

Insektengerechte Landnutzung in Sachsen



Insektengerechte Landnutzung in Sachsen

Herausforderungen und Handlungsansätze

Dr. Sebastian Schuch, Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz;
Dr. Stefan Meyer, Georg-August-Universität Göttingen,
Prof. Karsten Wesche, Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung für die Praxis	8
2	Kenntnisstand Insektenrückgang	11
2.1	Insektenvielfalt und funktionierende Ökosysteme	11
2.2	Erkenntnisse über den Insektenrückgang.....	12
2.3	Ursachen des Insektenrückgangs	13
2.3.1.1	Landnutzungswandel.....	14
2.3.2	Klimaveränderungen	23
2.3.3	Stickstoff- und Phosphordeposition	24
2.3.4	Invasive Arten	25
2.3.5	Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel.....	25
2.4	Maßnahmen zur Förderung von Insekten – ein Katalog.....	26
2.4.1	Maßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.....	27
2.4.1.1	Maßnahmen in der Landwirtschaft	28
2.4.1.2	Maßnahmen im Wald	34
2.4.1.3	Maßnahmen im Siedlungsbereich.....	38
2.4.1.4	Maßnahmen für Gewässer und sonstige Maßnahmen.....	40
2.4.1.5	Mögliche Nebeneffekte und Synergien durch Kombination verschiedener Maßnahmen	45
3	Strategien zur Umsetzung.....	47
3.1	Beratung und flankierendes Monitoring	48
3.2	Überblick – Relevanz von Maßnahmenblöcken in sächsischen Großlandschaften	51
3.3	Maßnahmen im Offenland – Acker- und Grünland.....	54
3.4	Maßnahmen-Lenkung an Gewässern	59
3.5	Maßnahmen-Lenkung an weiteren Sonderstandorten im Offenland	63
3.6	Maßnahmen-Lenkung in Wald und Forstbiotopen	64
3.7	Maßnahmen-Lenkung im Siedlungsbereich.....	68
3.8	Maßnahmen-Lenkung auf großflächigen Sonderstandorten.....	70
3.9	Verweise auf Projekte und Initiativen.....	72
4	Verzeichnisse und Quellen	76
4.1	Glossar	76
4.2	Literaturverzeichnis	80
	Danksagung.....	97

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung in Sachsen.....	14
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Ursachenkomplexen.....	9
Tabelle 2: Übersicht zu den Maßnahmegruppen.....	10
Tabelle 3: Ursachen des Insektenrückgangs in verschiedenen Landnutzungsformen, ihre Wirkmechanismen, Kurzeinschätzung zu aktuellem Gefährdungspotential und Literaturbelege.....	16
Tabelle 4: Von Fachleuten als relevant für den Insektenschutz in Sachsen benannte Maßnahmengruppen zur Förderung von Insektenlebensräumen.....	53
Tabelle 5: Sammlung aktueller Projekte und Initiativen, die sich u.a. mit dem Erhalt und der Entwicklung von Insektenlebensräumen beschäftigen.....	73

Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsbreite
IT	Informationstechnik
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
PSM	Pflanzenschutzmittel

weitere Begrifflichkeiten und Abkürzungen unter 4.1 Glossar

Vorbemerkung

Insekten stellen die artenreichste Gruppe bei den mehrzelligen Organismen dar. Auf sie entfällt nach den Pflanzen die meiste Biomasse in den terrestrischen Ökosystemen. Damit nehmen die Insekten eine sehr wichtige Rolle in unserer heutigen Kulturlandschaft ein, in der sie zahlreiche Ökosystemleistungen erbringen. Dazu gehört neben der Bestäubung, der Schädlingskontrolle und vielen anderen auch die Nahrungsfunktion, denn Insekten stellen für viele Tierarten eine wesentliche Nahrungsquelle dar. Dem Schutz der Insekten kommt daher eine Schlüsselrolle beim Erhalt der gesamten Biodiversität zu.

Der beobachtete Rückgang von Biodiversität und Biomasse bei den Insekten hat diese Artengruppen wieder stärker in den Fokus der Öffentlichkeit und des Naturschutzes gerückt. Dabei reagieren die oft kleinen und daher leicht vernachlässigbaren Insekten sehr sensitiv auf Veränderungen von Habitaten und stellen mit ihrem komplexen Lebenszyklus hohe Anforderungen an deren Struktur und Vernetzung.

Der vorliegende Bericht hat es zur Aufgabe, die verschiedenen Ursachen für die Veränderungen der Insektenfauna zusammenzustellen und diese naturschutzfachlich einzuordnen und zu bewerten, um daraus spezifische Vorschläge für Maßnahmen in Sachsen inklusive einer inhaltlichen und räumlichen Priorisierung abzuleiten. Die Autoren stellen damit wissenschaftliche Grundlagen und Empfehlungen zur weiteren Umsetzung des sächsischen Handlungskonzepts Insektenvielfalt bereit.

Frank Richter, Freiberg

1 Zusammenfassung für die Praxis

Problemstellung

Seit Jahrzehnten verdichten sich Hinweise auf Veränderung und auch Verarmung der Biodiversität in Mitteleuropa und spätestens im zurückliegenden Jahrzehnt ist das dramatische Ausmaß dieser Entwicklungen immer deutlicher geworden. Die Artenvielfalt von Insekten und anderen Gruppen schwindet, Populationen werden kleiner und auch die strukturelle Vielfalt in der Landschaft nimmt deutlich ab. Dies hat Auswirkungen auf Funktionen und auch Leistungen unserer Ökosysteme. Der vorliegende Bericht zeigt, dass umfassende wissenschaftliche Belege für Veränderungen in Vielfalt und Funktionen vorliegen, dass praktisch alle Lebensräume der Kulturlandschaft betroffen sind und dass sich die Entwicklung in Sachsen nicht vom allgemeinen Trend in Mitteleuropa unterscheidet (Kap. 2.2). Besonders die tiefgreifenden Veränderungen bei den Insekten als artenreichster und hinsichtlich ihrer Biomasse wichtigster Tiergruppe werden auch für unsere Gesellschaft und unser Wirtschaften Konsequenzen haben (Kap. 2.1).

Ursachen

Mitteleuropa ist von Kulturlandschaften geprägt, in denen menschliches Handeln seit Jahrtausenden die Biodiversität wesentlich beeinflusst und geformt hat. Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sowie seit dem 20. Jahrhundert zunehmend auch städtisches Siedeln sind die wesentlichen Landnutzungsformen. Mit 54% Acker- und Grünlandfläche, 26% Wäldern, 11% Siedlungs- und Verkehrsfläche und ca. 2-3% Gewässern sind die Flächenanteile in Sachsen nicht wesentlich verschieden vom Bundesdurchschnitt. Damit sind Erkenntnisse aus anderen Regionen übertragbar, so dass für vorliegende Studie eine sehr umfassende Literatur zu den Ursachen des Insektenrückgangs aber auch der allgemeinen Veränderungen in der Biodiversität ausgewertet werden konnte (Kapitel 2.3). Dabei zeigt sich klar, dass diese Veränderungen vielfältig und komplex sind und nicht auf eine einzelne Ursache zurückgeführt werden können. Vielmehr spiegeln sich hier die Auswirkungen menschlicher Nutzung in all ihren Facetten wider. Die Ursachenkomplexe entsprechen daher den Landnutzungsformen in Kombination mit übergreifenden Trends:

Tabelle 1: Übersicht zu den Ursachenkomplexen

Landnutzungsform	Ursachenkomplexe
Agrarland	Einsatz von PSM: Rückgang von Schadinsekten aber auch Nützlingen Ackerbau: Weitgehender Verlust insektenbestäubter Pflanzen und entsprechender Insekten Grünland: Verarmung durch Förderung von (Obergräsern), Rückgang von strukturreichen Weiden, Grünlandumbruch, lokal auch Nutzungsaufgabe Rückgang von Säumen / Randstrukturen: Verlust von Rückzugsräumen
Gewässer	Randeffekte: Eintrag von Nähr- (und Schadstoffen) aus Umgebung und Luft Wasserbau: Weitgehendes Fehlen von kleinräumigen Strukturen, wie z. B. an natürlichen Flussläufen und in Auengebieten
Wald (Forst)	Hochwaldwirtschaft: Verlust von lichten Strukturen durch Rückgang von kleinen und großen Blößen, Aufgabe von Nieder- und Mittelwaldwirtschaft, Hutewäldern und Waldweidestandorten, Rückgang von Tot- und Altholzstrukturen Monokulturen: Auswirkungen historischer Forstwirtschaft, nur allmählicher Umbau Nivellierung von Sonderstandorten: Drainage von Feuchtwäldern etc. PSM-Einsatz: lokale Auswirkungen
Urbaner Bereich	Grünflächenbewirtschaftung: Fokus auf gepflegten Gärten und Parks mit nicht-heimischen Arten, Verlust von Ruderalflächen und strukturreichem, ungeordnetem Grün Künstliche Beleuchtung: Schwächung oder Tötung angelockter Insekten PSM: Weiterhin in Nutzung, obwohl kein konkretes Erwerbsinteresse vorliegt Straßenverkehr: Direkte Tötung, Zerschneidung von Lebensräumen
Übergreifend	Landschaftsstrukturen: Veränderungen in Land- Forst- und Gewässerwirtschaft haben insgesamt zur strukturellen Verarmung und Homogenisierung geführt Klimawandel: Veränderung von Artengemeinschaften und Entwicklungszeiten Stickstoff und Phosphoreintrag: Rückgang von Arten und Lebensgemeinschaften nährstoffarmer Standorte, Verdichtung der Vegetation, Rückgang von Rohboden Invasionen: Einschleppung neuer Räuber und neuer Pathogene

Maßnahmen

Der fortschreitende Wandel in der Biodiversität zeigt, dass die bisherigen Schutzmaßnahmen nicht ausreichen. Daraus lässt sich aber nicht ableiten, dass Maßnahmen prinzipiell wirkungslos sind. Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Insekten wieder zu fördern (2.4). Unser Katalog umfasst allein 35 Maßnahmen für den Bereich Landwirtschaft, aber auch für Forstwirtschaft, Gewässer und den urbanen Raum sind jeweils zehn oder mehr Maßnahmen beschrieben. Die Flächenhaftigkeit der Rückgänge in der biologischen Vielfalt zeigt aber, dass wir letztlich die gesamte Landesfläche oder zumindest große Teile in den Blick nehmen müssen. Nötig sind daher Ansätze, um ganze Landschaften insekten- bzw. biodiversitätsfreundlicher zu gestalten.

Elemente eines Insektenschutzkonzeptes für Sachsen

Da keiner der genannten Ursachenkomplexe allein die offensichtlichen Veränderungen in der Insektenvielfalt im Speziellen und Biodiversität der Kulturlandschaften insgesamt erklären kann, sind breit gefächerte und in dem Sinne umfassende Ansätze nötig. Dies bestätigten auch umfangreiche Gespräche mit Experten und Praktikern im Rahmen dieser Studie. Sie haben eine Vielzahl von nötigen Schritten benannt, die wir zu Maßnahmenkomplexen zusammengefasst haben (Kap. 3.2f). Deren konsequente Umsetzung würde nicht nur den Insektenschutz, sondern die Biodiversität der mitteleuropäischen Kulturlandschaft insgesamt befördern.

Tabelle 2: Übersicht zu den Maßnahmegruppen

Nr.	A	W	U	G	Maßnahmegruppe
1	■				Extensiver Ackerbau und ökologischer Landbau
2	■	■	■	■	Qualität und Quantität von Randstrukturen verbessern
3	■	■			Wegränder und Feldraine nicht mulchen
4	■				Förderung von Blühflächen und Blühstreifen
5	■				Teil- und Staffelmahd im Grünland
6	■				Magere Bereiche im Grünland fördern
7	■	■	■	■	Trittsteinsysteme um Sonderstandort etablieren
8	■	■			Strukturvielfalt in Landschaftsteilen mit hohen Bodenwertzahlen
9	■				Förderung insektengerechter Beweidungskonzepte
10				■	Insektengerechtes Management auf Deichen
11				■	Insektengerechte Entwicklung von stehenden Gewässern
12				■	Wiedervernässung und Offenhaltung von Kleinsteinbrüchen, Kies- und Lehmgruben
13	■			■	Extensive Graben- und Böschungspflege
14				■	Extensive Pflege von Gewässerrandstreifen, Eintragsreduktion an Gewässern
15	■			■	Grünflächen an Hangkanten entlang eingeschnittener Flusstäler
16		■		■	Fließgewässer- und Auenrenaturierung
17	■		■		PSM-reduktion im Obstbau
18	■				Kleinräumige Weinbergparzellen
19	■	■	■		Rohboden schaffen
20	■	■	■		Trassen im Offenland
21		■		■	Transformation von Fichten- und Kiefernforsten
22		■			Altholzinseln und Habitatbäume fördern
23		■			Zerfallsphase im Wald zulassen
24		■		■	Waldmoore und Feuchtwälder revitalisieren
25		■			Waldinnenränder schaffen
26		■			Mittel- und Niederwaldwirtschaft unter Trassen
27		■			Waldweiden etablieren und halboffene Weidelandschaften fördern
28			■		Insektenfreundliche Gartenkultur
29			■		Förderung von Fassaden- und Dachbegrünung sowie Entsiegelung
30			■		Entwicklung Säume und Wiesen auf Grünanlagen / Straßenbegleitflächen
31			■		„Lichtverschmutzung“ reduzieren
32	■				Flächenentwicklung in Solarparks und bei Windkraftanlagen
33		■		■	Truppenübungsplätze insektengerecht entwickeln
34		■		■	Habitatpotential der Bergbaufolgelandschaften ausschöpfen

(A = Agrarland, W = Wald/Forst, U = urbaner Raum, G = Gewässer)

Notwendigkeit übergreifender Strategien

Da es sich um übergreifende Probleme handelt, sind nicht Einzelmaßnahmen, sondern ebenfalls übergreifende Handlungskonzepte nötig. Maßnahmen sollten über Landnutzungsformen hinweg abgestimmt werden, dazu liegen mit der gesetzlichen Raumordnung zwar Grundlagen vor, diese werden aber in der Praxis nicht hinreichend verfolgt. Dazu gehört auch eine Neuorientierung der bestehenden sektoralen Beratung, die integriert ansetzen muss (Kap. 3.1). Soweit nicht schon vorhanden, müssen schließlich die entsprechenden Anreize bzw. Förderungen entwickelt werden. Dabei ist weiterhin eine Überarbeitung der europäischen Förderungs politik (insbesondere erste Säule) nötig, hier hat Deutschland als großes europäisches Land eine herausragende Verantwortung. Nur solch entschlossenes und abgestimmtes Handeln wird die Biodiversitätskrise und deren Auswirkungen auf Naturhaushalt und Ökosystemdienstleistungen kurzfristig aufhalten bzw. mittelfristig umkehren.

2 Kenntnisstand Insektenrückgang

2.1 Insektenvielfalt und funktionierende Ökosysteme

Die Bedeutung von Insekten und ihrer Vielfalt wird rasch deutlich, wenn man ihre Ernährungsweise betrachtet. Das gilt für Pflanzenfresser (Phytophage), deren Futterpflanzen stets auch eine Aussage über Habitansprüche ermöglichen. Ebenso können für Jäger (Prädatoren bzw. Parasitoide) über die Lebensraumsprüche ihrer Beute Aussagen über ihre eigenen Lebensansprüche gemacht werden. Saprophage, die Mitverantwortliche für Zersetzungsprozesse organischer Materie sind, findet man in Streu und anderer toter organischer Substanz. Eine große Phytophagenvielfalt wird also von einer entsprechenden Pflanzenvielfalt getragen, eine Prädatorenvelfalt in erster Linie von einer Fülle an phytophagen Arten (Haddad et al. 2009; Ampoorter et al. 2020) und eine Saprophagenvielfalt von der Vielfalt und Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden toten organischen Substanz. Hinzu kommt, dass alle Arten nicht nur bestimmte Ansprüche an ihre Nahrung haben, sondern auch an die Ausstattung und Struktur ihres Lebensraums. Man denke nur an wärmeliebende Wespen- und Wildbienen-Arten, die ihre Brutkammern in sonnenbeschienenen Abbruchkanten oder Erdwegen anlegen. Schließlich gibt es viele Insektenarten, die in verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Nahrungs- und Lebensraumsprüche besitzen. Diese Zusammenhänge sind grundlegend und es hat deswegen fundamentale Konsequenzen, wenn sie gestört sind.

Artenvielfalt ist ein Garant für die Stabilität, Produktivität und die Kompensationsfähigkeit eines Ökosystems gegenüber Störungen (Tilman, Isbell & Cowles 2014). Solche Störungen finden in vielen Ökosystemen ständig statt (z. B. durch Stürme, durch die Einwanderung einzelner Arten oder durch anthropogene Eingriffe). Ökologische Theorien sprechen hier von Stabilität (und Resilienz) durch Redundanz; je mehr Arten ein Ökosystem trägt, desto geringer sind die Folgen, wenn eine Art reduziert wird oder ganz ausfällt. Entsprechend sollten redundanzreiche und damit resiliente Ökosysteme im ureigenen Interesse des Menschen liegen, und sei es nur um von Extremereignissen (z. B. von Dürreperioden oder Schädlingsplagen) nicht zu hart getroffen zu werden. Anders als z. B. beim Klimawandel kann bei den Auswirkungen des Biodiversitätsverlusts allerdings nicht einfach eine Schwelle oder ein Kipppunkt angegeben werden, bei dessen Überschreitung der Menschheit echte Gefahren drohen (Haber 2020). Dennoch können auch fortschreitende graduelle Veränderungen zu drastischen Konsequenzen führen.

Vielfältige Funktionen von Insekten in Ökosystemen

Insekten spielen in praktisch allen terrestrischen Habitaten und vielen Fließ- und Stillgewässern eine herausragende Rolle als Nahrungsgrundlage für andere Wirbellose und für viele Wirbeltiere. Auch als Zersetzer oder als Ausbreitungsvektor beispielsweise für Pollen und Samen eines großen Teils unserer Pflanzenarten sind sie unverzichtbar. Als Prädatoren bzw. so genannte Parasitoide sind sie ein essenzieller Bestandteil der natürlichen Kontrolle von Arten, die in Land- und Forstwirtschaft als Schädlinge gelten. Die Ökosystemfunktionen von Insekten sind derart zentral und wirken auf so vielen verschiedenen Ebenen, dass man die zahllos vorkommenden Insekten oft als omnipräsent, sozusagen selbstverständlich und leider auch als unverwundlich erachtet.

Von der Öffentlichkeit oftmals nicht wahrgenommen sind z. B. wandernde Schwebfliegen, die zu Abermillionen jährlich weite Strecken zurücklegen und gleich mehrere ökologische Funktionen erfüllen. Als erwachsene Tiere sind sie für eine enorme Bestäubungsleistung mitverantwortlich und als räuberisch lebende Larven an der biologischen Schädlingskontrolle beteiligt. Zudem sind sie selbst Nahrungsgrundlage für Spinnen, Vögel und andere Insekten. Gatter et al. (2020) beschreiben Erlebnisse mit Schwebfliegen

auf der schwäbischen Alb vom 8. August 1967 sehr eindrücklich: „Von der Nachmittagssonne angestrahlt zog vor dem dunklen Hintergrund des Berges zum „Pass“ des Sattelbogens eine nicht endende Flut zigtausender nach Süden ziehender Fliegen hin. Gegen die Sonne und vor der hohen, im Schatten liegenden Bergkulisse zog sich, durch unsere Ferngläser verdichtet, ein so endloses Band im Gegenlicht aufleuchtender, silbrig reflektierender Schwingen und gold- bis kupferfarben wirkender Körper, die sich vor der dunklen, im Schatten liegenden Wand der Bäume abhoben. Frische Gegenwind auf, unterflogen die Insekten den Wind und wanderten in Bodennähe bergan, was zeitweise wie ein nach Süden fliegender endloser Bienenschwarm wirkte. Die beteiligten Individuen wurden von uns auf Hunderttausende geschätzt.“ Wissenschaftler aus Großbritannien untersuchten dieses Phänomen mithilfe von Radarwellen und konnten Wanderbewegungen von bis zu 400 Milliarden Schwebfliegen nachweisen, die jährlich von Süd-Britannien nach Kontinentaleuropa ziehen (Wotton et al. 2019). Mit ihren geschätzt 80 Tonnen Eigengewicht verteilen diese Fliegen nicht nur essenzielle Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor über die Landschaft, sie verfrachten auch Billionen von Pollenkörnern, die bei Milliarden von Blütenbesuchen aufgesammelt wurden. Außerdem sind sie als Larven vermutlich für den Verzehr von schätzungsweise sechs Billionen Blattläusen verantwortlich. Umso erschreckender ist, dass auch bei den beobachteten Arten der Insektenrückgang eingesetzt hat. Der oben zitierte Erfahrungsbericht ist Teil einer Studie, in der seit 1970 wandernde Insektenarten standardisiert erfasst wurden. Es konnte gezeigt werden, dass Schwebfliegen, deren Larven räuberisch leben, innerhalb von 40 Jahren einen Individuenrückgang auf bis unter 10% des Ausgangswertes verzeichneten (Gatter et al. 2020). Die immer noch hohen Zahlen aus den britischen Schätzungen von 2019 beschreiben also vielleicht nur einen Rest der ursprünglich viel individuenreichen Schwebfliegenpopulationen.

2.2 Erkenntnisse über den Insektenrückgang

Seit Ende 2016 ist auch einer größeren Öffentlichkeit bekannt, dass in Deutschland die Anzahl der Insekten zurückgeht. Die mediale Aufmerksamkeit wurde durch eine einzelne Studie ausgelöst (Hallmann et al. 2017), aber es gab schon zuvor Hinweise darauf, dass die Zahl der Insekten in den europäischen Kulturlandschaften drastisch im Sinken begriffen ist (Conrad et al. 2004; Schuch et al. 2012a; Schuch et al. 2012b). Hier muss zwischen Veränderungen in Artenvielfalt und Abundanz unterschieden werden. Daten zur Vielfalt für Insekten werden seit Jahrzehnten immer wieder erhoben (Biesmeijer et al. 2006; Conrad et al. 2006) und zeigen schon sehr lange abnehmende Trends. Sie bilden jedoch nur ab, ob die gegebenen Arten eines untersuchten Lebensraums nach einer bestimmten Zeit noch vorkommen oder nicht. Für Deutschland kann man Artenrückgänge u. a. relativ gut anhand von Tagfalter-Erhebungen bis zurück ins 19. Jahrhundert nachvollziehen und so ist bekannt, dass der Diversitätsrückgang schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts einsetzte und sich ab den 1950ern Jahren noch intensivierete (Fartmann et al. 2019; Habel et al. 2016). Es handelt sich also nicht um ein neues Phänomen und es lässt sich nur erahnen, wie reich an Insektenarten weite Teile der mitteleuropäischen Landschaft vor dem 20. Jahrhundert waren. Schwieriger sind Messungen von Abundanzveränderungen, also Veränderungen der Individuenzahlen und mithin der Populationsgrößen (und damit auch Biomassen) innerhalb einzelner Arten. Die wenigen belastbaren Studien zum Individuenrückgang wurden lange nur in der Fachwelt wahrgenommen und das Problem wurde erst durch die eingangs erwähnte Studie zum Gegenstand medialen und politischen Interesses. Seitdem sind allerdings einige Forschungsergebnisse hinzugekommen bzw. ältere Ergebnisse sind wieder in den Fokus gerückt. Es zeichnet sich ab, dass zumindest in Europa und auf dem nordamerikanischen Kontinent die Individuenzahlen terrestrischer Insekten um knapp 1 % pro Jahr zurückgehen (1,08 % bei einer umfassenden Metastudie von van Klink et al. (2020)). Pro Jahrzehnt bedeutet das einen Rückgang um etwa 10 %. Mittlerweile gibt es Studien,

die ähnliche Rückgänge repräsentativ für einzelne Insektenordnungen wie Käfer, Schmetterlinge oder Köcherfliegen nachgewiesen haben (Homburg et al. 2019; Baur et al. 2020; Gardiner & Didham 2020; Hallmann et al. 2020). Die massiven Verluste bei den Insekten wurden sogar auch indirekt über den kontinuierlichen Rückgang insektenfressender Vögel erkannt (Bowler et al. 2019; Fartmann et al. 2019), deren Populationen ähnlich große Verluste zeigen wie bei den Insekten und sogar Fledermauspopulationen scheinen betroffen zu sein (Wickramasinghe et al. 2004).

Auch für Sachsen gibt es konkrete Hinweise auf einen langjährigen Rückgang in der Entomofauna. Die Individuenzahlen von Zikaden auf ostsächsischen Trockenrasen waren im Mittel in den 1960ern mehr als doppelt so hoch wie in den Jahren 2008 bis 2010 (Schuch et al. 2012b). Auch die Roten Listen für verschiedene Insektengruppen Sachsens (u.a. Wildbienen (Apidae), Laufkäfer (Carabidae), Grabwespen (Spheciformes), Libellen (Odonata), Tagfalter (Lepidoptera) und Zikaden (Auchenorrhyncha) zeigen, dass zwischen 30 und 70 % der untersuchten Arten gefährdet sind (Walter et al. 2003; Burger 2005; Günther et al. 2006; Reinhardt 2007; Gebert 2008; Scholz & Liebigh 2013). Damit ist die Situation im Freistaat Sachsen nicht anders als in anderen deutschen Bundesländern (Ries et al. 2019): Die Zahl der Insekten geht in der Landschaft großflächig zurück – und dies womöglich seit über einem Jahrhundert! Die Ursachen sind dabei genauso facettenreich, wie die Änderungen der menschlichen Landnutzung in diesem Zeitraum.

2.3 Ursachen des Insektenrückgangs

Die vielfältigen Faktoren, die zum Insektenrückgang beitragen, sind größtenteils bekannt (Tabelle 3). Weit aus schwerer ist es, sie nach ihrer Bedeutung zu gewichten, da viele Ursachen in ihrer Wirkungsweise miteinander verzahnt sind bzw. in wechselseitiger Beziehung zueinander stehen (beispielsweise veränderte Klimabedingungen und die Begünstigung invasiver Arten) und sich gegenseitig auch verstärken können (z. B. Auswirkungen von Extremwetterereignissen in struktur- und artenärmeren Landschaften). Es ist also fragwürdig, den Einfluss einer Ursache isoliert zu betrachten. Hinzu kommt, dass vermutlich nicht alle Insektengruppen in gleichem Ausmaß betroffen sind (Schuch et al. 2012a; Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019; van Klink et al. 2020) und auch regionalspezifische Ursachenverkettungen zu berücksichtigen sind. Deshalb müssen Handlungsempfehlungen zum Erhalt und zur Renaturierung von Insektenlebensräumen an regionale und oft auch lokale Gegebenheiten angepasst werden.

Als regional wie global bedeutendste Ursachen für den allgemeinen Biodiversitätsrückgang werden eine veränderte Landschaftsstruktur durch Landnutzungswandel, Klimawandel, atmosphärische Stickstoffdeposition und invasive Arten angesehen (Sala et al. 2000). Für Insekten gilt der Landnutzungswandel als größter Treiber (Fox et al. 2014; Bubová et al. 2015; Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019) und insbesondere der Einsatz immer neuer Pflanzenschutzmittel wird als Problem benannt (Weißhuhn et al. 2020).

