. Sci. 13: 125–134.
- DENTLER, J., KIEFER, L., HUMMLER, T. et al. (2020): Wie nachhaltig und konkurrenzfähig ist die grünlandbasierte Milcherzeugung in benachteiligten Mittelgebirgs-lagen Süddeutschlands? – Berichte über Landwirtschaft, Bd. 98.
- DICKS, L. V., ASHPOLE, J. E., DÄNHARDT, J. et al. (2020): Farmland Conservation. – In: Sutherland, W. J., DICKS, L. V., PETROVAN, S. O. et al. (eds., 2020): What Works in Conservation. – Open Book Publishers, Cambridge, UK: 283–321.
- DIETL, W. (2004): Ökologischer Wiesenbau. – 1. Österreichischer Agrarverlag.
- KIEFER, L. (2014): Gesamtbetriebliche Analyse von Weidebetrieben und Weidesystemen in der Milchviehhaltung in unterschiedlichen Regionen Süddeutschlands. – PhD Thesis an der Universität Hohenheim; <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2014/1010/>.
- KLARER, F., STÖGER, E. & MEIER, B. (2013): Jenzerwurz und Chäslichrut – pflanzliche Hausmittel für Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine und Pferde. – Bern.
- OBERČ, B. P. & ARROYO SCHNELL, A. (2020): Approaches to sustainable agriculture. – Exploring the pathways towards the future of farming, Brussels, Belgium: IUCN EURO.
- PAULER, C. M., ISSELSTEIN, J., BRAUNBECK, T. et al. (2019): Influence of Highland and production-oriented cattle breeds on pasture vegetation: A pairwise assessment across broad environmental gradients. – Agriculture, Ecosystems and Environment 284.
- POUX, X. (2008): Low input farming systems in Europe: What is at stake? – In: BIALA, K., TERRES, J.-M., POINTE-REAU, P. et al. (2007): Low Input Farming Systems: an opportunity to develop sustainable agriculture. – Proceedings of the JRC Summer University Ranco: pp. 1–12.

## Abbildung 3

Die Potenziale alter Rassen für die Grünlandnutzung werden häufig vernachlässigt (Foto: Franziska Hanko).

RAVETTO ENRI, S., PROBO, M., FARRUGGIA, A. et al. (2017): A biodiversity-friendly rotational grazing system enhancing flower-visiting insect assemblages while maintaining animal and grassland productivity Agriculture. – Ecosystems and Environment 241: 1–10.

STEINWIDDER, A., STARZ, W., Podstatzky, L. et al. (2009): Ergebnisse zur saisonalen Low-Input Vollweidewirtschaftung von Milchkühen im österreichischen Berggebiet.– In: MAYER, J., ALFÖLDI, T., LEIBER, F. et al. (Hrsg., 2009): Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. – Band 2 des Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: S. 62–65.

STEINWIDDER, A. & KROGMEIER, D. (2017): Ökologischer Zuchtwert - Neue Wege in der Bio-Milchviehzucht. – BIO AUSTRIA, Info Rinder 2/17: 8–9.

STÖGER, E. (2003): Ökologische Rinderfütterung. – Österreichischer Agrarverlag: 112 Seiten.

VERTÉS, F., DELABY, L., KLUMPP, K. & BLOOR, J. (2019): C-N-P uncoupling in grazed grasslands and environmental implications of management intensification. – In: LEMAIRE, G., CARVALHO, P., KRONBERG, S. et al. (Eds.): Agro-ecosystem Diversity: Reconciling Contemporary Agriculture and Environment Quality. – Elsevier: 15–34.

## Autorinnen



**Dr. Bettina Burkart-Aicher,**  
Jahrgang 1974.

Studium der Forstwissenschaften mit Schwerpunkt Ökologie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Promotion und Assistentin an der Professur für Landespflege. Seit 2007 an der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), derzeit im Fachbereich Angewandte Forschung und internationale Zusammenarbeit.

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)  
+49 8682 8963-61  
[bettina.burkart-aicher@anl.bayern.de](mailto:bettina.burkart-aicher@anl.bayern.de)



**Sonja Hölzl,**  
Jahrgang 1992.

Studium der Staatswissenschaften, Ökologie und Umweltplanung sowie Naturressourcenmanagement in Passau und Berlin. Mitarbeit in internationalen Projekten zu nachhaltiger Landnutzung, Biodiversität und großen Beutegreifern (EU-Plattform). Seit 2020 wissenschaftliche Mitarbeiterin für das Netzwerk Forschung für die Praxis an der ANL.

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)  
+49 8682 8963-75  
[sonja.hoelzl@anl.bayern.de](mailto:sonja.hoelzl@anl.bayern.de)

## Zitiervorschlag

BURKART-AICHER, B. & HÖLZL, S. (2021): Expertengespräch „Low Input-Strategien in der Grünlandbewirtschaftung und deren Auswirkungen auf die Biodiversität“ – ANLiegen Natur 43(2): 69–74, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Simon BAUER

## Bamberg's blühende Straßenränder – Artenvielfalt durch extensive Pflege

Das Biodiversitätsprojekt „Bamberg's blühende Straßenränder“ knüpft an über zwei Jahrzehnte Erfahrung der Stadt Bamberg in extensiver Straßenrandpflege an. Zu Beginn wurde die Insektenvielfalt im Straßenbegleitgrün untersucht und die bereits auf eine Förderung der Pflanzenvielfalt abgestimmte Pflege auch für Insekten optimiert. Mit einem Leitfaden sollen nun weitere bayerische Städte und Gemeinden zur Nachahmung des erfolgreichen Bamberger Modells ermutigt werden.

Über die ökologische Bedeutung von Straßenrändern wird oft kontrovers diskutiert. Die Sorge, dass blütenreiches Straßengrün Tiere wie Insekten, Reptilien oder Wild auf die Straße lockt und damit eine Fallenwirkung entwickelt, kann nach heutigem Erkenntnisstand allerdings weitgehend entkräftet werden. Die positiven Effekte blühender Straßenränder überwiegen die negativen Effekte deutlich – dies belegte erst kürzlich eine umfassende Literaturstudie, die 140 Forschungsarbeiten zu Auswirkungen von Randstreifen an Straßen auf Bestäuber auswertete (PHILLIPS et al. 2020). Die planvolle ökologische Aufwertung von Straßenbegleitflächen ist ein wichtiger Baustein, um die Insektenvielfalt zu erhalten.

Werden Verkehrssicherheit und Naturschutz in der Straßenrandpflege in Einklang gebracht, profitieren Flora und Fauna davon. Straßenränder unterliegen keinem landwirtschaftlichen Nutzungsdruck (keine Düngung oder Pflanzenschutzmittel). Von Frühling bis Herbst bieten die Bankette, Wiesen, Böschungen und Lärmschutzwälle Nahrung für Insekten und in der kalten Jahreszeit zur Überwinterung geeignete Blätter, Stängel oder Blüten. In einer durch Straßen, Siedlungen und intensive Nutzung geprägten Landschaft kann das Straßenbegleitgrün zudem dabei helfen, artenreiche Biotop zu verbinden (BÜCKER 2019; STMB 2020). Auch Bürger und Bürgerinnen profitieren von dem verschönerten Stadtbild.

### Abbildung 1

Kein Straßenrand  
in Bamberg gleicht  
dem anderen  
(Foto: Martin Bucker).



**Abbildung 2**

Blühende Straßenränder können wichtige Wanderkorridore und Nahrungsquellen für Insekten bereitstellen (Foto: Jürgen Gerdes).

### Neue Konzepte für die Straßenrandpflege

In den vergangenen Jahren wurde die Förderung von Straßenbegleitgrün aufgrund des voranschreitenden Insektensterbens von Gesellschaft und Politik in den Blick genommen. Der Ausbau des Biotopverbundes entlang von Gewässern, Waldrändern und entlang der Verkehrswege ist zentraler Bestandteil zahlreicher Beschlüsse. Auf Bundesebene ist die Aufwertung von Straßenbegleitgrün im Aktionsprogramm Insektenschutz integriert worden (BMU 2019). In Bayern wurde dieses Vorhaben 2018 im Aktionsprogramm für die Insektenvielfalt von der Staatsregierung als Ziel formuliert und 2019, im Nachgang an das Volksbegehren „Rettet die Bienen!“, im Bayerischen Naturschutzgesetz und Bayerischen Straßen- und Wegegesetz verankert. 2020 erarbeiteten das Bayerische Staatsministerium für Wohnen,

Bau und Verkehr und das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz ein neues Konzept zur ökologischen Aufwertung von Straßenbegleitflächen. An Staats- und Bundesstraßen sowie an Kreisstraßen in Verwaltung der Staatlichen Bauämter hat die Umsetzung des neuen umweltverträglicheren Pflegekonzepts bereits begonnen (StMB 2020).

### Gemeinden überzeugen

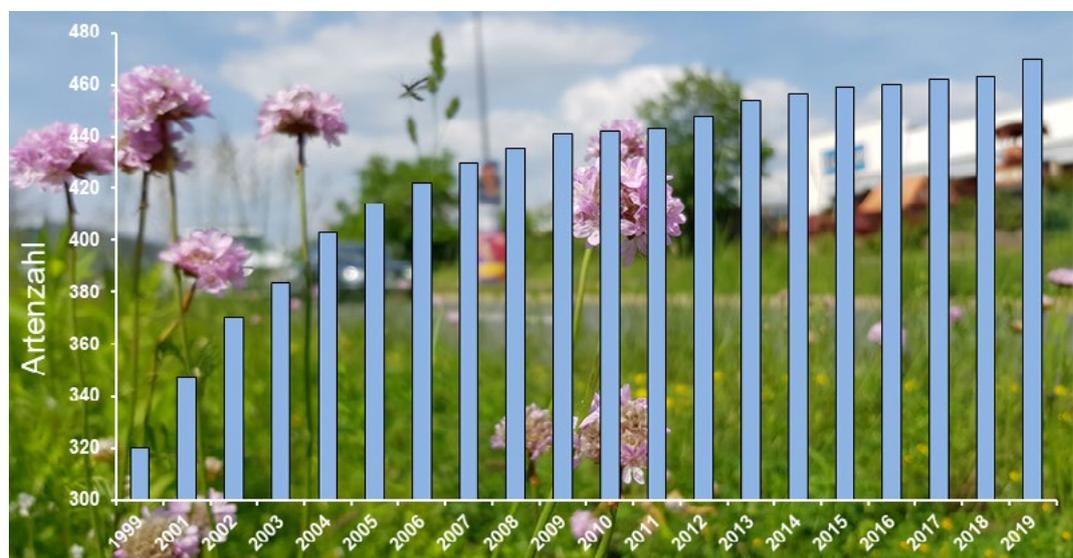
Für andere Baulastträger wie Gemeinden und Landkreise wird die Umsetzung des neuen Konzepts ebenfalls empfohlen, die Umsetzung ist aber freiwillig. Somit wird den unterschiedlichen finanziellen, personellen und infrastrukturbedingten Gegebenheiten vor Ort Rechnung getragen. Um extensive Pflege auch auf lokaler Ebene umzusetzen, müssen deshalb Gemeinden, Landkreise und kreisfreie Städte individuell von einer Veränderung der lokalen Straßenrandpflege überzeugt werden. Doch Bauhöfe und Umweltämter, die eine ökologische Straßenrandpflege umsetzen möchten, halten sich aufgrund von Unsicherheiten und der Neuheit der Thematik oft noch zurück. Die öffentlichkeitswirksame Kommunikation erfolgreicher Methoden und Vorbilder kann hier effektive Überzeugungsarbeit leisten.

### Bamberg's Leuchtturmprojekt „Straßenränder auf Terrassensand“

Ein Best Practice-Beispiel ist die kreisfreie Stadt Bamberg in Oberfranken. Bereits 1999 wurde hier ein Projekt zur Förderung blütenreicher Straßenränder ins Leben gerufen. An zahlreichen Straßen wird das Begleitgrün seit langem naturnah gepflegt. Das Konzept wurde vom Klima- und Umweltamt in enger Zusammenarbeit mit

**Abbildung 3**

Anzahl der Pflanzenarten an den Straßenrändern in Bamberg Ost 1999–2019 (Foto: Jürgen Gerdes).





**Abbildung 4**

Von links nach rechts:  
Distelfalter (*Vanessa cardui*), Mai-Langhornbiene (*Eucera nigrescens*),  
Nachtigall-Grashüpfer (*Chortippus biguttulus*);  
Fotos: Martin Bücken).

dem städtischen Gartenamt und dem Staatlichen Bauamt entwickelt. Die Straßenränder werden nur noch ein- bis zweimal im Jahr gemäht und das Mähgut entfernt. Durch ein jährliches Monitoring wird die Entwicklung der Straßenränder fachlich begleitet, während eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit die Zustimmung in der Bevölkerung sicherstellt. Die Vielfalt der Pflanzenarten hat sich seitdem von 320 auf 470 Arten kontinuierlich erhöht (BÖSCHE 2020).

### Das Biodiversitätsprojekt „Bambergers blühende Straßenränder“

Von dem in Bamberg gesammelten Erfahrungsschatz kann heute profitiert werden. Seit 2019 führt deshalb die Regierung von Oberfranken gemeinsam mit der Stadt Bamberg ein Biodiversitätsprojekt durch, das vom Bayerischen Umweltministerium im Rahmen der Bayerischen Biodiversitätsstrategie gefördert wird. Wichtige Ziele sind eine Optimierung des Bamberger Pflegekonzeptes für Insekten und die Organisation eines Wissenstransfers an weitere Gemeinden, Landkreise und Städte.

#### 1. Phase – Kartierung

Zu Beginn wurden an 20 Straßenrändern in Bamberg Wildbienen, Tagfalter und Heuschrecken untersucht. Vor allem bei den Wildbienen und Heuschrecken konnte eine erfreuliche Vielfalt festgestellt werden (BÜCKER 2019): Von 73 in Bayern lebenden Heuschreckenarten fanden sich 21 im Projektgebiet. Auch stark gefährdete Arten wie der Feld-Grashüpfer oder die Blauflügelige Ödlandschrecke nehmen hier in ihrem Bestand stetig zu. 75 Wildbienenarten konnten nachgewiesen werden, immerhin rund 15 % der in Bayern lebenden Arten. 19 hiervon gelten in Bayern als gefährdet – darunter Seltenheiten wie die Dühnen-Blattschneiderbiene (*Megachile maritima*), die

erst kürzlich erstmals beschriebene Furchenbienenart *Lasioglossum monstificum* oder die Distel-Wollbiene (*Anthidium nanum*). Bei den Tagfaltern wurden nur 12 ungefährdete Arten nachgewiesen. Sie konzentrierten sich auf weniger stark befahrene Straßenabschnitte mit breiten, ungemähten Rändern und die angrenzenden Lebensräume.

Die Ergebnisse legen nahe, dass Straßenränder eine unterschiedlich stark ausgeprägte Eignung für verschiedene Insektengruppen aufweisen. Eine mögliche Erklärung ist, dass besonders flugaktive Insekten (Wildbienen und Tagfalter) abhängig von ihrer Flügelgröße stärker vom Windsog des Straßenverkehrs beeinträchtigt werden. Solche vulnerablen Insektenarten scheinen die unmittelbare Nähe zur Straße von vornherein eher zu meiden.

#### 2. Phase – Optimierung des Pflegekonzepts

Auf Basis der Kartierungen wurden Empfehlungen für die weitere Optimierung der Straßenrandpflege abgeleitet: Wichtiger Kernaspekt bleibt eine niedrige Mahdhäufigkeit von 1–2 Mal pro Jahr. Auch das Mähgut soll weiterhin abgefahren werden, um eine Nährstoffanreicherung und Verfilzung des Bodens zu verhindern und die Pflanzenvielfalt zu erhalten. Eine zu häufige Mahd schadet den Insekten unmittelbar, wohingegen eine zu dichte Vegetation für Nistplätze von Wildbienen und Heuschrecken ungünstig sein kann. Zur Erhöhung der Strukturvielfalt ist es empfehlenswert, manche Abschnitte erst im April des folgenden Jahres oder nur alle zwei Jahre im Herbst zu mähen. So können Überwinterungsstadien von Insekten geschont werden. Daneben stellt auch die behutsame Pflege von anderen Elementen des Straßenbegleitgrüns (Wiesen, Böschungen, Lärmschutzwälle) einen

wichtigen Schlüssel zur Förderung der Insektenvielfalt dar. Die naturschutzfachlichen Empfehlungen wurden zwischen den Ressorts in Bamberg abgestimmt und mit weiteren Aspekten der Straßenrandpflege abgewogen (Verkehrssicherheit, Arbeitssicherheit, Wirtschaftlichkeit). Diese enge Zusammenarbeit sichert seit jeher den Erfolg des lokalen ökologischen Pflegekonzepts.

### 3. Phase – Wissenstransfer

Die Stadt Bamberg verfügt heute über umfassende Erfahrung in der Organisation, Umsetzung und Kommunikation von extensiver Straßenrandpflege, die sowohl die Vielfalt der Flora als auch der Fauna in den Blick nimmt und aktiv fördert. Diese vielfältigen Erfahrungen sollen weiteren Gemeinden und Städten zugänglich gemacht werden. Hierzu sind folgende Fragen aus der Praxis zu beantworten:

- Wie kann extensive Straßenrandpflege nachhaltig organisiert werden?
- Welche Mähgeräte und -techniken sind besonders umweltverträglich?
- Wie kann Mahdgut entsorgt und einer Verwertung zugeführt werden?
- Wie kann die Bevölkerung für die Maßnahmen begeistert werden?
- Werden Aufwand und Kosten bei einer Umstellung steigen oder sinken?
- Wo gibt es Vorbilder und Informationen, die zur Orientierung dienen können?

#### Autor



#### Simon Bauer,

Jahrgang 1992.

Studium der Biologie (B. Sc.) in Würzburg und der Geoökologie (M. Sc.) in Bayreuth. Seit 2019 als Biodiversitätsbeauftragter der Regierung von Oberfranken für die Umsetzung von Biodiversitätsprojekten zuständig.

Regierung von Oberfranken  
+49 921 604-1442  
[simon.bauer@reg-ofr.bayern.de](mailto:simon.bauer@reg-ofr.bayern.de)

Zur Beantwortung wurden Interviews mit Repräsentanten der in Bamberg und Bayern an Straßenrandpflege beteiligten Organisationen durchgeführt. Auf dieser Basis wurde ein Praxis-Leitfaden entworfen, der Gemeinden für diese neue Form der Pflege begeistern und eine praktische Hilfestellung für eine effektive Organisation zur Verfügung stellen möchte. Das Ziel der Broschüre ist es, Kommunen und Städten den Einstieg in die ökologische Straßenrandpflege zu erleichtern. Der Leitfaden ist abrufbar unter:

[www.regierung.oberfranken.bayern.de/mam/service/umwelt/natur/biodiversitaet/rofr\\_praxis\\_leitfaden\\_strassenrandpflege\\_ba.pdf](http://www.regierung.oberfranken.bayern.de/mam/service/umwelt/natur/biodiversitaet/rofr_praxis_leitfaden_strassenrandpflege_ba.pdf)

#### Danksagung

Herzlicher Dank gebührt dem Umwelt- und Klimaamt, Gartenamt und Staatlichen Bauamt der Stadt Bamberg, die bereits seit 1999 die Grundlage für das heutige Biodiversitätsprojekt geschaffen haben. Auch bei allen Kartierern und Interviewpartnern, die die Erstellung des Leitfadens unterstützt haben, möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

#### Literatur

- BMU (= BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT; 2019): Aktionsprogramm Insektenschutz – Gemeinsam wirksam gegen das Insektensterben. – Broschüre, Berlin: 68 S.
- BÖSCHE, H. (2020): Straßenrandkartierung im Stadtgebiet von Bamberg. – Projektbericht, Bamberg: 25 S.
- BÜCKER, M. (2019): Bestandserhebung ausgewählter Insektengruppen (Wildbienen, Tagfalter, Heuschrecken) an Straßenrändern im Stadtgebiet Bamberg. – Projektbericht, Bayreuth: 33 S.
- PHILLIPS, B. B., WALLACE, C., ROBERTS, R. et al. (2020): Enhancing road verges to aid pollinator conservation: A review. – *Biological Conservation* 250: 108687.
- StMB (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WOHNEN, BAU UND VERKEHR; 2020): Ökologische Aufwertung von Straßenbegleitflächen entlang von Bundes- und Staatsstraßen in Bayern. – Broschüre, München: 50 S.

#### Zitiervorschlag

BAUER, S. (2021): Bambergers blühende Straßenränder – Artenvielfalt durch extensive Pflege – *ANLIEGEN NATUR* 43(2): 75–78, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).

# Mit vereinten Kräften für den Ackerwildkrautschutz im Landkreis Main-Spessart

**(Julia Eberl und Laura Naudascher)**

Um gefährdete Ackerwildkräuter besser zu schützen, schlossen sich die untere Naturschutzbehörde (uNB), der Landschaftspflegeverband (LPV) Main-Spessart e.V. und das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) Karlstadt zusammen. Mit großem Zuspruch berieten sie gemeinsam Landwirt\*innen zu Ackerwildkrautschutz-Maßnahmen und organisierten Öffentlichkeitsveranstaltungen. Die Fläche der extensiven Ackernutzung konnte innerhalb eines Jahres verzehnfacht werden.

Ackerwildkräuter gehören zur Pflanzengruppe mit dem größten Anteil an gefährdeten Arten in Deutschland, in Bayern sind 70 % auf der Roten Liste (SOMMER et al. 2018).

Um besonders wertvolle Ackerwildkrautflächen im Landkreis Main-Spessart erkennen und schützen zu können, wurden in den Jahren 2018 und 2020 die Vorkommen kartiert. Die Untersuchungen zeigten, dass es nur noch wenige Äcker mit typischen Ackerwildkräutern gab, jedoch mit Arten von bundesweiter Bedeutung.

Seit 2019 bietet das BayernNetzNatur-Projekt "Lebensräume auf Kalkstandorten im Landkreis Main-Spessart" des Landschaftspflegeverbandes, gefördert vom Bayerischen Naturschutzfonds, die Möglichkeit, Naturschutzleistungen über das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) zu fördern. Eine zusätzliche Personalstelle beim LPV ermöglicht die intensive Beratung der Landwirt\*innen.

Im Sommer 2019 begannen die uNB und LPV, auf unmittelbar an Trockenstandorte angrenzenden Äckern VNP-Maßnahmen für den Ackerwildkrautschutz abzuschließen. Zur Vorbereitung der Agrarumweltmaßnahmen (AUM)-Förderperiode 2020 gab es einen engen Austausch mit dem AELF, insbesondere zur KULAP-Maßnahme "B48/B61 – Blühflächen an Waldrändern und in der Feldflur" auf Flächen mit schlechten Bonitäten, da hier der finanzielle Anreiz oft groß ist. Die wüchsigen Blühmischungen stellen jedoch eine Konkurrenz für die Ackerwildkräuter dar, auch kann es zu Florenverfälschungen



**Abbildung 1**

Ackerreitersporn am Rand eines Getreideackers (Foto: Herbert Kirsch).

kommen (SOMMER & ZEHEM 2020). Als gemeinsames Ergebnis von uNB, AELF und LPV entstand eine Kulisse, in der Landwirt\*innen vor Abschluss des Programms B48/B61 in einem verbindlichen Beratungsgespräch durch uNB und LPV über die Alternativen im VNP aufgeklärt wurden. Um die Wege für die Landwirt\*innen während der Antragsperiode zu verkürzen, bezogen Fachkräfte von uNB und LPV auf Einladung des AELF dort eine vorübergehende VNP-Außenstelle. Auf diversen Info-Veranstaltungen wurde für VNP-Acker-Maßnahmen ("H11 – Extensive Ackernutzung" sowie "H12-14 – Brachlegung auf Acker mit Selbstbegrünung") geworben.

Ob ein Acker für VNP naturschutzfachlich geeignet war, ergab sich aus der Lage des Feldstücks, der Ackerwildkrautkartierung und den Bodenwerten. Flächen mit niedrigem Bodenwert (etwa bis 25) eignen sich in der Regel besonders für Ackerwildkräuter. In einigen Fällen gab es bedeutsame Gründe für den Abschluss des KULAP-Programms B48/B61. Etwa, wenn Flächen dringend für das KULAP-Programm "B43 – Vielfältige Fruchtfolge mit blühenden Kulturen" benötigt wurden.

Die zusätzliche Fördermöglichkeit im Projektgebiet und die VNP-Beratung stießen bei den Landwirt\*innen auf großen Zuspruch. Allein in der Förderperiode 2020 konnten auf rund 420 ha VNP-Acker-Maßnahmen abgeschlossen werden. Davon auf zirka 130 ha (mehr als das 10-Fache gegenüber dem Vorjahr) eine extensive

Ackernutzung (H11). Insgesamt konnte der Anteil des Landkreises Main-Spessart an den gesamt-bayerischen VNP-Acker-Maßnahmen 2020 auf knapp 9 % (gegenüber 2 % im Vorjahr) erhöht werden. Die gute Zusammenarbeit von AELF, uNB und LPV empfanden alle Beteiligten als sehr positiv. Sie wird in gemeinsamen Flurbegehungen für die Öffentlichkeit fortgesetzt.

#### Literatur

SOMMER, M., MEYER, S. & LANG, M. (2018): Bayerische Ackerwildkrautliste. – Unveröffentlichtes Manuskript.

SOMMER, M. & ZEHR, A. (2020): Hochwertige Lebensräume statt Blühflächen – In wenigen Schritten zu wirksamem Insektenschutz. – Naturschutz und Landschaftsplanung 53(1): 20–27.



Annette OTTE, Wiebke HANSEN, Yves KLINGER, Damian SCHULZE-BRÜNINGHOFF,  
Kristin LUDEWIG, Kathrin STENCHLY und Michael WACHENDORF

## Blaues Wunder im Land der offenen Ferne – Artenvielfalt in den Bergwiesen der Rhön erhalten und wiederherstellen

Die Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) breitet sich zunehmend in den artenreichen Bergwiesen des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön aus – mit fatalen Folgen für die dortige Biodiversität. Forschungsgruppen der Universitäten Gießen und Kassel untersuchen in einem fachübergreifenden Projekt Möglichkeiten zur Restituierung der Bergwiesen, Ausbreitungswege der Lupine sowie Methoden eines fernerkundungsbasierten Monitorings und erforschen Optionen zur energetischen Verwertung des Schnittgutes der von der Lupine dominierten Bergwiesen.

### Artenreiches Berggrünland der Rhön

Ein blaues Wunder zu erleben, bedeutet nichts Gutes. Seit den 1990er-Jahren breitet sich die aus dem nordwestlichen Amerika stammende Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl., Abbildung 2) im montanen Grünland des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön aus. Ab Mitte Juni blüht die Hochstaude auf und überdeckt mit einem dominanten tiefen Violett die rosa, gelb,

weiß und hellvioletten Blühaspekte der Goldhaferwiesen und Borstgrasrasen. Dieses bunt blühende, artenreiche Grünland war prägend für das Landschaftsbild in den Hochlagen der Rhön (Abbildung 3). Jetzt dominiert ab Mitte Juli der eintönige grau- bis olivgrüne Farbaspekt der abblühenden Stauden-Lupine.