Man kann den proportionalen Flächenanteil der Landnutzungsform an der Gesamtfläche einer Region betrachten (in unserem Fall die des Freistaates Sachsen, siehe Abbildung 1) und bekommt einen ersten Eindruck davon, welche Ursachen flächenmäßig über welche Landnutzungsform besonders stark wirken. Mit einer solchen Herangehensweise kann der Rahmen für eine angepasste Handlungsstrategie entwickelt werden. In Tabelle 3 ist der überwiegende Teil der bekannten Ursachen des Insektenrückgangs zusammengetragen und innerhalb der vier großen Themenbereiche nach Landnutzungsform aufgeschlüsselt worden. Außerdem werden diese vier Treiber anschließend jeweils kurz anhand aktueller Fachliteratur diskutiert. Hier soll vor allem eine Übersicht gegeben werden, die eine schnelle Einordnung für die nachfolgende Diskussion über die Situation im Freistaat Sachsen erlaubt. Eine übersichtliche Analyse, in der

die grundlegenden Wirkmechanismen aller Ursachen und deren wechselseitige Abhängigkeit ausführlicher dargestellt werden, findet sich in der Literaturarbeit von Streitberger et al. (2018) bzw. in der daraus hervorgegangenen Buchpublikation (Fartmann et al. 2021).

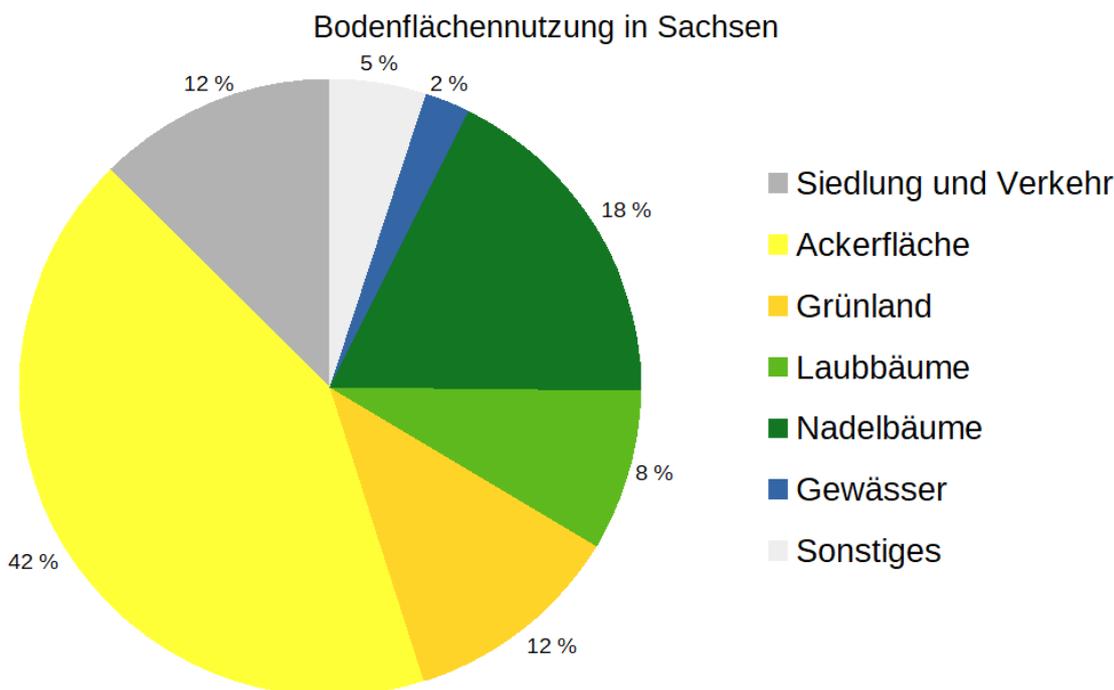


Abbildung 1: Flächennutzung in Sachsen (Statistisches Bundesamt, Stand: 31.12.2018; Agrarbericht Sachsen 2019; Bundeswaldinventur 2012). – Dem entsprechen in absoluten Zahlen: Gesamtfläche 18.450 km², davon 863 km² Wohnbaufläche, 349 km² Industrie- und Gewerbefläche, 277 km² Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche, 810 km² Verkehrsfläche, 10.009 km² landwirtschaftlich genutzt Fläche, 4.952 km² Wald, 438 km² Gewässer und 752 km² andere Nutzungstypen bzw. Sonstiges.

2.3.1.1 Landnutzungswandel

Der Landnutzungswandel, der mit der Industrialisierung im frühen 19. Jahrhundert in Deutschland einsetzte und der im 20. Jahrhundert durch Rationalisierungsprozesse enorm beschleunigt wurde, ist sicherlich der bedeutendste Faktorenkomplex, der zum Arten- und Individuenrückgang bei Insekten geführt hat (Streitberger et al. 2018, Fartmann et al. 2021). Er lässt sich zu einem großen Teil auf Veränderungen in den drei wichtigsten Landnutzungsformen in Deutschland zurückführen: Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Siedlungsbereich, aber auch die Wasserwirtschaft bzw. der Zustand der Gewässer ist für viele Insektengruppen relevant.

Landwirtschaft

Die von Acker und Grünland geprägte Landschaft außerhalb der Städte wird von der Gesellschaft weit über ihre reine Funktion als Nahrungsmittel produzierende Fläche geschätzt. Allerdings haben die in den letzten siebzig Jahren immer stärker zunehmende Vergrößerung der Betriebe, die effizientere Mechanisierung, die Vereinheitlichung der Feldwirtschaft und die Beseitigung von ertragslosen Strukturen (z. B. Randstreifen, Kleingewässer und Gehölze) zu immer größeren Umweltproblemen geführt (Stoate et al. 2001). Auch der flächendeckende Einsatz von Pflanzenschutzmitteln hat negative Auswirkungen auf Insektendiversität und -häufigkeit (Park et al. 2015). Alle diese Effekte sind für die Insektenfauna ausreichend belegt und ein genereller Zusammenhang zwischen Intensivierungsgrad und Diversitätsverlust ist eindeutig nachweisbar (Wickramasinghe et al. 2004; Beckmann et al. 2019). Konkret wirkten sich eine

zunehmende Homogenisierung der angebauten Kulturen in Acker und Grünland und die damit einhergehende Förderung vor allem windbestäubter Arten (Gräser) bei zeitgleichem Rückgang von Säumen und Sonderstrukturen innerhalb der vergangenen 100 Jahre negativ auf blütenbesuchende Insekten auf Feldern und im Wirtschaftsgrünland in Mitteleuropa aus (Abrahamczyk et al. 2020). In dieser Zeitspanne hat nicht nur die Diversität bestäubender Insektenarten mit zunehmender landwirtschaftlicher Intensivierung abgenommen (Senapathi et al. 2015): über Pollenanalysen aus Museumssammlungen ist sogar belegbar, dass die Reduktion der Wirtspflanzen einen großen Einfluss auf die Abnahme der Bestäubervielfalt hat (Scheper et al. 2014). Umgekehrt ist deutlich, dass extensiv bewirtschaftete Flächen – also ungespritzt und nur auf Erhaltungsdüngung ausgelegt – die Blütenpflanzen- und Bestäuberdiversität stark begünstigen (Happe et al. 2018; Pfiffner et al. 2018).

Auswirkungen auf Bestäuber sind in diesem Zusammenhang am besten untersucht, weil sie eine wirtschaftlich bedeutsame Rolle spielen (Potts et al. 2016). Für andere Insektengruppen (u. a. Heuschrecken (Orthoptera), Käfer (Coleoptera), Wanzen (Heteroptera), Zikaden (Auchenorrhyncha) gibt es jedoch ebenfalls Belege für starke Individuen- bzw. Biomasserückgänge. So beschreiben Seibold et al. (2019) Rückgänge von über 60 % im wirtschaftlich genutzten Grasland innerhalb der letzten zehn Jahre. Hier ist bedenkenswert, dass zum Beginn dieser Analyse möglicherweise bereits > 60 % der Individuen verschwunden waren, wie exemplarische Vergleiche der Situation um 2010 mit den 1960er nahelegen (Schuch et al. 2012b, 2019). Dies lässt die heutigen Trends umso erschreckender erscheinen.

Tabelle 3: Ursachen des Insektenrückgangs in verschiedenen Landnutzungsformen, ihre Wirkmechanismen, Kurzeinschätzung zu aktuellem Gefährdungspotential und Literaturbelege. Die vier regionalen (und globalen) Haupttreiber versammeln jeweils unter dem Landnutzungswandel (20), Klimawandel (3), Stickstoffdeposition (3) und invasive Arten (2) unterschiedlich viele Ursachen (A=Agrarland, W=Wald/Forst, U=urbaner Raum, G = Gewässer).

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
Wandel der Landschaftsstruktur und der Landnutzung (bewirkt Habitatverlust, -degradierung und -fragmentierung, direkte Schädigung von Individuen und Veränderung der Interaktion von Arten)							
				Melioration von Mooren, Feuchtgrünland und Heiden	Durch Entwässerung mit Drainagesystemen und Düngung sind diese Landschaftstypen größtenteils verschwunden bzw. stark degradiert	Viele Arten der Moore und des Feuchtgrünlands sind stark gefährdet	Goulson et al. 2008; Bubová et al. 2015; Settele et al. 2009
				Aufgabe traditioneller Weidertierhaltung und prophylaktischer Einsatz von Entwurmungsmitteln (auch gegen Insekten wirksam) in der Viehhaltung	Strukturarmut auf Weiden; keine Kombination von Weidetieren mit unterschiedlichen Beweidungseigenschaften; Verlandung von Kleingewässern (Weidenvieh hält Gewässer frei); Verjüngung lichtliebender Baumarten bleibt aus, homogenere Nährstoffverteilung; Dung entfällt als Ressource für spezialisierte Insektenarten	Durch den großflächigen Verlust halboffener Weidelandschaften sind viele Arten des Offenlandes und der lichten Wälder gefährdet, viele dungliebende Arten verzeichnen starke Rückgänge	Bunzel-Drüke et al. 2008; Jochmann & Blanckenhorn 2016; Sebek et al. 2016
				Überbauung von Grünland	Totalverlust von Habitaten; bei über 50 % versiegelter Fläche äußerst problematisch, da kaum Ersatzstrukturen entstehen können (Gärten etc.)	So genannter „Flächenfraß“ ist dann problematisch, wenn nachfolgende Bebauung keine Ersatzhabitate bietet und sollte dann ähnlich bewertet werden wie intensiver Ackerbau	Jones & Leather 2012; Knop 2016; Wenzel et al. 2020

Fortsetzung Tabelle 3:

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
				Einsatz von PSM in der Landwirtschaft (Herbizide, Insektizide, Fungizide etc.)	Ackerwildkräuter werden gezielt reduziert; vielfach nachgewiesen sind direkte negative Effekte (insbesondere von Neonicotinoiden) auf den Lebenszyklus von Insekten	Vielen Bestäubern fehlt die Nahrungsgrundlage in weiten Bereichen des Ackerlandes; bei vielen Artengruppen letale oder subletale Effekte (reduzierte Fitness) von PSM nachgewiesen	Settele et al. 2009; Potts et al. 2010; Storkey et al. 2012; Goulson et al. 2015; Meyer et al. 2013
				Hocheffiziente Feldwirtschaft und Umwandlung von Grünland in Ackerland („Grünlandumbruch“)	Zunehmende Schlaggrößen (Flurbereinigung), geringe Feldfruchtdiversität, Strukturarmut, zunehmende Synchronisierung der Ernte, kaum Ruhezeiten (Anbau von Winterweizen)	Ackerland ist wegen häufiger und intensiver Eingriffe heute für Insekten als Lebensraum nahezu bedeutungslos; starker Rückgang bei Offenland-Arten durch Verlust von nährstoffarmen, extensiv genutzten Weiden	Goulson et al. 2015; Fox 2013; Thomas 2016; Shortall et al. 2009; Streitberger et al. 2018
				Flurbereinigung und Anlage großflächiger Monokulturen	Schwund kleinerer Parzellen, einheitlichere Bewirtschaftung, Beseitigung von Strukturelementen (z. B. Hecken, Feldgehölze, Kleingewässer), Homogenisierung der Landschaft	Ackerland ist wegen häufiger und intensiver Eingriffe heute für Insekten kaum noch als Lebensraum relevant	Goulson et al. 2008; Settele et al. 2009; Diacon-Bolli et al. 2012; Leuschner et al. 2014
				Umwandlung von Grünland in andere Landnutzungsformen	Abhängig von Baumzusammensetzung (siehe Anlage von Monokulturen), generell Verlust von Offenland	Da kaum Altholzstrukturen und wenig lichte Fläche sowohl für Offenland- als auch für Waldarten kein wertvolles Habitat; Rückgang termophiler Arten	Poschlod 2015; Ellenberg & Leuschner 2010

Fortsetzung Tabelle 3:

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
				Intensivierung der Grünlandwirtschaft	Intensivierte Düngung und stark erhöhte Mahdintensität und -effizienz (Mähweide) oder viel höherer Viehbesatz, häufiger Umbruch und Neueinsaat	Arten- und strukturarme Vegetation mit weniger Wildpflanzen, mit viel geringeren Blütenzahlen und einem nachhaltig reduzierten Diasporenvorrat im Boden, bietet für Offenland-Insektenarten keine Lebensgrundlage	Fox 2013; Thomas 2016; Ollerton et al. 2014
				Nutzungsaufgabe, Verzicht auf die Nutzung ertragsschwacher Standorte	Verdichtung der Vegetation, Aufkommen von Bäumen und Sträuchern führt zu Wiederbewaldung	Lebensraum kann von Insekten des Offenlandes kaum noch besiedelt werden; Rückgang thermophiler Arten	Settele et al. 2009; Potts et al. 2010; Bubová et al. 2015; Fox 2013
				Einsatz von Insektiziden im Wald	Ausschließlich eingesetzt zur Reduktion von Schadinsekten (heute nur 0,1 – 0,2 % der insgesamt ausgebrachten Wirkstoffmenge)	Alle Insektenarten der Wälder sind betroffen, jedoch Einsatz von Insektiziden heute äußerst spezifisch	Streitberger et al. 2018
				Waldflächenverlust im 19. Jahrhundert und früher	Anteil Jungwälder vor allem im Tiefland heute noch sehr hoch, geringer Anteil von Altholzbeständen (> 50 Jahre)	Auf Tot- und Altholz angewiesene Arten nach wie vor gefährdet	Streitberger et al. 2018
				Aufgabe traditioneller Waldnutzungsformen	Nieder-, Mittel- und Hutewälder stark zurückgegangen, kleinräumiges Nebeneinander unterschiedlicher Sukzessionsstadien verschwunden, Vielfalt in Krautschicht reduziert	Vor allem wärmeliebende Insektenarten vieler Gruppen sind betroffen, da sowohl Mikroklima als auch Nahrungsangebot fehlt	Bergmeier et al. 2010; Streitberger et al. 2018; Roellig et al. 2018; Rösch et al. 2019
				Unterdrückung der natürlichen Walddynamik	Baumernte im frühen und mittleren Alter (verkürzte Umtriebszeit), schnelle Wiederaufforstung nach Eis-, Schnee-, Wind- und Sturmwurf, Unterdrückung von Bränden	Reduktion offener Strukturen mit Tot- und Altholzstrukturen mit großem Stammdurchmesser führt zum Rückgang vieler saproxyli-scher Insektenarten (im Holz lebend)	Vodka et al. 2008; Horák & Rébl 2013; Helbing et al. 2014; Horák et al. 2012; Seibold et al. 2015

Fortsetzung Tabelle 3:

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
				Beseitigung von Alt- und Totholz	Durchforstung und Fällen von Alt- und Totholz zur Verkehrssicherung führt zu geringerem Totholzanteil	Totholz-Anteil ist zwar steigend, doch wird immer noch durch menschliche Eingriffe reduziert	Grove 2002; Streitberger et al. 2018
				Spätfolgen der (historischen) Anlage von Monokulturen und Veränderung der Baumartenzusammensetzung	Einseitige Förderung bestimmter Baumarten, insbesondere Nadelgehölze	Verlust von Habitatvielfalt betrifft alle Insektengruppen und begünstigt wenige Arten	Helbing et al. 2014 Horák et al. 2012; Seibold et al. 2015; Ampoorter et al. 2020
				Gezielte Drainage feuchter Waldgebiete und Befestigung von Waldwegen	Langfristiger Verlust von feuchteren Waldhabitaten, Minderung der Qualität offener Strukturen	Arten mit bestimmten Habitatansprüchen (feucht bzw. offene Böden auf Wegen) sind gefährdet	Streitberger et al. 2018
				Grünflächenpflege und Gartengestaltung	Häufige Mahd (Mulchmahd), Anlage von Ziergärten, Verschwinden von Nutzgärten	Durch artenarme, strukturarme Vegetation auf Grünfläche ohne einheimische Wildpflanzen fehlen vielen Insektenarten die Wirtspflanzen (stattdessen exotische Arten, die oftmals keine Ressource für Insekten sind)	Jones & Leather 2012; Fox 2013; Hiller & Betz 2014; Unterweger et al. 2017
				Künstliche nächtliche Beleuchtung	Schwächung oder direkte Tötung anlockter Insekten, Veränderung der Artengemeinschaften durch Begünstigung von Prädatoren und Aasfressern	Gefährdung für viel und schnell reproduzierende Arten eher gering, für Arten mit weniger Nachkommen hingegen problematisch	Davies et al. 2012; Manfrin et al. 2017; Grubisic et al. 2018; Sanders & Gaston 2018
				Einsatz von Herbiziden im urbanen Bereich	z. B. in Privatgärten, an Verkehrsanlagen (Auffahrten, Straßen, Zugtrassen), in Parkanlagen	Reduktion der Pflanzenvielfalt, vor allem von einheimischen Ruderalarten, wirkt sich auf Insektenvielfalt aus	Nicht systematisch untersucht
				Straßenverkehr	Direkte Tötung, Zerschneidung von Lebensräumen, Schadstoffeintrag, Flächenversiegelung	Viele stark flugaktive Insektengruppen sind betroffen (z. B. Bestäuber), Auswirkungen nicht ausreichend erforscht	Baxter-Gilbert et al. 2015; Muñoz et al. 2015; Skórka et al. 2013

Fortsetzung Tabelle 3:

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
				Auswirkungen von Veränderungen in der Landschaft auf eingebettete Gewässer	Gewässer haben besonders viele Berührungs- bzw. Randlachen mit anderen Lebensräumen	Durch direkte Auswirkungen oder Nährstoffflüsse Veränderungen in Gewässer(rand)struktur und -chemismus	S21
				Begradigung, Ausbau und Regulierung von Wasserläufen	Veränderung der Fließgeschwindigkeit und Unterdrückung natürlicher Gewässerdynamiken	Vor allem der Verlust von Lebensraum führt zum Rückgang vieler sensibler Arten	Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019
				Eutrophierung und Verlandung von Teichen und Seen; Fließgewässer-Eutrophierung, Verlust von Kleingewässern (Tümpeln und Söllen)	Veränderung des Nährstoff- und Sauerstoffgehalts in Stillgewässern, Verlust von vielfältigen Lebensräumen	Vor allem der Verlust von Lebensraum führt zu Rückgang vieler spezialisierter Arten	Cayrou & Céréghino 2005; Roth et al. 2020
Klimawandel (bewirkt langfristige Verschiebung von Habitatgrenzen nordwärts und entlang der Höhenstufen)							
				Veränderte Durchschnittstemperaturen	Veränderung der Zusammensetzung von Artengemeinschaften, z. B. durch Verlängerung der Vegetationsperiode, Verschiebung der Areale wärmeliebender Arten, Veränderung von Interaktionen, weil sich bei aufeinander abgestimmten Arten Lebenszyklen zu desynchronisieren beginnen	Vor allem an Kälte angepasste Arten sind hoch gefährdet, z. B. durch milde Winter; durch Änderungen der Lebensgemeinschaften sind Auswirkungen auch auf wärmeliebende Insektenarten unvorhersehbar	Feehan et al. 2009; Pizzolotto et al. 2014; Baranov et al. 2020; Potts et al. 2010; Nieto-Sánchez et al. 2015; Antão et al. 2020
				Häufigeres Auftreten von Extremwetterereignissen (v. a. Hitzeperioden und heftige Niederschläge, aber auch Sturmwurf)	Längere Wärmeperioden im Sommer; häufigerer Wechsel zwischen extremen Wassermangel und Überfluss (Zunahme lokaler Überschwemmungsereignisse), generell mehr große Störungen in Habitaten	An feuchte Lebensräume angepasste Arten sind durch häufigere Austrocknungsereignisse hoch gefährdet; manche Arten können allerdings auch profitieren (z. B. durch mehr offengelassene Sturmwurfflächen in Wäldern)	Lee et al. 2014; Streitberger et al. 2018
				Langfristig veränderte Niederschlagsmengen und Niederschlagsverteilung	Veränderung der Zusammensetzung von Artengemeinschaften, manche Habitattypen verschwinden ganz	An feuchte Lebensräume angepasste Arten sind hoch gefährdet	Feehan et al. 2009; Pizzolotto et al. 2014

Fortsetzung Tabelle 3:

A	W	U	G	Ursache des Insektenrückgangs in Agrarland (A), Wald (W), urbanem Bereich inkl. Industrie (U), Gewässern (G)	Allgemeine Wirkmechanismen	Momentanes Gefährdungspotential für Insekten	Literatur
Stickstoff- und Phosphordeposition (bewirkt vor allem Veränderung der Pflanzengemeinschaften; Gesamtdeposition in Mitteleuropa 10 – 100 kg pro Hektar und Jahr)							
				Atmosphärische Stickstoffdeposition im Offenland, im Wald und im urbanen Bereich	Homogenisierung der Boden-Vegetation durch mangelnden Nährstoffzug (z. B. durch fehlende Beweidung Mahd- oder Streuentnahme)	Gefährdung vieler Arten, die auf artenreiche Bodenvegetation angewiesen sind	Ellenberg & Leuschner 2010; Streitberger et al. 2012; Dirnböck et al. 2014
				Veränderung der Wasserchemie	Erhöhte Nährstoffzufuhr durch direkten Nährstoffeintrag (führt z. B. zu Algenblüte in stehenden Gewässern)	Aquatische Insekten sind durch diese Änderungen stark betroffen, da sie mit ihren stark angepassten Lebenszyklen empfindlich reagieren (Indikatorgruppe)	Tixier & Guérold 2005; Tierno de Figueroa et al. 2010; Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019; Hallmann et al. 2020
				Veränderung der Bodenchemie	Pflanzenarten und phytophage Insekten mit hoher Stickstofftoleranz beginnen sich durch erhöhten Reproduktionserfolg in Habitaten auszubreiten, sukzessive Änderung ganzer Lebensräume	Vor allem Arten der Magerstandorte sind von einem erhöhten Stickstoffgehalt in der Landschaft betroffen, ihre Entwicklung wird gehemmt	Ceulemans et al. 2011; McClean et al. 2011; Haddad et al. 2000; Kurze et al. 2018; Nijssen et al. 2017; Baranov et al. 2020
Invasionen / Einwanderung von Arten							
				Erhöhter Konkurrenzdruck bzw. Prädation	Veränderte Pflanzengesellschaften und veränderte Räuber-Beute-Beziehungen (v.a. durch Dominanz eingeschleppter Arten)	Durch Einwanderung in Habitate werden Nahrungsnetze gestört und einheimische Arten verdrängt bzw. verlieren Nahrungsgrundlage oder werden übermäßig bejagt	Moroń et al. 2009; Litt et al. 2014; Gallien et al. 2017; Vanbergen et al. 2018
				Einschleppung von Pathogenen	Schwächung führt zu vermindertem Reproduktionserfolg	Aktuelle Auswirkungen sind weitestgehend unbekannt	Fürst et al. 2014; Vilcinskas 2019

Waldnutzung

Bis etwa in die Mitte des 20. Jahrhundert wurde der Wald von der Bevölkerung auf deutlich vielfältigere Weise und auch wesentlich intensiver genutzt als heute (Hampicke 2018) und z. B. durch Beweidung, Streusammlung und Kleinholzgewinnung stark aufgelichtet. Der Fokus auf Nutzholzgewinnung, der Rückgang an Nutzungsheterogenität und die atmosphärische Stickstoffdeposition haben zu einer Vereinheitlichung der Wälder geführt, die heute überwiegend eng geschlossene Kronen und einen dichten Unterwuchs haben. Letzteres wird noch zusätzlich begünstigt, weil Waldweide, Streunutzung und Kleinholzgewinnung heute keine Rolle mehr spielen. Hochwaldwirtschaft mit relativ kurzen, forstlichen Nutzungsintervallen dominiert. Eine vielfältigere und heterogenere Nutzung, beispielsweise als Waldweiden, ist weitestgehend verschwunden (Bergmeier et al. 2010). Auch Nieder- und Mittelwaldwirtschaft fehlen heutzutage nahezu. Zudem wurde der Anteil von Tot- und Altholzstrukturen über lange Zeit systematisch verringert bzw. die natürlich stattfindende Anreicherung von Totholz unterbunden.

Diese Entwicklungen wirken sich auch auf die Insekten aus. Für das vergangene Jahrzehnt konnte repräsentativ belegt werden, dass die Biomasse verschiedener Insektengruppen in Wäldern in Deutschland um 40 % zurückgegangen ist (Seibold et al. 2019). Langzeitreihen aus Großbritannien zeigen einen ähnlichen Trend für Motten über die letzten 50 Jahre (Bell et al. 2020). Der Verlust von offenen bzw. heterogenen Strukturen gepaart mit wenig darin befindlichem Alt- bzw. Totholz trägt mit großer Sicherheit einen maßgeblichen Teil dazu bei (Vodka et al. 2008; Seibold et al. 2015; Streitberger et al. 2018). Hinzu kommt, dass offenere Waldstrukturen nicht nur verschiedene Käfergruppen begünstigen, sondern sich beispielsweise bei Neuanlage auch sehr schnell positiv auf Heuschrecken- und Vogelarten auswirken, die strukturreiche Waldhabitate bevorzugen (Rösch et al. 2019). Inwieweit für diese Verluste die auch im Wald heute nur in beschränktem Umfang eingesetzten Pflanzenschutzmittel oder Spätfolgen früherer PSM-Einsätze eine Rolle spielen, ist nicht systematisch untersucht.

Siedlungsbereich

Die zunehmende Verstädterung ist für die Insektenvielfalt ein wichtiger Faktor; ihre Auswirkungen sind aber weniger gründlich untersucht als die der Landwirtschaft und die der Waldnutzung (Hall et al. 2017). Es gibt sowohl Hinweise darauf, dass sich urbane Nutzungen positiv auf die Insektenvielfalt und deren Individuenzahlen auswirken können, als auch solche, die einen negativen Zusammenhang herstellen (Knop 2016; Wenzel et al. 2020, Uhler et al. 2021). Zu Laufkäfern (Carabidae) gibt es über ganz Europa verteilt etliche Studien in urbanen Gebieten, bei denen sowohl positive als auch negative Trends festgestellt wurden (Jones und Leather 2012). Ein konsistentes Bild für die Ursachen lässt sich daraus aber nicht ableiten. Lediglich die Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrswege scheint hier ein maßgeblicher Faktor zu sein, wobei diese bei geringerem Verkehrsaufkommen durchaus auch als Verbreitungskorridore dienen können (Melis et al. 2010). Besonders negativ betroffen von einer zunehmenden Urbanisierung dürften Insektenarten sein, die auf störungsarme, naturnahe Lebensräume angewiesen sind (Streitberger et al. 2018). Auf der anderen Seite bietet städtischer Lebensraum mitunter eine hohe Strukturvielfalt, die in intensiv genutzten Agrarlandschaften in dieser Kleinteiligkeit (oft) nicht mehr gegeben ist (Wenzel et al. 2020).

Zu den Auswirkungen der Urbanisierung auf die Insektenvielfalt existiert eine aktuelle Übersichtsstudie (Wenzel et al. 2020). Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Städte nicht per se schlecht für die Bestäuber sind, vielmehr ist der Anteil versiegelter und bebauter Flächen ein wichtiger Indikator für die Bedeutung als Lebensraum für Insekten. Beträgt dieser über 50 % der Gesamtfläche, sinkt die Artenvielfalt und damit auch die Bestäubungsrate von Kultur- und Wildpflanzen. Zusätzlich sind in Städten naturnahe

Flächen, die mehr als 50 ha umfassen und durch Korridore vernetzt sind, sehr bedeutend für den Erhalt empfindlicherer Arten (Beninde et al. 2015). Weitere, die Insektenpopulationen in Städten beeinträchtigende Faktoren, sind: häufige Anpflanzung exotischer Arten, regelmäßiges Mulchen der Grünanlagen, der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die Auswirkungen künstlicher Lichtquellen und der Straßenverkehr (Streitberger et al. 2018). Keiner dieser Faktoren wurde allerdings für den Lebensraum Stadt bisher umfassend repräsentativ untersucht.

Gewässer

Bei der Betrachtung von Gewässern befindet man sich in einer besonderen Situation. Zwar sind Wasserkörper immer stark in andere Landnutzungsförmern integriert und werden entsprechend von ihnen beeinflusst, aber dennoch hat sich die Gewässerqualität in den vergangenen 50 Jahren prinzipiell verbessert. Dementsprechend kommen die Autoren der ersten oben erwähnten globalen Metaanalyse zu Veränderungen in Insektenpopulationen zu dem Schluss, dass die Anzahl der Insekten in Gewässern weltweit wieder zugenommen hat (van Klink et al. 2020). Allerdings stellt eine Langzeitstudie an einem einzelnen Gewässer fest, dass die Zahl der Insekten in Fließgewässern lokal stark zurückgegangen ist (Baranov et al. 2020). Jedenfalls sollte stets im Blick behalten werden, dass die Entwicklungen bei den einzelnen Insektengruppen in den verschiedenen Gewässertypen unterschiedlich ausfallen können. Für diverse Wasserkäferfamilien wurde in einer Studie in Süddeutschland ein Diversitätsrückgang über die vergangenen 28 Jahre festgestellt, der vor allem durch den Rückgang von Arten in sumpfigen Lebensräumen getrieben wird (Roth et al. 2020). Hier lässt sich erkennen, dass verschiedene Gewässertypen und damit ihre Insektenfauna unterschiedlich stark von einer veränderten Landnutzung betroffen sind. Ein wichtiger Faktor ist beispielsweise die Eintragsintensität von Pflanzenschutz- und Düngemitteln oder anderen Schadstoffen, aber auch die strukturelle Verarmung der Fließgewässer (Halbach et al. 2021).

2.3.2 Klimaveränderungen

Inwieweit sich langfristige Klimaveränderungen auf die Insektenvielfalt und -häufigkeit auswirken, lässt sich nicht genau vorhersagen. Bezüglich des Klimawandels dominieren vor allem Modellierungen, Abschätzungen und experimentelle Studien zu den Auswirkungen (Streitberger et al. 2018). Es gibt jedoch einige Langzeituntersuchungen, die verallgemeinerbare Trends belegen (Pizzolotto et al. 2014; Nieto-Sánchez et al. 2015; Baranov et al. 2020). Generell breiten sich viele Pflanzenarten - und mit ihnen Insektenarten - nordwärts und auch in größere Höhenstufen aus, was zur Verdrängung der dort heimischen Flora und Fauna führt, die oftmals nicht in der Lage ist, sich schnell genug an die Entwicklung anzupassen. Hinzu kommen phänologische Effekte bei Pflanzen wie zeitliche Verschiebungen in Laub- oder auch Blütenphasen, die sich momentan um etwa 2,5 Tage pro Jahrzehnt verlängert und damit eine frühere und längere Pollensaison bedingt, was sich direkt auf die Insektengemeinschaften auswirkt (Feehan et al. 2009). So fliegen viele Insektenarten mittlerweile früher im Jahr, ihre Überlebensraten im Winter ändern sich und ihre Entwicklungszyklen laufen beschleunigt ab (Robinet & Roques 2010). Dadurch kann es zur Desynchronisierung von aufeinander abgestimmten Lebenszyklen kommen. Generalistische oder invasive Arten, die im Allgemeinen besser mit veränderlichen Umweltbedingungen zurechtkommen, können begünstigt werden, aber auch heimische thermophile Arten können von den Veränderungen profitieren. Für Heuschrecken wurde jüngst in einer überregionalen Studie festgestellt, dass der Klimawandel in den letzten Jahrzehnten einen immer größeren Einfluss auf die Populationsdynamik etlicher Arten hat (Poniatowski et al. 2020). Ähnliche Veränderungen in Insektengesellschaften wurden bei Schmetterlingen (Nieto-Sánchez et al. 2015) und Laufkäfern (Pizzolotto et al. 2014) entlang von Höhengradienten festgestellt, allerdings nicht anhand von durchgehenden Langzeitreihen. Bei einer Langzeit-Untersuchung an aquatischen Insekten eines Fließgewässers, die von 1969 bis 2010 stattfand und bei der im langjährigen

Mittel eine erhöhte Wassertemperatur um etwa 2 °C festgestellt wurde, konnten beträchtliche Veränderungen gemessen werden. Insgesamt gingen die Individuenzahlen der untersuchten Wasserinsekten in diesem Zeitraum um 81 % zurück, wohingegen die Gesamtartenzahl sogar um etwa 9 % stieg; durch eingewanderte Arten, die mit den veränderten Bedingungen besser zurechtkamen (Baranov et al. 2020). Eine größere Insektenvielfalt mag auf den ersten Blick beruhigend wirken, geht sie allerdings mit einer derart drastischen Verringerung der Häufigkeiten einher, muss das Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem haben (z. B. für insektenfressende Arten wie Vögel und Fische).

Ein wichtiges Ergebnis der letztgenannten Studien war, dass sich das untersuchte Habitat grundlegend und zugunsten von wärmeliebenden Arten verändert hatte. Der Einfluss langfristiger Klimaveränderungen kann demzufolge als beträchtlich angesehen werden, vor allem, weil Ökosysteme als Ganzes umstrukturiert werden. Dabei werden viele, oft weniger spezialisierte Arten sogar vom Klimawandel profitieren, während Spezialisten, darunter auch für Mitteleuropa typische Arten, zu den Verlierern zählen könnten. Je schneller sich diese Veränderungen vollziehen, desto schlechter können deren Folgen abgemildert werden (Nieto-Sánchez et al. 2015). Der Klimawandel kann in diesem Zusammenhang vor allem in Kombination mit dem Landnutzungswandel drastische Konsequenzen haben, da infolge der allgemeinen Habitatverluste und -fragmentierungen vielen Arten die Möglichkeit zum Habitatwechsel bzw. zur Arealverschiebung fehlt (Streitberger et al. 2018). Die positiven und negativen Effekte von Klimaveränderungen auf die Insektenwelt lassen sich aufgrund dieser vielfältigen Wechselwirkungen schwerlich in Summe ausdrücken, anzunehmen ist jedoch, dass sie umwälzende Veränderungen bewirken.

2.3.3 Stickstoff- und Phosphordeposition

Es gibt deutliche Hinweise darauf, dass die atmosphärische Stickstoffdeposition vor allem bei den Insekten des Offenlandes zum Rückgang beiträgt (Schuch et al. 2012b; Habel et al. 2016; Valtonen et al. 2017; Kurze et al. 2018). Dieser Rückgang wird über sechs verschiedene Mechanismen vermittelt, die in einer aktuellen Übersichtsarbeit zusammengestellt wurden (Nijssen et al. 2017). Dabei handelt es sich um (1) chemischen Stress, (2) mikroklimatische Abkühlung, (3) Verlust von Reproduktionshabitaten, (4) Rückgang der Nahrungspflanzen, (5) Veränderung der Qualität von Nahrungspflanzen und (6) Veränderung der Verfügbarkeit von Beute- oder Wirtsorganismen. Aus einem Langzeit-Experiment im Grasland, in dem die Auswirkungen einer langjährigen, allmählichen Erhöhung des Stickstoffgehalts im Boden auf die Insektengemeinschaft untersucht wurde, zogen die Autoren den Schluss, dass mit schwindender Pflanzenvielfalt durch erhöhte Stickstoffdeposition auch die Insektenvielfalt zurückging (Haddad et al. 2000). Gleichzeitig verschob sich das Verhältnis der verschiedenen funktionellen Gruppen zueinander. Während häufige Detritus- und Pflanzenfresser noch an Individuenzahl zunahmen, verringerte sich die Häufigkeit von Parasitoiden. Zwar waren die direkten Auswirkungen dieses Düngungsexperiments auf die Pflanzengesellschaft selbst größer, jedoch zeigte sich, dass die gesamte Nahrungskette innerhalb der Insektengemeinschaft indirekt beeinflusst wurde, was zu einer generellen Homogenisierung des gesamten Ökosystems führte.

Es gibt sogar Hinweise darauf, dass Stickstoffeintrag generell zur Begünstigung von Stickstoff tolerierenden Insektenarten beiträgt (Schuch et al. 2012a) und so einer allmählichen Homogenisierung auf Landschaftsebene Vorschub leistet. Über die direkte Wirkung von Phosphor (in für Pflanzen verfügbarer Form) auf Insektengemeinschaften gibt es bisher wenig abgesicherte Erkenntnisse, allerdings wurde experimentell untersucht, inwieweit eher Stickstoff- oder Phosphorüberschuss zur Homogenisierung einer Grasland-Pflanzengesellschaft beitragen (Ceulemans et al. 2011). Es zeigte sich, dass Stickstoffanreicherung zwar

die Pflanzendiversität herabsetzte, die Anreicherung mit Phosphor allerdings ein stärkerer Treiber für Artenverlust im Grasland war. Ein artenarmes Grasland hat beispielsweise Nahrungsknappheit und Strukturarmut als Konsequenz für die darin lebende Insektenartengemeinschaft und so dürfte Phosphordeposition zumindest auch indirekt eine Rolle beim Insektenrückgang spielen.

2.3.4 Invasive Arten

Der Einfluss einwandernder Arten auf die jeweils heimische Insektenfauna gilt als beträchtlich und ist weltweit auch hier am besten bei Bestäubern untersucht (Stout & Morales 2009; Vanbergen et al. 2018). Allerdings gibt es noch enormen Forschungsbedarf und der langfristige Einfluss invasiver Arten auf Ökosysteme lässt sich aufgrund der vielschichtigen Wechselwirkungen nur schwer vorhersagen. Prinzipiell müssen sich neu in ein Ökosystem eingeführten Arten nicht immer negativ auf die dortige Insektenfauna auswirken. Es kann auch positive Rückkopplungen geben oder die neue Art etabliert sich ohne größere Auswirkungen in einer bisher unbesetzten ökologischen Nische. Die allgemeinen Gefährdungen für die Artenvielfalt, die von fremden Arten ausgehen können, sind nach Streitberger et al. (2018) jedoch (1) Verschärfung der zwischenartlichen Konkurrenz, (2) Fraß durch räuberische und pflanzenfressende Arten, (3) Hybridisierung, (4) Verbreitung von Krankheitserregern und eine (5) grundlegende Umstrukturierung und Homogenisierung von Ökosystemen und Lebensgemeinschaften. Invasive Gefäßpflanzen können Pflanzengesellschaften verändern, was sich dann indirekt negativ auf die Insektengemeinschaft auswirkt (Litt et al. 2014); für Bestäuber in europäischen Kulturlandschaften ist der Zusammenhang nachgewiesen (Morón et al. 2009; Gallien et al. 2017). Die Dominanz einzelner invasiver Arten bewirkt eine Homogenisierung ganzer Pflanzengemeinschaften und trägt so vor allem zum Rückgang von spezialisierten Bestäubern bei (Schweiger et al. 2010). Zum anderen können eingewanderte Tierarten direkt selbst zum Rückgang der Insektenvielfalt beitragen. Inwiefern Insekten tatsächlich durch einzelne invasive Arten betroffen sind, lässt sich für Deutschland nach momentanem Kenntnisstand allerdings nicht beurteilen (Streitberger et al. 2018). Sicher ist, dass in den vergangenen Jahrzehnten hierzulande viele Arten eingeschleppt wurden bzw. zugewandert sind und sich dieser Prozess vermutlich auch noch beschleunigen wird. Ein Beispiel ist die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*), die über Südeuropa einwandert und seit 2015 auch in Deutschland vorkommt. Sie jagt vor allem Honigbienen (Monceau et al. 2014), es ist aber unklar, inwieweit auch Wildbienen durch diesen Jäger in ihren Beständen beeinträchtigt werden. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Verschleppung von Pathogenen. Es gibt erste Hinweise darauf, dass mit invasiven Arten assoziierte Pathogene die heimische Insektenvielfalt gefährden könnten (Vilcinskas 2019).

2.3.5 Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel

Zum Schutz von Nutzpflanzen oder -tieren, Menschen und Materialien werden weltweit zahlreiche verschiedenen chemische Wirkstoffe (Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel) eingesetzt. Diese wirken jedoch nicht nur auf die Zielorganismen sondern beeinflussen auch andere Arten. Die Wirkstoffe können subletal (chronisch) und letal (akut) auf Nicht-Zielorganismen wirken (Goulson et al. 2015, Weidenmüller et al. 2022, weitere Quellen siehe Niggli et al. 2019). Die spezifische Toxizität der Stoffe spielt für die Wirkung auf Nichtzielorganismen eine entscheidende Rolle (Schulz et al. 2021, Simon-Delso et al. 2015).

Bekannt sind zum Beispiel Beeinträchtigungen von sogenannten Nützlingen durch Insektizide (Desneux et al. 2007; Uhl and Brühl 2019). Neonikotinoide können z. B. die Größe und Fitness von Insekten – beispielsweise Tagfalter – reduzieren und so langfristig zu einem Rückgang der Arten in der Landschaft führen (Whitehorn et al. 2018; Olaya-Arenas et al. 2020). Auch Wirkstoffe, welche nicht direkt auf Insekten abzielen, können indirekte Wirkungen auf diese entfalten, beispielsweise Herbizide durch die Reduktion von Futterpflanzen, Fungizide durch die Verstärkung der Insektizidwirkung (Belsky et al. 2020).

Potentiell langfristige Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln ergeben sich durch die Persistenz der Wirkstoffe, ihrer toxischen Metaboliten (Schäffer et al. 2018, Jablonowski et al. 2011, Sparling & Fellers 2007) sowie durch die Kombination verschiedener Wirkstoffe oder mit anderen Stressoren (Liess et al. 2013, Lies et al 2016).

Dabei ist davon auszugehen, dass die entsprechenden Wirkstoffe deutlich in der Landschaft verfrachtet werden und in ihrer Wirkung nicht auf die Ausbringungsorte beschränkt bleiben. Darauf weisen diverse Studien hin, wobei entsprechende Wirkstoffe sogar in Naturschutzgebieten nachgewiesen wurden (Bolz et al. 2020; Kruse-Platz et al. 2020, Wolfram et al. 2023, Brühl et al. 2021).

Die konkreten Auswirkungen und Wirkmechanismen sind aktuell ebenso wenig detailliert erforscht, wie die Verfrachtungs- und Abbauwegen in der realen Landschaft. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die ausgebrachten Mittel großflächig in der Landschaft wirken und das Potential haben, die Insektenfauna quantitativ und qualitativ erheblich zu beeinflussen (Brühl et al. 2015, Leopoldina 2020).

Bei der Konzeption von Schutzmaßnahmen für Insektenarten darf dieses Beeinträchtigungspotential nicht vernachlässigt werden. Im Sinne des Vorsorgegedankens müssen entsprechende Aspekte vor allem bei der räumlichen Konzeption von Maßnahmen eine besondere Rolle spielen (Lage und Größe der Maßnahmeflächen, Pufferwirkung von Strukturen oder Maßnahmen, Bedeutung von stark gepufferten Gebieten etc.).

2.4 Maßnahmen zur Förderung von Insekten – ein Katalog

Die Ursachenanalyse im vorigen Kapitel macht deutlich, dass es hinreichend wissenschaftliche Erkenntnisse über die Wirkmechanismen des Insektenrückgangs gibt, aber auch, dass sich die jeweilige Bedeutung nicht ohne Weiteres quantifizieren lässt. Deutlich ist aber auch, dass der Insektenrückgang ein flächenhaftes Phänomen ist und punktuelle und kurzfristig beschränkte Einzelmaßnahmen offenbar nicht ausreichend sind. Die geschilderten Studien zum Insektenverlust insgesamt und gerade auch in Schutzgebieten (Hallmann et al. 2017, Schuch et al. 2012b) zeigen, dass es nicht ausreicht, den Fokus auf Habitatfragmente (segregativer Naturschutz/ *land sparing*) zu richten, um den langfristigen Fortbestand einer vielfältigen Insektenfauna und davon abhängiger Organismen (z. B. Vögel und Säugetiere) in Deutschland zu sichern. Daher muss vor allem über ein geeignetes Management mit Schwerpunkt in der ‚Normallandschaft‘ und über die Renaturierung von Habitaten nachgedacht werden (Fartmann et al. 2019).

In Literatur und Praxis werden sehr vielfältige Maßnahmen diskutiert. Es steht zu befürchten, dass ohne tiefgreifende, strukturelle Veränderungen nicht nur einzelne Populationen einbrechen, sondern verschiedene Insektenarten ganz verloren gehen, was weitreichende, nachgelagerte Konsequenzen für die betroffenen Ökosysteme und damit auch für die Gesellschaft haben dürfte (SRU 2018). Im Folgenden werden für die verschiedenen Landnutzungsformen jeweils die häufigsten erwähnten Maßnahmen vorgestellt. Allerdings werden diese hier im Detail nicht für einzelne Insektengruppen und ihre Bedürfnisse an bestimmte Lebensräume spezifiziert, da dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Angesichts der mehr als 33.000 in Deutschland vorkommenden Insektenarten (Völkl et al. 2004) wären sehr viele Akteure gefragt und eine entsprechende Koordinierung wäre ein sehr aufwendiges Unterfangen (vgl. Oppermann et al. 2019). Eine grobe Übersicht für die Wirksamkeit von 52 Insektenschutz-Maßnahmen bei unterschiedlichen Insektengruppen anhand von Fachliteratur ist in Weißhuhn et al. (2020) vorgenommen. Der folgende Katalog dient als Grundlage für das daran anschließende Kapitel, das Empfehlungen auf regionale Gegebenheiten in Sachsen und die möglichen Fördermöglichkeiten hin konkretisiert.

Der Freistaat Sachsen nimmt, was seine Fläche angeht, unter den Bundesländern einen mittleren Rang ein. Die Bevölkerungsdichte ist, wenn man es mit dem Bundesdurchschnitt vergleicht, mit 221 Einwohnern je km² (Statistisches Landesamt Sachsen, Stand: Dez. 2019) eher unterdurchschnittlich. Aus Abbildung 1 geht hervor, dass landwirtschaftlich genutzte Fläche (Acker und Grünland) und Waldfläche gemeinsam einen Anteil von knapp über 80 % der Landesfläche bedecken, was sie auch in Sachsen zu den absolut dominierenden Landnutzungsformen macht. Aus den in Tabelle 3 aufgeführten Ursachen wird außerdem deutlich, dass in beiden Typen viele Treiber für den Insektenrückgang zu finden sind. Der relativen Bedeutung der verschiedenen Landnutzungsformen (Abbildung 1) entsprechend, beginnt die Auflistung wieder mit der Landwirtschaft.

2.4.1 Maßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen

In Tabelle 3 sind insgesamt 16 Ursachen(-komplexe) für den Insektenrückgang in landwirtschaftlich genutzten Habitaten benannt. Diese Ursachen betreffen unter anderem zwei grundlegende Bereiche: die Aufgabe traditioneller Nutzungsformen und ein damit einhergehender Verlust vielfältiger, kleinräumig vernetzter Biotopmosaiken in der Landschaft (Potts et al. 2010; Holzschuh et al. 2011; St. Clair et al. 2020; Happe et al. 2018) und die zunehmende Intensivierung, die aufgrund ihrer hocheffizienten, synchronisierten und vereinheitlichten Verfahren wesentlich weniger biotische und abiotische Strukturen für viele Insektenarten zulässt (Bubová et al. 2015; Goulson et al. 2015; Seibold et al. 2019).

Im Rahmen des sächsischen Biodiversitätsprogramms wurde im Juni 2019 vom Staatsministerium für Umwelt ein Entwurf für ein „Handlungskonzept für Insektenvielfalt im Freistaat Sachsen“ vorgestellt. Darin werden für neun Handlungsfelder jeweils die Punkte Sachstand, Ziele, Handlungsschwerpunkte, Umsetzung und Indikatoren abgehandelt. Im Einzelnen wird dort stichpunktartig aufgezählt, wie Insektenlebensräume in verschiedenen Landnutzungsformen gefördert werden können.

■ Die neun Punkte des Handlungskonzepts für Insektenvielfalt im Freistaat Sachsen

1. Insektenlebensräume im landwirtschaftlichen und ackerbaulichen Bereich fördern
2. Insektenlebensräume durch Landschaftsstrukturen fördern
3. Zusätzliche Insektenlebensräume im Wald schaffen
4. Insektenlebensräume in und an Gewässern fördern
5. Insektenlebensräume im Siedlungsbereich stärken
6. Natur- und spezieller Artenschutz für Insekten
7. Förderung von Insekten als Schwerpunkt in der Umweltbildung verankern
8. Wissensbasis zum Insektenvorkommen und zu den Rückgangsursachen erweitern
9. Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren zum Schutz von Insekten

Ein Ansatz im Ackerland, um die Biodiversität in den Kulturlandschaften zu fördern und vor allem wiederherstellen zu können, ist das in der Normallandschaft je nach Region ein Anteil von 10 bis 20 % der gesamten ackerbaulichen Nutzfläche bzw. ein definierter Anteil von bis 50 % in der Ackerkulisse von Hot-

Spot-Gebieten (z. B. Biosphärenreservate) extensiv bewirtschaftet wird; d.h. hier dürfen keine Pflanzenschutzmittel und nur maßvoll Düngemittel zum Einsatz kommen (SRU 2018; Meyer & Gottwald 2020). Für das Grünland sind solche konkreten Flächenanteile bisher noch nicht vorgeschlagen worden.

Den mit weitem Abstand am wichtigsten und am stärksten diskutierten Förderbereich in der Landwirtschaft stellt die Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP) bereit. Diese dient der Vergemeinschaftung der Landwirtschaftspolitik in der EU und beruht aktuell auf Direktzahlungen an die Landwirte und auf der Marktordnung einzelner Agrarerzeugnisse (sog. Erste Säule). Außerdem dient die über ELER (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums) geförderte sogenannte Zweite Säule (vor allem in Form von Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen, kurz: AUK) der Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung von Ökosystemen, die von der Land- und Forstwirtschaft abhängig sind. Die Anstrengungen, Umwelt- und Naturschutzbelange in Form des ‚Greenings‘ in der Ersten Säule der Agrarpolitik zu verankern, um negative Trends umzukehren, waren demgegenüber kaum erfolgreich. Gründe sind die vielen Ausnahmeregelungen, geringe Anforderungen an die Feldfruchtdiversifizierung und fehlende Management-Kriterien oder die Aufnahme ineffizienter Optionen für ökologische Vorrangflächen (Pe'er et al. 2017).

Im Zusammenhang mit Insekten besonders wichtig ist der integrierte Pflanzenschutz, der laut EU-Recht für die gesamte Landwirtschaft in EU-Mitgliedsstaaten obligatorisch ist. Der Europäische Rechnungshof untersuchte in einem aktuellen Sonderbericht, ob wirksame Anreize zur Verringerung der Abhängigkeit von Pflanzenschutzmitteln in der EU geschaffen wurden und nennt dabei ausdrücklich die GAP als Unterstützung, um die nachhaltige, ressourcenschonende Verwendung von Pflanzenschutzmitteln zu regeln (Europäischer Rechnungshof 2020). Leider kommt der Sonderbericht zu dem Schluss, dass „[...] integrierter Pflanzenschutz momentan keine Anforderung für den Erhalt von Zahlungen im Rahmen der GAP darstellt“.

Das finanziell mit Abstand großzügigste ausgestattete Instrument (Direktzahlungen) ist also ein ungeeignetes Werkzeug, um Biodiversität zu fördern und ist aus dieser Perspektive ökonomisch ineffizient (Pe'er et al. 2017). Bleibt noch die Zweite Säule, als momentan maßgebliches Mittel zur Finanzierung der Diversitätsziele in den Mitgliedsstaaten (SRU 2018). Entsprechende Förderungen werden in Sachsen aktuell auf ca. 12,5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche bereitgestellt (AUK-Maßnahmen: 112.800 ha, Agrarbericht Sachsen 2020). Die offenbaren Mängel im Insektenschutz zeigen aber, dass insgesamt deutliche Verbesserungen nötig sind, um vielfältige, kleinteiligere Landschaftsstrukturen auf biotischer und abiotischer Ebene noch gezielter zu fördern. Im Folgenden stellen wir die aus Sicht des Insektenschutzes wichtigsten Maßnahmen vor.

2.4.1.1 Maßnahmen in der Landwirtschaft

Übergreifend - Heterogene, kleinräumige Landschaftsstrukturen fördern

L1. Etablierung einer vielfältigen Landschaftsstruktur, deren Teile jeweils ergänzend Ressourcen und Lebensraum für Bestäuber und andere Insekten bieten (Cole et al. 2020). Vielfältige Landschaftsstrukturen verhindern auch die weiträumige Verdriftungen, wie z. B. von Nährstoffen oder Pflanzenschutzmitteln (z. B. Gehölzstreifen entlang von Gewässern zur Reduktion von PSM-Eintrag). Ein modernes Schutzkonzept muss die gesamte Agrarlandschaft im Blick haben und dabei auf „räumlich enge Vernetzung“ setzen (Oppermann et al. 2019), denn viele Insekten sind vermutlich nur sehr kleinräumig mobil (wenige Dutzend bis einige hundert Meter). So kann auch der Prozess der natürlichen Schädlingskontrolle positiv beeinflusst werden (Scherber et al. 2019). In diesem Zusammenhang sollte auch der Vertragsnaturschutz ausgebaut und attraktiver gestaltet werden (SRU 2018).

- L2. Gezielte Vergabe von Prämien für Landschaftsvielfalt mit mehr Strukturelementen (SRU 2018), vor allem mehr Feldrainen und Säumen, aber auch lichten Feldhecken und Baumgruppen, Lesesteinhäufen und Söllen und deren kleinteilige Vernetzung (Happe et al. 2018). Viele dieser Strukturen sind in den letzten hundert Jahren in der Agrarlandschaft in enormem Umfang verlorengegangen (Knauer 1986; Leuschner et al. 2014).
- L3. Generell müssen mindestens 10 % der Ackerfläche eines landwirtschaftlichen Betriebs ausreichend frei von Pflanzenschutzmitteln sein (vor allem ertragsschwächere Flächen und Randbereiche) und eine mittlere ökologische Qualität aufweisen (z. B. mehrjährige, selbstbegründende Brachen), um als Kompensation Effekte durch Pflanzenschutzmittel ausreichend ausgleichen zu können (Swarowsky et al. 2019). Zudem sind mehrjährige Strukturen (z. B. mehrjährige Blühstreifen) mit ausdauernden Pflanzen und einer höheren Blütenpflanzenvielfalt wichtig, um die Bestäuberaktivität zu erhöhen (Albrecht et al. 2020).
- L4. Intelligente Desynchronisierung bei Ernteprozessen, die ganze Landstriche in kürzester Zeit betreffen, beispielsweise durch die Deckelung von Direktzahlungen ab einer bestimmten Schlaggröße, um damit Anreize zur Erzeugung kleinräumigerer Muster zu schaffen. Großräumige, zeitgleiche Mahd nur bei Bereitstellung ungemähter Ausgleichsflächen. Dies kann u.a. erreicht werden durch Mosaikmahd, Altgrasstreifen oder Rotationsbrachen (van de Poel & Zehm 2014).