### Abbildung 1

Eine Bergwiese der Rhön, in der sich die Stauden-Lupine ausbreitet (Foto: Annette Otte).



**Abbildung 2**

Die invasive  
Stauden-Lupine  
(*Lupinus poly-  
phyllus* Lindl.;  
Foto: Annette  
Otte).

Das interdisziplinäre Projekt „Erhaltung und Restituierung der Artenvielfalt in den Bergwiesen des Biosphärenreservats Rhön – Management der invasiven Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in einem komplexen Schutzgebietssystem“ der Universitäten Gießen und Kassel hat in den vergangenen vier Jahren interdisziplinär und fachübergreifend die Erhaltung und Wiederherstellung der artenreichen Bergwiesen in der Rhön untersucht. Zudem soll die aktuelle Managementpraxis durch die Erprobung neuartiger Bergwiesen-Restituierungen, innovativer Techniken zur energetischen Verwertung von Biomassen sowie der störungsfreien Erfassung wesentlicher Vegetationseigenschaften erweitert werden. Die Forschungsgruppe der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung (Annette Otte) der Justus-Liebig-Universität Gießen beschäftigt sich damit, wie die Artenvielfalt des

Berggrünlands erhalten und wiederhergestellt werden kann und untersucht die Ausbreitungsmechanismen der Stauden-Lupine. Die Forschungsgruppe des Fachbereichs Ökologische Agrarwissenschaften (Michael Wachendorf) der Universität Kassel analysiert, wie Biomasse mit Lupinenanteil energetisch verwertet werden kann und erprobt nicht destruktive fernerkundliche Erfassungsmethoden der Stauden-Lupine in den Bergwiesen der Rhön.

### Die Rhön und ihre Schutzgüter

In der Mitte Deutschlands gelegen, im Dreiländereck von Hessen, Thüringen und Bayern, zeichnet sich die Landschaft der Rhön durch natürliche und halbnatürliche Moor-, Wald- und Grünland-Ökosysteme aus, die zu den artenreichsten weltweit zählen (zum Beispiel Wilson et al. 2012). Dies führte im Jahr 1991 zur Ausweisung des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön (2.400 km<sup>2</sup>), dessen Ziel es ist, beispielhafte Konzepte zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung der Natur- und Kulturlandschaft zu erarbeiten und umzusetzen ([www.biosphaerenreservat-rhoen.de/unesco-biosphaerenreservat/ziele/](http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/unesco-biosphaerenreservat/ziele/)).

Das Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ – Teil des Naturraums „Hohe Rhön“ – ist eine der charakteristischsten Landschaften dieses „Landes der offenen Ferne“. Neben ausgedehnten Hutungen (vorwiegend in Hessen) ist es großflächig durch Bergwiesen (Schwerpunkt in Bayern) geprägt (Abbildung 4). Für viele gefährdete Pflanzenarten wie Trollblume (*Trollius europaeus*) und Bergwohlverleih (*Arnica montana*) sowie seltene Tierarten wie Skabiosen-Schreckenfalter (*Euphydryas aurinia*) und Birkhuhn (*Tetrao tetrix*) bieten sie letzte Lebens- und Rückzugsräume in Europa. Mit fast 8.900 ha extensiv genutztem Grünland ist die Rhön eine Schwerpunktregion für die Erhaltung der mitteleuropäischen Bergwiesen. Die dort vorkommenden Biototypen „Artenreiche montane Borstgrasrasen“ (Flora-Fauna-Habitat [FFH]-Code 6230) und Goldhaferwiesen als „Berg-Mähwiesen“ (FFH-Code 6520) sind prioritäre Lebensräume der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) und stellen somit besondere Schutzgüter dar. Trotz jahrzehntelanger Forschung und großer Anstrengungen zur Erhaltung, zählt dieses artenreiche Grünland zu den Ökosystemen, die die größten Verluste an Artenvielfalt und Habitatqualität zu verbuchen haben (EEA 2020). Neben den stark diskutierten Problemen der landwirtschaftlichen Nutzungsaufgabe und Nutzungsintensivierung (BAKKER & BERENDSE 1999) tragen zunehmend weitere Folgen des globalen Wandels zu ihrer



Gefährdung bei. Unter anderem wird die Ausbreitung invasiver Neophyten immer mehr zum Problem. Begünstigt durch veränderte Umweltbedingungen sowie Änderungen im Flächenmanagement eröffnen sich funktionelle und räumliche Nischen, die die Etablierung invasiver Arten in den generell als widerstandsfähig geltenden Artengesellschaften des Grünlands fördern (PRUCHNIEWICZ et al. 2016).

#### Probleme mit der Stauden-Lupine

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich das farbenprächtige Antlitz der Landschaft vielerorts in einheitliches Violett gewandelt (Abbildung 4). Dieser Wandel wird durch die invasive Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) verursacht. Ursprünglich wurde die Leguminose um 1830 als Zier- und Gartenpflanze aus dem pazifischen Nordamerika eingeführt. Inzwischen kommt *Lupinus polyphyllus* in weiten Teilen Europas vor und das Ausbreitungsgebiet erstreckt sich hier von Skandinavien über England, Dänemark und die Niederlande bis nach Frankreich. Auch in Polen, Tschechien, Ungarn und Russland ist die Art nachgewiesen. In Deutschland findet man die Stauden-Lupine vor allem in Mittelgebirgsregionen wie Erzgebirge, Schwarzwald und Rhön, aber auch in tieferen Lagen wird sie

entlang von Straßenrändern zunehmend häufiger. Als Mäßigwärmezeiger ist sie vor allem in submontan- bis montan-temperaten Zonen anzutreffen und bevorzugt dort Standorte mit einer guten Licht- und Wasserversorgung auf mäßig sauren Böden (pH 5–6,5) mit guter Kationen- und Phosphatverfügbarkeit (zum Beispiel über Basalt). Die Stauden-Lupine ist ein ausdauernder Hemikryptophyt und erreicht Wuchshöhen bis 150 cm. Die Blütezeit der Pflanze ist lang und dauert je nach klimatischen Bedingungen von Ende Mai bis Anfang September (OTTE & MAUL 2005). Nach der Blüte bildet sie Hülsen mit bis zu 12 Samen, sodass insgesamt zirka 2.000 Samen pro Pflanze ausreifen können (VOLZ 2003). Durch Selbstausbreitung werden die runden Samen bis zu sechs Meter weit um die Mutterpflanze herum ausgeschleudert (*Ballochorie*). Pfade der Fernausbreitung, die von *Lupinus polyphyllus* genutzt werden können, sind außerdem Zoochorie (die Ausbreitung über Tiere), Hemerochorie (Ausbreitung durch den Menschen) und Hydrochorie (Ausbreitung über Wasser). Somit hat die Stauden-Lupine ein sehr großes Potenzial zur Fernausbreitung und ist zudem auch noch in der Lage, sich vegetativ über Wurzelsprosse auszubreiten.

#### Abbildung 3

Der Artenreichtum in den Rhöner Bergwiesen (Foto: Annette Otte).



**Abbildung 4**  
Das „Land der  
offenen Fernen“  
(Foto: Annette  
Otte).

#### Ursachen

In der Rhön wurde die Stickstoff-fixierende Stauden-Lupine bereits in den 1930er-Jahren großflächig eingebracht (zum Beispiel als Untersaat zur Bodenverbesserung in neu angelegten Fichtenwäldern oder zur Befestigung von Straßenrändern; VOLZ 2003). Dass sie sich seit dem vergangenen Jahrzehnt verstärkt in den Bergwiesen der Rhön ausbreitet, liegt an der veränderten Grünlandbewirtschaftung. Durch die intensivierte Landwirtschaft einerseits und die gleichzeitigen zeitlichen und allgemeinen naturschutzrechtlichen Nutzungs-Einschränkungen andererseits, besteht an Grenzertragsstandorten wie denen des Berggrünlandes der Langen Rhön kaum noch Nutzungsinteresse. Um dennoch die Vegetation der traditionellen Kulturlandschaft erhalten zu können, wird in Zusammenarbeit mit den Landwirten die Pflege der Flächen über den Vertragsnaturschutz organisiert. Davon profitiert die Stauden-Lupine: Vor allem das Brachfallen einiger Flächen, späte Mahdtermine zum Bodenbrüterschutz (Birkhuhn) sowie eine insgesamt verminderte Beweidungsintensität förderten die großflächige Ausbreitung der Art in den 1990er-Jahren (OTTE & MAUL 2005; VOLZ 2003). Außerdem bieten bei der Pflege ausgesparte Randbereiche wie Steinriegel, Straßenränder und Altgrasstreifen der Stauden-Lupine neue Rückzugsräume, wo sie sich weiter

etablieren konnte. Nicht zuletzt begünstigt eine durch den Klimawandel verlängerte Vegetationsperiode (LINDERHOLM 2006) die (Fern-) Ausbreitung der Stauden-Lupine in die hochgelegenen Bergwiesen-Ökosysteme. Ursprünglich eine „Randerscheinung“, konnte sie auf spät gemähten Bergwiesen zur Samenreife gelangen und sich innerhalb von wenigen Jahren weitflächig etablieren. Untersuchungen zur Verbreitung der Stauden-Lupine zwischen 1998 und 2016 verdeutlichen das Ausmaß der Verbreitung (Abbildung 5).

So hat sich in der Langen Rhön die invadierte Fläche innerhalb von 18 Jahren verdoppelt (KLINGER et al. 2019). Zudem haben sich bestehende Bestände vergrößert. Dies ist durch das hohe Selbstaubreitungspotenzial der Lupine zu erklären. Die Analyse der Verbreitungsmuster in der Landschaft ergab, dass die Nähe zu Straßen und Wegen ein entscheidender Faktor für das Vorkommen der Lupine in einem Wiesenschlag ist. So sind straßennahe Flächen deutlich stärker invadiert als Flächen, die weit entfernt vom Wegenetz liegen. Dies bestätigt die Bedeutung von Straßen als Habitate und Ausbreitungskorridore invasiver Arten und zeigt, dass insbesondere in Schutzgebieten das Straßen- und Wegrandmanagement mit einbezogen werden muss.



### Auswirkungen auf die Diversität

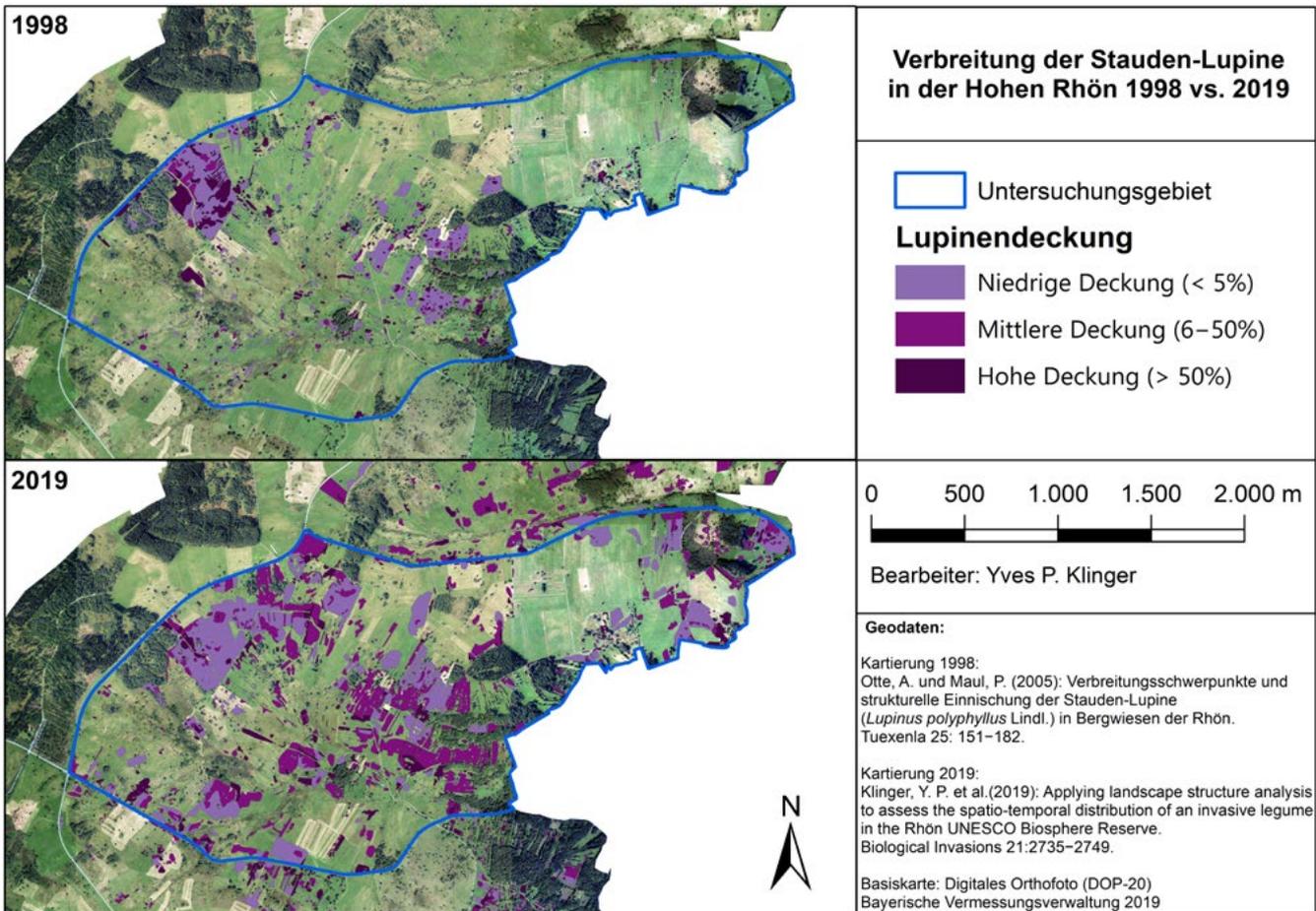
Die nach wie vor schnelle Ausbreitung und die dichten Bestände der Stauden-Lupine sind problematisch für die heimische Vegetation. Durch die große Wuchshöhe (bis 150 cm) und dichte Beblätterung, verändert die Lupine die vertikale Vegetationsstruktur. Sie beschattet die umgebende niedrigwüchsige Vegetation und verdrängt kleine Pflanzenarten wie *Helianthemum nummularium* (Gewöhnliches Sonnenröschen), *Thesium pyrenaicum* (Wiesen-Leinblatt), *Phyteuma orbiculare* (Kugelige Teufelskralle; THIELE et al. 2010; HEJDA et al. 2009; OTTE & MAUL 2005) und bedroht so die Biodiversität der artenreichen Bergwiesen. Da sie zudem in der Lage ist, über Knöllchenbakterien der Gattung *Bradyrhizobium* Luftstickstoff zu fixieren und den Nährstoffhaushalt der silikatischen Böden zu verändern, fördert die Stauden-Lupine in Beständen mit hoher Deckung die Homogenisierung der Diversität der Vegetationstypen in der Region (HANSEN et al. 2020). Die deutlichen Auswirkungen der Stauden-Lupine auf die Diversität invadierter Bestände führte dazu, dass sie inzwischen auf der Managementliste für eingebürgerte gebietsfremde Arten in Deutschland (NEHRING et al. 2013) gelistet ist, was auf dringenden Handlungsbedarf bei der Einschränkung des Populationswachstums hinweist.

### Auswirkungen auf Nutztiere

Die Stauden-Lupine verschlechtert die Futterqualität des Bergwiesenheus erheblich beziehungsweise kann es unbrauchbar für Rinder, Schafe und andere Nutztiere machen. Die Lupine kann bei Tieren zu gesundheitlichen Problemen führen: Zum einen kann es zu einer Lupinose (Schimmelpilzvergiftung) kommen, die durch die Aufnahme von Toxinen des Pilzes *Phomopsis leptostromijormis* verursacht wird (BUSH & BURTON 1994). Bislang ist jedoch nicht geklärt, ob dieser Pilz auch auf *Lupinus polyphyllus* in der Rhön vorkommt. Die zweite Erkrankung, die auch als Lupinenvergiftung bezeichnet wird, wird durch die Aufnahme der von der Pflanze produzierten Alkaloide verursacht. Alkaloid-haltige Pflanzen können die Gesundheit und damit die Leistungsfähigkeit von Nutztieren sehr beeinträchtigen (PFISTER & LOPEZ 2001). Die Alkaloidwirkung wird durch Trocknung und Lagerung der Lupinenpflanze nicht inaktiviert und bleibt auch im lupine-durchsetzten Heu erhalten (TEUSCHER & LINDEQUIST 2010). Eine wirksame Therapie bei einer Lupinenvergiftung gibt es derzeit nicht, jedoch sind akute Toxizitätsprobleme weniger häufig und Todesfälle treten nur dann auf, wenn das Vieh in kurzer Zeit eine große Menge an Lupinesamen aufnimmt.

### Abbildung 5

Eine durch die Stauden-Lupine invadierte Bergwiese (Foto: Annette Otte).



**Abbildung 6**  
Ausbreitung der Stauden-Lupine in einem Teilgebiet der Rhön in den Jahren 1998 und 2016 (Karten: Yves Klinger).

**Lösungsansätze**

Somit sind für die Rhön, wie für viele Regionen Europas, alternative Konzepte für die Bewirtschaftung extensiver Grünlandflächen und die Nutzung der zum Teil giftigen Biomassen zu entwickeln. Die energetische Verwertung der Grünlandaufwüchse bietet vielversprechende Perspektiven für eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftung und Nutzung, die für den Erhalt der ökologisch wertvollen Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen vorteilhaft ist (siehe auch Artikel: Grünschnitt mit Lupine als potenzielle Energiequelle, diese Ausgabe).

Inzwischen erfolgt neben den traditionellen Nutzungsformen Mahd und Beweidung im Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ eine beinahe flächendeckende Bekämpfung der Stauden-Lupine. Dafür wird seit kurzem eine frühere Mahd, eine begleitende Lupine-Bekämpfung auf invadierten Flächen sowie die Pflege von Randbereichen wie Lesesteinriegeln durchgeführt. Zusätzlich bekämpft die „Soko Lupine“ ganzjährig Lupine-Bestände durch Ausmähen und Ausstechen. Besonders nasse Flächen werden mit einer den Oberboden schonenden Pistenraupe gemäht. Ob eine Restituierung invadierter Flächen

möglich ist, wurde in einem Experiment erprobt (siehe auch Artikel: Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen, diese Ausgabe).

Problematisch beim Management der Lupine-Bestände ist, dass die Flächen zum Teil sehr weitläufig und schwer zugänglich sind. Eine effektive Bekämpfung findet auf sehr artenreichen Flächen mit einem hohen Anteil an Rote-Liste-Arten statt oder dort, wo Einzelpflanzen mit vergleichsweise wenig Aufwand entfernt und somit eine Etablierung unterbrochen werden kann. Dieses Management bedarf verlässlicher Informationen über die bereits invadierten Bereiche, im Idealfall auf Einzelpflanzenebene. Ein Monitoring durch Drohnen und Satelliten mit einer automatischen Erfassung von Vorkommen und Abundanz, kann ein wichtiges Werkzeug sein, um die Einsatzgebiete zu priorisieren und den Erfolg und Misserfolg der verschiedenen Maßnahmen über längere Zeiträume zu dokumentieren (siehe auch Artikel *Lupinus polyphyllus* aus der Ferne, diese Ausgabe).

## Literatur

- BAKKER, J. P. & BERENDSE, F. (1999): Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. – *Trends in Ecology & Evolution* 14: 63–68
- BUSH, L. & BURTON, H. (1994): Intrinsic Chemical Factors in Forage Quality. – In: George C. Fahey (Hrsg.): Forage Quality, Evaluation, and Utilization. – Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (ASA, CSSA, and SSSA Books): 367–405.
- DWD (= DEUTSCHER WETTERDIENST, 2019): Download service for climate data.
- EEA (= EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2020): State of Nature in the EU: Results from Reporting under the Nature Directives 2013 2018. – LU: Publications Office.
- HANSEN, W. et al. (2020): Invasive legume affects species and functional composition of mountain meadow plant communities. – *Biological Invasions*.
- HEJDA, M., PYŠEK, P. & JAROŠÍK, V. (2009): Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. – *Journal of Ecology* 97: 393–403.
- KLINGER, Y. P. et al. (2019): Applying landscape structure analysis to assess the spatio-temporal distribution of an invasive legume in the Rhön UNESCO Biosphere Reserve. – *Biological Invasions* 21: 2735–2749s
- LINDERHOLM, H. W. (2006): Growing season changes in the last century. – *Agricultural and Forest Meteorology* 137: 1–14.
- NEHRING, S. et al. (eds., 2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen: unter Verwendung von Ergebnissen aus den F+E-Vorhaben FKZ 806 82 330, FKZ 3510 86 0500 und FKZ 3511 86 0300. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- OTTE, A. & MAUL, P. (2005): Verbreitungsschwerpunkte und strukturelle Einnischung der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) in Bergwiesen der Rhön. – *Tuexenia* 25: 17.
- PFISTER, J. & LOPEZ, S. (2001): Toxicity and Management of Alkaloid-Containing Range Plants. – In: Karen Launchbaugh (Hrsg.): Anti-quality factors in rangeland and pastureland forages. – Bulletin No 73, Moscow: 34–41.
- PRUCHNIEWICZ, D. et al. (2016): Effect of expansive species on seed rain and soil seed bank of mountain mesic meadows. – 17.
- TEUSCHER, E. & LINDEQUIST, U. (2010): Biogene Gifte – Biologie – Chemie, Pharmakologie – Toxikologie. – 3. neu bearb. und erw. Aufl., Wiss.Verl.-Ges., Stuttgart.
- THIELE, J. et al. (2010): Competitive displacement or biotic resistance? Disentangling relationships between community diversity and invasion success of tall herbs and shrubs. – *Journal of Vegetation Science* 21: 213–220.
- VOLZ, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zu seiner Regulierung. – 164.
- WILSON, J. B. et al. (2012): Plant species richness: the world records. – *Journal of Vegetation Science* 23:796–802; doi:10.1111/j.1654-1103.2012.01400.x.

**Autoren**

**Prof. i. R. Dr. Dr. habil. Dr. h. c.  
Annette Otte,**  
Jahrgang 1953.

Studium Biologie (Geobotanik, Diplom 1978) Universität Göttingen. 1983 Promotion (Dr. rer. nat.) am Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Technischen Universität München (TUM). Danach bis 1994 Akademische Rätin/Oberrätin am Lehrstuhl für Vegetationsökologie (TUM); dort 1995 Habilitation (Dr. agr. habil.) im Fach Landschaftsökologie. 1995–2018 Professorin (C4) für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung am FB für Agrarwissenschaften, Ökophologie und Umweltmanagement der Universität Gießen. Forschungsschwerpunkte sind Analysen über die Wirkung von Landnutzungssystemen auf die Phytodiversität agrarisch genutzter Regionen.

Justus-Liebig-Universität Gießen  
+49 7306 6334  
[annetteotte@compuserve.com](mailto:annetteotte@compuserve.com)

**Wiebke Hansen, MSc,**  
Jahrgang 1988.

Justus-Liebig-Universität Gießen  
[wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de](mailto:wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de)

**Yves Klinger, MSc,**  
Jahrgang 1989.

Justus-Liebig-Universität Gießen  
[yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de](mailto:yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de)

**Damian Schulze-Brüninghoff,**  
Jahrgang 1987.

Seit 2017 Universität Kassel  
[dam.schubrue@uni-kassel.de](mailto:dam.schubrue@uni-kassel.de)

**Dr. Kristin Ludewig,**  
Jahrgang 1977.

Seit 2017 Universität Hamburg  
[kristin.ludewig@uni-hamburg.de](mailto:kristin.ludewig@uni-hamburg.de)

**Dr. Kathrin Stenchly,**  
Jahrgang 1980.

Universität Kassel  
+49 5542 98 1248  
[stenchly@uni-kassel.de](mailto:stenchly@uni-kassel.de)

**Prof. Dr. Michael Wachendorf,**  
Jahrgang 1963.

Universität Kassel  
+49 5542 98 1334  
[mwach@uni-kassel.de](mailto:mwach@uni-kassel.de)

**Zitiervorschlag**

OTTE, A., HANSEN, W., KLINGER, Y., SCHULZE-BRÜNINGHOFF, D., LUDEWIG, K., STENCHLY, K. & WACHENDORF, M. (2021): Blaues Wunder im Land der offenen Ferne – Artenvielfalt in den Bergwiesen der Rhön erhalten und wiederherstellen – ANLiegen Natur 43(2): online preview, 8 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Yves KLINGER, Wiebke HANSEN, Kristin LUDEWIG und Annette OTTE

## Ausbreitung durch Management? – Potenzielle Ausbreitungsvektoren der invasiven Stauden-Lupine im Biosphärenreservat Rhön

Die Stauden-Lupine soll daran gehindert werden, sich durch die Flächenpflege weiter auszuweiten, ohne typische Wiesen-Arten zu benachteiligen. Daher wurde die Ausbreitung von Pflanzenarten über Schafe und Mähwerke im Biosphärenreservat Rhön untersucht. Beide Vektoren ergänzen sich in ihrer Ausbreitungsfunktion für typische Wiesen-Arten. Die Stauden-Lupine wird nur dann massenhaft verschleppt, wenn sie reife Samen trägt. Invasiertes Grünland sollte also unbedingt vor der Samenreife der Stauden-Lupine bewirtschaftet werden.

### Ausbreitungsmechanismen der Stauden-Lupine

Mahd und Beweidung sind unerlässlich, um die Artenvielfalt im Grünland langfristig zu erhalten (KAPFER 2010). Sie unterdrücken die Sukzession, schaffen geeignete Störungsregime (PÄRTEL et al. 2005) und begünstigen den Transport von Samen zwischen Grünlandschlägen. Dadurch wird der genetische Austausch zwischen isolierten Teilpopulationen typischer Arten ermöglicht (POSCHLOD & BONN 1998). Durch Nutzungsänderungen und Klimawandel kommen im Grünland immer häufiger invasive Arten vor. Problematische Arten wie die Stauden-Lupine stellen den

Naturschutz vor einen Konflikt: Wie kann die Ausbreitung typischer Grünland-Arten weiterhin gewährleistet werden, ohne dass gleichzeitig die Stauden-Lupine über landschaftspflegerische Maßnahmen in neue Flächen verschleppt wird?

In der Rhön wird dabei insbesondere die Rolle von Mähwerken und Wanderschafherden diskutiert. Eine Studie zur Keimfähigkeit zeigte, dass Samen der Stauden-Lupine hohe Keimraten (> 60 %) aufweisen und dass auch grüne, unreife Samen der Stauden-Lupine bei trockener Witterung nachreifen und auskeimen können (KLINGER et al.