Ackerbau

- L5. Förderung diverser Fruchtfolgen und damit auch stärkere zeitliche Staffelung von Saat- und Erntezeitpunkten, z. B. Prüfung verspäteter Aussaattermine, stärkerer Wechsel von Winter- und Sommerfrüchten sowie Halm- und Blattfrüchten, Zwischen- und Gemengeanbau, Tief- und Flachwurzlern, Humus- bzw. Stickstoffmehrern, Stoppelphasen, etc.) um ein zeitlich gestaffeltes Blütenangebot über den Jahresverlauf zu gewährleisten. Im Kern geht es um eine diversere Fruchtfolge. Die positiven Auswirkungen ausgewogener Fruchtfolgen von Halm-, Blatt- und Zwischenfrüchten, sowie von Winterungen und Sommerungen sind hinlänglich durch Publikationen belegt. Neben Gründen der Pflanzengesundheit ist auch unter Klimawandelaspekten die momentane Einengung auf (Winter-) Weizen und zunehmend Mais nicht tragfähig. Es sollten Feldfrüchte eingebunden werden, die den Insekten mehr Nahrung, eine geeignete Habitatstruktur und ein geeignetes Mikroklima bieten (Scherber et al. 2019): Beispiele sind Proteinfrüchte (Soja, Lupine, Linse, Ackerbohne, s. L32), Zwischenfrüchte wie Phacelia und Blühstreifen (möglichst mit heimischen Arten – s. L9), oder insektenbestäubte Rohstoff-Pflanzen (wie Sonnenblumen).
- L6. Die Umstellung auf ökologische Landwirtschaft stärker fördern, denn diese bietet für die Förderung von Insekten besonders hohe Potenziale, sodass Leistungen für den Erhalt der Artenvielfalt optimiert und für den Verbraucher transparent gemacht werden. Zwar erfordert Insektenschutz auch im Ökolandbau zusätzliche Maßnahmen (wie z. B. längere Stoppelphasen, Saatlücken, Staffelmahd in Luzerne-Beständen), aber Prinzipien wie der Verzicht auf synthetischen Pflanzenschutz, Reduktion von synthetischen Düngemitteln, höhere Festmistdüngung und diversere Fruchtfolgen sind potenziell gute Voraussetzungen, um die Vielfalt und Abundanz von Bestäubern und Prädatoren auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu erhöhen (Lichtenberg et al. 2017).
- L7. Konsequente Umsetzung der Eiweißpflanzenstrategie der deutschen Bundesregierung (BMEL 2020); dadurch werden mehr blühende Leguminosen auf Äckern kultiviert (Schnittzeitpunkt beach-

ten!). Neben den klassischen Futterpflanzen sind hier besonders auch Eiweißpflanzen für menschliche Ernährung (Bohnen, Erbsen, Lupinen, Linsen) interessant, da sie nach der Blüte geerntet werden. Auch wenn viele dieser Arten selbstbestäubt sind, ist ihre Bedeutung für (heimische) Insekten bisher noch nicht gut genug untersucht.

- L8. Förderung sogenannter „Lichtäcker“ mit reduzierter Saatgutdichte, Lichtstreifen, Saatlücken oder mit doppeltem bzw. erweitertem Drillreihenabstand („weite Reihe“), auch wenn keine konkreten Schutzziele vorgegeben sind. Dabei können auch auf Böden mit reduzierten Diasporenbanken (v. a. auf Gunststandorten) weitere Reihen unter gewissen Umständen durchaus einen Beitrag zum Blütenangebot liefern (vgl. Meyer & Gottwald 2020, Lüder 2001). Hier können dünne Untersaaten, z. B. verschiedene Leguminosen (Oppermann, et al. 2019; IFAB & Meyer 2020) eine Verbesserung bewirken. Auch die Kultivierung diverser Klee- und anderer Leguminosenarten (wie beispielsweise im Ökolandbau mit Luzerneanbau bereits realisiert) begünstigt u. a. viele zurückgehende Hummelarten (Goulson et al. 2008). Mindestens 5 % der Grenzertragsstandorte sollten als Lichtäcker ackerwildkrautfreundlich bewirtschaftet werden, d.h. vor allem mit Blick auf Förderung der Spontanflora (Döring et al. 2019).
- L9. Ausbau von Programmen für mehrjährige Blühflächen, um natürliche Systeme mit Bestäubern, Prädatoren und Parasitoiden (biologische Schädlingskontrolle) zu stabilisieren (Isaacs et al. 2009; Tschumi et al. 2015). Für Insekten sind vor allem mehrjährige Strukturen wichtig, da die Eiablage bzw. Überwinterung oftmals an Wirtspflanzen stattfindet (über- oder unterirdisch). Realisierbar als a) blütenreiche Wegränder (kein jährliches Umbrechen und Stehenlassen über den Winter, Selbstbegrünung!) oder b) als mehrjähriger Blühkulturen mit Regio-Saatgut (in Sachsen z. Zt. auf >1% der Agrarfläche). Blühflächen mit gebietseigenem Saatgut können mit Schonstreifen bzw. Ackerbrachen kombiniert werden (Oppermann et al. 2019); zusätzlich sind zeitlich differenzierte Sukzessionsstufen bei Brachen auf engem Raum sinnvoll (beispielsweise ein- bis dreijährig nebeneinander).
- L10. Erhöhung der einheimischen Ackerwildkrautdiversität innerhalb von Feldern, ohne eine angemessene ‚Unkraut‘-Kontrolle zu vernachlässigen (Marshall et al. 2003). Bei dem konventionellen Anbau von Winterweizen ist beispielsweise eine Ackerwildkrautdeckung von mindestens 10 % notwendig, damit die Invertebratenfauna dadurch überhaupt erhalten bleibt bzw. gefördert werden kann (Smith et al. 2020). Die „Duldung“ eines überwiegenden Teils der Ackerwildkräuter wirkt nicht ertragsmindernd (Holzner & Glauning 2005), außerdem erhöht offensichtlich ein diverses Blütenangebot die Wirksamkeit der biologischen Schädlingskontrolle (Albrecht et al. 2020). Einjährige Blühflächen sind demgegenüber unter Naturschutzaspekten kritischer zu sehen, sollten sie lokal genutzt werden, müssen die Vorgaben zur Verwendung von regionalem Saatgut eingehalten werden. Sie sollten nie gegenüber flächenhaft wirksamen Maßnahmen (L6, L9) bzw. der gezielten Förderung mehrjähriger Blühflächen (L7) bevorzugt werden.
- L11. Je nach Region und Schutzstatus einen definierten Anteil extensiv bewirtschafteter Ackerfläche ausweisen, d.h. ohne Pflanzenschutzmittel und mit strikt am Fehlbedarf orientiertem Düngemiteleinsatz (idealerweise mit Festmist; Meyer & Gottwald 2020); z. B. normale Landschaft 20 %, innerhalb von Schutzgebieten 40 % und in Biosphärenreservaten 50 % der Ackerkulisse.

Grünland und Weidetierhaltung

Grünländer gehören zu den artenreichsten Lebensräumen für Insekten in Mitteleuropa. Erhaltung und Wiederherstellung standortangepasster, artenreicher Wiesen und Weiden, Förderung von Blütenreichtum und Umkehr standörtlicher Nivellierungen (Entwässerung, Aufschüttung, Aufdüngungsrückbauen) sind seit langem Forderungen des Naturschutzes.

- L12. Extensivierung von Grünland mit verschiedenen Mahd- und Beweidungsregimen; die richtige Mahdtechnik (partielle Mahd und Staffelmahd) und ein mittlerer Beweidungsdruck (Richtwert: < 1 Großvieheinheiten/ha bei 500 kg/GVE) sind wichtige Faktoren zur Erhöhung der Insektenvielfalt und der Individuenzahlen (Jerrentrup et al. 2014; Bucher et al. 2016; Joubert et al. 2016; Schirmel et al. 2019). Staffelnutzungen aus Mahd und Beweidung können helfen, die Dominanz einzelner Pflanzenarten (z. B. Weideunkräuter) zu kontrollieren und zur Habitatheterogenität beizutragen.
- L13. Stärkung kleinteiliger und differenzierter Vieh- und Weidehaltung im Grünland (Oppermann et al. 2019). Weidetiere sorgen für die Ausbreitung von Pflanzensamen und Tieren, sie produzieren mit ihrem Dung, ihrer Trittwirkung (insbesondere auf Viehpfaden) und ihrem selektiven Fraß, Nischen- und Strukturvielfalt und Nahrung für spezialisierte Tier- und Pflanzenarten und sollten über betriebs-spezifische Weidekonzepte verstärkt realisiert werden (Jedicke et al. 2017). Dabei sind die spezifischen Lebensraumanforderungen von Arthropoden bei der Weidebewirtschaftung ausdrücklich zu beachten, denn sowohl eine zu hohe als auch eine zu geringe Besatzdichte des Weideviehs führt nicht zu der gewünschten Biodiversitätserhöhung (van Klink et al. 2015).
- L14. An die Ökologie von Insekten angepasste Konzepte zur Staffel- oder Mosaikmahd bzw. Vermeidung großflächiger Komplettmahd ganzer Gebiete. Stehenlassen von (überjährigen) Altgrasstreifen (Marini et al. 2009; Oppermann et al. 2019). Am wichtigsten sind jedoch in diesem Zusammenhang die partielle Mahd, d. h. Stehenlassen von Teilflächen (mindestens 20 % der gemähten Fläche) und die Auflassung überjähriger Streifen im Grünland.
- L15. Mahdzeitpunkte flexibilisieren, Zahl der Schnitte auf ertragsschwachen Standorten von durchschnittlich zwei pro Jahr auf drei Schnitte in zwei Jahren senken (Bruppacher et al. 2016), denn die sehr häufige Mahd ist eine maßgebliche Ursache für die Reduktion der Insektenvielfalt im Grünland (Scherber et al. 2019). Eine verminderte Zahl an Mahdterminen kann dazu beitragen, die Insektenbiomasse und -vielfalt auf Wiesen zu erhöhen (Wintergerst et al. 2021).
- L16. Viele Maßnahmen zur Aufwertung von Insektenlebensräumen können im Grünland an gegebenen Strukturen orientiert werden, d. h. beispielsweise an stark vernässten oder trockenen, sandigen Stellen. Maßnahmen sollten dort und in direkter Umgebung umgesetzt werden.
- L17. Restaurierung verarmter Flächen durch Mahdgutübertragung. Hierbei ist darauf achten, dass möglichst ähnliche Flächen (gekennzeichnet durch gleiche Höhe, Exposition und Bodenbeschaffenheit) aus der Umgebung als Spender zu verwenden (Staub et al. 2015).

Weitere Maßnahmen in der Agrarlandschaft

- L18. Stärkere staatliche Förderung von Programmen zum Erhalt und der Renaturierung von Heiden, Magerrasen und -weiden, da sehr viele Insektenarten Flächen mit schütterer Vegetation nutzen. Beweidung mit Schafen und Ziegen ist ein bewährtes Instrument in diesem Zusammenhang, oft ist aber zusätzliche Gehölzpflege oder Brennen nötig. Struktureichtum in der Agrarlandschaft (z. B. durch mehrjährige Randstreifen, lichte Hecken und kleine Gehölze) erzeugt zwar vordergründig eine Ertragseinbuße durch Flächenverringering, trägt aber gleichzeitig zu einer Ertragssicherheit durch gesteigerte biologische Schädlingskontrolle, als Wasserspeichersystem und zum Erosionsschutz bei (Müller 2013).
- L19. Förderung eines engeren Netzes von offenen Erd- und Graswegen, Säumen sowie Erdabbruchkanten sowie genutzte Böschungen (mit offenem Boden) fördern (Oppermann et al. 2019). Weitere Versiegelung von Feldwegen ist zu vermeiden, Rückbau versiegelter Wege ist zu überprüfen und unberechtigt landwirtschaftlich genutzte, kommunale Flächenanteile entlang von Wegen sind aus der Erwerbsnutzung zu entlassen.
- L20. Teilweise Wiedervernässung von vormals feucht-nassen Landschaftsteilen durch Rückbau von Drainagesystemen, da viele Insektenarten von diesen wasserbaulichen und habitatnivellierenden Maßnahmen betroffen sind (Nickel 2019). In bestimmten Entwicklungsstadien sind viele Insektenarten auf feuchte bis staunasse Lebensräume angewiesen (z. B. bestimmte Schwebfliegen-Arten).
- L21. Erhöhung der Strukturvielfalt in und um Obstplantagen bei gleichzeitiger Reduktion von Pflanzenschutzmitteln führt zu einer erhöhten Bestäubungsqualität und einer erhöhten Effektivität der biologischen Schädlingskontrolle (Park et al. 2015; Martínez-Sastre et al. 2020).
- L22. Schrittweise, aber konsequente Verpachtung staats- bzw. landeseigener Flächen bis 2030 mit der Maßgabe einer an die Ökologie von Insekten angepassten Bewirtschaftung bzw. Anpassung der Pachtbedingungen.

Übergreifende Reduktion von Agrarchemikalien (Düngung, PSM-Einsatz)

Die Rationalisierung und Intensivierung landwirtschaftlicher Prozesse ist stark fortgeschritten. Dies ist ein wesentlicher Sachverhalt, der zur Gefährdung vieler Arten des Offenlandes beiträgt (Bubová et al. 2015; Chisté et al. 2016; Bowler et al. 2019). Von besonderer Bedeutung ist dabei der großflächige Einsatz von Chemikalien.

- L23. Allgemeine Reduktion des Düngemiteleintrags. Selbst relativ geringe Eintragsmengen von 75 kg N/ha/Jahr im Grünland führen zu einer Verminderung der Artenzahlen, deren Individuendichten und einer Verarmung an funktionellen Gruppen von Organismen (Chisté et al. 2016; Schirmel et al. 2019). Durch Reduktion der Nährstoffversorgung würden nitrophile „Problemunkräuter“ nicht so günstige Entwicklungsbedingungen vorfinden, an nährstoffärmere Standorte angepasste Ackerwildkrautarten würden gefördert (75 % aller Pflanzenarten in Deutschland sind an niedere bis allenfalls mittlere Bodenstickstoffwerte angepasst; Illig 2008) und der Austrag von Nährstoffen (insbesondere von Äckern) würde reduziert werden.
- L24. Allgemeine Reduktion von Pflanzenschutzmitteln, vollständiger Verzicht auf Anwendungen an Feldrändern (Schmitz et al. 2014; Hahn et al. 2015). Laut Gaba et al. (2016) ist beispielsweise eine Reduktion von Herbiziden in Winterweizen um 50 % ohne nennenswerte Ertragseinbußen möglich. Vollständiger Verzicht auf Anwendungen an Feldrändern (Schmitz et al. 2014; Hahn et al. 2015).

Mögliche Werkzeuge wären a) die Erhebung einer Abgabe zu Pflanzenschutzmitteln („Pestizidsteuer“), b) Anreizmechanismen durch hinreichend hohe Fördersätze für zusätzliche Naturschutz- und Umweltleistungen, deutlich über dem ohnehin geltenden Mindeststandard (Schäffer et al. 2018). Außerdem sollte ab einer Kulturhöhe von über 50 Zentimetern generell mindestens ein neun Meter breiter Streifen zum Feldrand ungespritzt bleiben, da bei diesem Abstand nur noch etwa 1 % der Wirkstoffmenge, die eine Spritzdüse verlässt, am Feldrand nachgewiesen werden kann (Fluhr-Meyer & Adelman 2020).

- L25. Zusätzlich sollte die gesamte Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln in Bezug auf Insekten überarbeitet werden (veraltete EU-Bewertungsleitlinien), denn es bestehen erhebliche Kenntnislücken, beispielsweise über sogenannte Senkeneffekte oder die Summeneffekte der Applikation verschiedener Chemikalien miteinander (Tankmischungen) oder nacheinander (Spritzfolgen). Auch indirekte Effekte von z. B. Herbiziden durch Rückgang von Nahrungspflanzen für Insekten müssen berücksichtigt werden (Swarowsky et al. 2019).
- L26. Reduktion von Pflanzenschutzmitteln durch präzise Bewirtschaftung („precision farming“) und regionale agrarökologische Anbaukonzepte (Döring et al. 2019).
- L27. Pflanzenschutzmitteleinträge in Gewässer und Naturschutzgebiete bzw. Flächendenkmäler reduzieren (Schäffer et al. 2018). Es sind mindestens 50 Meter Pufferzone um solche Strukturen einzurichten, da Abdrift über diese Entfernung gering sein sollte (Hofmann et al. 2018, es gibt einzelne Hinweise auf Abdrift über noch weitaus größere Strecken).
- L28. Einhaltung der „Guten Fachlichen Praxis“: z. B. Pflanzenschutzmittel nur bei Windstille applizieren, da Abdrift stark von Windgeschwindigkeit abhängt (Hötter et al. 2018). In zunehmendem Maße werden Pflanzenschutzmittel nachts appliziert, mit dem Argument Bestäuber (vor allem Bienen) zu schonen. Hier sollte man sich bewusst sein, dass auch nachts viele Insekten aktiv sind (z. B. ein großer Teil der heimischen Schmetterlingsarten) und das Problem dadurch nur auf eine andere Gruppe verlagert wird.
- L29. An Bewirtschaftungsweise angepasste Maßnahmen zur Förderung natürlicher biologischer Schädlingskontrolle entwickeln (Holland et al. 2020; Tooker et al. 2020), um Insektizideinsatz nachhaltig reduzieren zu können. Den Integrierten Pflanzenschutz umfassend voranbringen (Forschung und Entwicklung) und breit aufgestellt für alle Anwendungsbereiche praxistauglich machen.
- L30. Intelligente Desynchronisierung bei Ernteprozessen, die ganze Landstriche in kürzester Zeit betreffen (beispielsweise durch die Deckelung von Direktzahlungen ab einer bestimmten Schlaggröße, um damit Anreize zur Erzeugung kleinräumigerer Strukturen zu schaffen).
- L31. Großräumige, zeitgleiche Mahd nur bei Bereitstellung ungemähter Ausgleichsflächen. Dies kann erreicht werden durch Mosaikmahd, Altgrasstreifen, Rotationsbrachen (van de Poel & Zehm 2014). Starke Reduktion der prophylaktischen Gabe von Entwurmungsmitteln (Anthelminthika) bei Weidewieh, da diese Mittel auch auf Arthropoden wirken (Jochmann & Blanckenhorn 2016) und der anfallende Dung nicht mehr als Ressource von spezialisierten Insektenarten (Koprophenen) genutzt werden kann. Risikominimierung durch Verzicht auf ökologisch fragwürdige Wirkstoffe während der Vermehrungszeit dieser Arten (da Larvalentwicklung oft besonders stark beeinträchtigt wird), durch Vermeidung unnötiger Behandlungen und durch zeitweise Aufstallung behandelter Tiere (Koopmann & Kühne 2017).

Verfahren entwickeln, erproben und etablieren

Einige Ansätze zur Erhöhung der Artenvielfalt (ohne beträchtliche Ertragseinbußen), die teilweise noch in gemeinschaftlichen Prozessen weiterentwickelt bzw. an regionale Gegebenheiten angepasst und erprobt werden müssen, sind:

- L32. Demonstrationsbetriebe für neue Methoden in der Landwirtschaft fördern; dort können neue Förderinstrumente erprobt werden und ein begleitendes Biodiversitätsmonitoring ist möglich, um die Wirksamkeit in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu prüfen.
- L33. Aufbau eines Systems zur einzelbetriebliche Biodiversitätsberatung (Schäffer et al. 2018; Oppermann et al. 2019), dafür ist auch Aus- und Weiterbildung geeigneter Berater nötig. Dieser Ausbau wird Jahre benötigen, da entsprechend ausgebildetes Fachpersonal momentan auf dem Arbeitsmarkt nicht oder kaum verfügbar ist; ein ausreichender Grundstock an Fachpersonal wird sich aber nur entwickeln, wenn die politischen Rahmenbedingungen geschaffen werden (ausreichende Finanzmittel).
- L34. Einführung von Agroforstwirtschaftssystemen (gleichzeitiger Anbau von Nutzholz und Feldfrucht auf Ackerflächen), was beispielsweise zu verbesserter biologischer Schädlingskontrolle führen kann, da es u. a. den Anteil von Mikrohabitaten erhöht (Stamps & Linit 1997; Richard et al. 2020). Klassische Systeme sind beweidete Streuobstwiesen oder die Nutzung von Korb- bzw. Kopfweiden im Grünland. Potential liegt auch in der Kombination von Obst und Gemüseanbau und eine Wiederaufnahme einer (modernisierten) Niederwaldnutzung könnte in diesem Kontext interessant sein (siehe: Maßnahmen im Wald). Demgegenüber scheint die moderne Kurzumtriebsplantage (KUP) als Lebensraum für Insekten weniger geeignet.
- L35. Räumliche Kleinteiligkeit und Feldfruchtdiversität auf dem Acker durch sogenanntes strip cropping oder pixel farming ist möglicherweise eine sinnvolle Option. Bei diesen – notwendigerweise stark automatisierten – Verfahren werden verschiedene Nutzpflanzen entweder in Streifen (strip) nebeneinander oder nach ihren optimalen Standortansprüchen im Verbund gepflanzt. Letzteres geschieht in so genannten Pixeln (z. B. 1,5 m x 1,5 m), die jeweils eine einzigartige und standortgerechte Pflanzensammensetzung aufweisen. Es besteht zwar noch Forschungsbedarf, das pixel farming wird aber beispielsweise in einem Forschungsverbund an der Universität Wageningen getestet (<https://www.wur.nl/en/project/Pixel-cropping.htm>), einzelne Firmen entwickeln hier bereits entsprechende Wirtschaftskonzepte (<https://www.xarvio.com/de/de/products/healthy-fields.html>).

2.4.1.2 Maßnahmen im Wald

Der Wald ist heute ein von der umgebenden offenen Landschaft weitestgehend getrennter Lebensraumtyp. Diese Segregation von Wald und Offenland und die klare auch administrative Trennung sind ein historisch vergleichsweise junges Phänomen. Niederwaldwirtschaft, Ganzjahresbeweidung (Hutewälder), Streurechen, aber auch Kahlschläge sorgten für offenere Wälder und fließende Übergangsstrukturen mit flächigen, lückigen Waldsäumen und besonnten Altholzstrukturen. Lediglich 2,1% des Waldes in Sachsen sind heute Blößen (Waldzustandsbericht Sachsen 2020) und die durch Waldweide in vorherigen Jahrhunderten geschaffene Begünstigung wärmeliebender Insektenarten gehört der Vergangenheit an (Zub & Nässig 2015). Im Agrarbericht für Sachsen aus dem Jahr 2000 wird Hutung mit etwa 4.200 ha (=immerhin ca. 1% der Waldfläche) noch erwähnt, in entsprechenden Waldzustandsberichten ist diese Nutzungsform seit Jahrzehnten nicht aufgeführt. Leider fördert heutzutage atmosphärischer Stickstoffeintrag in den Waldboden eine Homogenisierung, Verdichtung und Verfilzung der Vegetation in der Krautschicht (Dirnböck et al. 2014).

Auch artenreiche Mischwälder sind eher selten, stattdessen dominieren in Sachsen auf etwas über 70 % der Forstfläche zwei Nadelgehölzarten, die oft in reinen Monokulturen vorkommen (34,4 % Fichte und 28,2 % Kiefer; Waldzustandsbericht für Sachsen 2020; die Fichtenbestände sind im Tiefland momentan durch die Trockenheit 2018 stark betroffen). Zwar gibt es Insektenarten, die beispielsweise auf Kiefernbestände angewiesen sind, allerdings sind diese thermophil und benötigen magere Kalkrasen und lichte Strukturen im Wald, die ertragsoptimierte Forstplantagen meist nicht bieten. Die Fichtenbestände sind – sieht man von den spezialisierten Schädlingen ab – als Lebensraum für Insekten schon allein wegen ihrer weitgehenden Lichtundurchlässigkeit eher ungeeignet als Lebensräume.

Im Kapitel über die Ursachen des Insektenrückgangs ist u. a. dargestellt, dass vor allem die Aufgabe der unterschiedlichen traditionellen Waldnutzungsformen und damit verbunden ein verminderter Strukturreichtum zum Rückgang der Insektenvielfalt beiträgt. Es dominiert eine Altersklassen-Hochwaldwirtschaft mit geschlossener Kronendecke, was auch nachteilig für viele, als typisch geltende Insekten der Waldbereiche ist, die lichte, warme Strukturen benötigen. Charakteristisch für die kaum noch vorkommenden Nieder- und Mittelwälder war das kleinräumige Nebeneinander verschiedener Sukzessionsstadien. Seibold et al. (2019) stellen in einer repräsentativen Studie fest, dass der Rückgang der Artenvielfalt bei waldbewohnenden Insekten geringer ausfällt, je höher die (natürliche und anthropogen bedingte) Baum mortalität in einem gegebenen Waldstück ist. Sie schließen daraus, dass ein lichter Kronendach, eine besser ausgebildete Krautschicht und der Anteil an Totholz maßgebliche Faktoren sind, die eine große Insektenvielfalt begünstigen.

Die Vielfalt kleinräumig verzahnter Biotopmosaiken im Wald hat durch einseitige und mitunter großflächige Forstbewirtschaftung stark abgenommen (Grove 2002; Horák & Rébl 2013; Seibold et al. 2019). In einer Übersichtsarbeit gibt Ulyshen (2011) allgemeine Anregungen, um die Bedingungen für Arthropoden in Laubwäldern zu verbessern, sehr gute praktische Empfehlungen zu integrativen Ansätzen zum Erhalt der Artenvielfalt in Wäldern finden sich in Kraus & Krumm (2013). Allerdings sind die zu beachtenden Zeithorizonte völlig andere als im Offenland und entsprechend langsamer können Maßnahmen implementiert bzw. wirksam werden. Rechtliche Vorgaben und auch die Förderung sind stärker als im Ackerbau auf langfristige Effekte angelegt, dennoch wurden bereits deutliche Veränderungen angestoßen. Weitere sind möglich:

- W1. Pflanzenschutzmittel dürfen im Wald nur sehr gezielt und daher in sehr viel geringerem Ausmaß als in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Ihre Wirksamkeit auf Insektenpopulationen ist demzufolge als schwach bis mittel einzustufen (Weißhuhn et al. 2020). Trotzdem sollten unspezifisch wirkende Mittel vermieden und möglichst pflanzenschutzmittelfreie Alternativen gefördert bzw. entwickelt werden. Durch die Klimaveränderungen und den durch sie induzierten Trockenstress der vergangenen Jahre, wurden vielerorts Massenvermehrungen von Schadinsekten begünstigt, v. a. in Monokulturen und Altersklassenwäldern. Einschlag befallener Bäume und rascher Abtransport sind kurzfristige Maßnahmen, die bereits gängige Praxis sind. Perspektivisch wird ein Waldumbau hin zu diversen Wäldern mit mehr Trockenheitsresilienz nötig. Dieser ist über Förderung bei Wiederaufforstungen mit einheimischen Baumarten zu steuern.
- W2. Bei Neuanlage sollten Mischwälder mit hoher Baumartenvielfalt gefördert werden (standortgerecht mit einheimischen Arten und einschließlichsoweit möglich unter Kontrolle von invasiven Pflanzenarten); auch aus Gründen des Klimawandels immer dringlicher (Höltermann & Jessel 2020). Ob die Pflanzung nicht-heimischer, aber z. B. trockentoleranterer Baumarten, unter ökonomischen, aber vor allem auch ökologischen Aspekten sinnvoll ist, kann im Moment nicht abschließend beurteilt werden. Es ist auf

jeden Fall mit Risiken verbunden (Kölling 2013), da sich solche Pflanzungen über Jahrzehnte auswirken und z. B. auch die Quelle invasiver Neophyten oder sogar eingeschleppter Parasiten und herbivorer Insekten sein können (Reif et al. 2011). Es ist derzeit von Pflanzungen in großem Stil abzusehen.

- W3. Diversifizierung der Baumaltersstruktur und Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Kontinuität verschiedener Waldsukzessionsstadien nebeneinander und nicht nur in Wäldern mit besonders hoher Altersstruktur. In dichteren Wäldern laufen Strukturmerkmale oft phasenweise auf, kommen dann in höherer Quantität vor und vergehen nach Durchlaufen der Sukzessionsphase wieder; bis diese Strukturelemente erneut aufkommen, vergehen oftmals Jahrzehnte (Rupp & Michiels 2020). Die nötigen Verfahren sind in der Forsteinrichtung prinzipiell angelegt, aber Sonderereignisse (Kalamitäten, Dürren) können Neuplanungen auf großen Flächen nötig machen, die dann nicht zu homogen gestaltet werden sollten.
- W4. Förderung und Beratung zur Ausdehnung von Flächen mit aktivem Totholz und Altholzmanagement. Instrumente sind private Zertifizierungssysteme (PEFC, FSC), Umorientierung staatlicher Förderung, sowie als letzter Schritt ordnungsrechtliche Vorgaben (Waldgesetz, Naturschutzgesetz). Habitatbäume bzw. Baumreste mit großem Stammdurchmesser begünstigen die Vielfalt von auf Hohlräume und das Kronendach spezialisierten Arthropoden, die mit stehendem oder hängendem Totholz, Epiphyten oder Baumhöhlen assoziiert sind. Es können auch gezielt bis zu fünf Meter hohe Stümpfe bei Holzfällarbeiten stehengelassen oder wieder aufgestellt werden (Jonsell et al. 2004).
- W5. Auf Bestandsebene sollten grundsätzlich mindestens fünf bis zehn Habitatbäume pro Hektar erhalten bleiben bzw. entwickelt werden, um die Auswirkungen der Holzernte auf die von diesen Strukturbäumen abhängigen Organismen zu dämpfen (Bütler et al. 2013). In Plentersystemen sind Bäume mit Mikrohabitaten (z. B. Schürfrinnen, Kronentotholz, Mulmhöhle, Stammfußhöhle, Rissen oder Zwieselabriss) oder vitalitätsschwache Bäume von geringer Vitalität als Habitatbäume auszuwählen (aggregiert oder einzeln), außerdem sollten Individuen mit Habitatbaumpotential frühzeitig erkannt und ebenfalls stehengelassen werden (all diese Bäume sind entsprechend zu markieren). Sehr wichtig ist in diesem Zusammenhang der Schutz, aber vor allem die langfristige Entwicklung so genannter "Baumveteranen" (in Deutschland besser bekannt unter dem Begriff "Baumdenkmal"), deren tragende Rolle für viele saproxylische Insekten bekannt ist (Davies et al. 2008) und deren Wert als besonders artenreiche Habitate in Waldökosystemen schon seit Jahrhunderten feststeht (Mölder et al. 2020).
- W6. Das Totholzangebot je nach Waldtyp über einen ökologischen Schwellenwert zum Erhalt der Vielfalt totholzbewohnender Arten bringen. In der Literatur finden sich hier verschiedene Empfehlungen (boreoalpine Fichten-Kiefernwälder: 24 - 70 m³/ha, Bergmischwälder (Buche, Tanne, Fichte): 35 - 140 m³/ha, Buchen-Eichenwälder der Tieflagen: 40 - 70 m³/ha, ungenutzte „Urwälder“: > 100 m³/ha). Auch weitere Faktoren wie großer Totholzstammdurchmesser, diverse Zersetzungsstadien, Baumarten-, Positions- und Dimensionsvielfalt sind wichtig (Lachat et al. 2013; Wermelinger et al. 2013, Grove 2002). Die Umsetzung und Kontrolle ist potentiell aufwändig, aber einzelne Bundesländer entwickeln oder haben bereits Totholzkonzepte.

- W7. So genannte Altholzinseln (aus der Nutzung genommene Bestände von wenigen Hektar) als Trittsteinbiotope zwischen größeren Waldschutzgebieten schaffen (Bütler et al. 2013), die in eine Matrix aus Habitatbäumen eingebettet sind. Jede Altholzinsel sollte höchstens ein bis zwei Kilometer Abstand zur nächsten ökologisch ähnlichen Fläche haben (Vandekerkhove et al. 2013). Gesetzliche Instrumente für kleinere Schutzgebiete gibt es im Wald- und Naturschutzgesetz, entsprechende Fördermaßnahmen müssten allerdings ausgebaut werden, z. B. über PIK (nach sächsischen Regeln) oder das Wald-Vertragsnaturschutz-Programm Bayerns.
- W8. Primärsukzession nach flächigen Boden-Störungen, Rohstoffabbau und Baumaßnahmen mehr Beachtung im Waldnaturschutz einräumen, dazu wissenschaftlich begleitende Experimente zur Wiederherstellung von nährstoffarmen Pionierwäldern (Ewald & Pyttel 2016). Hier sind Bergbaufolgelandschaften ein gutes Experimentierfeld.
- W9. Holzwirtschaftlich "unerwünschte" Baumarten, die außerordentlich wichtige ökologische Funktionen erfüllen, in hinreichendem Umfang zulassen (Hampicke 2018). Zitterpappeln (*Populus tremula*) sind beispielsweise unentbehrliche Futterpflanzen für die Raupen des Großen Eisvogels (*Limenitis populi*) und auch anderer Schmetterlinge.
- W10. Zusätzlich sind Maßnahmen zur Auflichtung und der Diversifizierung der Krautschicht in bestimmten Waldbereichen zu empfehlen, da sich viele Insektenarten des Waldes von Pollen und Nektar in Blüten dieser Schicht ernähren (etliche Adultstadien verschiedener Käferarten, darunter auch viele Xylobionten-, Schwebfliegen-, Bienen-, Wespen- und Schmetterlingsarten; Wermelinger et al. 2013). Gezielte Maßnahmen gegen die Homogenisierung des Unterwuchses führen zur Erhöhung der Insektenvielfalt (Leidinger et al. 2019).
- W11. Förderung weitgehend verschwundener, traditioneller Waldnutzungsformen (Nieder- und Mittelwaldnutzung) mit geringen Umtriebszeiten und hoher Nutzungsintensität (Ewald & Pyttel 2016); Wiedereinrichtung von Niederwäldern in Gebieten ihrer früheren Bedeutung, sowie Querverbindungen und Kooperationen mit landwirtschaftlichen Schnellwuchsplantagen und Agro-Forstsystemen sind zu erwägen (Hampicke 2018), z. B. über Vertragsnaturschutzprogramme oder produktionsintegrierte Kompensation.
- W12. Vielfältigere Nutzung von Hochwäldern (beispielsweise in Eichenhochwäldern) zur Schaffung einer horizontalen und vertikalen Strukturvielfalt (Müller-Kroehling 2007), z. B. durch kleinräumiges Ausnutzen von Lücken und Schaffung von mehr Waldinnenrändern. Ränder der Waldwege verbreitern bzw. auflichten, verstärkt Gewässer und Moore im Wald fördern (ehemalige Feuchtwälder und Waldmoorstandorte renaturieren).
- W13. Wiedereinführung geeigneter Waldweidestandorte (als sog. ‚Biotopschutzwälder‘ bzw. ‚Schonwälder‘), gekoppelt an Maßnahmen zur extensiven Weidetierhaltung (fördert die Entstehung von Komplexbiotopen mit Säumen und Mänteln in halboffenen Weidelandschaften und sorgt für die notwendige Auflichtung und Aushagerung von Waldrandflächen). Auslegung des Pfleglichkeitsgebots zugunsten von extensiven Waldweidestandorten (Bunzel-Drüke et al. 2008; Rupp & Michiels 2020). Beispiele: Wilde Waldweiden Taubergießen (am Rhein), Ganzjahres-Waldweide im Südlichen Kindel (am Rand des Nationalparks Hainich).

W14. Austragsnutzung (z. B. Streurechen, Waldheunutzung, Schneiteln, Waldfeldbau, Plaggenhieb) wieder konzeptionell in der Waldnutzung verankern (Bürgi & Gimmi 2007; Ewald & Pyttel 2016), z. B. über Vertragsnaturschutzprogramme oder produktionsintegrierte Kompensation. Aufgrund des hohen Aufwandes geht es hier nur um kleinflächige Maßnahmen, wie sie derzeit z. B. im Bereich des ostsächsischen Tieflandes (Königsbrücker Heide, Biosphärenreservat) betrieben werden.

2.4.1.3 Maßnahmen im Siedlungsbereich

Der Anteil versiegelter und bebauter Flächen (also exklusive Gartenanlagen, Parks und Kleingärten) an der Gesamtfläche ist in Städten ein erster Anhaltspunkt dafür, wie stark Insekten von einem Rückgang betroffen sein können. Steigt dieser Anteil auf über 50 %, ist davon auszugehen, dass sich das langfristig negativ auf die Insektenvielfalt auswirkt (Wenzel et al. 2020). Nach Angaben des Online-Atlas des Statistischen Bundesamtes (Stand: Dez. 2019) ist Leipzig die einzige Großstadt in Sachsen, die einen Anteil von Siedlungs- und Verkehrsfläche von 50 bis 70 % aufweist, bei den anderen Großstädten Dresden, Chemnitz und Zwickau liegt dieser Wert zwischen 30 und 50 %. Bei Mittelstädten wie Plauen, Görlitz, Freiberg und Bautzen beträgt er z.T. sogar nur 20 bis 30 %. Man kann also davon ausgehen, dass auf einem großen Teil der etwa 14 % Siedlungsfläche Sachsens (umfasst Wohnbau, Industrie, Gewerbe, Verkehr, Sport-, Freizeit- und Erholungsanlagen) grundsätzlich geeignete Bedingungen für einen gewissen Teil der Insektenfauna herrschen. Allerdings wird in Tabelle 1 auch dargestellt, dass dort vielfältige Stressoren auf diese Insektenfauna wirken (z. B. intensive Mahd, PSM-Einsatz, künstliches Licht oder Straßenverkehr). Im Gegensatz dazu stellen großflächige, naturnahe Bereiche in Städten (z. B. Park- und Kleingartenanlagen, botanische Gärten, Tierparks, Friedhöfe, langjährige Baubrachten) einen wertvollen Lebensraum für Insekten dar. Die Fördermöglichkeiten sind insgesamt geringer als in Land- und Forstwirtschaft, aber geringer sind auch die im engeren Sinne wirtschaftlichen Interessen. Gleichzeitig sind rechtliche Vorgaben bei Bauten ohnehin hoch, bei Neuanlage von Baugebieten ist eine Steuerung über Ausgleichsmaßnahmen möglich.

- U1. Reduktion flächenhafter Versiegelung (z. B. durch mehr Grünflächen, offene Decken aus Kieselsteinen oder Rasengittersteinen auf Plätzen, Fassadenbegrünung). Zusätzliches Reduzieren der Wasserablenkung in Städten (großflächiges Aufbrechen der Versiegelung); dies führt zu mehr Verdunstung und damit Kühlung in Städten und erhöht gleichzeitig den Anteil von Lebensräumen für Insekten. Förderung extensiver Dachbegrünung als Ersatz für schwindende Trockenhabitate im Offenland (Schmauck 2019). Neben gezielter Förderung können Kompensationen aus der Ausgleichregelung genutzt werden.
- U2. PSM-Einsatz außerhalb der Landwirtschaft möglichst vollständig reduzieren (SRU 2018), d.h. noch strengere Auflagen und/oder steuerliche Benachteiligungen für den Verkauf von Pflanzenschutzmitteln im Privatbereich bis hin zum Verbot von Wirkstoffen. Zusätzlich alternativen Pflanzenschutz fördern oder entwickeln. Kommunen sollten auf städtischen Flächen auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichten.
- U3. Aufklärung der Bevölkerung in Bezug auf das Potential des eigenen Gartens für den Insektenschutz (über Umweltbildungsmaßnahmen), beispielsweise durch die Kultivierung von Pflanzen, an die einheimische Insektenarten mit ihrem Lebenszyklus gebunden sind, und durch die Erhöhung der kleinteiligen Strukturvielfalt. Durch gezielte Ansprache können auch (Klein)Gartenbesitzer oder Vereine eingebunden werden. Einbindung der Bevölkerung über Projekte innerhalb der Gemeinden; Beispiele sind: ‚Schmetterlingswiesen Sachsen‘ seit 2015, ‚Essbare Stadt‘ Andernach seit 2010, Wild-

bienenschutz in Schwedt seit 2015 (NABU-Projekt) oder die mittlerweile bundesweite „Eh da-Initiative“ seit 2012, die brachliegende oder wenig genutzte Gemeindeflächen für die Ansprüche von Insekten aufwertet (Künast et al. 2019)

- U4. Am Naturschutz orientierte Grünflächenpflege (unter Beachtung der Verkehrssicherheit) durch verminderte und an den Lebenszyklus von Insekten angepasste Mahd (Norton et al. 2019). Zweimalig im Jahr mit Abräumen des Schnittguts, sowie jährlich 10 bis 30 % ungemähte Bereiche belassen, die als überjährige Teilflächen den Winter überdauern (Unterweger 2018). Dabei ist vor allem auf die Aufklärung und Einbindung der Bevölkerung zu achten (z. B. durch entsprechende Beschilderungen und die Förderung von Projekten mit Bürgerbeteiligung), denn ein Argument seitens der Grünpflegeämter für die intensive Pflege der Park- und Grünflächen ist oft der Druck, der durch die ausgeprägte „Sauberkeits- und Ordnungsliebe“ weiter Teile der Gesellschaft ausgeübt wird (Höttlinger 2004). Etwaige Pflegeverträge bzw. der kommunale Maschinenpark müssen dazu schrittweise angepasst werden.
- U5. Berücksichtigung von städtischen Brachflächen als relativ wertvolle Insektenlebensräume (Eckert et al. 2017). Brachflächen sollten bestehen bleiben oder geeignete Flächen gezielt in Brachen überführt werden. Eine Mahd (Intervall 2-4 Jahre) und gelegentliches Entbuschen sollten eingeplant werden, um moderate Störung sicherzustellen. Auch die jährlich wechselnde Nutzung linearen Begleitgrüns, stets unter Beachtung der Verkehrssicherheit, beispielsweise entlang von Rad- oder Wanderwegen, ist denkbar (Dietrich & Prantl 2017).
- U6. Gezielte innerstädtische Vernetzung von großflächigen, für Insekten geeigneten Lebensräumen über Korridore (Senapathi et al. 2017; Wenzel et al. 2020). Solche können beispielsweise über nur noch extensiv gepflegte (keine Düngung, stark reduzierte Mahdfrequenz) oder gezielt mit heimischen Pflanzen kultivierte öffentliche Flächen (inkl. Schulgärten, Randflächen von Sportplätzen, Flächen entlang historischer Bauwerke) geschaffen werden. Hierzu ist eine veränderte städtische Planung nötig, aber auch möglich und z. B. auch unter Aspekten des Klima- und Hochwasserschutzes im Moment viel diskutiert.
- U7. Konzeptionelle Einbindung von Maßnahmen zum Erhalt von Insekten bei der Stadtplanung (Baldock et al. 2019); z. B. sollte bei Bauvorhaben das Anlegen von Gemeinschaftsgärten stärker in den Blick genommen werden, die Bepflanzung sollte ein Blütenangebot von Mai bis Oktober garantieren, mehr „wilde Ecken“ mit wenig Pflege sollten zugelassen und Mikrohabitate mit geringem Bewuchs geschaffen werden (Lanner et al. 2020). Solche und ähnliche Maßnahmen zur Erhöhung der kleinteiligen Strukturvielfalt sind auch beim Rückbau in Städten denkbar.
- U8. Integrierte Maßnahmen zur Förderung der Insektenvielfalt an bzw. in Solar- und Windenergieparks und in Gewerbegebieten (keine Mulchmahd, stattdessen partielle Mahd mit teilweise überjährigen Reststreifen und Schnittgutentfernung oder Beweidung).
- U9. Erhaltung bzw. Wiederherstellung verlorengegangener Lebensräume, vor allem von Habitaten, die auf menschliche Störungen zurückgehen (z. B. ehemalige Lehm- und Sandgruben nicht verfüllen oder wieder öffnen).
- U10. Reduktion von Wechselbepflanzungen in städtischen Beeten, wiederholte Verwendung für Insekten günstiger (auch kurzlebiger) Kräuter und Erhöhung des Anteils mehrjähriger Stauden (Hölzel et al. 2019). Dabei einheimische Pflanzenarten bevorzugen, denn an exotischen Pflanzenarten ist oftmals die Zahl der Insekten reduziert (Proches et al. 2008; Burghardt et al. 2010; Perre et al. 2011).

- U11. Da Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung oder gar Straßenumbau für den Erhalt von Insekten als eher problematisch anzusehen sind, sollten sich diese auf den weiteren Randbereich von Verkehrswegen beschränken: wenn möglich, breite Straßenränder und Bepflanzung mit Wirtspflanzen aus der Umgebung, wobei die ersten ein bis zwei Meter ab der Fahrbahnkante weiterhin in erster Linie nach verkehrssicherungstechnischen Gesichtspunkten gepflegt werden sollten. Außerdem reduziertes bzw. teilweises Mähen (beide Seiten der Straße zu unterschiedlichen Zeitpunkten), Gestaltung von Grünlandflächen in der Nähe der Straßen als entsprechenden Rückzugsraum für Insekten vorsehen (Skórka et al. 2013).
- U12. Generell Beleuchtung mit geringem Lockpotential für Insekten (LED, warm-weiß) bzw. Reduktion von Lichtquellen im Außenbereich (Hölzel et al. 2019). Konzepte zur zeitlich differenzierten Beleuchtung (part-night lightning) von Gemeinden entwickeln (Macgregor et al. 2019) und Förderung von Beleuchtungskonzepten für ganze Kommunen (Schroer et al. 2019); Beispiel: 'Sternenstadt' Fulda seit 2019. Künstliches Licht entlang von städtischen Fließgewässern sollte nur unter Berücksichtigung von Pufferzonen installiert werden (Mindestabstand: 10 m), bestehende Installationen sollten dahingehend geprüft werden (Manfrin et al. 2017).

2.4.1.4 Maßnahmen für Gewässer und sonstige Maßnahmen

Etwa zwei Prozent der sächsischen Landesfläche sind von Gewässern bedeckt, weitere vier Prozent von anderen Nutzungstypen, die sich nur bedingt einem der drei Bereiche Landwirtschaft, Wald oder Siedlungsbereich zuordnen lassen.

Maßnahmen an Binnengewässern

Der Zustand von Gewässern ist sehr stark an die Prozesse der umgebenden Landschaft gebunden. Das Einzugsgebiet und damit die Gegebenheiten vor Ort sollten daher die Grundlage jeglicher Betrachtung sein. Dementsprechend sind etliche Maßnahmen zum Schutz von aquatischen oder semi-aquatischen Insektenarten teilweise bereits ab Kapitel 2.4.1 zu finden. Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) legt seit dem Jahr 2000 allerdings eine nachhaltige und umweltverträgliche Bewirtschaftung der Oberflächengewässer fest. Die Basis für die Beurteilung des ökologischen Zustands eines Gewässers orientiert sich dabei maßgeblich daran, inwieweit das Gewässer von menschlichen Aktivitäten beeinflusst ist. Maßnahmen zur Verbesserung sind rechtlich bindend, wenn der ökologische Zustand nicht gut ist. Viele dieser Maßnahmen sind auch für Insekten relevant:

- G1. Besonders wertvolle Insektenlebensräume entstehen durch Bach-, Fluss- und Auenrenaturierung (Beispiele für bereits vorhandene Initiativen: Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“, Sächsisches Auenprogramm und die sächsische Förderrichtlinie „Gewässer/Hochwasserschutz 2018“).
- G2. Gewässer-Randstreifen, insbesondere an natürlichen Gewässern, im Außenbereich auf idealerweise 20 m (aktuelle Studie der Univ. Duisburg-Essen; Hering et al. 2021), mindestens jedoch zehn Meter Breite festlegen (SRU 2018; Weißhuhn et al. 2020). Diese sollten nicht ackerbaulich und auch nur eingeschränkt forstwirtschaftlich genutzt werden. Naturnahe (Galerie-)Wälder sind Elemente einer guten Gewässer- bzw. Auenstruktur, allerdings entstehen wegen stark reduzierten Gewässerdynamik heute in der Regel wenig natürliche Offenflächen in der Aue. Insofern sollten sie v. a. entlang kleinerer Fließgewässer nur abschnittsweise durch Gehölze bepflanzt werden, um eine für lichtliebende Arten ungünstige flächenhafte „Vertunnelung“ zu vermeiden. Mehrjährige Staudenfluren und Flutrasen sind aus Artenschutz-Perspektive weitere sinnvolle Elemente reich strukturierter Uferbestände und hier kann auch gelegentliche Pflege (Mahd) sinnvoll sein (sofern sie nicht zur Kontrolle invasiver Arten ohnehin geboten ist).

- G3. Beweidung von Uferbereichen und Randstrukturen von Kleingewässern kann ein Instrument zur Erhöhung der Strukturvielfalt, zur besseren Wasserspeicher- und Wasserrückhaltefähigkeit und zur Unterdrückung der Verlandungsdynamik sein, dadurch werden auch Abbruchkanten und Rohbodenstellen geschaffen.
- G4. Gewässerunterhaltung stärker an ökologischen Prinzipien ausrichten, hin zu einer naturnäheren Entwicklung der Strukturen in Bächen und Flüssen. Ein Fokus weg von der Optimierung der Vorflut ist dabei nicht nur aus Sicht des Naturschutzes wünschenswert, sondern reflektiert auch die in Zeiten des Klimawandels zunehmende Bedeutung des „Haltens von Wasser in der Fläche“.
- G5. Weitere Förderung bzw. Erhalt von Tümpeln sowie Mooren und Sümpfen in der offenen Landschaft, aber auch im Wald und an dessen Rändern zur Sicherung der Vielfalt semiaquatischer Insekten, die u. a. auch wichtige Funktionen als Nahrungsgrundlage oder als Bestäuber haben (Lucas et al. 2017). Dies kann mit Rückbau von Entwässerungsanlagen kombiniert werden und in diesem Zusammenhang sind auch Verbote von Grundwasserabsenkungen in sensiblen Bereichen zu prüfen (Weißhuhn et al. 2020).
- G6. Regelmäßige Schaffung neuer Gewässer mit geringer Vegetation und mineralischem Bodensubstrat (frühe Sukzessionsstadien; Roth et al. 2020) sowie Förderung von periodisch staunassen Stellen begünstigt viele Insekten, die an dynamische Lebensräume wie z. B. natürliche Auen angepasst sind. Ausgleichsmaßnahmen können hier genutzt werden, aber auch die direkte Nutzung (Teichwirtschaft, Landwirtschaft) kann einen Beitrag leisten.
- G7. Künstliche, offene Wasserreservoirs (Fischteiche, technische Gewässer, Tagebauseen, Talsperren) werden nutzungsbedingt oftmals den vielfältigen Lebensansprüchen vieler Insektenarten gerecht (Deacon et al. 2018; Holtmann et al. 2019). Prominentestes Beispiel in Sachsen ist die Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft, in der letztlich künstliche Gewässer zur Schaffung eines Hotspots der Biodiversität in Deutschland beigetragen haben. Hier gibt es bereits umfassende Naturschutzanstrengungen, die aber immer wieder den aktuellen Rahmenbedingungen angepasst werden müssen. In anderen Bereichen (Talsperren) sind Maßnahmen zur Verbesserung von Struktur und Habitatwert nötig.

Maßnahmen in Schutzgebieten

Es hat sich gezeigt, dass auch Schutzgebiete vom Insektenrückgang betroffen sind (Schuch et al. 2012b; Hallmann et al. 2017; Löffler et al. 2020). In einem Abschlussbericht des Umweltbundesamtes ziehen Mühlberg et al. (2021) das beunruhigende Fazit, dass wertvolle Naturflächen und ihr Arteninventar nur unzureichend vor Chemikalien geschützt sind. Es wurden die Regelungen für drei Bundesländer (Baden-Württemberg, Niedersachsen und Sachsen) verglichen, wobei die Defizite und Regelungslücken in Sachsen besonders umfassend sind: mit Ausnahme von fünf Naturschutzgebieten und der Kernzone eines des Biosphärenreservates ist auf sämtlichen land- und forstwirtschaftlichen Flächen innerhalb von Flächenschutzgebieten der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Biozid-Produkten zugelassen (Mühlberg et al. 2021). Nichtsdestotrotz ist davon auszugehen, dass die Situation in Schutzgebieten besser ist als in der umgebenden Kulturlandschaft. Schutzgebiete sind wichtige Habitate für Insekten, aber auch für Insektenfresser z. B. aus der Avifauna. Zur weiteren Förderung der Insekten in Schutzgebieten sind folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- S1. Stärkere Berücksichtigung von Randeffekten / Pufferzonen. Wie oben dargestellt, ist bei dem Einsatz von Agrarchemikalien (Düngung, Pflanzenschutzmitteln) eine 10 m breite Schutzzone auch um Schutzgebiete angemessen. Umweltmaßnahmen im Kulturbereich (z. B. Blühstreifen, Totholzmanagement) können verstärkt in Pufferzonen angesiedelt werden.
- S2. Wiederherstellung verlorengegangener Lebensräume, vor allem von Habitaten, die auf menschliche Störungen zurückgehen (beispielsweise existieren Heideflächen, Sandmagerrasen, Binnendünen in einer mit Nährstoffen gesättigten Landschaft nur durch Störung). Stärker noch als bisher sollten offene Erd- und Graswege, sowie Erdabbruchkanten und genutzte Böschungen (mit offenem Boden) gefördert werden (Oppermann et al. 2019), d.h. solche Strukturen sollten maschinell geschaffen werden.
- S3. Gängige Pflegekonzepte hinterfragen, die zu statische Zustände annehmen, stattdessen Schutzmaßnahmen mehr an landschaftsökologischen, d. h. dynamischen Prozessen orientieren. Insgesamt auch Pflegepläne flexibler auslegen und z. B. auch gelegentlich frühe Mahdtermine zulassen.