### Abbildung 1

Im Naturschutzgebiet Lange Rhön wurde die Ausbreitung von typischen Bergwiesen-Arten und Stauden-Lupine über Schafherden untersucht (Foto: Yves Klinger).



**Abbildung 2**  
Die im Gelände  
genommenen  
Proben wurden  
unter optimalen  
Keimungsbedin-  
gungen im Ge-  
wächshaus der  
Justus-Liebig-  
Universität (JLU)  
analysiert (Foto:  
Kristin Ludewig).

2020). Jedoch ist nicht klar, in welchem Maße die Grünlandbewirtschaftung in der Rhön zur Ausbreitung von Stauden-Lupine und typischen Arten beiträgt. Daher haben wir 2017 in der „Langen Rhön“ Schafkot gesammelt und die an Mähwerken anhaftende Biomasse beprobt (Abbildung 1). Die in den Proben vorkommenden Samen wurden im Gewächshaus der Universität Gießen zur Auskeimung gebracht. 2018 und 2019 wurden ergänzend die an Mähwerken haftenden Lupinen-Samen ausgezählt.

#### Landnutzung in der Hohen Rhön

In Abhängigkeit von der Witterung wird in der Hohen Rhön zwischen Mai und Oktober Wanderschäferie betrieben. In mehreren Schafherden (350 bis 1.000 Tiere pro Herde) werden vor allem Rhönschafe und Merinoschafe eingesetzt. Vor dem 15. August werden vorrangig Flächen beweidet, die aufgrund von Relief oder Steingehalt nicht maschinell gemäht werden können. Nach dem 15. August ist das gesamte Gebiet zur Beweidung freigegeben und auf bereits gemähten Flächen erfolgt eine Nachweide. Die Mahd im Untersuchungsgebiet erfolgt zumeist im Rahmen des Vertragsnaturschutzes. Zum Schutz von Bodenbrütern wird zwischen dem 15. Juni und dem 1. August gestaffelt und nicht vor dem vertraglich vorgegebenen Termin gemäht. Neben Heu wird dabei auch Silage gewonnen.

#### Untersuchungen zur Ausbreitung über Mähwerke und Schafe

Wir sammelten wöchentlich über drei Monate (01.07.–30.09.2017) Schafkot-Proben (500 ml je Probe) von drei durch das Gebiet ziehenden Wanderschafherden. Außerdem wurden am 1. Juli 2017 zwölf Mähwerke beprobt. Die Lupine befand sich phänologisch zwischen Vollblüte

und beginnender Samenreife. Die Samen im gesammelten Material wurden im Gewächshaus zum Keimen gebracht und bestimmt (Abbildung 2). Weitere Informationen zur Probenahme finden sich in KLINGER et al. (2021).

#### Typische Wiesenarten – wenig Lupine?

Im Schafkot wurden zirka 3.000 Keimlinge von mehr als 50 Arten nachgewiesen – darunter viele typische Wiesen- und Ruderalarten (Tabelle 1). Dominant waren hier Große Brennnessel (*Urtica dioica*, 1.715 Keimlinge), Flatterbinse (*Juncus effusus*, 415 Keimlinge) und Gamander-Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*, 69 Keimlinge). Arten der Rote-Liste waren Echter Wiesenhafer (*Helictotrichon pratense*, 8 Keimlinge) und Moor-Klee (*Trifolium spadiceum*, 5 Keimlinge).

Im Auskeimungsversuch der Mähwerkproben wurden mehr als 19.000 Individuen von mehr als 100 Arten nachgewiesen! Vorwiegend handelte es sich um typische Arten der Bergwiesen (Tabelle 1), vor allem Gräser wie Goldhafer (*Trisetum flavescens*, 186 Keimlinge), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*, 1.575 Keimlinge), aber auch Kräuter wie Kuckucks-Lichtnelke (*Silene flos-cuculi*, 228 Keimlinge) und Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*, 1.145 Keimlinge). Häufig wurden auch weitverbreitete Grünlandarten wie Gewöhnliches Rispengras (*Poa trivialis*, 1.234 Keimlinge) und Quellen-Hornkraut (*Cerastium holosteoides*, 3.224 Keimlinge) bestimmt. Zudem konnten die Rote-Liste-Arten (LUDWIG und SCHNITTLER 1996) Moor-Klee (*Trifolium spadiceum*, 26 Keimlinge), Bach-Nelkenwurz (*Geum rivale*, 24 Keimlinge) und Europäische Trollblume (*Trollius europaeus*, 1 Keimling) nachgewiesen werden.

Besonders erfreulich war, dass sich unter den insgesamt zirka 22.000 Keimlingen nur zwei Individuen der Stauden-Lupine befanden. Obwohl in einem Fütterungsversuch an Schafen ein hohes Potenzial zur Ausbreitung durch Kot von Lupinensamen nachgewiesen wurde (OTTE et al. 2002), findet sie im Freiland wegen einer an das Vorkommen der Stauden-Lupine angepassten Bewirtschaftung relativ selten statt. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass die Ausbreitung der Stauden-Lupine zusätzlich über das Fell oder die Klauen der Schafe stattfindet. In den Mähwerkproben wurde 2017 (1. Juli) nur ein Exemplar der Lupine nachgewiesen (Abbildung 3). 2018 und 2019 wurden erneut Mähwerke beprobt, diesmal auch zu späteren Mahdterminen (15. Juli und 1. August) während der Samenreife der Lupine. Wir fanden pro Mähwerk 30 bis 130 Lupinensamen: Die späte Mahd kann also signifikant zu

Schafkot		Mähwerke	
Art	Anzahl Keimlinge	Art	Anzahl Keimlinge
<i>Urtica dioica</i>	1.715	<i>Cerastium holosteoides</i>	3.224
<i>Juncus effusus</i>	415	<i>Holcus lanatus</i>	1.575
<i>Poa trivialis</i>	407	<i>Poa trivialis</i>	1.234
<i>Veronica chamaedrys</i>	69	<i>Ranunculus acris</i>	1.145
<i>Trifolium repens</i>	52	<i>Plantago lanceolata</i>	742
<i>Agrostis capillaris</i>	41	<i>Festuca rubra</i>	567
<i>Deschampsia cespitosa</i>	15	<i>Campanula rotundifolia</i>	495
<i>Galium verum</i>	14	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	486
<i>Galium uliginosum</i>	10	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	362
<i>Nardus stricta</i>	8	<i>Nardus stricta</i>	307
<i>Helictotrichon pratense</i>	8	<i>Silene flos-cuculi</i>	228
<i>Plantago media</i>	7	<i>Trisetum flavescens</i>	186
<b>Summe</b>	<b>2.761</b>	<b>Summe</b>	<b>7.514</b>
<b>Keimlinge insgesamt</b>	<b>3.041</b>	<b>Keimlinge insgesamt</b>	<b>19.175</b>

**Tabelle 1**

Die 12 häufigsten Arten in den Keimversuchen, geordnet nach Ausbreitungsvektoren und Anzahl (Nomenklatur nach JÄGER 2017).

einer Verschleppung der Stauden-Lupine beitragen. Ein an die Phänologie der Art angepasstes Management, bei dem vor der Samenreife der Stauden-Lupine gemäht wird, ist also wichtig. Da die Stauden-Lupine durch große Samen und hohe Keimraten geprägt ist (KLINGER et al. 2020), können auch wenige Samen bereits für eine erfolgreiche Besiedlung neuer Flächen ausreichen.

#### Empfehlungen zur Pflege von mit Stauden-Lupine invadierten artenreichen Bergwiesen

Schafe und Mähwerke sind also wichtig für die Ausbreitung von Wiesen-Arten. Diese beiden Fernausbreitungs-Vektoren transportieren unterschiedliche Arten und ergänzen sich so in ihrer Funktion. Selbst seltene Arten können so in hoher Zahl ausgebreitet werden. Um diese Ausbreitungsvektoren zu nutzen, ist die Wahl des richtigen Zeitpunkts für Pflege und Bewirtschaftung zu beachten. Die Flächen sollten vor der beginnenden Samenreife der Lupine gemäht oder beweidet werden, um möglichst wenige ihrer Samen zu verschleppen.

Daher ist zu empfehlen, bei Vorkommen der Stauden-Lupine das Flächenmanagement an deren phänologische Entwicklung anzupassen und während der Vollblüte der Lupine (häufig Ende Juni/Anfang Juli) zu bewirtschaften. Auch

solange die Lupen nur grüne, weiche Samen trägt, ist eine Bewirtschaftung noch denkbar. Die Samen sind dann noch deutlich schlechter keimfähig als die dunkel gefärbten, hartschaligen, reifen Samen (KLINGER et al. 2020). Abzuwägen sind diese Maßnahmen allerdings mit anderen Naturschutzzielen. Wo etwa aufgrund des Bodenbrüterschutzes eine frühe Mahd nicht möglich ist, kann die Stauden-Lupine beispielsweise mittels Ampferstecher ausgestochen oder per Handsense gemäht werden.

**Abbildung 4**

Während eine rechtzeitige Mahd zur Vollblüte der Stauden-Lupine nur ein geringes Potenzial zur Verschleppung der Art bietet, kann eine späte Mahd (zur Samenreife) zur Verschleppung hunderter Lupine-Samen führen (Foto: Yves Klinger).



Von Stauden-Lupine invadierte Flächen sollten auch nicht mehr beweidet werden, wenn die Art bereits reife Samen produziert hat. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Verschleppung über Kot, Fell oder Klauen der Weidetiere.

Um die Lupine zu bekämpfen, können zusätzlich weitere Pflegemaßnahmen wie eine mehrschürige Mahd notwendig sein (VOLZ 2003), da die Stauden-Lupine unter günstigen Witterungsbedingungen gegen Ende der Vegetationsperiode erneut Samen produzieren kann. Es ist zudem immer dann eine gründliche Reinigung der Landmaschinen zu empfehlen, wenn invadierte und nicht invadierte Flächen direkt nacheinander bewirtschaftet werden. Damit erhöht sich der Aufwand für Pflege und Bewirtschaftung von durch Stauden-Lupine invadierten Flächen deutlich – ein zusätzlicher Aufwand, der vergütet werden sollte!

#### Autor

**Yves Klinger,**

Jahrgang 1989.



Studium Umwelt- und Ressourcenmanagement in Gießen. Seit 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrkraft an der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung der Justus-Liebig-Universität Gießen. Forschungsinteressen umfassen invasive Arten in Grünland-Ökosystemen, die funktionellen Eigenschaften von Pflanzengemeinschaften und Ausbreitungsökologie.

**Justus-Liebig-Universität Gießen  
Professur für Landschaftsökologie und  
Landschaftsplanung**

+49 641 99-37177

[yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de](mailto:yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de)

**Wiebke Hansen,**

Jahrgang 1988.

[wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de](mailto:wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de)

**Kristin Ludewig,**

Jahrgang 1977.

+49 40 42816-392

[kristin.ludewig@uni-hamburg.de](mailto:kristin.ludewig@uni-hamburg.de)

**Annette Otte, Prof. i. R. Dr. Dr. habil. Dr.  
h. c. (TSU),**

Jahrgang 1953.

+49 7306 6334

[annetteotte@compuserve.com](mailto:annetteotte@compuserve.com)

#### Literatur

- JÄGER E. J. (ed., 2017): Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland. – Gefäßpflanzen, Grundband, Springer, Berlin.
- KAPFER, A. (2010): Mittelalterlich-frühneuzeitliche Beweidung der Wiesen Mitteleuropas. – Naturschutz und Landschaftsplanung 6: S. 8.
- KLINGER, Y. P., ECKSTEIN, R. L., HORLEMANN, D. et al. (2020): Germination of the invasive legume *Lupinus polyphyllus* depends on cutting date and seed morphology. – NeoBiota 60: 79–95; <https://doi.org/10.3897/neobiota.60.56117>.
- KLINGER, Y. P., ECKSTEIN, R. L., HANSEN, W. et al. (2021): Mowing machinery and migratory sheep herds are complementary dispersal vectors for grassland species. – Applied Vegetation Science 24: e12579; <https://doi.org/10.1111/avsc.12579>.
- LUDEWIG, G. & SCHNITTLER, M. (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – Landwirtschaftsverlag Münster, Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 709–739.
- OTTE, A., OBERT, S., VOLZ, H. et al. (2002): Effekte von Beweidung auf *Lupinus polyphyllus* Lindl. in Bergwiesen des Biosphärenreservats Rhön. – Neobiota 1: 101–133.
- PÄRTEL, M., BRUUN, H. H. & SAMMUL, M. (2005): Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation. – Grassland Science in Europe 10: 1–14.
- POSCHLOD, P. & BONN, S. (1998): Changing dispersal processes in the central European landscape since the last ice age: an explanation for the actual decrease of plant species richness in different habitats? – Acta Botanica Neerlandica 47(1): 27–44.
- VOLZ, H. (2003): Ursachen und Auswirkungen der Ausbreitung von *Lupinus polyphyllus* Lindl. im Bergwiesenökosystem der Rhön und Maßnahmen zu seiner Regulierung. – Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen.

#### Zitiervorschlag

KLINGER, Y., HANSEN, W., LUDEWIG, K. & OTTE, A. (2021): Ausbreitung durch Management? – Potenzielle Ausbreitungsvektoren der invasiven Stauden-Lupine im Biosphärenreservat Rhön – ANLiegen Natur 43(2): online preview, 4 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Wiebke HANSEN, Yves KLINGER, Kristin LUDEWIG und Annette OTTE

## Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen

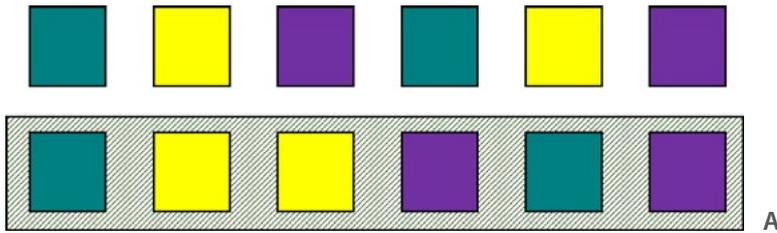
### Abbildung 1

Eine von Lupinen invadierte Wiese in der Rhön (Foto: Annette Otte).

Wie kann das ursprüngliche Arteninventar von mit der Stauden-Lupine invadierten Bergwiesen wiederhergestellt und gleichzeitig die Deckung der Lupine reduziert werden? Um diese Frage zu beantworten, wurden hier zwei Verfahren der Grünland-Restituierung kombiniert und um eine manuelle Entfernung der invasiven Art ergänzt. Die Zielarten-Deckung in Borstgrasrasen und nassen Goldhaferwiesen wurde dabei geringer, zeigte in mesischen Goldhaferwiesen jedoch keine Reaktion. Die Lupine konnte in Borstgrasrasen und mesischen Goldhaferwiesen beeinflusst werden. Insgesamt war der Erfolg der Maßnahmen jedoch stark durch die trockene Wetterlage geprägt.

Auf drei im Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ charakteristischen Vegetationstypen: Borstgrasrasen, mesische Goldhaferwiese, nasse Goldhaferwiese erprobten wir Methoden, um das ursprüngliche Arteninventar der stark mit der Stauden-Lupine invadierten Wiesen wiederherzustellen. Wir kombinierten zwei Verfahren der Grünland-Restituierung: die Aktivierung der Boden-Diasporenbank und die Übertragung diasporenhaltigen Mahdguts. Bei einer Diasporenbank-

Aktivierung wird der Oberboden gestört, sodass die im Boden vorhandenen Diasporen zur Keimung angeregt werden. Gleichzeitig sollen dadurch die Lupinenpflanzen geschwächt werden. Bei der Mahdgutübertragung wird Pflanzmaterial, das möglichst viele keimfähige Samen typischer, lokal angepasster Arten enthält, von einer nahegelegenen Spenderfläche auf die verarmte Empfängerfläche ausgebracht. Durch die vielfältigen Arten soll die Lupine weiter



**Abbildung 2**

**A:** Versuchsdesign des Experiments mit den Behandlungen auf den Kleinplots; violett: Kontrollflächen; gelb: Aktivierung der Diasporenbank; grün: Aktivierung der Diasporenbank plus Lupine-Entfernung; schraffierte Fläche: Mahdgutübertragung.  
**B:** Mahdgutstreifen  
**C:** Störungsplots  
(Fotos: Wiebke Hansen).

geschwächt werden. Für den Fall, dass dies nicht ausreicht, wurden zusätzlich Lupine-Pflanzen auf einigen der Untersuchungsflächen mit Ampferstechern ausgegraben.

Das Experiment sollte folgende Forschungsfragen beantworten:

- Ist die Diasporenbankaktivierung eine effektive Methode zur Restituierung von mit Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen?

- Ist die zusätzliche Übertragung von diasporenhaltigem Mahdgut für die Restituierung der invadierten Berg-Mähwiesen notwendig?
- Ist eine manuelle Entfernung der Lupine-Pflanzen notwendig, um ihre Deckung zu reduzieren?

**Untersuchungen zur Diasporenbank**

Zunächst untersuchten wir, wie viele keimfähige Samen typischer Arten der Vegetationstypen die Diasporenbank enthält (Tabelle 1). Gleichzeitig wurde untersucht, wie viele keimfähige Samen der Lupine vorhanden sind, damit diese nicht gefördert wird. Für die Untersuchung wurden Bodenproben aus bis zu 10 cm Tiefe von Wiesen mit unterschiedlichen Lupine-Deckungsgraden entnommen. Die Proben wurden im Gewächshaus zur Keimung gebracht. Viele typische Arten waren noch in der Diasporenbank vorhanden (Tabelle1). Verglichen mit der oberirdischen Vegetation nicht invadierter Flächen ist die Artenzahl jedoch niedriger. Arten, wie Schlangen-Knöterich (*Bistorta officinalis*) und Harzer Labkraut (*Galium saxatile*), müssen aktiv eingebracht werden. Erfreulicherweise hat die Lupine (noch) keine Bodensamenbank aufgebaut: Unter 14.431 Keimlingen waren nur fünf von der Lupine (LUDEWIG et al. 2021).

**Von der Theorie zur Praxis – Bergwiesen restituieren**

Um die in der oberirdischen Vegetation und der Diasporenbank fehlenden Arten durch das Mahdgut zu übertragen, wurden in einem Umkreis von zirka 5 km um sechs stark invadierte Empfängerflächen (Lupinen-Deckung > 50 %) insgesamt 3 geeignete Spenderflächen ausgewählt. Diese waren lupinenfrei und entsprachen dem jeweiligen Vegetationstyp der Empfängerflächen. Zudem wiesen sie einen großen Artenreichtum und einen hohen Anteil an Zielarten auf.

Auf den Empfängerflächen wurden im Juli 2017 die Versuchsflächen vorbereitet (Abbildung 2 A). Dazu wurden zwei parallele Streifen mit je sechs 5 x 5 m Kleinplots eingerichtet. Pro Streifen wurden zwei Kleinplots gleich behandelt:

- Kontrolle (unbehandelt)
- Diasporenbank aktivieren
- Diasporenbank aktivieren plus Lupinen ausgegraben

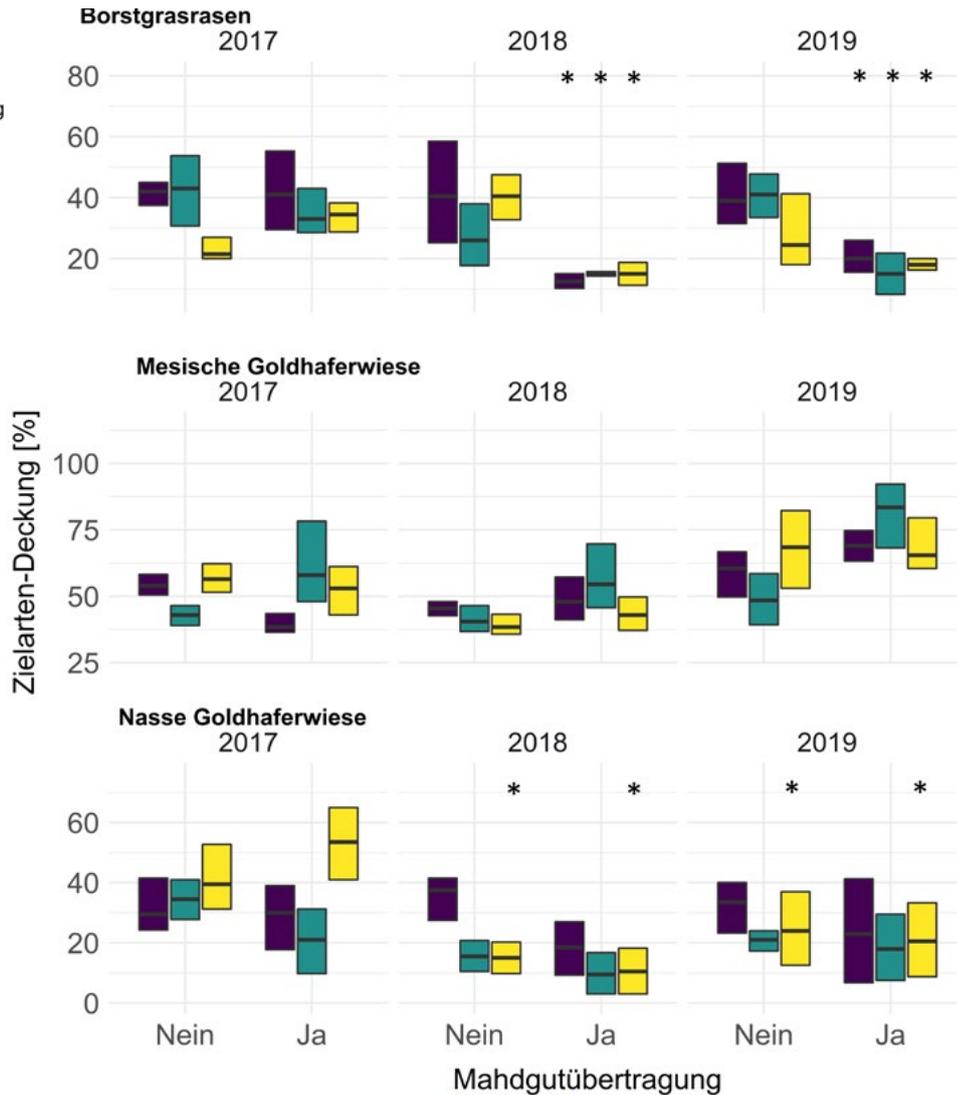
Borstgrasrasen			Mesische Goldhaferwiesen			Nasse Goldhaferwiese		
Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut	Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut	Zielart	Diaspo- renbank	Mahd- gut
<i>Calluna vulgaris</i>	67	-	<i>Agrostis capillaris</i>	324	1.476	<i>Agrostis canina</i>	70	293
<i>Carex pallescens</i>	-	-	<i>Alchemilla monticola</i>	74	-	<i>Carex canescens</i>	254	-
<i>Carex pilulifera</i>	61	-	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	19	8	<i>Carex disticha</i>	11	-
<i>Danthonia decumbens</i>	5	2	<i>Bistorta officinalis</i>	-	-	<i>Carex nigra ag.</i>	173	-
<i>Festuca rubra</i>	4	226	<i>Campanula rotundifolia</i>	125	-	<i>Carex panicea</i>	55	-
<i>Helianthemum nummularium</i>	-	3	<i>Carex muricata</i>	5	-	<i>Cirsium palustre</i>	10	6
<i>Hieracium pilosella</i>	2	6	<i>Crepis mollis</i>	2	-	<i>Comarum palustre</i>	4	-
<i>Nardus stricta</i>	43	98	<i>Cynosurus cristatus</i>	6	-	<i>Deschampsia cespitosa</i>	165	446
<i>Potentilla erecta</i>	67	13	<i>Galium saxatile</i>	-	3	<i>Eriophorum angustifolium</i>	29	-
<i>Thymus pulegioides</i>	2	3	<i>Geranium sylvaticum</i>	-	-	<i>Galium palustre</i>	2	12
<i>Vaccinium myrtillus</i>	9	-	<i>Helictotrichon pratense</i>	-	6	<i>Galium uliginosum</i>	7	145
<i>Veronica officinalis</i>	30	1	<i>Helictotrichon pubescens</i>	-	-	<i>Juncus effusus</i>	7.871	386
			<i>Hypericum maculatum</i>	260	802	<i>Juncus filiformis</i>	2	-
			<i>Lathyrus linifolius</i>	1	-	<i>Myosotis nemorosa</i>	64	-
			<i>Luzula luzuloides</i>	30	-	<i>Pedicularis sylvatica</i>	3	-
			<i>Phyteuma orbiculare</i>	1	-	<i>Poa palustris</i>	1	-
			<i>Phyteuma spicatum</i>	7	-	<i>Silene flos-cuculi</i>	-	61
			<i>Poa chaixii</i>	6	112	<i>Stellaria alsine</i>	18	39
			<i>Sanguisorba officinalis</i>	1	201	<i>Trifolium spadiceum</i>	83	323
			<i>Saxifraga granulata</i>	10	-	<i>Trollius europaeus</i>	1	-
						<i>Valeriana dioica</i>	4	-
						<i>Viola palustris</i>	14	-
<b>KeimlingeZielarten</b>	<b>223</b>	<b>352</b>		<b>871</b>	<b>2.608</b>		<b>8.841</b>	<b>5.185</b>
<b>Keimlinge insgesamt</b>	<b>1.767</b>	<b>1.040</b>		<b>1.730</b>	<b>9.835</b>		<b>10.844</b>	<b>14.894</b>

**Tabelle 1**

Die 12 häufigsten Arten in den Keimversuchen, geordnet nach Ausbreitungsvektoren und Anzahl (Nomenklatur nach JÄGER 2017).

Behandlung

- Kontrolle
- Lupine-Entfernung
- Diasporenbankaktivierung



**Abbildung 3**  
Effekte des Restituierungsversuchs auf die Deckung der Zielarten in 2018 und 2019. Es wurden immer Flächen gleicher Behandlung gegeneinander getestet, zum Beispiel Lupine-Entfernung/Mahdgut/2019 gegen Lupine-Entfernung/Mahdgut/2017. Sternchen markieren signifikante Unterschiede zu den jeweiligen Flächen im Jahr 2017.

Die Diasporenbank wurde mit einer Kreiselegge bis in 10 cm Tiefe aktiviert (Abbildung 2 C). Auf einen der beiden Streifen wurde das Mahdgut der Spenderflächen gleichmäßig in einer Schichtdicke von 10 bis 20 cm aufgebracht (Abbildung 2 B). Da je zwei Wiesen pro Vegetationstyp ausgewählt wurden, ergaben sich vier Replikate pro Behandlung. Um möglichst viele Diasporen mitzunehmen, wurde das Mahdgut am gleichen Tag gemäht und übertragen.