Die klassischen Probleme in Pflege und Management von Schutzgebieten bestehen weiterhin:

- S4. Schaffung differenzierter Nutzungsmosaik und Pflege der oftmals sekundären Biotope in vielen Schutzgebieten. Beweidungssysteme mit robusten Nutztierassen auf Standorten mit mäßiger Futterqualität oder Extremstandorten fördern (Schley & Leytem 2004; Löffler et al. 2020), Beweidung in gemäßigtem Umfang (Joubert et al. 2016; Uchida et al. 2016). Kleinräumiges und zeitlich heterogenes Management im Grasland etablieren (beispielsweise Staffelmahd auf traditionellen Mähwiesen bzw. Teilflächenmahd). Zeitlich nicht versetzte Mahd auf größeren Flächen bzw. Landstrichen innerhalb kürzerer Zeit vermeiden (Bonari et al. 2017; Nickel 2019). Flexibilisierung des Mahdzeitpunktes, orientiert an topografischen und regionalen Gegebenheiten, da beispielsweise verzögerte Phänologie an Nordhängen spätere Mahd verlangt (Weiss et al. 2013). Jedoch sollte man auch hier nicht großflächig einheitlich vorgehen. Mahd von innen nach außen durchführen, denn Tiere können so in die Randbereiche gedrängt werden (van de Poel & Zehm 2014). Wenn möglich, stets Balkenmäher bevorzugen, da mit der Nutzung dieser Technik eine wesentlich geringere Mortalitätsrate bei Wirbellosen einhergeht. Auch Flämmen, wie es in der Heidepflege bereits vielfach angewandt wird, kann ein sinnvolles Element zur Landschaftspflege sein.
- S5. Weiterhin muss die Isolation / Fragmentierung von Schutzgebieten durch Verbindungskorridore und Trittsteine verringert werden. Es gelten die gesetzlichen Vorgaben (das Bundesnaturschutzgesetz schreibt vor, dass der Biotopverbund 10 % der Fläche umfassen soll; § 3 Abs. 1 bzw. § 20 Abs. 1 BNatSchG), auch um die Schutzgebiete resilienter gegenüber Einflüssen der umgebenden Landnutzung zu machen.

Bildungs- und Forschungsbedarf

Trotz der anhaltenden medialen Aufmerksamkeit, die das „Insektensterben“ ausgelöst hat, ist vielen Bürgerinnen und Bürgern, Medienschaffenden, Institutionen, v.a. aber auch in der (Agrar-)Beratung und bei den Entscheidungstragenden nicht bekannt, wie grundlegend Insekten an ökologischen Prozessen beteiligt sind. Hinzu kommt, dass es immer weniger Spezialistinnen und Spezialisten mit entsprechendem Fachwissen über Insekten gibt (Frobel & Schlumprecht 2016) und dass weiterhin ein beträchtlicher Forschungsbedarf zu ökologischen Funktionen von Insekten im Allgemeinen und zu den Ursachen des Insektenrückgangs im Speziellen besteht. Hier werden Ansätze präsentiert, die helfen sollen, diesen Mängeln zu begegnen (Details dazu in Frobel & Schlumprecht (2016) und SRU (2018):

- S6. Einrichtung von Informationsprogrammen, beispielsweise für Entscheidungsträger, die Öffentlichkeit und die Medien (Settele 2019). Einrichtung von Fortbildungszentren (beispielsweise in Kooperation mit Universitäten, Fachhochschulen, Forschungsinstituten oder Akademien) zum Thema Insekten und nachhaltige Landnutzung (richtet sich an Mitarbeiter von Fachbehörden, betroffene Berufsgruppen, Studierende, interessierte Bürger). Weiterbildung von Multiplikatoren (insbesondere von Pädagogen) und Förderung von Erwachsenenbildung (beispielsweise über Kurse an Volkshochschulen) vor allem im Bereich Artenkenntnis und Exkursionsdidaktik.
- S7. Einrichtung von Informationsprogrammen, beispielsweise für Entscheidungsträger, die Öffentlichkeit und die Medien (Settele 2019). Aufbau eines Zertifizierungssystems für Artenkenntnis und staatliche Fördermittel für die Vernetzung zwischen Verbänden, Hochschulen, zoologischen und botanischen Fachverbänden zur Vermittlung von Artenkenntnis. Mittelfristig könnte ein eigenes Berufsfeld „Mentoren der Artenkenntnis“ etabliert werden, dieses könnten dann an Akademien angehängt werden. Der Dachverband „Bundesarbeitskreis der staatlich getragenen Natur- und Umweltschutz-Akademien“ (BANU) hat sich 2020 auf ein Konzept verständigt, um der „Wissenserosion der Artenkenntnis“ v. a. bei den Wirbellosen zu begegnen; die Sächsische Umweltstiftung Natur und Umwelt (LANU) arbeitet schon seit mehreren Jahren daran eine „Bildungsinitiative Artenkenntnis“ aufzubauen. (Bsp. für Schleswig-Holstein und Südwestdeutschland; https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/BNUR/_documents/artenkenntnis.html, <https://www.geobotanik.uni-freiburg.de/feldbotanik>). Die jetzt vorliegenden positiven Erfahrungen können auch die Diskussion in Sachsen beflügeln.
- S8. Förderung von vertieften Kenntnissen über ökologische Zusammenhänge im Insektenreich in der agrar- und forstwirtschaftlichen Ausbildung (über Bestäubung und Schädlingskontrolle hinaus). Gezielte Förderung der Grundlagenforschung im Bereich Insektenökologie und -taxonomie (beispielsweise über den Aufbau neuer Lehrstühle bzw. Forschungsgruppen in entsprechenden Einrichtungen).
- S9. Staatlich geförderte Citizen-Science-Projekte ausbauen in Verbindung mit über das Internet zugänglichen Meldesystemen, betreuten Foren, Gemeinschaftskartierungen und Bestimmungsdiskussionen; bundesweit beispielhaft ist inzwischen das Projekt Schmetterlingswiesen, das mit „Puppenstuben gesucht“ BürgerInnen darin unterstützt, ihre Wiesen insektenfreundlicher zu bewirtschaften. Daneben existiert die ebenfalls in Sachsen angesiedelte Meldeplattform insekten-sachsen.de, die sich in der entomologischen Nachwuchsförderung engagiert und wissenschaftlich belastbare Daten sammelt (hier besteht auch bereits ein Anschluss an die relevanten Datenbanken, ZenA), bei anderen Meldeportalen sind die Nutzungsrechte und der Informationsfluss der Daten zu klären, s. S11.
- S10. Förderung interdisziplinärer Modellprojekte unter Einbeziehung und Vernetzung verschiedener Akteure wie z. B. Schulen, land- und forstwirtschaftlichen Fach(hoch)schulen, Naturschutzakademien, Naturschutzstationen (Landschaftspflegeverbänden), Naturschutzverbänden, Naturschutzfachbehörden, Kleingärtnervereinigungen, Kirchen, Kommunen, Landschafts- und Stadtplanern. Einrichtung von Schutzäckern für Ackerwildkräuter als Demonstrationsflächen (über möglichst viele Gemeinden verteilt; vgl. Meyer & Gottwald 2020).
- S11. Vermittlung von Grundwissen über Insekten in Kindergärten und im Rahmen der Schulbildung, z. B. über Förderung von Schulgärten. Verbesserung von Naturerfahrungs- und Umweltbildungsangeboten für Jugendliche.

- S12. Mobilisierung und Vernetzung von Daten. Bereits vorhandene entomologische Erhebungen aus Forschung und Naturschutzarbeit zentral und möglichst öffentlich zugänglich machen, um die Bewertung des Erhaltungszustands von Arten, das Aufstellen von Artenhilfsprogrammen und die Analyse von Gefährdungsursachen zu vereinfachen (Balzer & Züghart 2019). Bei insekten-sachsen.de ist beispielsweise die Schnittstelle zu ZenA (Zentrale Artdatenbank Sachsen) bereits realisiert, allerdings bedeutet das noch keinen freien Datenfluss zurück an alle Interessierten im Bundesland oder gar an übergeordnete, nationale und gar internationale Netzwerke. Etablierung eines freien Datentransfers ist eine anspruchsvolle Aufgabe, aber Initiativen wie WERBEO, DeutschlandFlora und auch Ornithode.de zeigen das Potential (obwohl sie nur von Vereinen getragen werden).
- S13. Monitoringaktivitäten zusammenführen, um parallele Aktivitäten zu vermeiden (Monitoring von Wasserinsekten gemeinsam mit Monitorings im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie, Schadinsektenmonitoring in Forst- und Landwirtschaft gemeinsam mit Monitorings zu Bestäubern und natürlicher Schädlingskontrolle). Bisher werden im HNV-Monitoring nur die Qualitätsstufen der Vegetation erfasst. In zukünftigen Kartierdurchgängen könnte z. B. das Blühangebot zum Aufnahmezeitpunkt, die einzelnen Taxa, die in Blüte standen, und andere Parameter mit vertretbarem zusätzlichem Mehraufwand mit aufgenommen und dadurch wertvolle Zusatzinformationen generiert werden. Es sollten auch vorhandene nicht originär zu Monitoringszwecken erhobene Daten für Monitorings nutzbar gemacht werden (z. B. aus den Bereichen Land-, Forst-, Fischerei- und Wasserwirtschaft (ein gutes Beispiel ist sMon, das vom in Sachsen angesiedelten iDiv-Zentrum getragen wird). Das Monitoring auf Länderebene ist mit Monitorings auf nationaler Ebene zu verzahnen (über Zeiger- und FFH-Arten hinaus). Inwiefern sich mit dem Aufbau des BfN-Monitoringzentrums in Leipzig auch neue Möglichkeiten für den Freistaat ergeben, ist zu prüfen.
- S14. Vereinfachte Genehmigungsverfahren für die Erfassung von Insekten (Balzer & Züghart 2019). Beispielsweise könnten entomologische Fachvereinigungen (in erster Linie Vereine, ggf. nach fachlicher Prüfung der Vereinsziele) und Forschungseinrichtungen die Erlaubnis zur Ausstellung einer pauschalen Fanggenehmigung für Mitglieder auf der gesamten, öffentlich zugänglichen Landesfläche erhalten, denn ehrenamtliches Engagement wird durch umständliche Genehmigungsverfahren teilweise sogar verhindert (in Sachsen-Anhalt und Thüringen sind solche Genehmigungen für entomologische Vereine bereits pauschal und ohne großen Aufwand erhältlich). Bundesweit einheitliche Ausweise für „Mentoren der Artenkenntnis“ (S. 1), die von den Fachvereinigungen ausgegeben werden würden, könnten hier auch die private Forschung und Ausbildung über Landesgrenzen hinweg begünstigen und zu einer Aufwertung und gestärkten Akzeptanz der Tätigkeit führen.

Einzelne Indikatorgruppen (z. B. Pflanzen, Bestäuber, Vögel) sind nur bedingt als gruppenübergreifende Indikatoren verwendbar, daher sollte ein Monitoring auf taxonomischer und funktioneller Ebene möglichst breit angelegt sein (Bucher et al. 2019; Yong et al. 2020); hier besteht noch Forschungsbedarf. Es ist jedoch klar, dass eine einzelne Methode nicht ausreichen wird, um ein umfassendes Bild zu erhalten. Unserer Meinung nach sind hierarchische Konzepte zu entwickeln. Basal wäre die gezielte optische (und akustische) Erfassung von auch ökologisch gut bekannten Indikatorgruppen (z. B. Heuschrecken, Tagfalter), ergänzt durch Streifkescherung (z. B. Zikaden, Wanzen) und Barberfallen (z. B. Laufkäfer) im Rahmen von Transekten. Lokal können Malaisfallen eingesetzt werden, die aber wegen ihrer unspezifischen Fängigkeit, der eingeschränkten Reproduzierbarkeit, des Aufwandes bei der Auswertung (selbst bei Nutzung genetischer Ansätze) und bei erheblichem Finanzbedarf für Probelagerung und Kuratorierung nur auf ausgewählten Flächen zum Einsatz kommen sollten (s. Schuch et al. 2020). Für grobe Erfassungen

von (nicht artscharfen) Abundanzen stehen zunehmend andere Methoden wie Lichtfallen, gekoppelt mit KI sowie Messungen mit Mini-Radar zu Verfügung (Noskov et al. 2021). Die Festlegung von Flächen sollte sich an bestehende Kulissen orientieren (z. B. ökologische Flächenstichprobe, Brutvogel-Monitoring).

2.4.1.5 Mögliche Nebeneffekte und Synergien durch Kombination verschiedener Maßnahmen

Die vorhandenen Daten deuten darauf hin, dass Insekten und andere Arten flächenhaft zurückgehen, es also nicht nur ein Problem einzelner Landnutzungssysteme, sondern der Kulturlandschaft insgesamt ist. Diese Herausforderungen werden nicht allein durch Veränderungen innerhalb der traditionellen Landnutzungstypen und damit der Entscheidungs- und auch Fördersysteme (Agrar, Forst, urbaner Raum, etc.), sondern nur durch übergreifende Konzepte zu lösen sein. Damit wird auch der in der Ökologie lange bekannte Beobachtung entsprochen, dass Ökosysteme in der Regel eben nicht geschlossen sind, sondern mit der Umgebung interagieren. Hier sind einige Beispiele für Lösungsansätze aufgeführt:

- K1. Noch stärkere Vernetzung von Planungsinstrumenten und Konkretisierung von Vorgaben hin zu integrierter Entwicklung gesamter Landschaften. Die Raumplanung hat die Prinzipien etabliert und auch flächenhaft bereitgestellt, mit dem Biosphärenreservat (und den anderen beiden Großschutzgebieten) gibt es auch in Sachsen Beispiele für weitere übergreifende Ansätze. In der Realität erfolgen Umsetzungen weiterhin aber oft aus Perspektive einzelner Landnutzungssysteme.
- K2. Stärkere Nutzung von Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Maßnahmen und Entwicklung einer landnutzungsform-übergreifenden, integrierten Beratung. Mehrjährige Blühstreifen könnten beispielsweise mit Maßnahmen zur Entwicklung von Säumen im Forstbereich kombiniert werden, teichwirtschaftliche Maßnahmen mit der Revitalisierung von Feuchthabitaten in angrenzenden Wäldern. Hierzu sind in gewissem Rahmen rechtliche Hindernisse zu beseitigen, vor allem aber die Beratung so weiterzuentwickeln, dass sie über Landnutzungsformen hinweg funktioniert und ggf. auch verschiedene Eigentümer zusammenbringt.
- K3. Schaffung weiterer Großschutzgebiete und ähnlicher Instrumente (z. B. Naturschutzgroßprojekte), deren Entwicklung ganze Landschaften in den Blick nimmt. Bestehende Ansätze zur Entwicklung von Auenlandschaften (Sächsisches Auenprogramm) weiter nutzen, z. B. Auenrenaturierung mit der Wiedereinführung von Mittelwaldwirtschaft verbinden, da diese eine ähnliche Fauna beherbergen und so größere Biotopverbünde entstehen können. Förderung von sog. Sternenparks (beleuchtungsarme Gebiete) in und um Schutzgebiete, was auch die touristische Attraktivität der Schutzgebiete und der jeweiligen Region erhöhen würde.
- K4. Beweidungskonzepte mit robusten Haustierrassen können auch zur Erhöhung der ökologischen und touristischen Attraktivität einer Region genutzt werden. Beispielsweise können Waldweiden, kombiniert mit angrenzenden halboffenen Weidelandschaften, Nährstoffaustrag aus dem Wald bei gleichzeitiger Heterogenisierung des Offenlandes und der Kraut- und Strauchschicht des Waldes bewirken. Beispiele für solche Projekte sind der Hutewald Solling oder die Waldweiden Taubergießen (siehe 3.9. Verweise auf Projekte und Initiativen).

K5. Lokal übergreifende hydrologische Entwicklungskonzepte: Extensive Weidetierhaltung entlang von Fließgewässern erhöht die pflanzliche Strukturvielfalt und trägt durch verminderte Bodenerosion (im Vergleich zu mehr oder weniger direkt an Fließgewässer angrenzenden Ackerflächen) und bessere Wasserspeicher- und Wasserrückhaltefähigkeit damit indirekt auch zu einem besseren Hochwasserschutz bei. Rückbau von Drainagen und Vorflutsystemen in Ackerland und angrenzendem Forst ist Klimaschutz durch Moorbildung, fördert die Entstehung von fast verschwundenen Insektenlebensräumen und gleichzeitig die Wasserspeicherung in der Landschaft und bietet so eine erhöhte Kompensationsfähigkeit bei Wassermangel während trockener Jahre (genereller Rückbau der Entwässerungswasserwirtschaft).

3 Strategien zur Umsetzung

Die im vergangenen Kapitel beschriebenen Maßnahmen zur Förderung von Insektenlebensräumen beruhen auf Empfehlungen aus der Fachliteratur. Den theoretischen Grundlagen und Forderungen stehen aber potentielle Schwierigkeiten bei der konkreten Umsetzung gegenüber: Nicht in allen Fällen sind die Auswirkungen bei flächenhafter Anwendung klar, Wirkungskontrollen sind oft nicht gewährleistet, Flächeneigentümer müssen überzeugt / gefunden werden und die Einordnung in der Förderlandschaft ist nicht immer gegeben bzw. Alternativen sind nicht leicht zu finden. All dies muss unter dem Blickwinkel der regionalen (in diesem Fall sächsischen), aber auch lokalen Gegebenheiten geprüft werden. Die Ausgestaltung der Förderung ist in der Praxis häufig entscheidend, denn Maßnahmen verursachen Kosten und ordnungsrechtliche Vorgaben sind gegenüber z. B. dem Vertragsnaturschutz als nachrangig zu betrachten (aber natürlich politisch möglich). Hinzu kommen die Probleme bei der Umsetzung in die Praxis und bei der Wirkungskontrolle (z. B. administrativer Aufwand, keine kontinuierliche Betreuung, beschränkte Personalmittel). In der Planung und damit vor Umsetzung von Maßnahmen sollten immer verschiedene Fachkundige und (lokale) Akteure mit einbezogen werden, um beispielsweise regionale bzw. lokale Besonderheiten zu berücksichtigen.

Dementsprechend wird im Folgenden diskutiert, wie sich Maßnahmen umsetzen ließen, ob die nötigen (Förder)Instrumente prinzipiell verfügbar sind oder entwickelt werden müssen und welche Konsequenzen sie auf der Landschaftsebene in Sachsen haben könnten. Dabei stützen wir uns auf Bewertungen, die aus den beschriebenen Maßnahmenvorschlägen im vorherigen Kapitel abgeleitet sind, vor allem aber auch auf Hinweise oder auf die Kommunikation mit Fachkundigen. Für diese Vorschläge wurden an verschiedenen Stellen Vorschläge aus einem diversen Personenkreis (siehe Danksagung) übernommen. Es wurde bewusst keine formelle Abstimmung durchgeführt und dokumentiert, da es sich hier um eine fachliche Orientierungshilfe und nicht um ein politisch legitimes Programm handelt. In dem vorliegenden Text wurden die im Entwurf „Handlungskonzept für Insektenvielfalt im Freistaat Sachsen“ beschriebenen Handlungsfelder mit ihren Empfehlungen aber weitestgehend berücksichtigt, teilweise ergänzt und möglichst mit Fachliteratur belegt.

Das folgende Kapitel orientiert sich also an Gruppen von Maßnahmen, die aus sächsischer Perspektive den Autoren gegenüber häufig und als dringlich benannt wurden, und die dann mit dem Maßnahmenkatalog abgeglichen wurden (Tabelle 4). Diese Gruppen werden jeweils übergreifend diskutiert. Auch hier richtet sich der Umfang der Darstellung absteigend nach flächenhafter Relevanz (Acker- und Grünland, Nadel- und Laubwälder, Gewässer, Siedlungs- und Verkehrsflächen) und – damit häufig parallel gehend – den Hinweisen auf sächsische Gegebenheiten. Eine theoretisch denkbare, aber aus praktischen Gründen schwierige Gewichtung der Maßnahmen nach Kriterien wie Artenvielfalt der betroffenen Lebensräume, Verantwortlichkeit (von Sachsen) zum Erhalt für die betroffenen Arten oder gesetzliche Schutzvorgaben wurde nicht vorgenommen. Das für Zivil- und Fachgesellschaft erschreckende am Insektensterben ist gerade der offenbar allumfassende Charakter, bei dem eben nicht nur besonders seltene Arten oder Lebensräume betroffen sind.

3.1 Beratung und flankierendes Monitoring

Bevor auf konkrete Maßnahmenvorschläge zur Förderung von Insektenlebensräumen in einzelnen Landnutzungsformen eingegangen wird, sollen hier räumlich übergreifende Punkte erörtert werden: die vorgelegte und begleitende naturschutzfachliche Beratung sowie die nachgelagerte Erfolgskontrolle durch Monitoring. Erstere ist unabdingbar, damit viele Maßnahmen überhaupt wirksam umgesetzt werden – die Bedeutung von Beratung im Allgemeinen zeigt sich exemplarisch in dem gut ausgebauten Beratungssystem für die Landwirtschaft – die Letztere ist erforderlich, um beurteilen zu können, ob Maßnahmen so wirken wie sie konzipiert wurden.

Auch Weißhuhn et al. (2020) mahnen in ihrem Maßnahmenkatalog zum Insektenschutz für Brandenburg eine Verbesserung in Beratung und Monitoring an. Dort finden sich zu diesen Themen grundsätzliche Erläuterungen und einige Ideen für Handlungsansätze. Die verfügbaren Instrumente haben offenbar Schwächen, denn die Bemühungen des vergangenen Jahrzehnts, dem Biodiversitätsrückgang in der Kulturlandschaft entgegenzuwirken, sind weit hinter den ursprünglich gesteckten Zielen zurückgeblieben. Gut zu erkennen ist dies an der Zustandsentwicklung der HNV-Flächen (*High Nature Value*) in der Normallandschaft und der Entwicklung der FFH-Lebensraumtypen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) in den Schutzgebieten in ganz Deutschland. Das Ziel war es ursprünglich, den Anteil von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert innerhalb der letzten Dekade kontinuierlich zu steigern (Zielwert für 2015: 19%), stattdessen hat sich der Wert von durchschnittlich 13,1 % im Jahr 2009 auf 9,6 % im Jahr 2019 verringert. Für Sachsen ist dieser Wert von 2009 bis 2015 von 12,5 % auf etwa 9 % gefallen und bewegt sich seitdem auf diesem Niveau (Quelle: BfN 2019). Gleiches gilt für die FFH-Lebensraumtypen: bundesweit sind 41 % aller Schutzgebiete mit entsprechenden Schutzgütern in einem sich verschlechternden Zustand, nur 44 % sind stabil und etwa 10 % haben sich verbessert (Quelle: BfN 2019). Leider fehlen in vielen Fällen sogar die Datengrundlagen, um Fehlentwicklungen zu erkennen, und die (rechtliche, administrative aber auch betriebliche) Flexibilität für rasches Nachsteuern. Außerdem benötigt man Instrumente, um Maßnahmen kurzfristiger anpassen zu können. Immerhin sind wir durch die Berichte des Bundesamtes für Naturschutz dazu in der Lage, diesen Missstand zu erkennen.

Biodiversitätsberatung

Für alle vorgeschlagenen Maßnahmen muss eine staatlich finanzierte, naturschutzfachliche Biodiversitätsberatung zur Verfügung stehen. Diese muss bei großen Fördervolumina und in der Umsetzung sehr anspruchsvoller Maßnahmen (alle Maßnahmen in der 2. Säule) obligatorisch sein, und generell möglichst niedrigschwellig und attraktiv gestaltet werden. Andernfalls besteht das Risiko, dass Maßnahmen unzureichend oder von einzelnen Akteuren aus Angst vor Sanktionen und dem gefürchteten „Förderdschungel“ erst gar nicht in Erwägung gezogen werden. Dies stellt aus Sicht der Autoren eine nicht zu unterschätzende Problematik dar und daher ist gerade dieser Punkt von zentraler Bedeutung für eine gelungene Maßnahmenumsetzung. In einer Übergangsphase bis Ende der kommenden EU-Agrar-Förderperiode (2027) sollte für jeden Betrieb, der Direktzahlungen aus der 1. Säule bezieht mindestens eine halbtägige Biodiversitäts-Beratung obligatorisch werden. Für eine solche Fachberatung sind deswegen dauerhaft einerseits entsprechende Finanzmittel zur Verfügung zu stellen, andererseits muss kurzfristig massiv in die Ausbildung entsprechender Fachkräfte investiert werden.

Beratung

Benötigt wird in diesem Zusammenhang eine fachliche Expertise, die sich aus einem ganzheitlich geprägten, naturschutzfachlichen Sachverstand und solidem (land-, forst-, wasser-, etc.) wirtschaftlichem Grundwissen speist. Zwar gibt es in Sachsen im Rahmen der C.1-Naturschutzqualifizierung/Beratung immer wieder Beratungsveranstaltungen und Feldtage (Schneier 2014), aber diese entsprechen mitunter nur bedingt dem Leitbild einer dauerhaften Vernetzung der Akteure. Ein System, das sich am besten mit dem Ausdruck „Beratungsring“ beschreiben lässt, wäre für eine nachhaltige Verknüpfung und Aufwertung der Beratungskompetenz erfolgsversprechender. In der bisher in Sachsen angebotenen C.1-Naturschutzqualifizierung/-beratung für Landnutzer werden die Berater über die *Koordinierungsstelle Naturschutzqualifizierung* durch den DVL Sachsen koordiniert. Die Biodiversitätsberatung für Landnutzer*innen ist also nominell bereits flächendeckend vorhanden (Naturschutzfachliche Qualifizierung für Landnutzer C1 RL NE/2014), allerdings müsste, wie bereits angesprochen, die Ausbildung neuer Berater in diesem Bereich viel stärker gefördert werden. Dies ist aktuell auch im Ressortforschungsplan des Bundesumweltministeriums als Projekt mit dem Titel „Biodiversitätsberatung und -management in der agrarischen Ausbildung an Hochschulen“ vorgesehen. Ziel ist es hier, die Ausbildung von Fachkräften an der Schnittstelle Naturschutz und Landwirtschaft bundesweit zu fördern. Jedoch sind bei einer solchen Qualifizierung nicht nur die Hochschulen mit einzubeziehen, sondern auch die „Landwirte und Landwirtinnen von morgen“ in den Berufs- und Fachschulen. Ebenso sollten an Hochschulen mit Schwerpunkt Naturschutz, Landschaftsökologie und verwandten Studiengängen Grundkenntnisse im Bereich Land-/Forstwirtschaft vermittelt werden. Eine entsprechende auf sächsische Verhältnisse abgestimmte Modulkonzeption sollte noch in der aktuellen EU-Agrar-Förderperiode erfolgen. Eine jährliche, obligatorische naturschutzfachliche Beratung für jeden Betrieb in Sachsen sollte das mittelfristige Ziel sein. Auch die Kompetenzen der Mitarbeitenden in Landwirtschafts- und Naturschutzbehörden müssen in einen Beratungsring mit eingebunden werden. Zudem könnte ein bundesweites Zertifizierungssystem einen gewissen „fachlichen Standard“ bei der Qualifikation als Biodiversitätsberaterinnen und Beratern der Kulturlandschaft gewährleisten. Dessen Etablierung ist aber nur sinnvoll, wenn hier nicht jedes Bundesland parallel Ressourcen investiert, sondern Synergien genutzt werden bzw. der Bund hier vorangeht.

Auch Kommunen oder Bürger sollten sich bei einer zentral organisierten Stelle informieren können. Seit dem 1. Juni 2019 existiert am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Sachsen die *Fachstelle Wolf*. Sie ist eine „Schnittstelle zwischen Wolfsmonitoring, den Tierhaltern und der Öffentlichkeit.“ So wichtig diese Einrichtung ist, sie widmet sich lediglich einer einzigen Tierart. Wäre es nicht sinnvoll, auch eine zentrale Anlaufstelle für eine ganze Tierklasse personell aufzubauen, deren zehntausende von Arten bei den wesentlichen Ökosystemleistungen eine fundamentale Rolle spielen? Da das Referat Artenschutz bereits existiert, geht es dabei also nicht um etwas qualitativ Neues, sondern um einen (erheblichen) quantitativen Ausbau.