Um das Restituierungspotenzial des Mahdguts zu erfassen, wurden Mischproben von jeder Spenderfläche zum Auskeimen gebracht: Es keimten insgesamt 57 Arten mit mehr als 25.000 Keimlingen (Tabelle 1). Auch das Mahdgut zeigte Potenzial für eine erfolgreiche Restituierung der invadierten Wiesen.

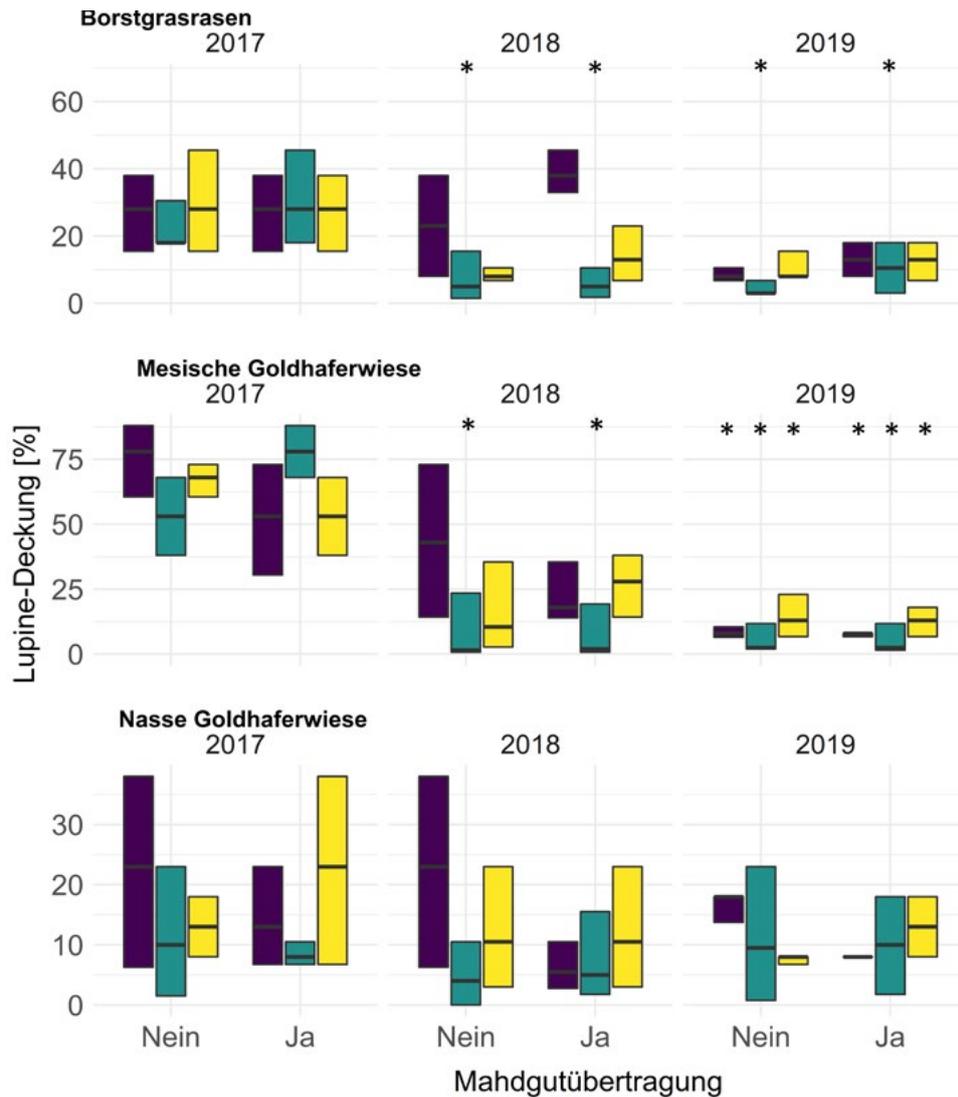
**Entwicklung der Versuchsflächen**

Durch Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) dokumentierten wir die

Entwicklung der Zielarten und der Lupine-Deckung auf den 5 x 5 m Kleinplots. Dies geschah vor dem Experiment 2017 und in den zwei Monitoringjahren 2018 und 2019 jeweils Ende Mai. Die Deckung der Zielarten und der Lupine-Pflanzen in den Monitoringjahren wurde mit dem Zustand vor dem Experiment in 2017 verglichen. Dabei wurden immer die Flächen gleicher Behandlung gegeneinander getestet (zum Beispiel Lupine-Entfernung/Mahdgut/2019 gegen Lupine-Entfernung/Mahdgut/2017).

**Ungenutztes Potenzial – Zu trocken, zu warm?**

Trotz des Potenzials und der Aktivierung der Diasporenbank erhöhte sich die Deckung der Zielarten in keinem der untersuchten Vegetationstypen. In den nassen Goldhaferwiesen wurde sie sogar geringer (Abbildung 3). Generell sind Lücken in der Vegetationsdecke eine wichtige Voraussetzung für die Keimung von Arten, da dort die Konkurrenz der umgebenden Vegetation reduziert ist (BULLOCK 2000). Andererseits



**Abbildung 4**  
Effekte des Restituierungsversuchs auf die Deckung der Lupine in 2018 und 2019. Sternchen markieren signifikante Unterschiede zu den jeweiligen Flächen im Jahr 2017.

bildet die umgebende Vegetation häufig ein förderliches Mikroklima (Temperatur, Feuchtigkeit, Windschutz). Da die entstandenen Lücken nicht mehr beschattet werden, kann insbesondere bei starker Trockenheit die Keimung verhindert werden.

Auch die Mahdgutübertragung zeigte unerwartete Auswirkungen: Während die Deckung der Zielarten in den Borstgrasrasen und nassen Goldhaferwiesen abnahm, zeigten die Zielarten in den mesischen Goldhaferwiesen keine signifikanten Deckungsgradänderungen (Abbildung 3). Auch durch die Mahdgut-Auflage wird häufig ein keimungsförderndes Mikroklima geschaffen. Zudem bietet sie einen guten Erosionsschutz. Viele Borstgrasrasen-Arten könnten jedoch durch ihre geringen Wuchshöhen (PEPPLER-LISBACH & KÖNITZ 2017) und ihr langsames Wachstum durch die Mahdgutaufgabe unterdrückt worden sein. Obwohl die Mahdgutproben der nassen

Goldhaferwiesen die meisten Zielarten (Anzahl und Individuen) aufwiesen, zeigte sich dieses Potenzial nicht im Freilandexperiment. Insgesamt könnte die Keimung der Zielarten durch die starke Trockenheit in den Sommern 2018 und 2019 beeinträchtigt worden sein.

Es wäre möglich, dass sich die Erfolge der Maßnahmen erst in den kommenden Jahren zeigen. Wichtig wäre hierfür, dass der Witterungsverlauf für die Keimung der Grünlandarten förderlich ist. Denn die Restituierungsversuche wurden durch Witterungsverhältnisse überlagert. Der Sommer 2018 war ungewöhnlich trocken und heiß (DWD 2018) und auch der Frühsommer 2019 wies ein deutliches Niederschlagsdefizit auf. Diese Bedingungen hatten einen negativen Einfluss auf die Keimung und Etablierung der Zielarten in allen drei Vegetationstypen.

**Reduzierung der Lupine-Deckung? Möglich, aber aufwendig**

Wie verhält es sich nun mit der Lupine-Deckung? Auch hier zeigten sich unterschiedliche Reaktionen der Vegetationstypen. Nur in den mesischen Goldhaferwiesen wurde die Lupine-Deckung durch die Diasporenbank-Aktivierung reduziert. Das Ausgraben der Pflanzen reduzierte ihre Deckung zudem in den Borstgrasrasen (Abbildung 4). Um aber einen dauerhaften Effekt in allen Vegetationstypen zu erreichen, müssten sie wiederholt entfernt werden. Dies ist aufwendig und teuer: Sämtliche unterirdische Teile der Pflanze müssen entfernt werden, da selbst kleine Wurzelsprosse von 2 cm wieder austreiben. Daher ist es umso wichtiger, die Ausbreitung in noch nicht invadierte Flächen zu verhindern. Dafür müssen die Lupinen unbedingt vor ihrer Samenreife gemäht werden. In den mesischen Goldhaferwiesen zeigten auch die Kontrollplots im Jahr 2019 eine geringere

Lupine-Deckung als im Jahr 2017. Hier könnte ebenfalls die trockene Witterung die Lupine-Deckung reduziert haben. Ein ähnlicher Trend zeigt sich, wenn auch nicht signifikant, in den nassen Goldhaferwiesen.

**Empfehlungen für die Restituierung**

Die Restituierung von mit Stauden-Lupine invadierten Bergwiesen ist eine große Herausforderung. Der Erfolg kann durch ungünstige Wetterverhältnisse und Wiederausbreitung der Lupine beeinträchtigt werden. Wir erfassten unterschiedliche kurzfristige Reaktionen der Vegetationstypen auf die Restituierungsmaßnahmen: Eine Mahdgutübertragung ist für Borstgrasrasen unter den gegebenen Umständen nicht die richtige Maßnahme. Auf mesischen Goldhaferwiesen könnte sie jedoch eingesetzt werden, um Zielarten in die Flächen einzubringen. Zukünftige Projekte sollten daher den jeweiligen Vegetationstypus berücksichtigen und die Maßnahmen entsprechend anpassen. Da der Invasionsdruck am stärksten von einzeln stehenden Lupine-Individuen ausgeht, sollten diese ausgestochen werden, um die (Wieder-) Ausbreitung effektiv zu verhindern.

**Autoren****Wiebke Hansen,**

Jahrgang 1988.

Studium des Umwelt- und Ressourcenmanagements an der Universität Gießen. Seit 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung der Universität Gießen. Forschungsinteressen liegen im Bereich invasive Pflanzenarten und Bergwiesen-Restituierung.

[wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de](mailto:wiebke.hansen@umwelt.uni-giessen.de)

**Yves Klinger,**

Jahrgang 1989.

Universität Gießen

[yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de](mailto:yves.p.klinger@umwelt.uni-giessen.de)

**Dr. Kristin Ludewig,**

Jahrgang 1977.

Universität Hamburg

[kristin.ludewig@uni-hamburg.de](mailto:kristin.ludewig@uni-hamburg.de)

**Annette Otte, Prof. i. R. Dr. Dr. habil.  
Dr. h. c. (TSU),**

Jahrgang 1953.

+49 7306 6334

[annetteotte@compuserve.com](mailto:annetteotte@compuserve.com)

**Literatur**

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. – Dritte Ausgabe, Springer, Wien
- BULLOCK, J. M. (2000): Gaps and seedling colonization. – In: Seeds – the ecology of regeneration in plant communities. – In: Fenner, M. (ed): CABI Publishing. – Wallingford: 375–395.
- DWD (= DEUTSCHER WETTERDIENST, 2018): Hitzewelle Sommer 2018 – Einordnung und Ausblick.
- JÄGER, E. J. (ed., 2017): Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland. – Gefäßpflanzen: Grundband, Springer, Berlin.
- LUDEWIG, K. et al. (2021): Seed bank offers potential for active restoration of mountain meadows. – Restoration Ecology 29: e13311.
- PEPLER-LISBACH, C. & KÖNITZ, N. (2017): Vegetationsveränderungen in Borstgrasrasen des Werra-Meißner-Gebietes (Hessen, Niedersachsen) nach 25 Jahren.

**Zitiervorschlag**

HANSEN, W., KLINGER, Y., LUDEWIG, K. & OTTE, A. (2021): Restituierung von mit der Stauden-Lupine invadierten Berg-Mähwiesen in der Rhön: Erprobung verschiedener Maßnahmen – ANLiegen Natur 43(2): online preview, 6 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Kathrin STENCHLY, Frank HENSGEN, Korbinian KAETZL und Michael WACHENDORF

## Grünschnitt mit Lupine als potenzielle Energiequelle

Um die Lücke zwischen abnehmenden fossilen Brennstoffen und dem steigenden globalen Energiebedarf zu schließen, wird Bioenergie eine wichtige Rolle im zukünftigen Energiemix spielen. Somit kann Lupine-invasierte Grünlandbiomasse in der Rhön als Energiequelle einen wichtigen Beitrag für regionale Wertschöpfungsketten im ländlichen Raum leisten. Darüber hinaus kann ein validiertes technisches Konzept auch Biodiversität schützen und Treibhausgasemissionen reduzieren und damit maßgeblich zum Umwelt- und Klimaschutz beitragen.

### Abbildung 1

Heute überwuchern im Naturschutzgebiet „Lange Rhön“ bereits an zahlreichen Stellen tiefviolett blühende Stauden-Lupinen die artenreichen Bergwiesen und machen sie unbrauchbar als Futter für unsere Nutztiere (Foto: Frank Hensgen).

### Einleitung

Der Begriff der Biomasse umfasst alles organische Material pflanzlichen oder tierischen Ursprungs. Zahlreiche Biomassen werden noch nicht vollständig genutzt. Diese „Restbiomasse“ wird im besten Fall kompostiert, aber leider noch häufig als Abfall entsorgt. In den letzten Jahren wird verstärkt nach Lösungen gesucht, diese Restbiomassen beispielsweise zur Energieerzeugung oder zur Herstellung von Plattformchemikalien zu nutzen – aus Abfall wird eine wertvolle Ressource. So können wir unter anderem unsere Abhängigkeit von fossilen Ressourcen verringern, Treibhausgasemissionen (THG) reduzieren, nachhaltige Produkte anbieten und damit die ländliche Entwicklung fördern.

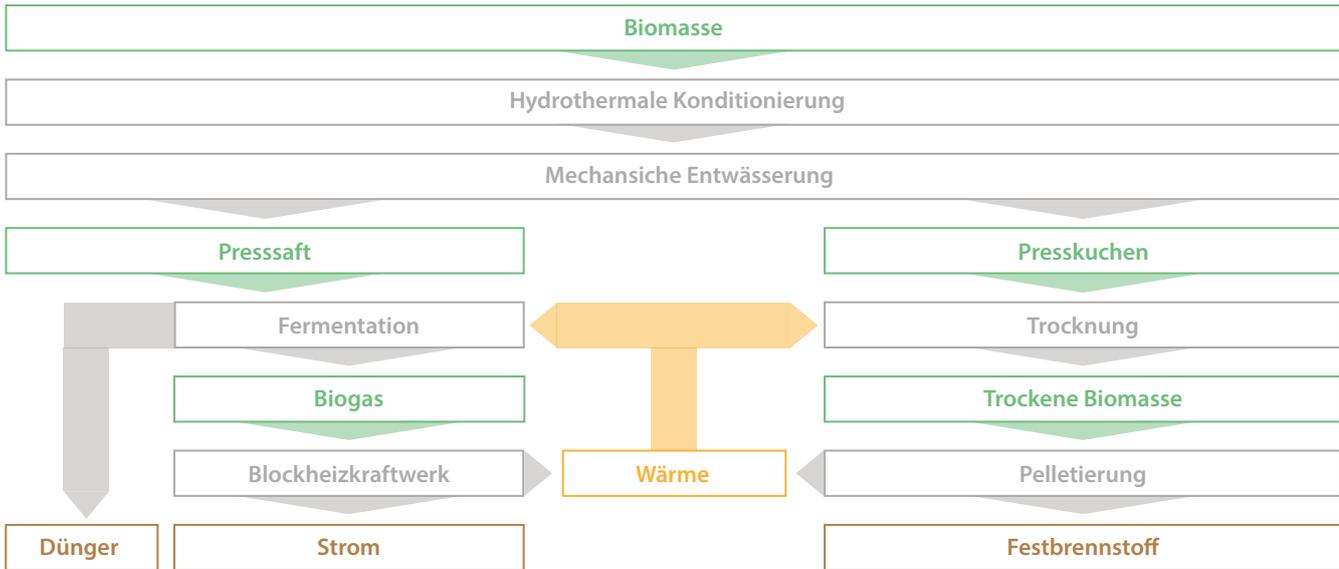
Das Schnittgut von Wiesen mit Dominanz von *Lupinus polyphyllus* gilt ebenfalls als Restbiomasse: Es eignet sich nicht als Heu oder Grünfutter und

eine direkte thermische Nutzung ist aufgrund der hohen Mineralstoffgehalte, die bei der Verbrennung zu Korrosion, Emissionen und Ascheverschlackung führen können, schwer möglich (HENSGEN et al. 2014; HENSGEN & WACHENDORF 2016a, 2016b). Wir wollten daher klären, ob

- Alkaloide aus den Lupinen in der Biogasanlage negative Auswirkungen auf die mikrobiologischen Prozesse haben und
- Lupinensamen nach der Biogasanlage weiter keimfähig sind.

### Technik und Konzepte

An der Universität Kassel werden Konzepte zur Wertschöpfung aus diesen kritischen Restbiomassen entwickelt. Die Forschungsgruppe vom Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe hat hierfür eine „Integrierte



**Abbildung 2**  
Vereinfachte Darstellung des Technikkonzeptes für „Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse“ (kurz IFBB) am Beispiel von Lupine-invasiertem Grünland als Ausgangsbiomasse.

Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse“ (kurz IFBB genannte) Technologie entwickelt (Abbildung 2). Durch Waschen und eine mechanische Auftrennung der Biomasse wird mittels IFBB die Qualität der flüssigen und festen Bestandteile erhöht (GRASS et al. 2008; WACHENDORF et al. 2009). Aus dem festen Anteil wird ein relativ trockener, faserreicher Presskuchen hergestellt. Der flüssige Anteil ist ein Presssaft mit hohem Gehalt von verwertbaren Zuckern. Während des IFBB-Verfahrens werden die in der Rohbiomasse enthaltenen Mineralstoffe zum großen Teil in den Presssaft übertragen und in der Folge kann der Presssaft zur Biogasproduktion verwendet oder als Dünger ausgebracht werden. Der Presskuchen kann als Brennstoff genutzt werden. Im Vergleich zur Rohbiomasse enthält der Presskuchen weniger Mineralien und hat daher einen besseren Heizwert. Die IFBB-Technologie ermöglicht auf diese Weise eine Umwandlung von (geringwertiger) Rohbiomasse zu Produkten mit potenziell höherem Marktwert.

Verschiedene Untersuchungen haben sich mit den THG-Emissionen von Bioenergie aus Restbiomasse befasst und berichten zum Teil über signifikante Einsparungen im Vergleich zu herkömmlichen, nicht regenerativen Energieerzeugungssystemen (BÜHLE et al. 2009; MEYER et al. 2015; JOSEPH et al. 2020).

**Bilanzierung der energetischen Verwertung des Lupine-durchsetzten Grünlandmaterials**

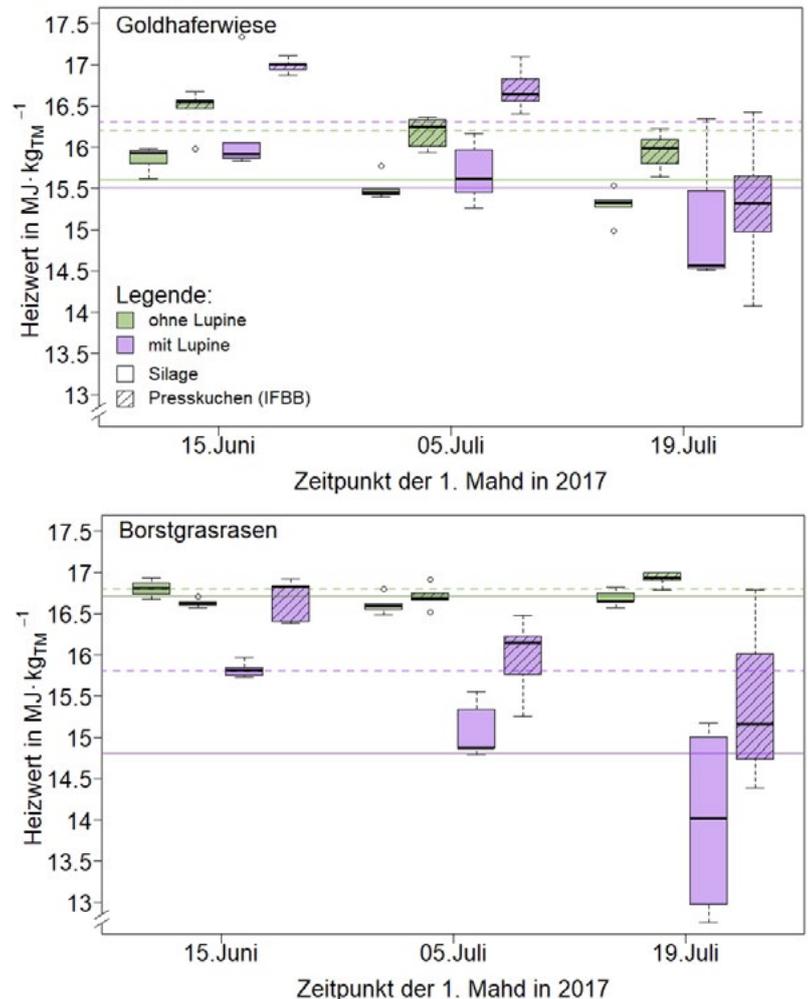
Um die energetischen Parameter von Grünschnitt mit Lupine zu untersuchen, ist ein Feldversuch im bayerischen Teil der Rhön durchgeführt worden. Zwei Flächen mit Lupine und zwei Flächen ohne Lupine, jeweils im Vegetationstyp Borst-

grasrasen und Goldhaferwiese, wurden zu drei unterschiedlichen Schnittzeitpunkten geerntet. Das geerntete Material wurde in Fässern siliert und nach dem IFBB-Verfahren behandelt. Es sollte analysiert werden, ob sich die beiden Vegetationstypen in den energetischen Parametern unterscheiden, ob der Schnittzeitpunkt eine Rolle spielt und ob die Beimischung von Lupine darauf einen Einfluss hat. Zudem sollte geklärt werden, wie stark die Mineralstoffgehalte der Biomassen durch das IFBB-Verfahren reduziert und der Heizwert (Hi) erhöht werden kann. Entgegen unserer Annahmen hatte der Schnittzeitpunkt keinen maßgeblichen Effekt auf den Heizwert, welcher im Mittel zwischen 15.5 MJ/kg Trockenmasse (Goldhaferwiese) und 17.8 MJ/kg (Borstgrasrasen) lag (Abbildung 3). Einen Effekt der Lupine auf den Heizwert gab es nur bei den Biomassen von Borstgrasrasen, wo der Aschegehalt des Festbrennstoffes anstieg und damit der Heizwert sank. Durch das IFBB-Verfahren konnten jedoch die erhöhten Mineralstoffgehalte insbesondere in Biomassen, welche zum frühen Zeitpunkt geschnitten wurden, ausgewaschen und der Heizwert des Presskuchens, also des Festbrennstoffs, erhöht werden. Der Heizwert erhöhte sich dadurch um durchschnittlich 1 MJ/kg und wies damit ungefähr die Hälfte des Heizwertes von Erdgas (rund 35 MJ/kg) auf.

Ein Teil der Silage sowie des mit dem IFBB-Verfahren gewonnenen Presssaftes, wurden im Biogaslabor in sogenannten Kurzzeit-Batchversuchen vergoren und die Methanausbeute beider Substrate miteinander verglichen. Im Mittel lag die Methanausbeute der Silage zwischen 190 und 230 Normliter (lN)/kg organische Trockensubstanz (oTS). Hierbei hatte das Vorkommen

von Lupine keinen signifikant negativen Effekt auf die Methanausbeute (Abbildung 4). Messungen zufolge lag der Lupinenanteil in den Proben maximal bei 58 %, im Schnitt jedoch nur bei rund 30 %. Somit lag die maximale Konzentration an Alkaloiden in den Fermentern etwa bei 2,3 mmol/l und damit weit unter der Konzentration, welche die Aktivität von Mikroorganismen und damit die Methanausbeute beeinträchtigen könnte. Auch der Schnitzeitpunkt zeigte keinen eindeutigen Einfluss auf die mittlere Methanausbeute. Eine anaerobe Vergärung des Presssaftes erbrachte im Mittel eine Methanausbeute zwischen 260 und 330 IN/kg oTS und lag durchschnittlich um 80 IN/kg oTS höher als bei der anaeroben Vergärung der Silage und nahe derer von Maissilage (300–350 IN/kg oTS), dem am häufigsten genutzten Gärsubstrat in Biogasanlagen. Der aufsummierte Biogasertrag bei Borstgrasrasen mit Lupine war ungefähr 10 % höher im Vergleich zum lupinenfreien Material. Dies ist vermutlich auf die höhere Stickstoffkonzentration des Materials zurückzuführen. Werden lupinhaltige Materialien zur Biogasgewinnung verwendet ist zu berücksichtigen, dass bei einer Mahd nach Mitte Juli die Keimungswahrscheinlichkeit der Lupine-Samen nach dem Vergärungsprozess in der Biogasanlage hoch ist (BALTES 2021). Substrat mit Lupine sollte also vor Mitte Juli geerntet werden.

Die durchgeführte Umweltbilanz ergibt bei der energetischen Verwertung von Lupine-durchsetzten Grünlandbiomassen im Vergleich zu Netzstrom und Fernwärmequellen eine Nettoeinsparung bei Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen (JOSEPH et al. 2020). Damit bietet dieses System eine Lösung für den effektiven Umgang mit Grasland mit invasiven Arten, die in Europa immer zahlreicher werden. Auch bietet das IFBB-Verfahren eine enorme Flexibilität bei der Nutzung von Grünlandbiomasse mit unterschiedlicher Artenzusammensetzung und kann so in den meisten Grünlandgebieten Europas eingesetzt werden. Die Herstellung von lagerfähigen Presskuchenbriketts und die Biogaserzeugung aus leicht vergärbaren Pressflüssigkeiten schafft so interessante Perspektiven für ein flexibles System erneuerbarer Energien vor allem in ländlichen Gebieten. Die Tatsache, dass auch Lupine-freie Biomasse von anderen ertragschwachen Standorten mit THG- und Primärenergieeinsparungen umgewandelt werden konnte, weist darauf hin, dass das IFBB-Verfahren langfristig angewendet werden kann, auch wenn die Lupine-Invasion beseitigt wurde.



### Fazit

Grundlegend funktioniert dieses Konzept mit diversen Ausgangsbiomassen. Hierbei könnten landwirtschaftliche Restbiomassen aus der Rinderhaltung oder der Herbstschnitt aus Wirtschaftsgrünland beziehungsweise nicht abgeweidetes Restgras von Weideflächen genauso genutzt werden, wie der Randstreifenschnitt von Feldwegen. Invasive Pflanzenarten, wie beispielsweise die Lupine in der Rhön, welche sich schnell und massiv ausbreiten und nach der Mahd beseitigt und entsorgt werden müssen, könnten vielversprechende Restbiomassen sein. Das hier vorgestellte Konzept bedarf jedoch noch weiterer Forschungsarbeiten sowie einer stetigen Weiterentwicklung. Unter gegenwärtigen Marktbedingungen mit niedrigen Preisen für fossile Brennstoffe, ist der produzierte Presskuchen als Brennstoff häufig wirtschaftlich nicht rentabel. Daher haben die Forscher der Universität Kassel eine Möglichkeit zur Aufwertung des Presskuchens entwickelt. Hierbei wird der Presskuchen durch Karbonisierung in Pflanzkohle umgewandelt. Chemisch betrachtet ist sie eine gute Alternative zu fossiler

### Abbildung 3

Einfluss des Schnitzeitpunktes auf den Heizwert von Biomassen aus Goldhaferwiese (links) und Borstgrasrasen (rechts) mit und ohne Lupine sowie deren Aufbereitung durch das IFBB-Verfahren (Presskuchen). Linien repräsentieren den mittleren Heizwert der Silage (durchgehende Linie) und des Presskuchens (gestrichelte Linie).

Kohle oder Holzkohle, wie man sie auch zum Grillen nutzt.

### Ratschläge für Bewirtschafter und Biogasanlagenbetreiber

Da einige invasive Pflanzenarten wie *Lupinus polyphyllus* für bestimmte Tiere giftig sind, kann die anaerobe Vergärung des Ernteguts eine Nutzungsalternative sein. Landschaftspflegeflächen weisen überwiegend ein Biomasseaufkommen von 2–3 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr auf. Mit einem Methangehalt des Substrats um die 55 Vol.-% ist eine Methanabgabe von 200–250 IN/kg oTS anzunehmen. Biogas-Betreiber haben jedoch bestimmte Qualitätsanforderungen an das Gras: (1) es sollte zerkleinert sein, da lange Fasern zu Verstopfungen der Pumpen und Rohre führen können, (2) der Trockensubstanzgehalt sollte zwischen 30 und 35 % liegen und (3) eine Verunreinigung mit Erde oder Steinen sollte vermieden werden. Wenn diese Kriterien erfüllt sind, kann die maximale

Zufuhr von Gras auf bis zu 50 % der gesamten Zufuhrmischung erhöht werden.

### Literatur

- BALTES, J. (2021): Keimfähigkeit von Samen der Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*) nach Vergärung in der Biogasanlage. – Masterarbeit am Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- BÜHLE, L., STÜLPNAGEL, R. & WACHENDORF, M. (2009): Die integrierte Biogas-Festbrennstoffherstellung aus Ganzpflanzensilagen. – In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 21: 71–72.
- GRASS, R., REULEIN, K., SCHEFFER, R. et al. (2008): Die integrierte Biogas- und Festbrennstoffherstellung aus Ganzpflanzensilagen. – Berichte über Landwirtschaft 87: 43–64.
- HENSGEN, F., SIMON, M. P., ECKSTEIN, R. L. et al. (2014): Erhalt der Artenvielfalt von Bergmähwiesen in der Hohen Rhön durch energetische Nutzung nach dem IFBB Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der invasiven Art *Lupinus polyphyllus* LINDL. – In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 26: 180–181.
- HENSGEN, F. & WACHENDORF, M. (2016a): The influence of *Lupinus polyphyllus* LINDL. on energetic conversion parameters of plant biomass from semi-natural grasslands. – Grassland Science in Europe, 21: 597–599.
- HENSGEN, F. & WACHENDORF, M. (2016b): The effect of the invasive plant species *Lupinus polyphyllus* LINDL. on energy recovery parameters of semi-natural grassland biomass. – Sustainability, 8(10): 998.
- JOSEPH, B., HENSGEN, F. & WACHENDORF, M. (2020): Life Cycle Assessment of bioenergy production from mountainous grasslands invaded by lupine (*Lupinus polyphyllus* LINDL.). – Journal of Environmental Management, 275: 111182.
- MEYER, A. K. P. (2015): Sustainable Biomass Resources for Biogas Production – Mapping and Analysis of the Potential for Sustainable Biomass Utilization in Denmark and Europe. – Aalborg Universitet, Department of Energy Technology, Aalborg.
- WACHENDORF, M., RICHTER, F., FRICKE, T. et al. (2009): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. – Grass and Forage Science, 64: 132–143.

### Autoren



#### Dr. Kathrin Stenchly,

Jahrgang 1980.

Studium der Biologie in Leipzig, Promotion in Göttingen, Habilitation 2020 in Kassel. Wissenschaftliches Profil umfasst Forschungsthemen zur funktionellen Ökologie von Pflanzen- und Tiergemeinschaften, Landschaftsökologie und nachhaltiges Ressourcenmanagement. Seit 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet für Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe an der Universität Kassel.

+49 5542 98 1248

[stenschly@uni-kassel.de](mailto:stenschly@uni-kassel.de)

#### Dr. Frank Hensgen,

Jahrgang 1983.

[hensgen@uni-kassel.de](mailto:hensgen@uni-kassel.de)

#### Dr. Ing. Korbinian Kaetzl,

Jahrgang 1982.

+49 5542 98 1242

[kaetzl@uni-kassel.de](mailto:kaetzl@uni-kassel.de)

#### Prof. Dr. Michael Wachendorf,

Jahrgang 1963.

+49 5542 98 1334

[mwach@uni-kassel.de](mailto:mwach@uni-kassel.de)

### Zitiervorschlag

STENCHLY, K., HENSGEN, F., KAETZL, K. & WACHENDORF, M. (2021): Grünschnitt mit Lupine als potenzielle Energiequelle – ANLIEGEN NATUR 43(2): online preview, 4 p., Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).



Damian SCHULZE-BRÜNINGHOFF, Thomas ASTOR und Michael WACHENDORF

## Stauden-Lupine aus der Ferne

Eine genaue Kenntnis über Lupine-invidierte Flächen und den zeitlichen und räumlichen Ausbreitungsverlauf sind für das Lupine-Management besonders wichtig. Eine effektive Kartierungsmöglichkeit wäre die Nutzung von Sensoren zur Messung elektromagnetischer Strahlung. Verfahren der Bildanalyse und Algorithmen des maschinellen Lernens können diese Sensordaten hinsichtlich der Lupine-Abundanz interpretieren. Wichtig ist hierbei die Kombination möglichst komplementärer Sensor- und Trägersysteme, um auf großer Fläche möglichst detaillierte Informationen zu erhalten.

### Einleitung

Die Magerwiesen der langen Rhön erstrecken sich über eine Fläche von etwa 2.400 ha entlang der Hochrhönstraße. In großen Teilen der Flächen hat sich die aus Nordamerika stammende Staudenlupine (*Lupinus polyphyllus*) bereits etabliert und breitet sich kontinuierlich aus (siehe Übersichtsartikel: "Blaues Wunder im Land der offenen Ferne"). Um diesen Prozess einzudämmen, muss die Einwanderung in ökologisch wertvolle und tierökologisch sensible Flächen möglichst frühzeitig unterbunden werden.

Schon seit den 1990er-Jahren werden die Ausbreitungsprozesse der Lupine beobachtet und mittels manueller Analyse von Luftbildern, Gebietskenntnis und Detailkartierung erfasst. Für eine vollständige Abschätzung der räumlichen

und zeitlichen Ausbreitung sind die Areale jedoch zu groß und zu schlecht zugänglich: Die Deckungsschätzung durch Geländebegehung kombiniert mit Luftbildkartierung stößt an ihre Grenzen. Durch die technologischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte im Bereich der Bildsensoren wie auch in der computergestützten Verarbeitung großer Datenmengen öffnen sich neue Türen für ein effektives Detektieren invasiver Pflanzenarten wie auch der Lupine-Bestände in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Die Erfassung des gesamten Areals und die computergestützte Interpretation dieser Aufnahmen tritt somit an die Stelle einer bis dahin manuell digitalisierten und interpolierten Deckungsschätzung. Dieser neue Ansatz hat zum einen das Potenzial, leicht wie schwer zugängliche Flächen gleichermaßen zu beobachten und somit Ausgangspunkt

### Abbildung 1

Vorbereitungen zur Erfassung der Lupinen-Bestände aus der Luft (Foto: Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe [GNR]).



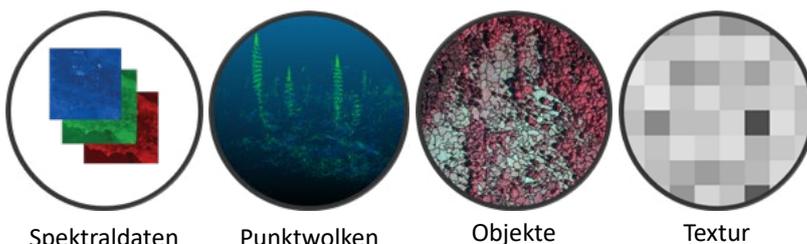
**Abbildung 2**  
Übersicht der eingesetzten Sensor- und Plattformsysteme (Bild: GNR).

für ein gezieltes Lupine-Management zu werden. Zum anderen bietet er die Möglichkeit, die zeitliche Veränderung der Lupine-Abundanz zu dokumentieren, um somit zukünftige Managementszenarien und Prognosemodelle zu unterstützen. Vor diesem Hintergrund führten Mitarbeitende des Fachgebietes „Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe“ der Agrarfakultät der Universität Kassel von 2016 bis 2020 umfangreiche Sensormessungen durch.

**Theorie und Technik**

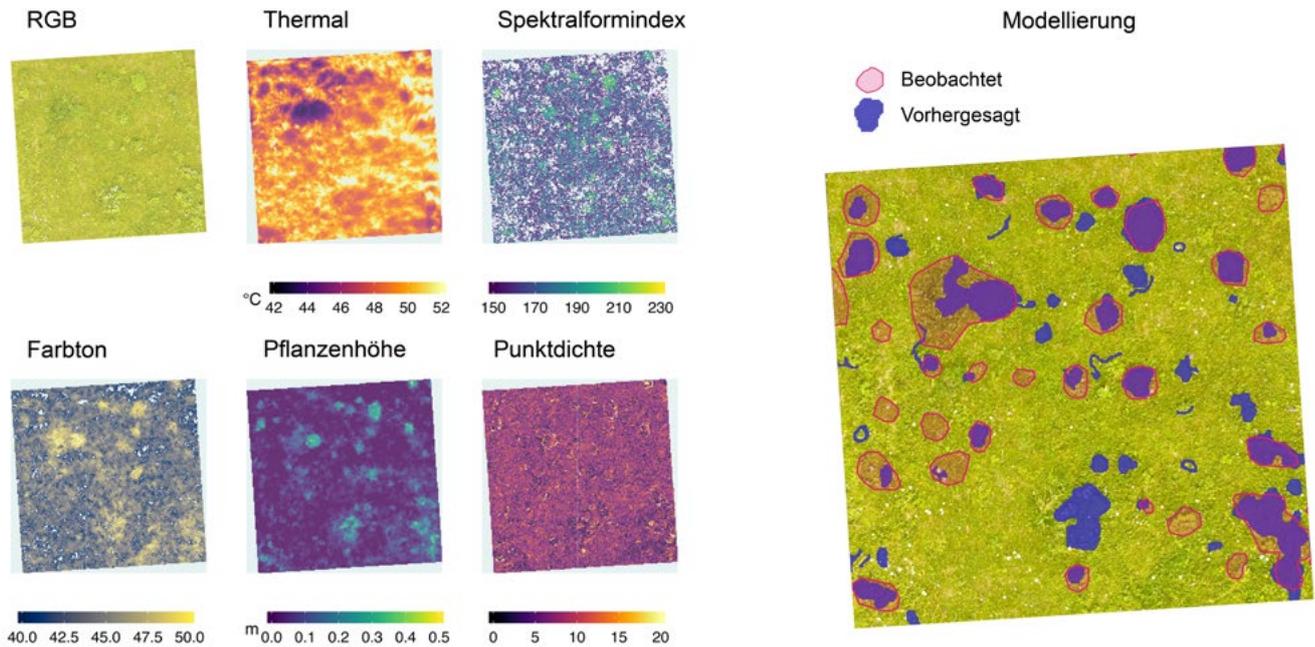
Die eingesetzten Methoden der Fernerkundung messen die Untersuchungsflächen aus der Ferne. Um eine reichhaltige und diverse Datensammlung zu erzeugen, wurden möglichst komplementäre Sensorsysteme eingesetzt, die zudem auf sehr unterschiedlichen Trägerplattformen angebracht wurden. Dies ermöglichte die Untersuchung auf Kleinflächen mit räumlichen Auflösungen im Bereich einzelner Lupine-Blätter bis auf die Skala des gesamten Naturschutzgebietes, dann jedoch mit Einbußen an räumlicher Auflösung.

**Abbildung 3**  
Unterschiedliche Arten von Sensordaten. Spektraldaten: Informationen über reflektiertes Licht; Punktwolken: Dreidimensionales Abbild des Pflanzenbestandes; Objekte: Maschinelle Unterteilung der Luftbilder in homogene Segmente; Textur: Interpretation benachbarter Grauwerte auf Pixelebene (Bild: GNR).



Viele Bildsensoren messen – vereinfacht – die von der Sonne ausgestrahlte und von der Oberfläche reflektierte elektromagnetische Strahlung. Die Beschaffenheit der Oberfläche beeinflusst hierbei das Reflektionsverhalten maßgeblich. Somit lassen sich Oberflächeneigenschaften ableiten und Bereiche voneinander unterscheiden. Je höher die spektrale Auflösung des Sensors ist, desto mehr Informationen können über die Untersuchungsfläche einbezogen werden. Während die wohl bekanntesten Sensoren, verbaut in gängigen Fotokameras, ein Bild aus den Kanälen des sichtbaren Lichtes im Bereich Rot, Grün und Blau (RGB-Kameras) erzeugen, messen sogenannte multispektrale Sensoren auch elektromagnetische Strahlung außerhalb des sichtbaren Wellenlängenbereiches. Diese Wellenlängen sind für die Interpretation von Vegetationen besonders wichtig, da gerade im nahinfraroten Bereich des Lichtes wichtige Informationen über den Pflanzenbestand zu finden sind. Diese Sensoren decken, genau wie RGB-Kameras, nur bestimmte Bereiche des Lichtspektrums ab (in der Regel vier bis fünf Kanäle). Die konsequente Evolution der Sensorsysteme mündete in sogenannten hyperspektralen Sensoren, die inzwischen weite Bereiche des sichtbaren und infraroten Wellenlängenbereiches mit mehreren hundert Kanälen erfassen. Diese hohe, spektrale Auflösung ermöglicht auch, Nuancen im Reflektionsverhalten der untersuchten Flächen zu erkunden.

Zusätzlich zur spektralen Information lassen sich jedoch auch räumliche Daten sammeln. Eine exakte dreidimensionale Positionserfassung der einzelnen Lupine-Pflanzen mit hohem Detailgrad ermöglicht der Einsatz eines Laserscanners. Dieser sendet aktiv einen Laserstrahl aus und misst die Distanz zum Objekt. Auch hier bestimmt die Distanz des Sensors zur Untersuchungsfläche die räumliche Auflösung und somit den Detailgrad des erzeugten dreidimensionalen Abbildes der Vegetation. Eine alternative Möglichkeit, dreidimensionale Daten zu erzeugen, bietet das Verfahren „Structure from Motion“. Hier wird eine handelsübliche RGB-Kamera genutzt, um Bilder der Untersuchungsflächen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu erzeugen. Mittels einer speziellen Software (Agisoft Metashape: zirka 3.500 Euro) lassen sich diese Bilder dann in ein dreidimensionales Abbild zusammenrechnen. Verglichen mit einem Laserscanner, müssen deutliche Abstriche bezüglich der räumlichen Auflösung gemacht werden, jedoch ist diese Methode wesentlich kostengünstiger.



**Abbildung 4**  
Sensor- und Modellierungsdaten, die der Kartierung der invasiven *L. polyphyllus* mit drohnen-gestützten Bildern und objektbasierter Bildanalyse dienen. Rechts daneben, Übereinstimmungen zwischen manuell digitalisierter und vom Modell klassifizierter Lupine-Vorkommen (Bild: GNR).

### Lupine in der Bildanalyse

Ein Ansatz unserer Forschungsarbeit war die Kartierung der invasiven *L. polyphyllus* mit drohnen-gestützten Bildern und objektbasierter Bildanalyse. Für diesen Versuch kamen eine RGB-Kamera und ein Thermalsensor zum Einsatz. Mittels einer kleinen handelsüblichen Drohne konnten simultan mit beiden Sensoren die Versuchsflächen in 20 m Höhe überflogen werden. Jeder Pixel in einem solchen Bild, beziehungsweise in so einem Stapel aus verschiedenen Kanälen, enthält Informationen, die zur Lupine-Erkennung einzeln möglicherweise unbrauchbar sind, in Kombination jedoch die nötigen Informationen liefern können. Nicht nur der rote, grüne, blaue und thermale Kanal wurden genutzt, sondern auch die oben bereits beschriebene Methode „Structure from Motion“, zur Erzeugung einer dreidimensionalen Abbildung der Fläche. Aus diesem 3D-Modell lässt sich beispielsweise die Pflanzenhöhe ermitteln.

Mittels einer speziellen Software wurden diese „Karten“ in einzelne Segmente unterteilt. Hierbei wurde versucht, die Einstellungen so vorzunehmen, dass die einzeln errechneten Segmente möglichst passgenau den Formen der Lupine-Pflanzen entsprachen. Danach konnte aus den Segmenten durch manuelle Klassenfestlegung („Lupine“ und „nicht Lupine“) ein Datensatz erzeugt werden. Ein Teil des Datensatzes wurde genutzt, um ein Random Forest-Modell, ein Algorithmus des maschinellen Lernens, zu trainieren. Ziel dieses Trainings ist die Vorhersage von unbekanntem Bildbereichen beziehungsweise

Segmenten hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit, dass dort die Stauden vorkommen. Der Rest des Datensatzes wurde verwendet, um die Modellvorhersage zu überprüfen.

Ein gelungener Ansatz: Große Teile der Lupine-Vorkommen konnten identifiziert werden. Jedoch ist es auch von Interesse, bereits sehr kleine Lupine-Pflanzen zu identifizieren. Dafür sind hochauflösende Aufnahmen nötig, mit einem Detailgrad, um einzelne Blattformen zu erkennen. Die beste räumliche Auflösung bieten uns momentan RGB-Kameras in einer möglichst niedrigen Flughöhe (10 m). Von Hand wurden einzelne Blattformen nachgezeichnet und mit einem in der Bildanalyse bewährten Verfahren, dem sogenannten „deep learning“, einem selbstlernenden Algorithmus, verarbeitet. Diese besonders rechenintensiven Operationen wurden auf externen Cloudservern ausgeführt.

Beide beschriebenen Methoden zeigten erste Erfolge in der Erkennung der invasiven Lupine-Stauden. Jedoch stoßen die Ansätze an räumliche Grenzen, wenn man die Größe der invadierten Flächen bedenkt. So ist der bodennahe Drohneinsatz mit erhöhter Feldarbeit verbunden, jedoch ist er, verglichen mit einer Geländebegehung kombiniert mit Luftbildkartierung, noch weitaus komfortabler. Gerade die automatisierte Modellierung der Lupine-Pflanzen ist eine enorme Arbeitserleichterung, verglichen mit einer manuellen Digitalisierung. Ein Nachteil: Der Drohneinsatz ist aus naturschutzfachlicher Sicht ein potenzieller Störfaktor für

sensible Tierarten. Besonderen Schutz bedürfen hier vor allem bodenbrütende Vögel wie das Birkhuhn (*Tetrao tetrix*).

Neben dem Einsatz von Drohnen wären auch bemannte Fluggeräte als Sensorplattform nutzbar. Die Koordination solcher Überfliegungen ist langfristig jedoch aufwendiger und teurer als der Drohneneinsatz. Eine Alternative stellen Satelliten dar. Sie sind zwar auch von Wetterzuständen – vor allem wolkenfreier Sicht – abhängig, decken dafür aber sehr große Areale ab. Die kostenfreien und kostenpflichtigen privaten Betreiber bieten neben RGB-Bildern auch Multispektralsensordaten an. Letztere haben jedoch im Vergleich zu Drohnen eine geringere räumliche Auflösung.

Um Satellitenbilder zur Lupine-Erkennung zu nutzen, sind Referenzdaten am Boden zu erheben. Da die Auflösung der Bilder oft nicht ausreicht, um manuell Lupine-Stauden einzuzichnen, müssen für eine detaillierte Erfassung der Bestände vor Ort Deckungsschätzungen gemacht werden.

Die Modellierungen stoßen hier jedoch schneller an ihre Grenzen. Die derzeit beste Auflösung von kommerziellen Satellitenbildern liegt für multispektrale Daten bei 1,2 m Kantlänge pro Pixel, mit einem sogenannten panchromatischen Kanal, der jedoch keine spektralen Informationen enthält, bei einer Auflösung von 0,3 m. So können mit dieser Methode keine Einzelpflanzen erkannt werden, der Ansatz eignet sich eher, um größere Lupine-Vorkommen zu kartieren.

### Ausblick

Wir sehen also, dass im Nah- wie im Fernbereich Potenziale zur Lupine-Detektion liegen, die einsetzbaren komplementären Systeme sollten allerdings möglichst kombiniert werden, um den Anforderungen von Detailschärfe und großflächiger Abdeckung gerecht zu werden. Die Entwicklungen im Bereich der technischen Sensoren, aber auch der Trägerplattformen, lassen vermuten, dass in den kommenden Jahrzehnten effektivere Drohnen, schärfere Bilder und schnellere Prozessoren die Arbeit im Management invasiver Pflanzen erleichtern werden. Zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Bilder des Naturschutzgebietes „Lange Rhön“ mit Lupine-Deckungen bis auf Einzelpflanzenebene wären ein mächtiges Werkzeug, das einen gezielten Bekämpfungseinsatz auf besonders vulnerablen und wertvollen Flächen unterstützen könnte. Die zeitnahe Warnung vor neu auftauchenden Einzelpflanzen wäre hier besonders wichtig und effektiv, um die Ausbreitung in neue Flächen zu unterbinden!

Die Übertragbarkeit der Modellierungsmethoden auf andere invasive Pflanzenarten ist potenziell gegeben. Es bedarf jedoch immer einer neuen Kalibrierung der Modelle mit Referenzproben der Zielart.

### Autoren



#### Damian Schulze-Brüninghoff,

Jahrgang 1987.

Studium der Ökologischen Agrarwissenschaften in Kassel/Witzenhausen. Seit 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet für Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe der Universität Kassel. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Entwicklung fernerkundlicher Methoden zur Abschätzung qualitativer und quantitativer Parameter von extensiven Grünlandbeständen.

Günlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe

+49 561 804-1339

[dam.schubrue@uni-kassel.de](mailto:dam.schubrue@uni-kassel.de)

#### Dr. Thomas Astor,

Jahrgang 1985.

[astor.thom@gmail.com](mailto:astor.thom@gmail.com)

#### Prof. Dr. Michael Wachendorf,

Jahrgang 1963.

+49 561 804-1334

[mwach@uni-kassel.de](mailto:mwach@uni-kassel.de)

### Zitiervorschlag

SCHULZE-BRÜNINGHOFF, D., ASTOR, T. & WACHENDORF, M. (2021): Stauden-Lupine aus der Ferne – ANLiegen Natur 43(2): 103–106, Laufen; [www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen).

# Artenreiche Landwirtschaft fördert Ökosystemleistungen ohne Ertragseinbußen

(Monika Offenberger)

Biodiversität steigert die Leistungsfähigkeit von Ökosystemen – und zwar auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diesen Zusammenhang bekräftigt nun eine Auswertung von mehr als 6.000 wissenschaftlichen Studien über unterschiedlich bewirtschaftete Agrarflächen. Das Fazit der globalen Metastudie: Anbausysteme mit vielfältigen Kulturpflanzen, diverser Wildflora und -fauna und/oder reichhaltigem Bodenleben erbringen auf vergleichbaren Flächen bessere Ökosystemleistungen und überwiegend höhere Erträge als weniger diverse Bewirtschaftungsformen.



Zur Erzeugung von Agrarprodukten werden weltweit immer mehr Flächen immer intensiver bewirtschaftet – mit dramatischen Folgen für das Leben auf unserem Planeten: So zählt die Agrarwirtschaft heute zu den entscheidenden Treibern von Artenschwund, Trinkwasserknappheit, Bodenerosion, Umweltverschmutzung und Erderwärmung. Längst gibt es umweltschonende und nachhaltige Formen der Landbewirtschaftung, die auf eine Steigerung der Artenvielfalt – sowohl der Kulturpflanzen, als auch der angestammten Organismen – abzielen. Denn bekanntlich wächst durch die Anzahl der Arten und ihrer Interaktionen auch die funktionelle Biodiversität von Ökosystemen, die sich in vielfältigen Leistungen ausdrückt.

Ein internationales Team von Forschenden um Giovanni Tamburini von der italienischen Universität Bari hat in einer Metastudie insgesamt 6.167 Originalstudien weltweit analysiert, die den Einfluss verschiedener Landbewirtschaftungsformen auf neun wichtige Ökosystemleistungen zum Thema hatten: Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffkreisläufe, Kohlenstoffspeicherung, Klimaregulierung, Wasserhaushalt, Schädlingsbekämpfung, Biodiversität, Bestäubungsleistung und Ernteertrag. Es wurden dabei sechs Kategorien von Anbaupraktiken unterschieden, die auf je unterschiedliche Weise die funktionelle Biodiversität der Agrarflächen verbessern:

1. Erhöhte Kulturpflanzenvielfalt durch Fruchtwechsel oder Zwischenkulturen

2. Artenreichtum der Wildkräuter und -tiere durch Blühstreifen, Hecken oder weitere naturnahe Habitate im Ackerumfeld
3. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit durch organischen Dünger
4. Gezielt eingebrachte Mikroorganismen wie Stickstoff fixierende Bakterien und Mykorrhizapilze zur Anreicherung der Boden-Biodiversität
5. Schonende Bodenbehandlung
6. Ökologischer Landbau als eigenständiges Bewirtschaftungssystem

Die systematische Auswertung der Originalstudien zeigt, dass der Einfluss der Anbauformen auf bestimmte Ökosystemleistungen – namentlich auf Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffkreisläufe – sehr viel häufiger untersucht wurde als etwa auf Bestäubung, Schädlingsbekämpfung und allgemeine Biodiversität; hier gibt es demnach noch erheblichen Forschungsbedarf. Betrachtet man die Anbaupraktiken aller sechs Kategorien, so haben diese in über zwei Drittel der Fälle positive Effekte auf eine oder mehrere der oben aufgeführten Ökosystemleistungen; besonders stark ausgeprägt ist ihr positiver Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit, den Nährstoffkreislauf, die Kohlenstoffspeicherung sowie den Ernteertrag. In 23 Prozent der Fälle ist kein Effekt erkennbar. In 10 Prozent der Fälle traten negative Effekte auf, darunter vor allem die vermehrte Ausgasung von klimaschädlichem Lachgas sowie Ernteeinbußen.

## Abbildung 1

Arten- und Strukturreiche Produktionsflächen liefern diverse Ökosystemleistungen und Erträge müssen nicht zwingend geringer werden (Foto: Hermann Falk/piclease).