Insektenmonitoring

Monitoring (nebst Kartierung und Ersterfassung) ist die unverzichtbare fachliche Grundlage für die Erfolgskontrolle, die Bewertung von Maßnahmen und ggf. die Ableitung von Erfordernissen (Denner & Tenholtem 2012). Die Bestandsentwicklungen und Auswirkungen von Fördermaßnahmen müssen also in einem gewissen Umfang überprüft werden. Die enorme Vielfalt der Insekten mit ihren diversen Lebenszyklen bedingt auch eine große Vielfalt der Erfassungsmethoden, was ein umfassendes und standardisiertes Monitoring erschwert (Schuch et al. 2020). Dieses Problem hat eine Vereinheitlichung der Insektenerfassung bisher verhindert und deswegen sind viele alte Datensätze auch kaum untereinander oder mit neu erhoh-

benen Daten vergleichbar. Der Bedarf an der Erstellung von vergleichbaren und auf Langfristigkeit angelegten Datensätzen ist inzwischen allgemein anerkannt und der Handlungswille groß. Es gilt aber, auch in den laufenden Diskussionen und Planungen für Monitoringprogramme gründlich abzuwägen und beträchtliche Ressourcen in die Grundlagen und Erarbeitung von Methoden zu investieren, da diese womöglich auf Jahrzehnte hinaus den Standard setzen! Solch eine Grundlage wird aktuell mit dem geplanten Insektenmonitoring auf Bundesebene erstellt. Der Fokus liegt hier auf langfristig angelegten, regelmäßigen und systematischen, standardisierten Erfassungen von Insekten, die bundesweit gültige und belastbare Aussagen zu Zustand und Entwicklung der Insektenfauna in Deutschland zulassen sollen. Sie umfassen unter anderem Beiträge zur Darstellung der Auswirkungen des Kulturlandschaftswandels auf die Insektenfauna, zur Ermittlung der Wirksamkeit von Programmen und Instrumenten zu deren Schutz und zur Ursachenermittlung von Bestandsveränderungen (Ludwig 2020).

Im Abschnitt über die naturschutzfachliche Beratung wurde bereits auf die Notwendigkeit des Ausbaus einer *Fachstelle Insekten* hingewiesen. Diese könnte aus bestehenden Kompetenzen der Fachbehörde, also in Sachsen v.a. dem LfULG heraus weiterentwickelt werden. Ähnlich wie die *Fachstelle Wolf* könnte sie koordinierend tätig sein, dabei ehrenamtliche sowie kommerziell tätige Erfasserinnen und Erfasser, wissenschaftliche Institutionen und natürlich auch Fach- und Genehmigungsbehörden vernetzen. Die Fachstelle wäre mit der Organisation und Koordination des Monitorings betraut. Dies hätte zwei Vorteile: Zum einen ließen sich Monitoringflächen auch als Anschauungsbeispiele bei der Beratung nutzen, zum anderen würden alle relevanten Informationen in einer Fachstelle zentral gebündelt. Über das zu schaffende Netzwerk wären auch Informationen zur Ökologie und ökosystemaren Funktion von Insekten zu gewinnen. Auf dieser Basis könnten dann Maßnahmen bewertet und ggf. angepasst werden und dann wiederum in die Beratung bzw. in die Fachbehörden zurückgespiegelt werden. Weitere Aufgaben lägen in der (populär)wissenschaftlichen Aufbereitung und Veröffentlichung alter und neu erhobener Monitoringdaten (über ein öffentliches, frei zugängliches Internetportal) sowie die Koordinierung von Wiederholungsstudien zu alten Untersuchungen, die systematisch und standardisiert durchgeführt wurden. Ebenfalls hier erarbeitet werden könnten Vorschläge zur (Weiter-)Entwicklung von Maßnahmen, Erprobungen solcher Maßnahmen könnten koordiniert und deren Ergebnisse aus- und bewertet werden; Behörden könnten bei der Umsetzung erfolgreicher MSN in Förderangebote beraten werden. Je nach personeller Ausstattung könnte die Fachstelle diese Aufgaben direkt selbst übernehmen oder müsste diese ggf. über das o.g. Netzwerk vergeben. Sicher ist, dass die Aufgaben einer solchen Fachstelle aber mit zusätzlichem Personal abgesichert werden müssten.

Partnerbetriebe und Biodiversitätsgemeinden

Um die Belange der Insekten stärker und nachhaltiger in der Wahrnehmung aller Handelnden zu verankern und praxistaugliche Beispiele zu geben, sind Demonstrationsbetriebe und -projekte wichtige Elemente. Diese sind vor allem in der zugunsten von Insekten veränderten Grünland, Feld- und Waldbewirtschaftung sowie der Weidetierhaltung wichtig, um den in der Landwirtschaft Tätigen Lösungsansätze und -ideen aufzuzeigen, wie Maßnahmen in der Praxis funktionieren und welche ökonomischen Auswirkungen diese haben. Besonders interessant sind hier lokale Verbände, so dass zusätzlich ein Förderprogramm aufgelegt werden sollte, welches Modellprojekte in Kommunen umsetzt (ein gelungenes Beispiel aus Sachsen: www.schmetterlingswiesen.de). So ließen sich der Austausch und die Kooperation verschiedenster Akteure (z. B. Straßenmeisterei, Waldbesitz, Landwirtschaft und Unterhaltungsverbände für Gewässerpflege) am besten organisieren, um ein „Nebeneinander“ zu vermeiden und stattdessen gemeinsam Ansätze für unmittelbar angrenzende Landschaftsstrukturen zu erarbeiten, die in unterschiedliche Zuständigkeiten fallen. Auch hier nimmt die naturschutzfachliche Beratung als vernetzendes Element für

die Akteure eine Schlüsselrolle ein, da letztlich verschiedene Insektenlebensräume nicht isoliert, sondern nur im landschaftlichen Gesamtkontext betrachtet werden können und sektorübergreifend an deren Verbesserung gearbeitet werden sollte. Fachliche Beratung ist hier nicht nur initial, sondern auch in der Begleitung des Umsetzungsprozesses zwingend nötig; entsprechend ist dann auch eine höhere Wirksamkeit als bei Einzelmaßnahmen zu erwarten.

■ intensiv/extensiv

In der Agrarökonomie heißt extensiv zu wirtschaften, wenig Aufwand pro Fläche zu betreiben, auch wenig Arbeitsaufwand (Hampicke 2018) zu investieren. Bei Naturschutzmaßnahmen wird dieser Ausdruck gerne als Äquivalent für einen geringeren Nutzungsdruck bzw. Betriebsmitteleinsatz pro Fläche gebraucht, d.h. die Auswirkungen der Bewirtschaftung sind geringer als bei intensiven Formen der Landnutzung. Hält man sich aber an die Definition von Hampicke, dann ist beispielsweise die umgangssprachlich als extensiv bezeichnete Viehhaltung (z. B. Herdenschaf- und Mutterkuhhaltung) im eigentlichen Sinne arbeitsaufwendiger gegenüber dem als intensiv bezeichneten Pendant. Ebenso verhält es sich in Agrarökosystemen. Der Arbeitsaufwand ist bei extensiv genutzten Flächen im Verhältnis zum Ertrag als hoch einzustufen. Insofern muss hier entweder die Definition des Begriffes „extensiv“ erweitert werden (beispielsweise im Sinne der ökologisch nachhaltigen Nutzung, deren langfristig geringeren Umweltkosten oft nicht in eine Bilanzierung mit eingepreist sind) oder es sollten andere Begriffe verwendet werden.

3.2 Überblick – Relevanz von Maßnahmenblöcken in sächsischen Großlandschaften

Die weiteren Gruppen von Maßnahmen sind räumlich konkreter und auf die wichtigen Landnutzungsformen zu beziehen. Tabelle 4 zeigt diese Gruppen im Überblick, und erlaubt auch, diese mit den Maßnahmen im Katalog zu verknüpfen, so dass die in Kapitel 1.4. zitierte Literatur bei Bedarf erschlossen werden kann. Die folgenden Vorschläge konzentrieren sich daher stärker darauf, welche Relevanz das entsprechende Thema für Sachsen besitzt. Wichtige Kriterien sind Umsetzbarkeit, verfügbare Daten und Hinweise und regionale Gegebenheiten. Da die Landnutzung in Sachsen im Vergleich z. B. zu Brandenburg regional sehr unterschiedlich ausfällt, wurde für einen Überblick eine grobe Gewichtung nach Großlandschaften vorgenommen.

Die Landschaften des Freistaates Sachsen können basierend auf dem geologischen Grundaufbau, den klimatischen Bedingungen und der jeweiligen Vegetation in drei übergeordnete, naturräumliche Haupteinheiten unterteilt werden (Makrogeochoren). Für die Naturregion *Sächsisch-Niederlausitzer Heideland* im Norden sind nährstoffarme (Sand-)Böden, Lockersedimente sowie reichhaltige Grundwasservorkommen und Gewässer charakterisierend. Große Flächen sind dort durch Tagebaue bzw. durch deren Folgelandschaften geprägt. Es gibt viele Gewässerstrukturen, sowie Feuchtstandorte und so konzentriert sich z.B. auch ein großer Teil (etwa 70 %) der sächsischen Naturschutzgebietsfläche (NSG) dort. Die Naturregion *Sächsisches Lössgefilde* ist durch ackerbauliche Nutzung und Siedlungsgebiete charakterisiert und nimmt etwa 50 % der Landesfläche ein. Hier befinden sich die drei Großstädte Leipzig, Dresden und Chemnitz. Der Anteil an der Naturschutzgebietsfläche Sachsens liegt bei etwa 15 %. Die Naturregion *Sächsisches Bergland und Mittelgebirge* im Süden umfasst etwas mehr als 30 % der Landesfläche. Sie ist in der Zu-

sammensetzung der Habitats insgesamt heterogener als die beiden Erstgenannten und außerdem stellenweise durch größere, zusammenhängende Waldgebiete auf Böden aus quartär entstandenen Verwitterungsdecken geprägt. Hier findet sich knapp 15 % der Naturschutzgebietsfläche.

Aus dieser ersten, groben Zuteilung wird deutlich, dass es notwendig ist, für die räumliche Lenkung der Maßnahmen die unterschiedlichen naturräumlichen Regionen im Blick zu behalten. Etwa 70 % der Fläche von Naturschutzgebieten konzentriert sich auf die mit 15 % der Landesfläche kleinste Naturregion, nämlich auf die *Sächsisch-Niederlausitzer Heidelandschaft*. An dieser Konzentration sieht man beispielhaft, wie sich nicht zuletzt die recht dünne Besiedlung und die boden- und klimabedingt weniger intensive Bewirtschaftung sowie der Sondernutzung (z. B. als Truppenübungsgelände) auswirkt. Weite Teile der Landschaft sind von Nutzungsmosaiken gekennzeichnet und oft recht reich strukturiert, so dass Insekten, die offene Substrate bevorzugen, hier zumindest lokal noch geeignete Habitats finden. Die Konzentration von Schutzgütern und Gebieten in diesem Naturraum bietet einerseits – teilweise auch schon genutzte (Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaften) – Möglichkeiten, zeigt aber auch, dass die Schutzgebietsdichte in den anderen Regionen eher gering ist. Auch dies spiegelt die Landnutzung wider, die in den Lössgefilen besonders intensiv ist und mit einer höheren Bevölkerungsdichte einhergeht. Strukturell sind die Lössgefilde insgesamt stark verarmt, Bergland und Mittelgebirge nehmen eine Mittelstellung ein, und weisen zum Teil dicht besiedelte Tallagen im Wechsel mit mäßig intensiver Land- und vor allem auch Forstwirtschaft auf.

Für eine zusammenfassende Übersicht haben wir die von in den vorherigen Kapiteln genannten Maßnahmen in Gruppen zusammengefasst. Dies entspricht in ihrer Relevanz der oben erwähnten Diskussionen mit verschiedenen Fachleuten. Die folgende Tabelle 4 listet diese Maßnahmengruppen auf und zeigt auch eine grobe Priorisierung. Wir haben für die drei sächsischen Großlandschaften jeweils eingeschätzt, inwieweit dort mit einer Maßnahmengruppe besonders starke Verbesserungen für den Insektenschutz erreicht werden könnten. Gemeint ist hier der Bedarf an zusätzlichen Maßnahmen, so ist eine Förderung bzw. Schaffung von magerem Grünland in der Heidelandschaft weniger dringend nötig, da hier Sandmagerrasen zum Teil flächenhaft (und dann oft bereits geschützt und gepflegt) und oft fragmentarisch an Wegrändern vorkommen. Waldbauliche Maßnahmen haben in den Lössgefilen weniger Bedeutung, weil hier insgesamt wenig Wald vorhanden ist. Diese Auflistung soll dem Leser einen Überblick vermitteln, kann also als erste Orientierung dienen, die dann aber in der Planungs- und Umsetzungsphase mit den lokalen Gegebenheiten abzugleichen ist.

Tabelle 4: Von Fachleuten als relevant für den Insektenschutz in Sachsen benannte Maßnahmengruppen zur Förderung von Insektenlebensräumen. Für einen ersten (aber nicht umfassenden) geographischen Überblick wurden für die drei naturräumlichen Haupteinheiten des Freistaates Sachsen eingeschätzt, wie stark sich eine Maßnahmengruppe auf die Insektenvielfalt auswirken könnte (1 = mäßige Auswirkungen, 2 = hohe Auswirkungen, 3 = sehr hohe Auswirkungen; - nicht relevant).

MG	A	W	U	G	Maßnahmengruppe	Niederlausitzer Heide-land	Löss-gefilde	Bergland und Mittel-gebirge
1	■				Extensiver Ackerbau und ökologischer Landbau	000	000	000
2	■	■	■	■	Qualität und Quantität von Randstrukturen verbessern	00	000	00
3	■	■			Wegränder und Feldraine nicht mulchen	00	000	00
4	■				Förderung von Blühflächen und Blühstreifen	0	000	0
5	■				Teil- und Staffelmahd im Grünland	00	00	000
6	■				Magere Bereiche im Grünland fördern	0	000	00
7	■	■	■	■	Trittsteinsysteme um Sonderstandorte etablieren	00	000	0
8	■	■			Strukturvielfalt in Landschaftsteilen mit hohen Bodenwertzahlen erhöhen	0	000	0
9	■				Förderung insektengerechter Beweidungskonzepte	00	000	00
10				■	Insektengerechtes Management auf Deichen	0	00	00
11				■	Insektengerechte Entwicklung von stehenden Gewässern	000	0	0
12				■	Wiedervermässung und Offenhaltung von Kleinsteinbrüchen, Kies- und Lehmgruben	00	00	-
13	■			■	Extensive Graben- und Böschungspflege	000	000	00
14				■	Extensive Pflege von Gewässerrandstreifen, Eintragsreduktion an Gewässern	000	000	0
15	■			■	Grünflächen an Hangkanten entlang eingeschnittener Flusstäler	-	000	-
16		■		■	Fließgewässer- und Auenrenaturierung	000	000	000
17	■		■		PSM-reduktion im Obstbau	-	000	-
18	■				Kleinräumige Weinbergparzellen		00	
19	■	■	■		Rohboden schaffen	00	000	
20	■	■	■		Trassen im Offenland	00	00	00
21		■		■	Transformation von Fichten- und Kiefernforsten	000	0	000
22		■			Altholzinseln und Habitatbäume fördern	000	000	000
23		■			Zerfallsphase im Wald zulassen	000	00	000
24		■		■	Waldmoore und Feuchtwälder revitalisieren	000	0	000
25		■			Waldinnenränder schaffen	00	000	00
26		■			Mittel- und Niederwaldwirtschaft unter Trassen	00	00	00
27		■			Waldweiden etablieren und halboffene Weideland-schaften fördern	000	0	000
28			■		Insektenfreundliche Gartenkultur	00	000	000
29			■		Förderung von Fassaden - und Dachbegrünung sowie Entsiegelung	00	000	00
30			■		Entwicklung von Säume und Wiesen auf Grünanlagen / Straßenbegleitflächen	000	000	000
31			■		„Lichtverschmutzung“ reduzieren	0*	000	000
32	■				Flächenentwicklung in Solarparks und bei Windkraftanlagen	00	00	00
33		■		■	Truppenübungsplätze insektengerecht entwickeln	000	-	0
34		■		■	Habitatpotential der Bergbaufolgelandschaften ausschöpfen	000	00	0

*Option für Sternenpark

3.3 Maßnahmen im Offenland – Acker- und Grünland

Die Landwirtschaft gilt als ein maßgeblicher Verursacher des Insektenrückgangs. Dazu tragen vor allem Verluste bei Lebensräumen bzw. und Habitatstrukturen bei; hinzu kommt der großflächige Einsatz von synthetischen Pflanzenschutz- und Düngemitteln. In der öffentlichen Diskussion wird diese Homogenisierung auf Landschaftsebene bisher aber zu wenig thematisiert. Hier soll daher auch zu mehr Mut zur „strukturierten Unordnung“ aufgefordert werden, denn die zeitliche und räumliche Vereinheitlichung ist ein maßgeblicher Faktor für die Beeinträchtigung von Insektenlebensräumen.

MG1) Extensiven Ackerbau und ökologischen Landbau stärker fördern

Die extensive Bewirtschaftung im Sinne eines maßvollen Düngemiteleinsatzes, eines Verzichtes bzw. einer starken Reduktion von Pflanzenschutzmitteln oder Umstellung auf ökologischen Landbau, wirkt sich positiv auf die Biodiversität von Insekten aus (Batáry et al. 2013; Inclán et al. 2015; Power et al. 2016; Happe et al. 2018). So war in einer Fallstudie fünfzehn Jahre nach Umstellung von konventionellem auf ökologischen Landbau das ehemals artenarme Feldinnere genauso artenreich wie die Randstrukturen, die in diesem Zeitraum ebenfalls artenreicher geworden sind. Auch die Gesamtdiversität der umgebenden Landschaft war erhöht (Irmeler, Koop & Schrautzer 2020). Einen erhöhten Blütenreichtum nicht nur in die Randstrukturen – die in der heutigen Agrarlandschaft lediglich etwa 5 % der Fläche ausmachen (Leuschner et al. 2014) – sondern auch in die Fläche zu bringen und ein durchgehendes Trachtenband zu gewährleisten (kontinuierliches Blütenangebot von Anfang Frühling bis Ende Herbst), sollte eines der grundsätzlichen Ziele einer insektenfreundlichen Landwirtschaft in allen ackerbaulichen Systemen sein (konventionell, integriert, ökologisch).

Vorschlag: Je nach Bodentyp und Region sollte ein definierter Anteil von 20 bis 50 % der gesamten Ackerfläche des Freistaates Sachsen mittelfristig ökologisch oder zumindest insektengerechter bewirtschaftet werden (Meyer & Gottwald 2020), um dem Biodiversitätsrückgang in der Agrarlandschaft nachhaltig begegnen zu können. Das Potential hierfür ist in der Heidelandschaft am höchsten, aber auch für die Lössgefilde sind 20 % zu fordern. Wirksame Maßnahmen sind beispielsweise diversifizierte Fruchtfolgen, verminderter Düng- und Pflanzenschutzmitteleinsatz und weitere Drillreihen mit Klee- und Leguminosen-Untersaaten. Hier müssen auch neue Förderprogramme aufgelegt werden, Beispiele sind praxistaugliche Vorschläge zur inhaltlichen Ausgestaltung eines Förderprogramms „Weite Reihe / reduzierte Aussaatstärke“ im Freistaat Sachsen (IFAB & Meyer 2020; Meyer & Gottwald 2020). Dies zeigt, dass weiterhin ein großer Bedarf für Forschung und Entwicklung hin zu einem naturverträglichen Ackerbau besteht.

Letztlich wird der Erfolg von Maßnahmen bzw. von der Einführung von insektenfreundlicheren Anbaumethoden ganz wesentlich von der ausreichenden finanziellen Attraktivität bestimmt (Schacherer 2007; Meyer et al. 2013). Die Höhe etwaiger Förderbeträge muss für die Landwirtschaft angemessen sein und darf den Deckungsbetrag auf keinen Fall unterschreiten (Geisbauer & Hampicke 2012).

MG2) Qualität und Quantität von Randstrukturen verbessern

Dieser Punkt ist wichtig, weil durch Flächenzusammenlegung vor allem ab den 1950/60er Jahren sehr viele Grenzlinien wie Randstrukturen bzw. Übergangsbiotope (Ökotone) verlorengegangen sind. Schon allein wegen der zunehmenden Größe der Schläge ist der Anteil dieser und anderer Randflächen in der Landschaft stark zurückgegangen. Die verbleibenden sind oft nicht frei von Nutzungseffekten, denn viele Acker- und Wegränder sowie ehemalige Gehölzsäume werden heute mitbewirtschaftet oder zumindest durch verdriftete Acker-Chemikalien beeinflusst (s. a. folgende Maßnahmengruppe). Besonders deutlich sind die Veränderungen bei Hecken: In einem Vergleich der Gesamtlängen von Erdwällen, Erdsteinwällen und Feldmauern (jeweils mit und ohne Hecke) zieht Müller (2013) eine ernüchternde Bilanz für ganz

Deutschland: von ehemals etwa 523.400 km dieser Feldeinfriedungen im Jahr 1880 existierten 2012 noch etwa 94.200 km. Das entspricht einem Verlust von 82 %! Zusätzlich ist die strukturelle Vielfalt der verbleibenden Säume auch eher rückläufig. So haben Gehölzpflanzungen eine stark fördernde Wirkung auf die Fauna, wenn sie aus verschiedenen standorttypischen Baum- und Straucharten bestehen, reich strukturiert sind oder durch regelmäßige Pflege offenen Saumcharakter behalten. Nur in Verbindung mit einer dauerhaften Pflege/Nutzung und unter Ausbildung artenreicher Säume besitzen solche Strukturen eine uneingeschränkte positive Wirkung auf Insektenpopulationen. Strukturarme Hecken ohne Säume, die vor allem in großflächig landwirtschaftlich geprägten Naturräumen vorkommen, haben hingegen im Allgemeinen nur eine geringe Lebensraumfunktion (Berufsverband Landschaftsökologie Baden-Württemberg 2020). Bei Neuanlagen von Hecken ist zu beachten, dass nicht evtl. noch vorhandene wertvolle Offenlandhabitate überpflanzt werden.

Die Grenze zwischen Ackerland und Hainen bzw. Waldstrukturen verläuft in der Regel nicht fließend bzw. flächig, sondern einförmig und in einem schmalen Bereich (Fuhrer et al. 2017). Der im Vordergrund stehende Konflikt zwischen Walderhalt und -pflege aus der forstwirtschaftlichen Perspektive und der Unterdrückung einer „schleichenden“ Vorbewaldung aus ackerbaulicher Sicht führt zu einer scharfen Grenze zwischen Gehölzstrukturen und Ackerfläche. Als Konsequenz fehlen blühende, kräuterreiche Säume und die Strauchschicht ist nicht artenreich und licht genug ausgebildet. Dabei ist dieses Ökoton für viele Insektenarten von enormer Bedeutung - als Nahrungsquelle, für die Reproduktion und zur Überwinterung. Hier muss sowohl die forstliche Waldrandgestaltung in den Blick genommen werden als auch die Fördermöglichkeiten auf ackerbaulicher Seite, um diese Übergangsbereiche aufzulockern und einen Blütenreichtum bereitzustellen. Deswegen sollte ein Maßnahmenprogramm zur Verbesserung der Ausdehnung und Qualität von Randstrukturen darauf abgestellt sein, kräuterreiche Säume zu fördern und lichte Strukturen in Randbereichen landwirtschaftlich genutzter Flächen zu erzeugen.

Vorschlag: Förderung für so genannte strukturierte Schonstreifen von sechs Metern Breite auf Äckern entlang von süd-, west-, oder ost-exponierten Waldrändern (ohne Düngung und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln). Man verzichtet auf eine Einsaat, lässt also Selbstbegrünung zu und bricht 50 % (auf drei Metern Breite) des Streifens alle zwei bis drei Jahre um. Dadurch behält der Streifen seinen Status als ackerbauliche Nutzfläche. Die Waldübergangsstruktur kann dann über ein Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) auf der angrenzenden Waldfläche entwickelt werden. Dieses VNP „Waldrandgestaltung“ sollte einen fünfjährigen Verpflichtungszeitraum haben, in der einmal Pflegemaßnahmen durchgeführt werden. Für diese kombinierte Maßnahme müssten sich die entsprechenden Akteure aus Land- und Forstwirtschaft abstimmen. Entlang von Gewässern gilt das gleiche, allerdings sollten die Streifen hier noch breiter sein (s. u. M11). Auf eine weitere Vergrößerung von Schlägen ist prinzipiell zu verzichten, da dies aus den erwähnten geometrischen Gründen Randstrukturen weiter reduziert.

MG3) Wegränder und Feldraine nicht mulchen

Auch wenn es hier nicht um eine direkte Nutzung geht, werden viele Straßen- und Wegränder, Feldraine und Säume nicht insektengerecht bewirtschaftet. Da es angesichts der Länge von Verkehrswegen um nennenswerte Flächen bzw. Korridore geht, besteht hier durchaus ein Potential. So bieten Wegränder bzw. ihre Vegetation vielen Insektenarten des Offenlands Nahrungsgrundlage und Überwinterungsmöglichkeiten. Außerdem liegen Verkehrswege wie ein Netz über der Landschaft und dienen so als Elemente eines Biotopverbundes. Allerdings ist das mehrmalige, jährliche Mulchen dieser Strukturen leider allzu oft gängige Praxis, was die Qualität dieser potenziell reichhaltigen Insektenlebensräume stark beeinträchtigt und beispielsweise zur Dominanz hochwachsender Gräser und einem geringen Blütenreichtum führt.

Vorschlag: Von Gemeinden initiierte konsensuale Lösungen mit der Landwirtschaft zur Pflege von überjährigen Feldrainen (z. B. Geep 2015), die im jährlichen Wechsel abschnittsweise und kleinräumig mit Balkenmäher/Sense gemäht werden (mit anschließender Schnittgutentnahme). In Sachsen werden beispielsweise seit kurzem selbstbegrünende Brachstreifen am Feldrand auf dem Acker gefördert. Dies ist eine Maßnahme, die sich gut mit einer veränderten Pflege von Wegrändern und Feldsäumen kombinieren ließe. Bei Wegrändern ist zu prüfen, inwieweit intensive Mahd unter Sicherheitsaspekten nötig ist, und idealerweise sollten rechte und linke Wegseite im zeitlichen Abstand von mindestens drei Wochen bearbeitet werden. Wichtig ist auch, dass die Randstrukturen möglichst nicht gleichzeitig mit umliegenden Grünlandflächen oder bei der Getreideernte gemäht werden. Das Mahdgut ist gerade auf nährstoffreichen Standorten (initial) zu beräumen, um eine Aushagerung zu erzielen. Auch diese Maßnahmen eignen sich gut in Kombination mit Blühflächen, Ackerrandstreifen und anderen extensiven Ackerbewirtschaftungsformen, sowie Saumentwicklungsmaßnahmen, um die kleinräumige Heterogenität zu erhöhen.

MG4) Förderung von (mehrjährigen) Blühflächen und Ackerrandstreifen

Mehrjährige Blühflächen bzw. Streifen mit Selbstbegrünung oder zumindest unter Verwendung gebietseigenen Saatguts, die über den Winter (überjährig) stehen gelassen werden, sind für einige Insektengruppen sehr wichtig. Mehrjährige Maßnahmen sind allerdings bei den aktuellen Fördermöglichkeiten unterrepräsentiert. Dabei besteht gerade bei Blühflächen bzw. Blühstreifen in Kombination mit strukturreichen Waldrändern ein hohes Potential für Synergieeffekte. Dadurch treten verschiedene Strukturen in engem Wechsel auf, was einen Schlüsselfaktor für die Verbesserung von Insektenlebensräumen darstellt.