In einer weiteren Metastudie analysierte das Team 5.160 Originalstudien, in denen man vielfältige und monotone Anbauformen hinsichtlich ihrer Effekte auf die funktionale Biodiversität verglichen hatte. Dabei wurden jeweils gegensätzliche Anbaumethoden paarweise gegenübergestellt und ausgewertet: Schonende Bodenbearbeitung versus tiefem Pflügen, lange versus kurze Fruchtwechsel, organische versus Mineraldüngung, strukturreiche versus verarmte Landschaften und so weiter. So ergaben sich insgesamt knapp 42.000 Vergleichspaare, die sehr eindrucksvoll die Überlegenheit der „alternativen“ Anbauformen belegen: Auf derart bewirtschafteten Flächen sind sieben der neun wichtigsten Ökosystemleistungen deutlich stärker ausgeprägt als auf konventionell bewirtschafteten Flächen; keine statistisch gesicherten Unterschiede zeigen sich hinsichtlich Klima und Ernteertrag.

Um die Wechselwirkungen zwischen Ernteertrag und funktionaler Biodiversität besser zu verstehen, analysierte Tamburinis Team jene Originalstudien, die den Effekt artenreicher Anbauformen auf den Ertrag und auf mindestens eine Ökosystemleistung erfasst hatten. Tatsächlich erfüllten nur 24 der 6.167 verfügbaren Studien dieses

Kriterium; auch hier besteht ein dringender Forschungsbedarf. Immerhin konnten sie 111 Effektkombinationen untersuchen – und kommen zu dem Schluss: In knapp zwei Drittel der Fälle (63 Prozent) verbesserten diversitätsfördernde Anbauformen gleichzeitig den Ertrag sowie mindestens eine Ökosystemleistung. Diesen Win-win-Situationen standen nur wenige Lose-lose-Fälle (10 Prozent) gegenüber; in den übrigen Fällen wurden verminderte Erträge durch erhöhte Ökosystemleistungen kompensiert (12 Prozent) oder umgekehrt (15 Prozent). „Wir zeigen, dass auf Vielfalt bedachte Landwirtschaft die Biodiversität fördert und Ökosystemleistungen freisetzt, ohne den Ernteertrag zu beeinträchtigen“, betonen die Autorinnen und Autoren: „Damit erweisen sich die vielfältigen Anbauformen als generelle Strategie, um die von den Vereinten Nationen definierten Nachhaltigkeitsziele zu erreichen – denn diese sind allesamt direkt oder indirekt mit der Landwirtschaft verknüpft.“

#### Mehr:

TAMBURINI, G. et al. (2020): Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. – Science Advances, Vol. 6, no. 45; DOI: 10.1126/sciadv.aba1715.

## Gewässer entdecken – spannende Ideen für drinnen und draußen

**Abbildung 1**  
Titelseite der Publikation „Gewässer entdecken“.



#### (Katharina Stöckl-Bauer)

Mit „Gewässer entdecken“ erscheint eine neue Publikation für die Umsetzung des LehrplanPLUS in der Jahrgangsstufe 6 des bayerischen Gymnasiums. In praxiserprobten Unterrichtsmodulen werden innovative Anregungen für den Unterricht im Klassenzimmer und im Freiland vorgestellt. Die Materialien und Bestimmungsschlüssel eignen sich auch hervorragend für die außerschulische Umweltbildung.

Die Handreichung „Gewässer entdecken“ ist die Fortsetzung der mit „Grünland entdecken“ begonnenen Reihe für die Jahrgangsstufe 6. Sie bietet Lehrkräften Anregungen für Exkursionen, Unterrichtsgänge oder Schullandheimaufenthalte. Im ersten Teil sind Fachinformationen zum Ökosystem Gewässer und zu den charakteristischen

Artengruppen zusammengestellt. Das ermöglicht eine schnelle Einarbeitung in die Thematik, ohne lange Fachbücher wälzen zu müssen. Außerdem finden die Leserinnen und Leser kompakte Informationen zu aktuellen Themen, wie etwa zur Wasserrahmenrichtlinie oder zu Mooren und deren Bedeutung im Klimawandel. Das Kernstück der Publikation bilden die insgesamt 29 Unterrichtsmodule für den Einsatz in der Schule und im Freiland. Dabei liegt ein Schwerpunkt darauf, die Artenvielfalt an und in Gewässern kennenzulernen: Unter Verwendung von digitalen Methoden wie QR-Codes, Padlets oder Internetquellen beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Biodiversität von Fischen, Vögeln, Amphibien, Libellen und Pflanzen. Vereinfachte Bestimmungsschlüssel mit altersgerechten Illustrationen sind ebenso enthalten wie passende Arbeitsblätter als Kopiervorlagen.

Außerdem steht das Erforschen aquatischer Lebensräume im Fokus: neben der Untersuchung von einfachen abiotischen Faktoren wie Fließgeschwindigkeit oder Wassertiefe behandeln die Module das aquatische Nahrungsnetz oder Beziehungen im Ökosystem. Auch der Einfluss des Menschen wird in den Unterrichtseinheiten

behandelt. Themen sind beispielsweise Mikroplastik, Wasserkraft oder die Veränderung der Gewässer durch den Klimawandel. Dabei kommen verschiedenste Methoden, wie etwa eigene Versuche, Beobachtungen, „Mysteries“ oder Rollenspiele, zum Einsatz.

Die fast 300 Seiten starke Publikation sowie die dazugehörigen Anlagen sind zwar umfangreich, jedoch gut strukturiert und daher trotzdem übersichtlich. Sie wurde in Zusammenarbeit mit dem Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB), der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP) und der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) von Lehrkräften für Lehrkräfte erstellt und enthält viele Anregungen und Materialien, um die Arten- und Formenkenntnisse der Schülerinnen und Schüler zu fördern und ihnen das eigene Naturerleben zu ermöglichen.

Zum kostenlosen Download der Unterrichtsmodule: [www.anl.bayern.de/publikationen/weitere\\_publikationen/index.htm#unterrichtsmodule](http://www.anl.bayern.de/publikationen/weitere_publikationen/index.htm#unterrichtsmodule)

## Verbot oder Appell: Wie vorgehen gegen Schottergärten?

**(Monika Offenberger)**

Angesichts der biologischen Verarmung unserer Landschaft steigt die Kritik an geschotterten Vorgärten. In Baden-Württemberg ist durch das 2020 novellierte Landes-Naturschutzgesetz die Neuanlage von Schottergärten auf Privatgrund verboten. In anderen Bundesländern sehen die Bauordnungen eine Begrünungspflicht vor, die der Anlage von Schottergärten entgegensteht – so auch in Bayern. Dabei ist es den Kommunen überlassen, ob sie Schottergärten verbieten oder auf ihren freiwilligen Verzicht appellieren.

In ganz Deutschland kommen sogenannte Schottergärten in Mode, stoßen jedoch auch vermehrt auf Befremden (SÖLDNER & SCHMIDT 2021). Aus einer repräsentativen Erhebung der



Gesellschaft für Konsumforschung e.V. geht hervor, dass im Jahr 2017 bereits 15 Prozent der Vorgärten in Deutschland größtenteils durch Pflaster oder wasserabweisende Folien versiegelt

### Abbildung 1

Vorgarten-Fläche mit groben Bruchsteinen und Stabmattenzaun (Foto: BBirke, CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons, URL 1).

und mit Kies oder Schotter bedeckt waren (URL 2). Als erstes Bundesland schreibt Baden-Württemberg in seinem neuen Naturschutzgesetz landesweit vor, dass „Gartenanlagen insektenfreundlich gestaltet werden“ sollen und erklärt „Schotterungen zur Gestaltung von privaten Gärten“ für grundsätzlich unzulässig.

Alle anderen Bundesländer mit Ausnahme von Sachsen-Anhalt sehen in ihren Bauordnungen eine Begrünungspflicht für die unbebauten Flächen von bebauten Privatgrundstücken vor. Demnach müssen die Eigentümer dafür Sorge tragen, dass solche Flächen begrünt oder bepflanzt werden und Wasser aufnehmen können – sofern dem nicht die Erfordernisse einer anderen zulässigen Verwendung der Flächen entgegenstehen. Welche Ausnahmen als „zulässige Verwendung“ anerkannt werden, muss nach der jeweiligen Landesbauordnung im Einzelfall beurteilt werden; darunter fallen zum Beispiel Abstellplätze für Mülltonnen oder Fahrräder sowie notwendige Zugangs- und Fahrwege. Schottergärten finden hier namentlich keine Erwähnung, doch gelten sie gemeinhin nicht als „andere zulässige Verwendung“ und sind somit bereits jetzt nach geltendem Recht unzulässig (GOEBEL 2020). Einige Länder machen in ihren Bauordnungen zusätzliche Auflagen für die Gestaltung unbebauter Flächen auf bebauten Grundstücken. So schreibt etwa Hamburg vor, dass Vorgärten „gärtnerisch zu gestalten“ sind. Niedersachsen fordert ausdrücklich Grünflächen ein; im Saarland und in Rheinland-Pfalz sind wasserundurchlässige Befestigungen nur in streng beschränkten Ausnahmefällen erlaubt. Auch in Regensburg gilt seit Anfang 2020 eine Freiflächengestaltungssatzung, die unter anderem die Begrünung von Vorgärten vorschreibt (STADT REGENSBURG 2020).

Dagegen haben Bremen, Dortmund und Paderborn schon 2019 ein explizites Verbot von Schottergärten in ihren Bebauungsplänen festgelegt. Als erste bayerische Stadt hat auch Erlangen Anfang 2020 ein Verbot von Schottergärten für Neu- und Umbauten verabschiedet; wenige Monate später beschloss der Stadtrat von Würzburg, ein Verbot von Schottergärten in die neue Satzung der Freiflächennutzung aufzunehmen. In Erlangen ist die Satzung bereits in Kraft getreten und gilt für das gesamte Stadtgebiet. Sie bezieht sich nicht auf die Gestaltung der Vorgärten selbst: Auch Zuwege und Zufahrten müssen künftig „soweit es die Art der Nutzung, Verkehrssicherheit und Barrierefreiheit zulassen, mit wasserdurchlässigen

Belägen“ versehen werden. Zudem sind Einhausungen für Müll- und Abfallbehälter mit hochwachsenden oder rankenden Gehölzen „wirksam einzugrünen“. Und auch Flachdächer und fensterlose Fassaden sollen ab einer bestimmten Größe dauerhaft begrünt werden. Der Landesverband Bayerischer Haus-, Wohnungs- und Grundbesitzer e.V. sieht in diesen rigiden Vorschriften einen erheblichen Eingriff in die Gestaltungsfreiheit der Eigentümer. Solcherart Kritik weist Erlangens Baureferent Josef Weber zurück: Alle Appelle an Bauherren und Hausbesitzer, freiwillig auf die lebensfeindlichen und ästhetisch fragwürdigen Schottergärten zu verzichten, hätten nichts gebracht. Zugleich aber will Weber „ein Bewusstsein bei den Bürgern schaffen, wie jeder Einzelne zu mehr Klima- und Naturschutz beitragen kann, das ist ja schließlich eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe“. Besitzer bestehender Schottergärten können nicht zum Rückbau verpflichtet werden; „wir beraten sie aber“, so Weber (AUGSBURGER ALLGEMEINE 2020).

Das Beispiel von Erlangen und Würzburg könnte Schule machen. Denn seit 1. Februar 2021 ist die reformierte Bayerische Bauordnung in Kraft: Darin wird den Kommunen die Möglichkeit eingeräumt, künftig die Bepflanzung der unbebauten Flächen der bebauten Grundstücke in ihren Satzungen detailliert zu regeln (Art. 81 Absatz 1 Nr. 5) und beispielsweise die Anlage von Steingärten, Schottergärten und Kunstrasen zu verbieten. „Wir geben den Städten und Gemeinden mehr Handlungsspielraum. Diese Lösung ziehen wir einem bayernweiten Verbot vor“, betonte die Bayerische Bauministerin Kerstin Schreyer (CSU) auf einer Pressekonferenz in München. Als erste Gemeinde machte davon Peißenberg im Landkreis Weilheim Gebrauch: Nach einem entsprechenden Antrag von Bündnis 90/Die Grünen beschloss der Gemeinderat mit hauchdünner Mehrheit ein Verbot von geschotterten Steingärten auf privaten und gewerblichen Grundstücken. Bestehende Schottergärten genießen – wie überall in Bayern – Bestandsschutz und müssen nicht zurückgebaut werden. Um die Peißenberger Bürgerinnen und Bürger über die schädlichen Auswirkungen von Schottergärten aufzuklären und alternative Gestaltungsformen für ihre Gärten und Grünflächen aufzuzeigen, sind Informationsveranstaltungen mit dem örtlichen Gartenbauverein geplant. Weitere Anregungen für die Anlage von artenreichen, insektenfreundlichen und dennoch pflegeleichten Gärten finden sich auf den Internetseiten des NABU und weiterer Naturschutzverbände (URL 3).

**Mehr:**

AUGSBURGER ALLGEMEINE (2020): Schottergärten verboten: Nachbarn melden Gärten bei der Stadt. – Vom 15.08.2020; [www.augsburger-allgemeine.de/bayern/Schottergaerten-verboten-Nachbarn-melden-Gaerten-bei-der-Stadt-id57930056.html](http://www.augsburger-allgemeine.de/bayern/Schottergaerten-verboten-Nachbarn-melden-Gaerten-bei-der-Stadt-id57930056.html).

GOEBEL, L.-M. (2020): Verbot von Schottergärten. – Recht der Natur-Schnellbrief 222, IDUR Informationsdienst Umweltrecht e.V. (Hrsg.): 57–60.

SÖLDNER, K. & SCHMIDT, L. (2021): Buchbesprechung „Gärten des Grauens“. – ANLiegen Natur 43/1; [www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/gaerten-des-grauens/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/gaerten-des-grauens/).

STADT REGENSBURG (2020): Satzung über die Gestaltung der unbebauten Flächen der bebauten Grundstücke, Einfriedungen und die Begrünung baulicher Anlagen in der Stadt Regensburg (Freiflächengestaltungssatzung – FGS). – Vom

03.02.2020; [www.regensburg.de/stadt-recht/415160/satzung-ueber-die-gestaltung-der-unbebauten-flaechen-der-bebauten-grundstuecke-einfriedungen-und-die-begrue-nung-baulicher-anlagen-in-der-stadt-regens-burg-freiflaechengestaltungssat-zung-fgs-vom-03-februar-2020.html](http://www.regensburg.de/stadt-recht/415160/satzung-ueber-die-gestaltung-der-unbebauten-flaechen-der-bebauten-grundstuecke-einfriedungen-und-die-begrue-nung-baulicher-anlagen-in-der-stadt-regens-burg-freiflaechengestaltungssat-zung-fgs-vom-03-februar-2020.html).

URL 1: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>.

URL 2: Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V.: Marktforschung: Ein grüner Vorgarten ist den Deutschen sehr wichtig; <http://rettet-den-vorgarten.de/bgl-neue-studie-zu-vor-gaerten-vorgestellt/>.

URL 3: NABU: Pflanzen statt Schotter – Ideen für vielfältige und pflegeleichte Vorgärten; [www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/grundlagen/pla-nung/28500.html](http://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/balkon-und-garten/grundlagen/pla-nung/28500.html).

## Praxisbroschüre Waldnaturschutz: Aktiv im Wald – Naturschutz mit der Kettensäge

(Wolfram Adelmann)

Die Broschüre „Aktiv im Wald: Naturschutz mit der Kettensäge“ gibt praktische Handlungsanleitungen, die zeigen, wie man gezielt Strukturen und Lebensräume fördert oder neue schafft, die aktuell in unseren Wirtschaftswäldern überwiegend fehlen.

unsere Wälder sind auffallend „jugendlich“. Gerade einmal 8 % der Wälder in Mitteleuropa sind älter als 130 Jahre. Zudem sind sie deutlich reduziert bezüglich ihrer Baumartenvielfalt und -genetik. Und auch der Artenschwund macht nicht vor ihnen halt, so gingen rund 36 % der Arten innerhalb der letzten neun Jahren zurück (SEIBOLD et al. 2019). Ökologisch wichtige Strukturen naturnaher Wälder der Alterungs- und Zerfallsphase fehlen, allem voran die totholzreichen Verjüngungsphasen. Hier lebt jedoch das größte Artenspektrum unserer Waldarten: Die xylobionten Lebewesen, die auf zerfallendes Holz in all seiner Vielfalt angewiesen sind (vergleiche MÜLLER & HILMER 2020).

Die Broschüre „Aktiv im Wald: Naturschutz mit der Kettensäge“ ist eine Sammlung von praktischen Handlungsanleitungen, die zeigen, wie man gezielt Strukturen fördert oder neue schafft: Ab und zu ist der Griff zur Motorsäge eine



**Abbildung 1**  
Titelblatt der Broschüre „Naturschutz mit der Kettensäge“.

Alternative, um Prozesse, die in der Natur durch Astabbrüche oder durch Pilzbefall von alleine entstehen würden, an bestimmten Orten zu beschleunigen. Das Ziel ist es, mit diesen künstlichen Strukturen eine zeitliche Lücke zu schließen – bis unsere Wälder sich ihrem natürlichen Alter annähern (zumindest dort, wo sie dürfen). Die aktiv geschaffenen Strukturen dienen also als

Überbrückungshilfe: Mit der Motorsäge geschaffene Baumhöhlen, Rindenverletzungen und Totholz, wie Hochstümpfe oder Totholzinseln.

Daneben geht es auch darum, Entwicklung in der Natur frühzeitig zu erkennen und Prozesse zuzulassen, um gezielt Biotopbäume heranwachsen oder Totholz entstehen zu lassen. Besonders die Anfänge von Biotopstrukturen sind manchmal schwer erkennbar. Daher will die Broschüre auch hier den Blick besonders schärfen. In den klassischen Anleitungen zur Waldhygiene wird leider zu oft empfohlen, diese für die Natur wichtigen Anfänge (wie Zwiesel, Baumverletzungen, Astabbrüche) zu entfernen. Die Broschüre regt hier zum Umdenken an: Zumindest einzelne Bäume und Baumgruppen sollen ungesteuert wachsen, aber auch wieder vergehen dürfen. Belässt man die Anfänge von Biotopstrukturen, können sich herausragende, extrem selten gewordene Mikrolebensräume im Wald herausbilden, wie zum Beispiel Mulmhöhlen, die jedoch einige Jahrzehnte benötigen, um sich zu entwickeln.

Die Broschüre ist eine Praxisanleitung, die sowohl über Biotopbäume als auch Totholzlebensräume und Mikrohabitate informiert. Kern sind aber grafisch-illustrierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen, um aktiv bestimmte Strukturen anzulegen. Diese Merkblätter enthalten sowohl Angaben zum naturschutzfachlichen Ziel der Maßnahme als auch zum Aufwand (Zeit, Kosten), zu Förderung und Kostenersparnissen sowie Hinweise zur Verkehrs- und Arbeitssicherheit.

Die Sammlung beruht auf Praxiserfahrungen aus verschiedenen Waldbetrieben, wie den Kirchenwäldern der Diözese des Bistums Passau, dem Waldbetrieb Eichelberg, dem Naturschutzwald „Rainer Wald“ des Landesbundes für Vogelschutz sowie kleineren Privatwäldern. Einige Maßnahmen wurden wissenschaftlich begleitet von Partnern der Universitäten Würzburg und Göttingen. Es ist sozusagen eine Forschung-in-die-Praxis-Broschüre, aber auch eine Praxis-in-die-Praxis-Information, weil alle Maßnahmen praktisch getestet wurden.

Diese Sammlung von aktiven Maßnahmen und Hinweisen zum passiven Zuschauen bei natürlichen Prozessen und Störungen im Wald ist sicher ein Novum. Das sicher ungewöhnliche an dieser Broschüre ist, dass sich die Autoren wünschen, dass sie in Zukunft überflüssig wird! Überflüssig, weil sie hoffen, dass dann auch in unseren Wirtschaftswäldern genügend

Lebensraumstrukturen vorhanden sein werden. Jedoch sind wir davon aktuell leider noch weit entfernt.

Also seien Sie aktiv und entscheiden Sie selbst!

Zur Broschüre: [www.anl.bayern.de/fachinformationen/naturschutz\\_mit\\_der\\_kettensaege/index.htm](http://www.anl.bayern.de/fachinformationen/naturschutz_mit_der_kettensaege/index.htm)

Wolfram ADELMANN, Jonas HAGGE, Peter LANGHAMMER et al. (2021): Aktiv im Wald – Naturschutz mit der Kettensäge. – Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 64 S.

#### Literatur

MÜLLER, J. & HILMER, T. (2020): Katastrophen für den Menschen – Segen für die Biodiversität. – LWF aktuell 4/2020: 13–15.

SEIBOLD, S. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with drivers at landscape level. – Nature 10/2019; <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>.

# UBA-Studie: Regelungen zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten unzureichend

(Paul-Bastian Nagel)

In einer vom Umweltbundesamt beauftragten Studie zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten in ausgewählten Bundesländern kommen die Autoren zum Ergebnis, dass die Anwendungsregelungen regelmäßig nicht ausreichen, um die dortigen wertvollen Naturflächen und ihr Arteninventar zu schützen.

Das interdisziplinäre Autorenteam, mit Journalistin Heidi Mühlenberg, Jurist Stefan Möckel, Biologin Cornelia Sattler und dem international anerkannten Insektenexperten Josef Settele vom Helmholtz-Zentrum (UFZ, Halle), untersuchte exemplarisch in drei Bundesländern die Regelungen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Bioziden in Schutzgebieten. In Baden-Württemberg wurden die Landesgesetzgebung und in Sachsen und Niedersachsen zusätzlich über 1.700 Schutzgebietsverordnungen ausgewertet. Die Regelungen in Bayern wurden leider nicht betrachtet. Im Fokus der Auswertung standen Nationalparke, Biosphärenreservate, Naturschutzgebiete und Natura 2000-Gebiete. Die Regelungen in den Schutzgebieten wurden in fünf Stufen kategorisiert:

- Erlaubt nach Maßgabe des Bundesrechts
- Erlaubt mit Anzeigepflicht, Untersagung im Einzelfall
- Erlaubt mit Genehmigungsvorbehalt
- Verboten mit Ausnahmetatbeständen
- Generell verboten

In Sachsen können PSM und Biozide auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb der Schutzgebiete nach Bundesrecht eingesetzt werden. Weitergehende Auflagen und Einschränkungen gelten nur in wenigen Fällen. So gibt es nur für zwei von 215 Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebieten einen Genehmigungsvorbehalt für den Einsatz von PSM. Der Freistaat Sachsen setzt bei der Umsetzung der Natura 2000-Ziele ähnlich wie Bayern auf das Prinzip der Freiwilligkeit. Lediglich in fünf Naturschutzgebieten und der Kernzone eines



**Abbildung 1**

Titelblatt zum Abschlussbericht „Regelungen zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten“.

Biosphärenreservats mit einem geringen Anteil an land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen, ist der Einsatz von PSM und Bioziden verboten.

Auch in Niedersachsen sind in 96 Prozent der untersuchten Schutzgebiete Pflanzenschutzmittel und Biozid-Produkte zugelassen, allerdings häufiger mit strengeren Auflagen und Einschränkungen als es das Bundesrecht vorsieht. Das liegt auch daran, dass beispielsweise die Schutzgebietsverordnungen für die Natura 2000-Gebiete in Niedersachsen ausführlicher und standortspezifischer gestaltet sind und häufiger auf das jeweilige Schutzziel Bezug nehmen. Von 178 Natura 2000-Gebieten mit anteiliger Ackernutzung, ist in 139 Fällen der Einsatz von PSM schon nach Bundesrecht erlaubt. In neun Fällen mit Anzeigepflicht beziehungsweise Genehmigungsvorbehalt und in sieben Natura 2000-Gebieten gilt ein Verbot mit konkret definierten Ausnahmetatbeständen. Für Wiesen- und Weideflächen gibt es deutlich mehr Einschränkungen für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln als in Sachsen. Häufig ist die Zustimmung der unteren Naturschutzbehörde oder des zuständigen Pflanzenschutzamts für den Einsatz erforderlich, beziehungsweise es gibt eine Anzeigepflicht vor dem Einsatz.

In Baden-Württemberg ist es seit 2015 verboten, außerhalb von intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen in Naturschutzgebieten, in Kern- und Pflegezonen von Biosphärengebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen und bei Naturdenkmälern, Pflanzenschutzmitteln und Bioziden einzusetzen. Ab 01.01.2022 wird das Verbot ausgeweitet: Dann ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden in Naturschutzgebieten auf der ganzen Fläche verboten.

Die Bewertung der Autoren ist eindeutig: „Während in Baden-Württemberg das Bemühen erkennbar ist, im Landesrecht den Biozid- und Pflanzenschutzmitteleinsatz zu beschränken, unterscheidet sich das Schutzniveau in Sachsen und mit Abstufung in Niedersachsen in Bezug auf den Pflanzenschutzmittel- und Biozideinsatz innerhalb der geschützten Flächen wenig von dem außerhalb liegender Flächen.“

Demnach zeigt die Studie, dass die Naturflächen und ihr Arteninventar in den Schutzgebieten nur unzureichend vor Beeinträchtigungen durch Chemikalien geschützt sind. Besonders Natura 2000-Gebiete seien durch den aktuell zulässigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden bedroht. Bei den Verordnungstexten älterer Schutzgebiete wurde darüber hinaus festgestellt, dass formulierte Verbote zwar den Einsatz von PSM und Bioziden umfassen könnten, die historisch bedingten begrifflichen Unschärfen aber zu einer Rechtsunsicherheit führten. Die Autoren empfehlen daher, die Verordnungstexte zu überarbeiten und zu schärfen.

Empfehlungen der Autoren für bundesrechtliche Regelungen im Bundesnaturschutzgesetz:

- In Naturschutzgebieten sollte ein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Biozid-Produkten grundsätzlich untersagt sein.
- In Nationalparks und Biosphärenreservaten sollten für die Kernzonen Kompletverbote normiert und die Pflegezonen wie Naturschutzgebiete gehandhabt werden.
- Bei Natura 2000-Gebieten ist ein Genehmigungsvorbehalt für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Biozid-Produkten vorzusehen.

Bei der Interpretation der Studienergebnisse ist zu betonen, dass nicht der tatsächliche Einsatz der Mittel untersucht wurde, sondern die zulässigen Einsatzmöglichkeiten nach Bundes- und Landesrecht sowie den jeweiligen Schutz-

gebietsverordnungen. Was also tatsächlich auf den land- und forstwirtschaftlichen Flächen innerhalb der untersuchten Schutzgebiete ausgebracht wird, wurde genauso wenig betrachtet, wie Verdriftungen, diffuse Einträge oder Vorbelastungen.

#### **Mehr:**

UMWELTBUNDESAMT (2021): Regelungen zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten. Abschlussbericht von Dr. rer. pol. Heidi Mühlenberg, Hamburg, Dr. jur. Stefan Möckel, Halle/Saale, Dr. rer. nat. Cornelia Sattler, Halle/Saale. Mit beratender Unterstützung von Prof. Dr. Josef Settele, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Halle; Projektnummer 145184 FB000557; online unter: [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-17\\_texte\\_49-2021\\_pestizide\\_schutzgebiete.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-17_texte_49-2021_pestizide_schutzgebiete.pdf).

## Tierspuren Europas – Spuren und Zeichen bestimmen und interpretieren

(Lotte Fabsicz)

Das Fährtenlesen umfasst jedes Zeichen in der Natur, das auf die Anwesenheit eines Tieres hinweist: Geruch, Fraßspuren, Urin, Kot, Speichel, Gewölle, Reviermarkierungen und andere auditive und visuelle Zeichen. Jedes dieser Zeichen gibt Aufschluss über das Tier und seine Lebensweise. Dieses Buch gibt Einblick in die Kunst des Fährtenlesens und soll den Leser anspornen, noch mehr Zeit in der Natur zu verbringen. Es beinhaltet über Generationen gesammeltes Wissen sowie zahlreiche fundierte Recherchen und vereint diese Fülle an Informationen zu einem äußerst spannenden Werk.

Auf mehr als 800 Seiten mit hervorragenden Bildern und unzähligen Zeichnungen von Tierspuren und Fußmorphologien beinhaltet das Buch sowohl Artenporträts von den verschie-

denen Tieren (vor allem Säugetieren, aber auch Vögeln, Reptilien und weiteren), überwiegend mit Verbreitung, Lebensraum, Ernährung und Fortpflanzung, als auch Spurbilder und sonstige Spuren. Aufgrund des stattlichen Gewichts zwar nicht als „Feld-Bestimmungshilfe“ geeignet, lässt dieses Buch jedoch keine Wünsche offen.

Die Qualität des Buches ist herausragend und der Aufbau und der immense Umfang sowohl für Fachleute als auch für interessierte Laien geeignet. Doch Vorsicht: ist man erst einmal eingetaucht in die Welt des Fährtenlesens, führt es unweigerlich zu einer Begeisterung und dem Drang, mehr zu erfahren. Man wird sich dabei ertappen, die vielleicht bisher eher unzulängliche eigene Wahrnehmung von Spuren in der Natur von Grund auf zu überdenken.



Joscha GROLMS (2021): Tierspuren Europas – Spuren und Zeichen bestimmen und interpretieren. – Gebunden, Eugen Ulmer Verlag, 1.122 Farbfotos, 502 sw-Zeichnungen, ISBN 978-3-8186-0090-7: 816 S.; 69,95 Euro.

## Mikroorganismen überall

(Wolfram Adelman)

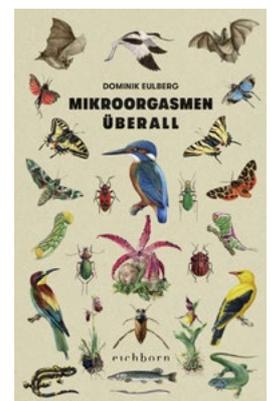
Na, was für ein Titel! Der Verlag schickte uns das Rezensionsexemplar unter dem Titel „Mikroorganismen überall“; aber das „ni“ fehlt ausdrücklich. Und nein, es ist nicht das Kamasutra der Kleinstlebewesen. Es ist eher eine Ode an die Artenvielfalt quer durch die heimische Tier-, Pflanzen- und Pilzwelt. Und die Lebewesen sind auch nicht alle klein, sondern reichen vom Kranich bis zur Wolllaus. Es ist ein buntes Potpourri von Kurzgeschichten über die Raffinesse und Mannigfaltigkeit unserer Lebewesen. Der Autor Dominik Eulberg ist Techno-DJ, Naturschutzbotschafter und vor allem aber ist er Biologe und seine Begeisterung für das Leben ist das zentrale Element seines Buches.

Der Autor hat definitiv ein Händchen für ergreifende Titel, auch in den Kapiteln, es folgen dann aber sehr kurze und gut erzählte wissenschaftsbasierte Anekdoten. Über 200 Arten werden auf 346 Seiten behandelt, es ist also kein tiefgreifendes

Nachschlagewerk, sondern eher ein Spaziergang durch die Natur. Eine Empfehlung: Überspringen Sie das langatmige Vorwort – greifen Sie einfach eine Geschichte heraus und fangen sie an!

Für wen ist dieses Buch jetzt geeignet? Das Buch sollte nicht in einem durchgelesen werden. Eigentlich wäre es das allerbeste, es mit raus in die Natur zu nehmen und sich bei irgendeiner Begegnung mit einem Tier oder einer Pflanze hinzusetzen und die entsprechende Geschichte nachzuschlagen oder vorzulesen. Es ist perfekt für Umweltbildner/-innen, Lehrer/-innen und jeden Naturbegeisterten als Begleiter für einen intensiven Naturspaziergang.

Alle kennen Gute-Nacht-Geschichten? Machen Sie einmal den Versuch und lesen sie hieraus eine Gute-Morgen-Geschichte vor. Sie werden wache und wissbegierige Kinder erleben!



Dominik EULBERG (2021): Mikroorganismen überall. – Hardcover, Eichborn Verlag, ISBN 978-3-8479-0065-8: 352 S.; 25 Euro.

## Die Goldwespen Mitteleuropas



Heinz WIESBAUER, Paolo ROSA & Herbert ZETTEL (2020): Die Goldwespen Mitteleuropas – Biologie, Lebensräume, Artenporträts. – Gebunden, Eugen Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8186-1149-1: 256 S.; 45 Euro.

(Bernhard Hoiß)

An vielen Stellen findet man inzwischen Nisthilfen für Wildbienen. Wenn diese gut besiedelt sind, kann man dort bei genauerem Hinsehen aber auch oft kleine, bunt glänzende und sehr geschäftige Tierchen entdecken: Goldwespen. Sie gehören zu den schönsten und farbenprächtigsten Tieren überhaupt. Ihre Larven leben als Parasiten, etwa bei Bienen, Wespen oder Pflanzenwespen, und sind somit gute Indikatoren für den Zustand ihrer zahlreichen Wirtsarten und deren Lebensräume.

Heinz Wiesbauer, Paolo Rosa und Herbert Zettel liefern – auch anhand vieler eindrucksvoller, brillanter Fotos – ein Nachschlagewerk, das einen faszinierenden Eindruck in die Welt der Goldwespen gibt. Sie stellen die teilweise sehr komplexe Biologie und Lebensräume der Gruppe sowie die Portraits aller 215 mitteleuropäischen

Arten vor. In Deutschland kommen übrigens aktuell 109, in Bayern 85 Arten vor. 61 % der Arten stehen auf der bayerischen Roten Liste.

Eine Besonderheit des Werkes: Es enthält auch einen Bestimmungsschlüssel, der zumindest bis zur Gattung oder Artgruppe führt. So ermöglicht dieses Buch einen guten Einstieg, um einen Überblick über die Goldwespen zu bekommen. Da der Bezugsrahmen des Werkes ganz Mitteleuropa ist, und wohl auch mangels Daten, fehlen leider genauere, über die Länder hinausgehende Verbreitungsangaben.

Ich empfehle das Buch allen, die sich für die Ästhetik der Natur begeistern, ökologische Zusammenhänge verstehen oder sich einfach in die Goldwespen einarbeiten wollen.

## Insektensterben in Mitteleuropa: Ursachen und Maßnahmen



Thomas FARTMANN, Eckhard JEDICKE, Merle STREITBERGER & Gregor STUHL-DREHER (2021): Insektensterben in Mitteleuropa: Ursachen und Gegenmaßnahmen. – Gebunden, 195 Farbfotos, 105 farbige Zeichnungen, 29 Karten, 9 Tabellen, Eugen Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8186-0944-3: 303 S.; 48 Euro.

(Alma Hummelsberger)

Volksbegehren, Blühstreifen, Bienenhotels – das Thema Insektensterben ist längst in das Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt. Die Diskussionen zu dem Thema werden jedoch meist sehr emotional und wenig fachlich fundiert geführt. Mit dem Buch „Insektensterben in Mitteleuropa: Ursachen und Maßnahmen“ setzen die Autoren der emotionalen Rhetorik und den wenig hilfreichen Schuldzuweisungen ein wissenschaftlich anspruchsvolles und sachlich fundiertes Werk entgegen.

Die Basis bildet eine ausführliche Auswertung der inzwischen sehr umfassenden nationalen und internationalen Forschungsliteratur, welche anschaulich aufbereitet und erklärt wird.

Das Buch beginnt damit, das tatsächliche Ausmaß des Insektensterbens zu erfassen. Anschließend werden die Ursachen ausführlich analysiert und

in den letzten Kapiteln mögliche Maßnahmen zur effektiven Problemlösung vorgestellt. Dabei fokussieren sich die Autoren primär auf drei Landschaftsräume: Agrarland, Wald und Siedlungen. Dieses Buch versucht, die Komplexität des Themas auch für Laien verständlich darzustellen, indem es immer wieder auch die Grundlagen knapp und anschaulich erklärt. Dennoch gelingt den Autoren eine fundierte Darstellung des Themas und seiner vielseitigen Aspekte in einer wissenschaftlichen Tiefe – aufgelockert von zahlreichen anschaulichen und ästhetisch ansprechenden Artenbeispielen, Exkursen, Fotografien, und Diagrammen.

Insektensterben in Mitteleuropa ist im Fazit ein herausragendes Werk, das sowohl den interessierten Neuling als auch den versierten Naturschützer begeistern wird. Als aufklärendes Grundlagenwerk wäre es auch zu empfehlen.

## Das Dachauer Moos

(Stefan Müller-Kroehling)

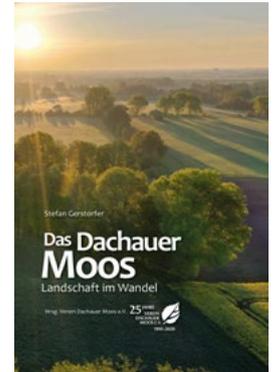
Am Nordrand der Münchner Schotterebene liegt Bayerns ursprünglich größtes Mooregebiet, dessen westlicher Flügel das Dachauer Moos ist. Zum 25-jährigen Bestehen des gleichnamigen Vereins hat dieser ein Buch herausgegeben, das auf 243 Seiten einen solide recherchierten, eingängig illustrierten und verständlich geschriebenen Bogen durch die bewegte Geschichte spannt. Berichtet wird von der Entstehung nach der Eiszeit und den jahrhundertelangen Versuchen, dem kargen Landstrich einen Lebensunterhalt abzutrotzen. Von Torfstecherei und Streuwiesennutzung, begleitet von der Dachauer Künstlerkolonie, führte der Weg über den Einsatz von Kriegsgefangenen, Zwangsarbeitern und Arbeitsdiensten sowie staatlichen Moorversuchsgütern weiter mit Autobahnbau und olympischer Regattastrecke zu unumkehrbaren Veränderungen.

Heute sind die Moorböden tief entwässert, meist abgetorft, gesackt, verpufft oder vererdet und

werden zu 80 % ackerbaulich genutzt. Die kleinen Bereiche in einem besseren Erhaltungszustand findet man teilweise noch in den Moorbirken-Moorwäldern: ein Vegetationstypus, der in dem Buch trotz seiner Bedeutung für den Landschaftscharakter leider zu kurz kommt. Auch ursprünglich prägte ein kaum durchdringlicher Wald das Gebiet, wie es bis zu 600 Jahre alte Quellen in dem Buch beschreiben.

Das als bilderstarke Lesebuch mit informativen Karten verfasste Werk überzeugt in Konzeption und Inhalt. Zu den wirbellosen Tierarten, Moosen und Pilzen hätte man sich eine Artenliste wie bei den Gefäßpflanzen gewünscht.

Es ist leider aktuell nicht käuflich erhältlich, sondern wird nur auf Anfrage von der Geschäftsstelle des Vereins zur Verfügung gestellt. Kontaktinformationen: [www.verein-dachauer-moos.de](http://www.verein-dachauer-moos.de)



Stefan Gerstorfer (2020): Das Dachauer Moos – Landschaft im Wandel. – Verein Dachauer Moos e.V. (Hrsg.), herausgegeben zum 25-jährigen Bestehen des Vereins; derzeit nicht käuflich zu erwerben, wird nur auf Anfrage zur Verfügung gestellt: [www.verein-dachauer-moos.de](http://www.verein-dachauer-moos.de): 243 Seiten.

## Moor-Klimawirte – Zukunft der Landwirtschaft im Moor

(Richard Schöttner)

Die Broschüre bietet einen kompakten und sehr informativen Überblick über die Notwendigkeit des Moorschutzes und eine Exit-Strategie aus der entwässerungsbasierten Moornutzung. Dabei wird das Berufsbild „Klimawirt:in“ mitsamt den Herausforderungen dieser neuen Branche präsentiert. Und ganz besonders hervorzuheben: die Veröffentlichung gibt den jetzt schon praktizierenden Klimawirt:innen die Gelegenheit, ihre Arbeit ausführlich vorzustellen.

Das auch optisch sehr ansprechende Heft macht den Beruf Klimawirt:in greifbar. Es zeigt auf, dass Paludikultur – die Bewirtschaftung nasser Moore – jetzt schon praktikabel ist und geht auch auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen ein. So wird klar, was es für eine zukunftsfähige und nachhaltige Landwirtschaft auf Moorböden noch

braucht: eine langfristige Perspektive auf ein sicheres Einkommen. Was dafür nötig ist, wird klar und deutlich in der Publikation formuliert.

Respekt und Dank gebührt in jedem Fall den in der Broschüre vorgestellten Bewirtschafter:innen, die die Zeichen der Zeit erkannt haben und handeln. Sie zeigen eindrucksvoll, dass selbst unter den momentanen, schwierigen Voraussetzungen Moorschutz und Landwirtschaft unter einen Hut zu kriegen sind.

Es bleibt zu hoffen, dass viele Politiker:innen dieses Heft in die Hände bekommen, daraus die richtigen Schlüsse ziehen und jetzt die notwendigen Weichen für die Bewirtschaftung nasser Moore stellen, die sie schon gestern hätten stellen müssen.



DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE (2021): Moor-Klimawirte – Zukunft der Landwirtschaft im Moor. – Farbige Broschüre: 48 Seiten; kostenlos hier erhältlich: [www.dvl.org/publikationen/fachpublikationen](http://www.dvl.org/publikationen/fachpublikationen).

## Die Triple-Krise – Artensterben, Klimawandel, Pandemien



Josef SETTELE (2020): Die Triple-Krise – Artensterben, Klimawandel, Pandemien. – Broschiert, Edel Books, ISBN: 978-3-84190-653-3: 320 S.; 22,95 Euro.

(Christian Stettmer)

Das Buch ist ein neues Referenzwerk in der Darstellung der drei großen Krisen Artensterben, Klimawandel und Pandemien und ein dringender Appell, endlich zu handeln.

Trotz der sehr ernsten Thematik ist das Buch unkompliziert zu lesen. Es eröffnet mit einer sehr überzeichneten Fiktion des Lebens in Deutschland im Jahr 2040. Darauf folgen nicht sehr erbaulich stimmende Kapitel zum ökologischen Zustand unseres Planeten. Zum Verschnaufen kommt der Leser dann in den beiden Themenblöcken, die den Insekten gewidmet sind. Es ist eine persönliche, kurzweilige und fesselnde Lese-reise durch die Insektenwelt.

Josef Settele weiß genau, worüber er schreibt: Er ist einer der leitenden Autoren des Berichts zur globalen Situation der Artenvielfalt des Weltbiodiversitätsrats (2019). Im vorletzten Kapitel

„Alles hängt mit allem zusammen“ versteht er es sehr gekonnt, die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen von Klimawandel, Artensterben und Pandemien klar und verständlich darzustellen. Einen emotionalen Weckruf stellt das letzte Kapitel „Bevor der letzte Schmetterling stirbt – ein Appell“ dar. Es ist eine Kampf-ansage an das globale und stumpfe Phlegma der Menschheit, die konkretes Handeln an allen Ecken und Enden vermissen lässt.

Während des Schreibens dieser Rezension ist die Hochwasserkatastrophe im Ahrtal in allen Medien. Auch dies zeigt, wie wichtig und dringend es ist, dieses Buch zu lesen und danach zu handeln. Lassen wir dazu dem Autor das letzte Wort: „Helfen Sie mit, den blauen Planeten zu bewahren, bevor der letzte Schmetterling stirbt“.

## Der Bartgeier – Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in den Alpen



Hansruedi WEYRICH, Hansjakob BAUMGARTNER, Franziska LÖRCHER & Daniel HEGGLIN (2021): Der Bartgeier – Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in den Alpen. – Gebunden, 206 Fotos, 2 Tabellen, Haupt Verlag, ISBN 978-3-258-08192-2: 248 S.; 48 Euro.

(Toni Wegscheider)

Rund hundert Jahre nach der Ausrottung des Bartgeiers in den Alpen haben Wanderer heute in manchen Regionen wieder gute Chancen, den imposanten Aasfresser in freier Wildbahn zu erblicken. Die Hintergründe dieser Entwicklung werden auf 248 fesselnden Seiten beleuchtet, von einstigem Aberglauben über die Vernichtung des harmlosen Vogels bis hin zu überraschend frühen Überlegungen einer Wiederansiedlung. Anfänglich freigelassene asiatische Wildfänge waren leider eine Sackgasse. Den Schlüssel zum Erfolg bildeten dann die immer verlässlicheren Zuchten von Bartgeiern in Zoos und die Auswilderung der noch nicht flüggen Jungvögel. Seit Beginn der Wiederansiedlung 1986 in Österreich, entwickeln sich die Bestände langsam aber stetig bergauf. Die Zahl der durch Naturbruten ausfliegenden Geier übertrifft mittlerweile die

der menschlich freigelassenen deutlich. Doch trotz dieser schönen Entwicklung ist der Bestand von aktuell zirka 300 Bartgeiern noch nicht über den Berg. Bedrohungen wie Bleivergiftungen zeigen, dass die Zukunft dieser Art weiterhin von den Bemühungen des Menschen für intakte Lebensräume abhängt. Dass der Fokus in diesem Werk auf der Schweiz liegt, ist durch die gute Darstellung der gesamtalpinen Entwicklung kein Manko.

Fazit: Nach 18 Jahren endlich wieder ein hochwertiges, deutschsprachiges Buch über den Bartgeier, von der Ornithologenszene sehnsüchtig erwartet. Die spannenden Texte werden ergänzt durch sensationelle Bilder des bekannten Naturfotografen Hansruedi Weyrich – ein Muss für jeden Vogelfreund.

## Neue Mitarbeiter

### Daniela Berger

Seit 1. April 2021 bin ich an der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) im Bereich Verwaltung tätig. Zu meinen Aufgaben gehören unter anderem das Buchen von Einnahmen und Ausgaben, wiederkehrenden Buchungen sowie die Inventarisierung.

Davor arbeitete ich einige Jahre bei der Firma WIBERG in der Abteilung Kreditorenbuchhaltung. Ich wechselte dann zur Firma Haslauer als Einkaufsleiterin und ging von hier aus dann in Elternzeit.

Zuletzt war ich beim Lagerhaus Rupertiwinkel eG und der Brauerei Wieninger in Teisendorf tätig.

Die neue Stelle bei der ANL bietet für mich die Möglichkeit, meine Liebe zur Natur in den Beruf mit einfließen zu lassen. Ich freue mich sehr auf meine zukünftigen Aufgaben an der ANL.

[daniela.berger@anl.bayern.de](mailto:daniela.berger@anl.bayern.de)  
+49 8682 8963-32



### Sandra Fohlmeister

Seit April 2021 bin ich an der ANL als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „Landschaftsplanung in Bayern – kommunal und innovativ“ tätig. Das Projekt ist eine Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) unter Leitung des Bayerischen Umweltministeriums (StMUV). Meine Hauptaufgabe im Team ist die fachliche Beratung innovativer Kommunikations- und Beteiligungskonzepte, die wir bedarfsgerecht, umsetzungsorientiert und zusammen mit engagierten Kommunen entwickeln.

Nach meinem Studium der Wirtschafts- und Sozialgeographie war ich viele Jahre in der internationalen Zusammenarbeit (Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit GIZ, Organisation der Vereinten Nationen für industrielle Entwicklung UNIDO) und Wissenschaft (Technische Universität München TUM) tätig. Partizipation und gelungene Zielgruppenansprache sind mir dabei als Schlüsselthemen begegnet, die es zu gestalten gilt, um naturschutzfachliche Ziele erreichen zu können. Darauf freue ich mich auch an der ANL.

[sandra.fohlmeister@anl.bayern.de](mailto:sandra.fohlmeister@anl.bayern.de)  
+49 8682 8963-59



### Franziska Hanko

Seit Juni 2021 bin ich an der ANL in den Fachbereichen „Biologische Vielfalt“ sowie „Angewandte Forschung & internationale Zusammenarbeit“ als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig.

Nach meinen Studien International Forest Ecosystem Management (Bachelor of Science, B. Sc.) an der Fachhochschule Eberswalde sowie Umweltplanung und Ingenieurökologie an der Technischen Universität München (Master of Science, M. Sc.) entschied ich mich dafür, mein Wissen mit Landnutzern zu teilen und den gegenseitigen Austausch zu fördern.

Als wissenschaftliche Leiterin des Projekts „KuhproKlima“ begleite ich Landwirtinnen und Landwirte bei der Umsetzung klima- und lebensfreundlicher Bewirtschaftungsmethoden im Raum Oberallgäu ([www.kuhproklima.de](http://www.kuhproklima.de)). Während meiner Arbeit an der unteren Naturschutzbehörde Weilheim sammelte ich Erfahrung im Naturschutzrecht. Als Wildnis- und angehende Waldpädagogin streune ich in meiner Freizeit mit viel Freude mit Kindern und Jugendlichen durch die Natur vor der Haustür.

[franziska.hanko@anl.bayern.de](mailto:franziska.hanko@anl.bayern.de)  
+49 8682 8963-78



## Neue Mitarbeiter

### Julia König



Seit April 2021 unterstütze ich nun als Projektmanagerin das LIFE-Team der ANL. Im Kommunikationsprojekt „LIFE living Natura 2000“ bin ich für die Schüler-Aktion zuständig.

Ich studiere an der Paris Lodron Universität Salzburg Geographie mit dem Schwerpunkt „Stadtökologie und Management von Ökosystemen“ im Master sowie parallel im Masterstudium „Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur“ an der Universität für Bodenkultur Wien.

Im Rahmen eines Praktikums konnte ich die ANL bereits im Jahr 2018 kennenlernen. Zurückkehrt bin ich im Mai 2020 für das BASCH-Projekt und im Anschluss war ich von Oktober 2020 bis Juni 2021 im Biodiversitätsprojekt „Friedhöfe – Oasen für Pflanzen und Tiere“ beschäftigt.

[julia.koenig@anl.bayern.de](mailto:julia.koenig@anl.bayern.de)

Telefon: +49 8682 8963-49

### Martina Schuhbeck



Seit Mitte September 2021 bin ich Teil des LIFE-Teams an der ANL. Zusammen mit meinen Kolleginnen setzen wir das Kommunikationsprojekt „LIFE living Natura 2000“ um, wobei meine Aufgaben im Verwaltungsbereich liegen. Ich bin unter anderem für die organisatorische Abwicklung von Veranstaltungen inklusive Korrespondenz mit den Teilnehmern und Referenten zuständig und auch vor Ort zur Unterstützung des Teams mit dabei. Aber auch Aufgaben rund um die Dokumentation projektrelevanter Daten oder die Abrechnung und Buchung von Belegen gehören nun zu meinem neuen Arbeitsalltag.

Für diese, teilweise sehr abwechslungsreichen Tätigkeiten, konnte ich mir schon während meiner Ausbildung zur Kauffrau im Groß- und Außenhandel und der mehrjährigen Arbeit als Vertriebsinnendienstmitarbeiterin in einem Pharmaunternehmen viel Wissen aneignen. Umso mehr freue ich mich, diese hier an der ANL anzuwenden und im Bereich Veranstaltungsplanung noch weiter auszubauen.

[martina.schuhbeck@anl.bayern.de](mailto:martina.schuhbeck@anl.bayern.de)

+ 49 8682 8963-60

### Celina Stanley



Im Mai 2021 hat es mich an die ANL „zurückverschlagen“. Hier bin ich für das Projekt „Natur- und Klimaschutzprojekte in bayerischen Städten“ zuständig. Meine Hauptaufgaben sind die Kontaktaufnahme mit bayerischen Kommunen, die Durchführung einer Abfrage sowie deren Auswertung und Weiterentwicklung von Projekten.

Bereits vor sechs Jahren war ich nach meinem Bachelorstudium der Geographie an der ANL als FÖJlerin tätig. Dieses praktische Jahr gab mir die Orientierung für meine spätere berufliche Aus-

richtung, nämlich der Schnittstelle zwischen Mensch und Umwelt, der ökologischen Forschung. Deshalb absolvierte ich den Masterstudiengang Geographie mit Schwerpunkt „Stadtökologie und Management von Ökosystemen“ an der Universität Salzburg, wo ich zeitgleich auch studentische Mitarbeiterin im Projekt „ Stadtbäume als Klimabotschafter“ war. Zuletzt war ich am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) in Dresden als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig.

[celina.stanley@anl.bayern.de](mailto:celina.stanley@anl.bayern.de)

+49 8682 8963-54

## Neue Mitarbeiter

### Dorothee Stiriz

Seit Mitte Mai 2021 unterstütze ich die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) bei der Ausbildung der angehenden bayerischen Naturschutzwächterinnen und Naturschutzwächter. Seit August 2021 bin ich zudem Teil des Projekts „Landschaftsplanung in Bayern – kommunal und innovativ“. Ziel ist es, in Zusammenarbeit mit engagierten Städten und Gemeinden die Landschaftsplanung in Bayern zu aktivieren und fachlich sowie kommunikativ weiterzuentwickeln.

Ich habe Biologie an der Universität Tübingen studiert und anschließend in Bayreuth meinen Masterabschluss (Master of science M. Sc.) in Biodiversität und Ökologie gemacht. Dort absolvierte ich auch das Zusatzstudium Umweltrecht. Bevor ich an die ANL gekommen bin, habe ich für den BUND Naturschutz als Geschäftsstellenleiterin der Kreisgruppe Traunstein gearbeitet.

[dorothee.stiriz@anl.bayern.de](mailto:dorothee.stiriz@anl.bayern.de)  
+ 49 8682 8963-43



### Philipp Fahr (FÖJ)

Seit September 2021 mache ich an der ANL mein Freiwilliges Ökologisches Jahr. Mein Interesse an dieser Stelle wurde durch die freie Arbeit in verschiedenen Bereichen im Natur- und Artenschutz, aber vor allem auch durch die zahlreichen forschungsnahen Tätigkeiten der ANL geweckt. So habe ich mich schon während der Schulzeit für Umweltschutz interessiert und eingesetzt sowie die Ornithologie als großes Hobby entdeckt. Zusätzlich zum Ausbauen der Kenntnisse über diese Artengruppe freue ich mich, im nächsten Jahr viel Wissen über weitere Artengruppen aufbauen zu dürfen und mich

im Bereich der Datenverarbeitung und Datenauswertung fortzubilden. Hierbei ist es auch mein Ziel, von möglichst vielen Experten Einblicke in verschiedene Bereichen und Tätigkeiten zu bekommen und so auch für meine Zukunft Interessen zu festigen und vor allem auch neue festzustellen. Zuletzt hoffe ich dazu für mein Studium und spätere Tätigkeiten Ideen, Anregungen und Vorstellungen gewinnen zu können.

[philipp.fahr@anl.bayern.de](mailto:philipp.fahr@anl.bayern.de)  
+49 8682 8963-52



### Emily Hehn (FÖJ)

Am ersten September 2021 habe ich mein Freiwilliges Ökologisches Jahr an der ANL begonnen. Die Begeisterung für die Natur hat mich von klein auf begleitet und so ist es mir wichtig, aktiv etwas für den Arten- und Umweltschutz zu tun. Daher war für mich schnell klar, dass ich nach dem Abitur ein FÖJ machen möchte und habe die Stelle an der ANL im wunderschönen Berchtesgadener Land gefunden. Also bin ich von Siegen (NRW) nach Laufen gezogen, um an der ANL Einblicke in verschiedene Bereiche der Naturschutzarbeit zu bekommen. Da ich mir in der Studienwahl noch nicht sicher bin, möchte ich sowohl in der Umweltplanung als auch in der Forschung und in der Öffentlichkeitsarbeit

Erfahrungen sammeln, um nach dem Jahr beurteilen zu können, ob ein Biologiestudium oder ein Studium der Umweltwissenschaften das Richtige für mich wäre. Ich erhoffe mir, dass ich in meinem FÖJ meine Artenkenntnisse ausbauen kann und mich auch im Bereich der Mediengestaltung persönlich weiterentwickeln werde. Schließlich ist das Wissen über die Natur essenziell, um sie schützen und erhalten zu können und der digitale Weg wird immer wichtiger, um dieses Wissen weiterzugeben.

[emily.hehn@anl.bayern.de](mailto:emily.hehn@anl.bayern.de)  
+49 8682 8963-52



# Publikationen und Materialien der ANL

Stand November 2021

Die aufgeführten Materialien und Publikationen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) sind erhältlich solange vorrätig.

Die laufend aktualisierte Übersicht der Veröffentlichungen und detailliertere Informationen finden Sie auf den Internet-Seiten der ANL ([www.anl.bayern.de/publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen)) und im Shop der Bayerischen Staatsregierung ([www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de)).

Bitte nutzen Sie die Internet-Seiten zur Bestellung. Fast alle Materialien, Publikationen und Einzelartikel können kostenfrei bezogen oder unter der Internet-Adresse der ANL heruntergeladen werden.

## Gebundene Ausgaben

Die mit einem Stern \* gekennzeichneten Publikationen sind nur als pdf-Dateien erhältlich. Siehe [www.anl.bayern.de/publikationen/weitere\\_publikationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen/weitere_publikationen).



### Grünlandtypen Erkennen – Nutzen – Schützen

STURM, Peter et al.; Bestimmungsbuch.  
Bezug nur über den Buchhandel und  
Quelle & Meyer Verlag, 2018, 344 Seiten.  
Best.-Nr.: 494-01678 ISBN: 978-3-494-01678-8

39,95 Euro



### Großlaufkäfer der Gattung *Carabus* in Deutschland\* mit Verbreitungsangaben in Bayern

MÜLLER-KROEHLING, Stefan & ADELMANN, Wolfram;  
Fotos von Ortwin Bleich;  
Eine Bestimmungshilfe aller in Deutschland heimischen  
Arten am lebenden Tier; mit hochauflösenden Fotos,  
wasserfest zum Einsatz im Freien,  
3. überarbeitete Auflage, 2020, 16 Seiten

kostenlos

### Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols – bestimmen, beobachten, schützen

FISCHER, Jürgen et al.; Gelände-Bestimmungsbuch.  
Bezug nur über den Buchhandel und Quelle & Meyer Verlag,  
2. Auflage, 2020, 372 Seiten.  
Best.-Nr.: 494-01795 ISBN: 978-3-494-01795-2

24,95 Euro

### Aktionshandbuch „Tiere live“

Grundlagen und Anleitungen zum Einsatz von Tieren im  
Unterricht und in der außerschulischen Umweltbildung mit  
speziellen Informationen für Lehrkräfte, inklusive aller  
Ergänzungskapitel sowie CD-ROM.  
2. Auflage, 2010–2016.

15 Euro

### Ergänzungskapitel Hühner

1. Auflage, 2014, 60 Seiten.

4 Euro

### Ergänzungskapitel Ameisen

1. Auflage, 2016, 46 Seiten.

4 Euro

### Set von 15 Bestimmungsblättern „Tiere live“

Wasser- und kratzfest zum Einsatz im Freien, 2010.

7 Euro

Diese sind auch als **Einzelblätter à 0,50 Euro** im Klassensatz erhältlich  
(Mindestabnahme 10 Blätter).

### Die Tagfalter Bayerns und Österreichs

STETTNER, Christian, BRÄU, Markus, GROS, Patrick & WANNINGER, Otmar;  
Taschen-Bestimmungsbuch im flexiblen Schutzumschlag  
mit Hervorhebung der wesentlichen Bestimmungsmerkmale.  
2. überarbeitete Auflage, 2007,  
248 Seiten, davon 82 in Farbe.

VERGRIFFEN! Erweiterte Neuauflage geplant für 2021

### SalzachKiesel

Die Vielfalt der Steine in der Salzach erleben und verstehen.  
4. Auflage 2017, 76 Seiten.

5 Euro

### Memo Streuobst

Spiel mit 36 Bildpaaren von Streuobstsorten  
mit erläuterndem Begleitheft  
3. Auflage, 2013, 62 Seiten

15 Euro

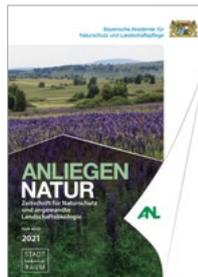
### ANLiegen Natur

In der Fachzeitschrift der ANL sind Artikel zu Themen des Arten- und Naturschutzes, der Biotoppflege, der Landschaftsplanung, der Umweltbildung und der nachhaltigen Entwicklung abgedruckt.

Seit Heft 35/1 liegt der Fokus verstärkt auf angewandter Forschung und dem Erfahrungsaustausch zum praktischen Natur- und Landschaftsschutz.

Der Preis für die Hefte 38/1–39/1 und Heft 40/1–43/1 beträgt jeweils **10 Euro**. Die Hefte 34 bis 37/2 und 39/2 sind **kostenfrei**. Alle Artikel können von der Homepage der ANL heruntergeladen werden.

Heft	43/2	(2021)
Heft	43/1	(2021)
Heft	42/2	(2020)
Heft	42/1	(2020)
Heft	41/1	(2019)
Heft	40/2	(2018)
Heft	40/1	(2018)
Heft	39/2	(2017, kostenfreies Sonderheft*)
Heft	39/1	(2017)
Heft	38/1	(2016)
Heft	37/2	(2015)
Heft	37/1	(2015)
Heft	36/2	(2014)
Heft	36/1	(2014)
Heft	35/2	(2013)
Heft	35/1	(2013, *vergriffen)
Heft	34	(2010)



### Berichte der ANL

Die von 1977 bis 2005 jährlich erschienenen Berichte der ANL enthalten Originalarbeiten, wissenschaftliche Kurzzusammenfassungen und Bekanntmachungen zu zentralen Naturschutzaufgaben und damit in Zusammenhang stehenden Fachgebieten. 2006 wurden die Berichte in ANLiegen Natur umbenannt.

Alle Hefte sind **kostenfrei**; nicht aufgelistete Hefte sind vergriffen. Alle Artikel der Hefte 1 bis 29 können von der Homepage der ANL heruntergeladen werden.

Heft	29	(2005 *vergriffen)
Heft	24	(2000) Schwerpunkt: Regionale Indikatorarten
Heft	23	(1999) Schwerpunkt: Biotopverbund
Heft	22	(1998)
Heft	21	(1997)
Heft	20	(1996)
Heft	14	(1990)

### Beihefte zu den Berichten der ANL

Bis 2004 stellten die Beihefte in unregelmäßiger Folge detaillierte Informationen zu ausgewählten Themenbereichen zusammen. Alle Hefte sind kostenfrei; nicht aufgelistete Hefte sind vergriffen.

#### Beiheft 13

MÜLLER, Johannes (2004): Extensiv genutzte Elemente der Kulturlandschaft. Entstehung von Strukturen und Biotopen im Kontext von Agrar-Ökosystem und Nutzungswandel am Beispiel Frankens. 195 Seiten, 20 ganzseitige Schwarz-Weiß-Landschaftsfotos.

#### Beiheft 12

Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Haber (1995). 194 Seiten, 82 Fotos, 44 Abbildungen, fünf Farbkarten (davon drei Faltkarten), fünf Vegetationstabellen.

#### Beiheft 11

CONRAD-BRAUNER, Michaela (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ und seiner Umgebung – Eine vegetationskundlich-ökologische Studie zu den Folgen des Staufufenbaus. 175 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Karten.

#### Beiheft 9

KÖSTLER, Evelin & KROGOLL, Bärbel (1991): Auswirkungen von anthropogenen Nutzungen im Bergland – Zum Einfluss der Schafbeweidung (Literaturstudie). 74 Seiten, 10 Abbildungen, 32 Tabellen.

#### Beiheft 8

PASSARGE, Harro (1991): Avizönosen in Mitteleuropa. 128 Seiten, 15 Verbreitungskarten, 38 Tabellen, Register der Arten und Zönosen.

### Laufener Forschungsberichte

Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen der ANL.

Alle Hefte sind kostenfrei; nicht aufgelistete Hefte sind vergriffen.

#### Forschungsbericht 7

BADURA, Marianne & BUCHMEIER, Georgia (2001): Der Abtsee. Forschungsergebnisse der Jahre 1990–2000 zum Schutz und zur Entwicklung eines nordalpinen Stillgewässers. 111 Seiten.

#### Forschungsbericht 5

LOHMANN, Michael & VOGEL, Michael (1997): Die bayerischen Ramsargebiete. 53 Seiten.

#### Forschungsbericht 4

HAGEN, Thomas (1996): Vegetationsveränderungen in Kalkmagerrasen des Fränkischen Jura; Untersuchung langfristiger Bestandsveränderungen als Reaktion auf Nutzungsumstellung und Stickstoff-Deposition. 218 Seiten.

#### Forschungsbericht 2

Verschiedene Autoren (1996): Das Haarmos – Forschungsergebnisse zum Schutz eines Wiesenbrüteregebietes. 122 Seiten.

#### Forschungsbericht 1

JANSEN, Antje (1994): Nährstoffökologische Untersuchungen an Pflanzenarten und Pflanzengemeinschaften von voralpinen Kalkmagerrasen und Streuwiesen unter besonderer Berücksichtigung naturschutzrelevanter Vegetationsänderungen. 112 Seiten.

### Laufener Spezialbeiträge

Die mit einem Stern \* gekennzeichneten Publikationen sind nur als pdf-Dateien erhältlich.

Die Ergebnisse ausgewählter Veranstaltungen wurden redaktionell aufbereitet als Tagungsbände herausgegeben. Von Heft 1/82 bis Heft 1/05 liefen diese Berichte unter dem Namen „Laufener Seminarbeiträge“.

Die „Laufener Spezialbeiträge“ entstanden 2006 aus einer Zusammenführung der „Laufener Seminarbeiträge“ mit den „Laufener Forschungsberichten“ und den „Beiheften zu den Berichten der ANL“ zu einer gemeinsamen Schriftenreihe.

Alle Laufener Spezialbeiträge sind **kostenfrei** und können von der Homepage der ANL heruntergeladen werden.

- 2012 Implementation of Landscape Ecological Knowledge in European Urban Practice
- 2011 Landschaftsökologie. Grundlagen, Methoden, Anwendungen
- 2010 Wildnis zwischen Natur und Kultur: Perspektiven und Handlungsfelder für den Naturschutz
- 2/09 Vegetationsmanagement und Renaturierung\*

- 1/09 Der spezielle Artenschutz in der Planungspraxis\*
- 1/08 Die Zukunft der Kulturlandschaft – Entwicklungsräume und Handlungsfelder\*
- 2/03 Erfassung und Beurteilung von Seen und deren Einzugsgebieten mit Methoden der Fernerkundung
- 1/03 Moorrenaturierung
- 2/02 Das Ende der Biodiversität? Grundlagen zum Verständnis der Artenvielfalt
- 1/02 Beweidung in Feuchtgebieten
- 2/01 Wassersport und Naturschutz
- 4/00 Bukolien – Weidelandschaft als Natur- und Kulturerbe
- 3/00 Aussterben als ökologisches Phänomen
- 2/00 Zerschneidung als ökologischer Faktor
- 6/99 Wintersport und Naturschutz
- 5/99 Natur- und Kulturraum Inn/Salzach
- 4/99 Lebensraum Fließgewässer – Charakterisierung, Bewertung und Nutzung
- 3/99 Tourismus grenzüberschreitend: Naturschutzgebiete Ammergebirge – Außerfern – Lechtaler Alpen
- 2/99 Schön wild sollte es sein
- 1/99 Ausgleich und Ersatz
- 9/98 Alpinismus und Naturschutz
- 6/98 Neue Aspekte der Moornutzung\*
- 5/98 Schutzgut Boden
- 4/98 Naturschutz und Landwirtschaft – Quo vadis?
- 3/98 Bewahrung im Wandel – Landschaften zwischen regionaler Dynamik und globaler Nivellierung
- 2/98 Schutz der genetischen Vielfalt
- 1/98 Umweltökonomische Gesamtrechnung
- 5/97 UVP auf dem Prüfstand
- 4/97 Die Isar – Problemfluß oder Lösungsmodell?
- 3/97 Unbeabsichtigte und gezielte Eingriffe in aquatische Lebensgemeinschaften
- 2/97 Die Kunst des Luxurierens
- 6/96 Landschaftsplanung – Quo Vadis? Standortbestimmung und Perspektiven gemeindlicher Landschaftsplanung
- 3/96 Biologische Fachbeiträge in der Umweltplanung
- 2/96 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung – Praxis und Perspektiven
- 3/95 Dynamik als ökologischer Faktor
- 2/95 Bestandsregulierung und Naturschutz
- 1/95 Ökosponsoring – Werbestrategie oder Selbstverpflichtung?
- 4/94 Leitbilder, Umweltqualitätsziele, Umweltstandards
- 2/94 Naturschutz in Ballungsräumen
- 1/94 Dorfökologie – Gebäude – Friedhöfe – Dorfränder sowie ein Vorschlag zur Dorfbiotopkartierung
- 2/93 Umweltverträglichkeitsstudien. Grundlagen, Erfahrungen, Fallbeispiele
- 1/93 Hat der Naturschutz künftig eine Chance?
- 5/92 Freilandmuseen – Kulturlandschaft – Naturschutz
- 4/92 Beiträge zu Natur- und Heimatschutz
- 1/92 Ökologische Bilanz von Stauräumen
- 7/91 Ökologische Dauerbeobachtung im Naturschutz
- 3/91 Artenschutz im Alpenraum
- 1/91 Umwelt – Mitwelt – Schöpfung: Kirchen und Naturschutz
- 4/90 Auswirkungen der Gewässerversauerung
- 3/90 Naturschutzorientierte ökologische Forschung in der BRD
- 2/90 Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen durch Naturschutz

### Landschaftspflegekonzept Bayern

Das Landschaftspflegekonzept informiert über die Ökologie der verschiedenen Lebensräume in Bayern. Es stellt Erfahrungen mit der Pflege zusammen und gibt Hinweise zur naturschutzfachlichen Bewirtschaftung.

Die Druckversionen erschienen zwischen 1994 und 1998.

**Der Preis pro Heft beträgt 5 Euro.**

- I. Einführung
- II.1 Kalkmagerrasen Teil 1
- II.1 Kalkmagerrasen Teil 2
- II.2 Dämme, Deiche und Eisenbahnstrecken
- II.3 Bodensaure Magerrasen
- II.11 Agrotopen Teil 1
- II.11 Agrotopen Teil 2
- II.13 Nieder- und Mittelwälder
- II.14 Einzelbäume und Baumgruppen
- II.15 Geotope
- II.18 Kies-, Sand- und Tongruben

Die Hefte zu Sandrasen, Streuobst, Feuchtwiesen, Teichen, stehenden Kleingewässern, Streuwiesen, Gräben, Hecken- und Feldgehölzen, Leitungstrassen, Steinbrüchen sowie zu Bächen und Bachufern sind gedruckt vergriffen, alle Bände können jedoch von der Homepage der ANL heruntergeladen werden.

**Falt- und Merkblätter** (kostenfrei)

Die mit einem Stern \* gekennzeichneten Publikationen sind nur als pdf-Dateien erhältlich. Siehe [www.anl.bayern.de/publikationen/weitere\\_publicationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen/weitere_publicationen).

**Wildbienen schützen und fördern - Feldwege aufwerten\***

Merkblatt deutsch  
2021, 24 Seiten.



**Der Friedhof lebt! Mauern leben lassen\***

Merkblatt deutsch  
2020, 12 Seiten.



**Der Friedhof lebt! Lebendige Wiesen schaffen\***

Merkblatt deutsch  
2020, 16 Seiten.



**Der Friedhof lebt! Urnenfelder naturnah gestalten\***

Merkblatt deutsch  
2020, 12 Seiten.



**Der Friedhof lebt! Alte Bäume erhalten\***

Merkblatt deutsch  
2021, 16 Seiten.



**Der Friedhof lebt! Durch Aushagerung Vielfalt schaffen\***

Merkblatt deutsch  
2021, 12 Seiten.



**Hornissen\***

Antworten auf die wichtigsten Fragen bezüglich Hornissen als Nachbarn. 2012.

**Schmetterlinge\***

Merkblätter deutsch

- Lungenenzian-Ameisen-Bläuling
- Heller Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling
- Dunkler Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling

Merkblätter englisch

- Alcon Blue
- Scarce Large Blue
- Dusky Large Blue

**Moorerlebnis Schönramer Filz**

Informationen zum Moorlehrpfad. 2015.

**Broschüren** (kostenfrei, wenn nichts anderes vermerkt)

Die mit einem Stern \* gekennzeichneten Publikationen sind nur als pdf-Dateien erhältlich. Siehe [www.anl.bayern.de/publikationen/weitere\\_publicationen](http://www.anl.bayern.de/publikationen/weitere_publicationen).

**Aktiv im Wald. Naturschutz mit der Kettensäge**

Praxisanleitungen um fehlende Strukturen in Wirtschaftswäldern zu fördern, entstehen zu lassen oder neue zu schaffen.  
2021, 64 Seiten.



**Friedhöfe – Oasen für Pflanzen und Tiere\***

Aktionsplan – Welche Maßnahmen erhöhen die Biodiversität?  
2. Auflage 2020, 20 Seiten.

**Leitfaden Unternehmen Natur**

Naturnahe Gestaltung von Firmenflächen – von der Idee bis zur Umsetzung.  
2. Auflage 2020, 24 Seiten.

**Entdeckerbuch Natur**

Mit Mimi, Klemens und Co. das Puzzle der biologischen Vielfalt in Bayern kennenlernen.  
2020, 32 Seiten.



**Entdeckerbuch Natur**

Begleitbuch für Erwachsene.  
2020, 47 Seiten.

**Almen aktivieren – Neue Wege für die Vielfalt**

Weiterführende Informationen unter [www.anl.bayern.de/forschung/forschungsthemen/almen.htm](http://www.anl.bayern.de/forschung/forschungsthemen/almen.htm)

**Alpine Pasture Action – New Ways to Preserve Biodiversity**

Englische Zusammenfassung des Projektes „Almen aktivieren“, 28 Seiten.

**NaturschutzGeschichte(n)**

Zeitzeugen-Interviews zur Entwicklung des Naturschutzes in Bayern:  
Band IV. 2018, 66 Seiten.  
Band III. 2012 (Überarbeitung 2019), 58 Seiten.\*  
Band II. 2011 (Überarbeitung 2019), 46 Seiten.\*  
Band I. 2010 (Überarbeitung 2019), 44 Seiten.\*

**Blätter zur bayerischen Naturschutzgeschichte**

- Persönlichkeiten im Naturschutz:
  - Dr. Ingeborg Haeckel
  - Prof. Dr. Otto Kraus
  - Johann Rueß
  - Dr. Karl Schmolz
  - Gabriel von Seidl\*)
  - Alwin Seifert
- Bayerischer Landesausschuß für Naturpflege (1905–1936)

**Natur spruchreif\***

Weisheiten, Aphorismen und Zitate zu Mensch, Natur und Umwelt.  
3. Auflage, 2012, 80 Seiten.

**Bayern.Natürlich.Artenreich\***

Ein etwas anderer Blick auf ausgewählte Tiere und Pflanzen Bayerns.  
2009, 52 Seiten.

**Landart\***

Kunstwerke aus Naturmaterialien. Die Natur mit allen Sinnen erfahren.  
2010, 33 Seiten.

**Naturschutzrechtliche Kompensation in Bayern\***

Ziele und Umsetzung der Bayerischen Kompensationsverordnung.  
2015, 34 Seiten.

**NATURA 2000 - Wege für eine gelungene Kommunikation (Manual)\***

Juli 2019, 25 Seiten

[https://www.ganz-meine-natur.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/Kommunikationsmanual\\_9\\_FINAL.pdf](https://www.ganz-meine-natur.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/Kommunikationsmanual_9_FINAL.pdf)\*



**Verschiedenes**

**Wanderausstellung „Almen aktivieren“**

Verleihbare Ausstellung, bestehend aus zehn Roll-Ups, Beistelltisch und einer ergänzenden Begleitbroschüre. Erforderliche Mindeststellfläche 12 m<sup>2</sup> zuzüglich Beistelltisch.

Weitere Informationen bei [poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de).

**Interaktive Wanderausstellung**

„Ganz meine Natur – Unser europäisches Naturerbe in Bayern“

Sechs mobile Ausstellungsmodule, die an unterschiedlichste räumliche Gegebenheiten angepasst werden können. Die Ausstellung benötigt eine Fläche von ungefähr 50 m<sup>2</sup>.

Weitere Informationen unter: [www.ganz-meine-natur.bayern.de/wp-content/uploads/2020/02/Booklet\\_Wanderausstellung\\_ver-02.pdf](http://www.ganz-meine-natur.bayern.de/wp-content/uploads/2020/02/Booklet_Wanderausstellung_ver-02.pdf).

**Handbuch Beweidung**

Online-Angebot, das die wesentlichen Aspekte zur Beweidung von Lebensräumen aus Sicht des Naturschutzes darstellt:

[www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm](http://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm)

**Biotop- und Artenschutz in Schutzwäldern (BASCH)**

Projektbericht 2020, 88 Seiten.

**Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)**

Seethalerstraße 6  
83410 Laufen/Salzach  
Telefon +49 8682 8963-31  
Telefax +49 8682 8963-17  
[bestellung@anl.bayern.de](mailto:bestellung@anl.bayern.de)  
[www.anl.bayern.de](http://www.anl.bayern.de) oder  
[www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de)



**1. Bestellungen**

Bitte den Bestellungen kein Bargeld, keine Schecks und keine Briefmarken beifügen. Eine Rechnung liegt der Lieferung bei. Der Versand erfolgt auf Gefahr des Bestellers.

Beanstandungen wegen unrichtiger oder unvollständiger Lieferung können innerhalb von 14 Tagen nach Empfang der Sendung berücksichtigt werden.

**2. Preise und Zahlungsbedingungen**

Der Versand ist kostenfrei. Die Rechnungsbeträge sind spätestens zu dem in der Rechnung genannten Termin fällig.

Die Zahlung kann nur anerkannt werden, wenn sie auf das in der Rechnung genannte Konto der Staatsoberkasse Bayern unter Nennung des mitgeteilten Buchungskennzeichens erfolgt. Bei Zahlungsverzug werden Mahnkosten erhoben und es können gegebenenfalls Verzugszinsen berechnet werden.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist München. Bis zur endgültigen Vertragserfüllung behält sich die ANL das Eigentumsrecht an den gelieferten Materialien vor. Nähere Informationen und die Allgemeinen Geschäftsbedingungen finden Sie unter [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de) (Bestellmodus/AGB).

## ANLIEGEN NATUR

Zeitschrift für Naturschutz  
und angewandte  
Landschaftsökologie

Heft 43(2), 2021

ISSN 1864-0729

ISBN 978-3-944219-52-3

Für die Einzelbeiträge sind die jeweiligen Verfasserinnen und Verfasser verantwortlich. Die Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers, der Naturschutzverwaltung oder der Schriftleitung wieder.

### Herausgeber und Verlag

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)  
Seethalerstraße 6  
83410 Laufen an der Salzach  
[poststelle@anl.bayern.de](mailto:poststelle@anl.bayern.de)  
[www.anl.bayern.de](http://www.anl.bayern.de)

### Redaktionsteam

Bernhard Hoiß, Paul-Bastian Nagel,  
Wolfram Adelman, Lotte Fabsicz

Fotos: Quellen siehe Bildunterschriften

Satz und Bildbearbeitung: Nicole Höhna (ANL)

Titelbild: Eine von Lupinen invadierte Wiese in der Rhön,  
Annette Otte

Umschlag: Nicole Höhna (ANL)

Druck: Ortmannteam GmbH, 83404 Ainring

Stand: November 2021

© Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL) Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

### Erscheinungsweise

In der Regel zweimal jährlich.

### Bezug



- Alle Beiträge digital und kostenfrei:  
[www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/)
- Newsletter:  
[www.anl.bayern.de/publikationen/newsletter](http://www.anl.bayern.de/publikationen/newsletter)
- Abonnement Druckausgaben:  
[bestellung@anl.bayern.de](mailto:bestellung@anl.bayern.de)
- Druckausgaben: [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de)

### Zusendungen und Mitteilungen

Wir freuen uns auf Ihre Beiträge. Bitte beachten Sie unsere Autorenhinweise:

[www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/manuskriptrichtlinie\\_anliegen.pdf](http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/manuskriptrichtlinie_anliegen.pdf)

### Kontakt

Bernhard Hoiß (ANL)

Telefon: +49 8682 8963-53

[bernhard.hoiss@anl.bayern.de](mailto:bernhard.hoiss@anl.bayern.de)

### Weitere Informationen

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt, die publizistische Verwertung – auch von Teilen – der Veröffentlichung wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie wenn möglich mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

 Bayerische Akademie für  
Naturschutz und Landschaftspflege



Eine Behörde im Geschäftsbereich



Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