Größere mehrjährige Blühflächen werden - aus agrarwirtschaftlich nachvollziehbaren Gründen - gerne auf „schlechteren“ Böden (mit geringen Bodenwertzahlen) angelegt. Diese sind oft besser geeignet für die Entwicklung einer reichhaltigen Spontanflora, Ansaaten (auch von regionalem Saatgut) sind hier oft nur die zweitbeste Option. In einem ersten Schritt kann ein Förderprogramm vor allem die Anlage von größeren Blühflächen auf Äckern mit sehr geringer Ertragsfähigkeit (Bodenwertzahl < 28) im Blick haben. Mittelfristig sollte dieser Ansatz auch auf Böden mit mittlerer Ertragsfähigkeit (Bodenwertzahlen 28-40) ausgedehnt werden. Hier können die Erfahrungen gesammelt werden, die schließlich auch eine Erweiterung der Maßnahmen auf Böden mit hoher Ertragsfähigkeit erlaubt. Für bessere Böden wie in den Lößgebieten ist im ersten Schritt die Förderung zur Anlage von mehrjährigen (Ansaat-) Blühstreifen auszubauen, um auch hier eine möglichst rasche Verbesserung für Insekten zu erreichen. Auf lange Sicht sollte bei Ansaaten von Blühstreifen oder -flächen zunehmend auf die Verwendung von Saatgut mit heimischen Arten geachtet werden.

Vorschlag: Insbesondere für kleinere Schläge auf Minderertragsstandorten sollte eine ganzflächige Extensivierung erfolgen, im ersten Schritt sollte dies für Flächen mit BKZ unter 28 erprobt werden, dann auf solche mit einer BKZ von bis zu 40 ausgedehnt werden. Auf Böden mit mindestens mittlerer Ertragsfähigkeit (Bodenwertzahl > 40) - und hier bevorzugt auf Getreideäckern - kann eine Leguminosen-Untersaat in Kombination mit leichter Saatstärkenverminderung auf der gesamten Fläche ausgebracht werden. Dies sorgt für Blütenreichtum im Feldinneren, unterdrückt das Aufkommen unerwünschter Beikräuter/Ungräser und kann potentiell die Gesamterträge stabilisieren, wodurch Pflanzenschutzmittel reduziert werden können (Brandmeier et al. 2021). Leguminosen bieten sich hier an, da sie direkt zur Nährstoffversorgung des Bodens beitragen und so Stickstoffdünger eingespart werden kann.

Parallel sollte geprüft werden, wie in allen Regionen mehrjährige Ackerrandstreifen von mindestens drei Metern mit reduzierter Aussaatstärke und teilweiser Selbstbegrünung gefördert werden könnten. Für Minderertragsstandorte könnte solche Streifen an jedem Feld angelegt werden, bei besseren Böden sollten

auf 10 - 20 % der Feldlänge solche Ackerstreifen gefördert werden. Auch hier ist eine integrierte Betrachtung nötig und entlang von bereits entsprechend gepflegten Wegrainen, Säumen oder strukturreichen Waldrändern insbesondere in Südexposition, sollten Blühstreifen verpflichtend werden. Die Pflege angrenzender idealerweise selbstbegründer Flächen und Streifen sollte maximal alle zwei Jahre mit Mähbalken und anschließender Schnittgutberäumung nach einigen Tagen erfolgen, sofern es denn z. B. mit der Verkehrssicherheit vereinbar ist.

MG5) Teil- und Staffelmahd im (Wirtschafts-)Grünland

Vor allem auf feuchten und frischen Standorten hat es in den letzten Jahrzehnten dramatische Verluste von artenreichem Grünland gegeben, die sich entsprechend auch auf Insekten ausgewirkt haben (Wesche et al. 2012, Schuch et al. 2012). Gründe sind hier neben Umbruch v.a. zu häufige Mahd aber auch Nutzungsaufgaben, letztere v.a. auch auf Trockenstandorten. Hinzu kommt eine Vereinheitlichung der Bewirtschaftung durch die gemeinsame Bewirtschaftung größerer Schläge aber zum Teil auch durch Naturschutzaufgaben, die eine Mahd erst ab bestimmten fixen Terminen zulassen. Eine Fläche, auf der sich eine diverse Flora entwickeln kann und die dauerhaft für die Ansprüche von Insekten geeignet ist, sollte nicht mehr als zweimal im Jahr gemäht werden. Je nach Nährstoffversorgung genügt eine jährliche Mahd auf ertragsschwächeren Böden für die Entwicklung einer reichhaltigeren Flora und Fauna, zwei Schnitte auf Standorten mit mittlerer Nährstoffversorgung. Drei Schnitte können auf nährstoffreichen Grünländern vorübergehend nötig sein, um eine Aushagerung zu bewirken.

Vorschlag: Sehr hohe Mahdfrequenzen sind, wenn irgend möglich, zu reduzieren. Sinnvoll können hier aber insbesondere auch gestufte Konzepte sein, wobei Teilbereiche der Fläche ungemäht (10 - 30 %) und überjährige stehen gelassen werden sollten (jede Insektenart, die sich erfolgreich fortgepflanzt hat, benötigt ein Überwinterungsquartier). Folgendes Wechselmodell ist denkbar, bei der die Maßnahme auf dem Grünland auch *Cross-Compliance*-fähig bleibt: Ein sechs Meter breiter Randstreifen wird wechselweise auf drei Metern gemäht. Im ersten Jahr wird beim ersten Schnitt der äußere 3-m-Streifen mit gemäht, beim zweiten Schnitt bleibt dieser dann stehen, der innere Streifen wird nun genutzt. Im Folgejahr wird beim ersten Schnitt nur der Innenbereich gemäht, d. h. beide Streifen bleiben stehen. Beim zweiten Schnitt werden nun beide Randstreifen mit gemäht. So bleiben beide Streifen unterschiedlich lange und überjährig stehen, werden aber jedes Jahr landwirtschaftlich genutzt. Im Folgejahr beginnt die Maßnahme wieder von vorne. Die Teilstücke können streifenförmig, aber auch mosaikartig oder nach bestimmten standortspezifischen Kriterien, am besten gemeinsam mit dem Naturschutzberater, ausgewählt werden. Bevorzugt sollten Balkenmäher (mit Frontmähwerk) zum Einsatz kommen und das Schnittgut erst nach einigen Tagen abgeräumt werden. Sollten Kreiselmäher oder ähnliches zur Anwendung kommen, sollte mindestens im Naturschutzmanagement Staffel bzw. Streifenmahd verpflichtend sein.

Gerade auch beim Naturschutz-Management sollte der Schnittzeitpunkt, oftmals Gegenstand von Zielartenkonflikten, flexibilisiert werden. Es gibt Insektengruppen, die von einem möglichst frühen, ersten Schnitt und eher lichten Strukturen profitieren, aber auch Gruppen für die möglichst späte Schnitte wichtig sind. Eine generelle und v. a. pauschalisierte Empfehlung kann daher hier nicht gegeben werden. Am wichtigsten jedoch ist die Heterogenität auf Landschaftsebene, was bedeutet, dass beispielsweise nicht alle Wiesen nach einer Freigabe des Schnittzeitpunkts einheitlich bearbeitet werden sollten. Bei allzu starren Vorgaben besteht die Gefahr einer einheitlichen Bewirtschaftung in größerem Umfang, die aus naturschutzfachlicher Sicht nicht wünschenswert ist.

MG6) Magere Bereiche im Grünland besonders fördern

Obere Hangabschnitte sind vielfach etwas magerer als tiefer liegende Bereiche, auf denen sich Nährstoffe akkumulieren können. Magere Standorte sind oft in sonnen exponierter Lage kaum wirtschaftlich nutzbar und bieten ein größeres Potential für die Entwicklung von Insektenlebensräumen. Sollten diese Flächen zusätzlich an südexponierte Hecken oder Waldränder angrenzen, können entlang dieser Strukturen über Staffelmahd außerdem blühende Staudensäume wieder stärker entwickelt werden.

Vorschlag: Standort- und expositionsabhängige Einführung von Staffel- und Mosaikmahd oder extensiver Beweidung an oberen Hangabschnitten (mit Schwerpunkt auf südexponierte Lagen) mit einer Breite von mindestens sechs Metern. So kann z. B. im ersten Jahr beim ersten Schnitt der Streifen mit gemäht werden, beim zweiten Schnitt wird dieser dann stehengelassen und man schafft damit eine überjährige Struktur. Im Folgejahr wird dann beim ersten Schnitt der Streifen stehengelassen, eine Nutzung erfolgt erst beim zweiten Schnitt. Beide Maßnahmen sind *Cross-Compliance* kompatibel, da in jedem Jahr mindestens eine Nutzung auf der Fläche stattfindet. Dazu können die Maßnahmen GL.5 „Spezielle artenschutzgerechte Grünlandnutzung“ des sächsischen AUKM-Programms mit höheren Fördersätzen genutzt werden.

MG7) Trittsteinsystem um kleine Schutzgebiete, Naturdenkmäler und andere Sonderstandorte ausbauen

Kleinflächig ausgebildete Sonderstandorte sind zahlreich, aber zumeist relativ isoliert über die Landschaft verteilt und werden von der lokalen Bevölkerung oft nicht mehr landwirtschaftlich genutzt. Dadurch verbrachen sie allmählich und verlieren so ihren Wert bzw. ihre speziellen Standorteigenschaften, die vor allem für thermophile Insektenarten essenziell sind. Den Charakter dieser Flächen durch Nutzung zu erhalten, ist oft unwirtschaftlich und die Rückkehr zur einstigen Nutzungsform lässt sich kaum verordnen. Beispiele hierfür sind mikroklimatisch begünstigte Hügelkuppen, gut ausgeprägte Wegraine, die Umgebung von Naturdenkmälern oder kleineren Schutzgebieten (z. B. FND, GLB). In der Zusammenschau mit größeren Habitaten / Schutzgebieten ließe sich durch eine entsprechende Förderung aus diesen, über ganz Sachsen verteilten Standorten, ein Trittsteinsystem schaffen. Das Bundesland Sachsen-Anhalt bietet hierzu neuerdings ein Vertragsnaturschutzprogramm „Pflege wertvoller Splitterflächen“ (FP 7508) an, aus dem ein Baustein abgeleitet werden könnte. Ein weiterer wäre die Ausweisung einer gezielten Förderkulisse rund um Sonderstandorte.

Vorschlag: Etablierung eines Trittsteinsystems aus Sonderstandorten mit besonderer Förderung in einem 500-Meter-Radius um bestehende Gebiete. Hier können an den Standort angepasst verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung und Instandsetzung der Insektenlebensräume durchgeführt werden (z. B. Staffelmahd im Grünland, Saumentwicklung an Gehölzen und reduzierte Saatstärke auf dem Acker). Die Aufnahme in die Sonderförderung kann nur nach eingehender Standortbegutachtung und naturschutzfachlicher Beratung erfolgen. Einzelne Kommunen können zusammen mit den regionalen LPV durch zusätzliche finanzielle Anreize und naturschutzfachliche Beratung dazu ermutigt werden, diese Standorte als Aushängeschild auf lokaler Ebene zu entwickeln. Solche Trittsteinsysteme sollten auch in den Lössgefilen etabliert werden, in denen die ökonomischen Rahmenbedingungen flächenhaftere Maßnahme erschweren.

MG8) Erhöhung der Strukturvielfalt in Landschaftsteilen mit hohen Bodenwertzahlen

Die derzeitige Landwirtschaftspraxis ist es, möglichst große, strukturarme Flächen zu schaffen, um Kosten bei der Bewirtschaftung durch eine höhere Effizienz zu senken. Dies steht im Widerspruch zu vielen Naturschutzziele, geht aber auch einher mit Problemen wie Bodenerosion, geringer Wasserretention und Verlusten beim Erholungswert der Landschaft. Die gesamtgesellschaftlichen Folgekosten sind bei dieser

Art von Landwirtschaft bisher nicht mit eingepreist bzw. müssen von der öffentlichen Hand getragen werden. Das belegt schon die Initiierung und Finanzierung dieses Berichts. Die Entwicklung hin zu einer monotonen Kulturlandschaft ist vor allem in Landschaftsteilen mit durchschnittlich hohen Bodenwertzahlen nahezu vollendet. Dass strukturarme Landschaften gerade in Zeiten sich immer stärker abzeichnenden Klimawandels oft wenig Stabilität bieten, zeigt sich an der geringen biologischen Vielfalt, aber zunehmend auch in schwankenden Ernteerträgen. Es ist daher dringend notwendig, Konzepte zu entwickeln, ob, wann und wie man gegensteuert.

Vorschlag: Der Freistaat Sachsen sollte prüfen, ob eine Förderung zur langfristigen Strukturanreicherung (spätestens ab 2025), vor allem auf Ackerflächen über 20 Hektar Schlaggröße aufgelegt werden kann (betrifft beispielsweise große Teile der Lössgefilde). Hier sind Teilungen durch die Anlage gut strukturierter Hecken, durch extensiv gepflegte Säume, dauerhafte und rotierende Blühflächen oder so genannte „Insektenwälle“ Möglichkeiten. Diese Maßnahmen lassen sich gut mit der Anlage von Trittsteinsystemen / Korridoren (MG7) verbinden.

MG9) Förderung insektengerechter Beweidungskonzepte

Der (ganzjährigen) Beweidung mit geringen Besatzdichten (0,2-0,7 Großvieheinheiten) kommt in der Landschaftspflege eine Schlüsselfunktion zu. Auch wenn diese unter Erwerbsaspekten wenig attraktiv scheinen, sind extensive Weidesysteme als Pflegemaßnahme durchaus finanziell mit anderen Maßnahmen wie Mahd konkurrenzfähig. Weiden sollten langfristig angelegt werden und es ist sinnvoll, ehemalige Weidestandorte wieder zu reaktivieren. Aus langjährigen Weideprojekten ist bekannt, dass eine dauerhafte Weidetradition die Artenvielfalt und Biomasse von Insekten in der Landschaft erhöht (Nickel et al. 2016). Erkenntnisse der vergangenen Jahrzehnte belegen die Vorteile von Beweidung mit mehreren Tierarten (Multispeziesbeweidung). Eine Anpassung der Besatzdichte an die regionalen Bedingungen, in Kombination mit einer naturschutzfachlichen Beratung, ist unabdingbar. Können großflächige, zusammenhängende Beweidungsflächen nicht realisiert werden, kann ein System als Koppelweide etabliert werden. So kann einerseits die Erholung der Weideflächen gefördert und andererseits über die Weidetiere ein Biotopverbund hergestellt werden (Vektorfunktion für Insektenlarven und Pflanzensamen). Auch die Wiederöffnung von kleinen Wäldern oder Hainen durch Weidetiere sollte gefördert werden.

Vorschlag: Initiativen zur langfristigen Etablierung von unterschiedlichen Weideprojekten müssen dringend vorangetrieben werden. Diese Bewirtschaftungsform ist ein Schlüssel zur mittel- bis langfristigen Landschaftspflege. Der Freistaat Sachsen könnte mit den nötigen Anreizen (z. B. über Vertragsnaturschutzprogramme) auf diesem Feld eine Vorreiterfunktion einnehmen, denn bundesweit wird das beträchtliche Potential dieser Bewirtschaftungsform nicht einmal ansatzweise ausgeschöpft (es existiert bereits ein vom LfULG gefördertes FuE-Vorhaben, das sich mit Landschaftspflege durch Rinderbeweidung beschäftigt).

3.4 Maßnahmen-Lenkung an Gewässern

MG10) An die Ökologie von Insekten angepasstes Management an Ufern und auf Deichen

Auch Sachsen hat regional ausgedehnte Gewässernetze und das Potential von Ufern und Deichen für Insektenlebensräume und damit als Teil eines Biotopverbundes ist sehr groß. Der Landestalsperrenverwaltung Sachsen (LTV) obliegt die Pflege von wasserbaulichen Schutzanlagen für Gewässer erster Ordnung. Laut eigener Aussage werden die Pflegearbeiten von Ufern, Deichen und anderen wasserwirtschaftlichen Anlagen so schonend und naturverträglich wie möglich durchgeführt (Faltblatt der LTV 2018). Die LTV hat als landeseigener Betrieb bei der Pflege von Insektenlebensräumen an Gewässern eine zentrale Rolle und Vorbildfunktion für andere Akteure. Konzepte für die Anlage artenreich begrünter Deiche (gebietseigenes Saatgut bzw. selbstbegründend) und für die Pflege mit Hilfe von partieller Mahd und extensiver

Beweidung, sollten initiiert bzw. weiterentwickelt werden. Bereits bestehende und naturschutzfachlich bewährte Ansätze zur insektenschonenden Ufer- und Deichpflege sollten aufgegriffen, wenn nötig optimiert und an allen im Geltungsbereich der Behörde liegenden Gewässern in Sachsen konsequent umgesetzt werden. Eine solche Umstellung kann vermutlich mit geringen Mehrkosten durchgeführt werden, denn es geht letztlich um eine im Vergleich zur bisherigen Praxis nur leicht veränderte, regional angepasste und auch reduzierte Bewirtschaftung.

Vorschlag: Nicht alle Flächen müssen jährlich gepflegt werden und es ist im Einzelfall zu prüfen, wo die Intervalle zwischen Maßnahmen vergrößert werden können. Günstig sind Regime, bei denen längere Abschnitte in den Randbereichen eines Gewässerkörpers nicht in einem Arbeitsgang komplett gemulcht, sondern stattdessen abschnittsweise im jährlichen Wechsel gemäht oder beweidet werden. Die Mahd ist, wenn irgend möglich, mit Balkenmähern durchzuführen und Mahdgut sollte erst nach einigen Tagen zusammengeräumt und abtransportiert werden, um den Tieren die Möglichkeit zu geben in den ungemähten Bereich zu wechseln. Immer sollten einige Randstrukturen ausgespart werden, ideal ist die aufwändigere Staffelmahd (s. MG5). Beweidung kann auch abschnittsweise erfolgen, um einen Wechsel der Tiere zu ermöglichen. Ebenso sollten verstärkt größer zusammenhängende Renaturierungsprojekte vorangetrieben werden (Beispiele hierfür sind das Revitalisierungsprojekt an der Oberen Mulde in Sachsen-Anhalt oder die Redynamisierung der Spree zwischen Malschwitz und Bärwalde in der Oberlausitz). Im Zuge dessen können Projekte zu ganzjährigen Standweiden mit Rindern an Gewässern initiiert werden. Es gilt als erwiesen, dass durch eine gewässernahe Viehhaltung der Fischreichtum in Abschnitten und bei Haltung mit geringen Besatzdichten (max. 0,5 Großvieheinheiten pro ha und Jahr) die Gewässerqualität nicht beeinträchtigt wird. Punktuell entstehende Bodenverletzungen können als Bereicherung der Biotopstruktur angesehen werden, die vielen Tier- und Pflanzenarten die Existenzbedingungen sichern (Bunzel-Drüke et al. 2008).

MG11) Insektengerechte Entwicklung von stehenden Gewässern

Das gängige Paradigma in den vergangenen Jahrhunderten war, das Wasser abzuleiten (z. B. durch Fluss- und Bachbegradigung oder Drainage von landwirtschaftlichen Flächen), um es möglichst schnell aus den Wirtschaftsflächen zu bekommen. Diese Entwässerungswasserwirtschaft muss unter den Vorzeichen des Klimawandels und der überdurchschnittlichen Trockenheit der vergangenen Jahre korrigiert werden. Es wird in Zukunft unabdingbar sein, das Wasser länger in der Fläche zu halten und zusätzliche Retentionsräume für Hochwässer zu etablieren. Davon würden sehr viele Insektenarten profitieren, die in einem bestimmten Stadium ihres Lebenszyklus auf aquatische Lebensräume angewiesen sind, wie z. B. bestimmte Schwebfliegenarten im Larvalstadium.

Vorschlag: Wiedervernässung von Mulden und Senken durch systematische Stilllegung bzw. Rückbau von Drainagen auf Teilen der landwirtschaftlich genutzten Fläche, z. B. im Feuchtgrünland. Außerdem sollten Programme zur Renaturierung ehemaliger Moorflächen finanziell erheblich ausgebaut werden. Das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Frohppommern hat hierzu eine Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes vorgelegt (LMM-V 2017). Darin finden sich zahlreiche Möglichkeiten zu torfzehrungsmindernden bzw. torferhaltenden Nutzungsoptionen (u.a. mit Wasserbüffeln oder Schwarz-Erle im Nieder- oder Hochwaldbetrieb), aber auch Hinweise zu agrarpolitischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, sowie Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten. In Sachsen lassen sich beispielsweise viele Moore im Bergland renaturieren und langfristig Tieflandmoore in Tagebaufolgelandschaft anlegen, die mit Torfbodenübertragung „angeimpft“ werden (s. Bsp. Tagebau Nochten, nördl. Oberlausitz). Niedermoore können durch allmähliches Auflanden von Flachwasserstellen entstehen, hier können aufkommende Erlenbruchwälder einen wertvollen Lebensraum für Insekten und andere Tiere bieten. In Sachsen werden ca. 14.500 ha „moortypische Biotope“ als Acker- und Grünland

bewirtschaftet (Keßler et al. 2011), es besteht dementsprechend ein beträchtliches Potential, auch hinsichtlich des Klimaschutzes.

MG12) Wiedervernässung und Offenhaltung von Kleinsteinbrüchen sowie von Kies- und Lehmgruben

Obgleich aufgegebene Steinbrüche und Kiesgruben nur einen geringen Anteil an der Gesamtfläche Sachsen haben, bergen sie doch ein großes Potential für den Biotopverbund. Hier ziehen initiale Maßnahmen wenig Pflegeaufwand (und Folgekosten) nach sich. Die Wiedervernässung der Grubenbereiche lässt einen kleinräumigen, mikroklimatisch steilen Gradienten zwischen Uferbereich und trockenen, südexponierten Hangbereichen oder Felswänden entstehen. Durch gelegentliche Pflege (Gehölzschnitt) können die angrenzenden Bereiche offengehalten werden, um so kleinräumig verschiedene Lebensräume für Insekten anzubieten.

Vorschlag: Förderung von Kommunen zur initialen Wiedervernässung von Kleinsteinbrüchen und Kiesgruben. Gezielte Lenkung von Kompensationsmaßnahmen in diesen Bereich.

MG13) Extensive Graben- und Böschungspflege

Die Graben- und Böschungspflege orientiert sich häufig an den Bedürfnissen einer optimalen Vorflut, und muss dann grundsätzlich überdacht werden. Auch hier ist zu prüfen, mit welcher Frequenz Maßnahmen unter wasserwirtschaftlichen Aspekten nötig sind. Wie bei anderen Habitaten ist dann eine abschnittsweise Pflege günstig; allerdings wird diese wegen des nötigen technischen Aufwandes nicht immer möglich sein.

Vorschlag: Jeweils nach 100 Metern Beräumung einige (10-20) Meter unberäumt lassen, damit Insekten einen Rückzugsraum haben und die Gelege in diesem Abschnitt ungestört bleiben. Dies kann auch zur Wasserretention beitragen. Bei der nächsten Beräumung andere räumliche Intervalle setzen. Abschnittsweise Räumung gelegentlich im Hochsommer durchführen. Die Beräumung im Sommer hat den Vorteil, dass Insektengelege noch in derselben Vegetationsperiode zur Überwinterung auf wieder austreibende Pflanzen abgelegt werden können. Vielversprechend sind erste Erfahrungen aus Schleswig-Holstein und Dänemark, bei der in ausreichend breiten und typischerweise begradigten Gewässern nur eine Stromstrichmahd „pendelnd“ zwischen den beiden Ufern durchgeführt wird, um so eine mäander-ähnliche Struktur der Makrophyten-Vegetation zu erzeugen. Sollte sich dieser Ansatz bewähren, kann er auch einen sinnvollen Baustein in Sachsen darstellen (s. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/fluesse_baeche/gewaesserunterhaltung.html). Langjährige Erfahrungen mit beweideten Auen zeigen, dass sich Ganzjahresweiden hervorragend mit dem dynamischen Geschehen in Flussauen verbinden lassen (Bunzel-Drüke et al. 2008). Vorteile sind die erhöhte Biotopverbundwirkung durch Weidetiere als Vektoren bei gleichzeitiger Einkommenserzielung in Auen als landwirtschaftliche Nutzfläche. Entwicklungspläne zur Pflege von Uferröhrichtern sollten beim Weidemanagement berücksichtigt werden.

MG14) Extensive Pflege von Gewässerrandstreifen, Eintragsreduktion an Gewässern

Das sächsische Wassergesetz (SächsWG) legt in § 24 einen Gewässerrandstreifen von 10 Metern (innerhalb von Ortschaften 5 Meter) fest, die „vom Eigentümer oder Besitzer standortgerecht im Hinblick auf ihre Funktionen bewirtschaftet oder gepflegt werden sollen“. In einer Breite von 5 Metern ist u.a. die Anwendung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln verboten. Mit Blick auf neuere Erkenntnisse über den Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln aus der umgebenden Landschaft und zur Schaffung strukturreicher Insektenlebensräume empfiehlt es sich in diesem Bereich die Regelungen auszuweiten. Unter anderem sollte ein generelles Verbot von Pflanzenschutz- und Düngemitteln außerhalb der Ortschaften

auf einen mindestens 10 Meter breiten Streifen um jegliche Gewässer I. und II. Ordnung in Betracht gezogen werden. Optimal ist bei Fließgewässern eine gleichzeitige umfassende Renaturierung an geeigneten Stellen außerhalb des Siedlungsbereichs. Dies lässt sich gut mit Maßnahmen kombinieren, wie sie z. B. die europäische Wasserrahmenrichtlinie fordert.

Vorschlag: In einem mindestens zehn Meter breiten Streifen, ausgehend vom Uferrand (definiert im SächsWG), die Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verbieten. Zusätzlich sollten auf den inneren fünf Metern keine ackerbauliche Nutzung stattfinden. Durch Pflegemaßnahmen kann vor allem auf der Südseite von Fließgewässern ein Wechsel aus beschatteten und unbeschatteten Bereichen erzeugt werden (wenn nötig, „Vertunnelung“ von Gewässern reduzieren).

MG15) Grünflächen an Hangkanten entlang eingeschnittener Flusstäler

Entlang von eingeschnittenen Flusstälern wird oft bis zur Hangkante Landwirtschaft betrieben. Hier empfiehlt es sich, schon allein um Rutschungen nach Starkniederschlägen vorzubeugen, entlang dieser Strukturen weniger intensiv zu wirtschaften. Dies würde auch die Funktion von Fließgewässern als Verbindungskorridore stärken.

Vorschlag: Förderung von mehrjährigen selbstbegrünenden Brachen oder sogar Grünländern (bevorzugt Spontanentwicklung, also keine Einsaat) in einem Bereich von mindestens 9 Metern (in die landwirtschaftlich genutzte Fläche hinein) entlang von Hangkanten eingeschnittener Flusstäler, wie es z. B. auf Flächen des Spree-Redynamisierungsprojekts zwischen Malschwitz und Bärwalde in der Oberlausitz realisiert wurde (dies ist also eine zusätzliche Maßnahme über den Schutz von Gewässerrandstreifen hinaus).

MG16) Fließgewässer- und Auenrenaturierung

Dieses Thema ist von großer Bedeutung für die Neuschaffung und Aufwertung von Insektenlebensräumen. Renaturierte Fließgewässer erzeugen in ihrer unmittelbaren und mittelbaren Umgebung ein kleinräumiges Mosaik verschiedenster Lebensräume und tragen durch ihre Dynamik enorm zur Steigerung der Biodiversität bei. Bisher verfehlt Deutschland bei bis zu 90 % der Fließgewässer die Umweltziele im Rahmen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Dabei ist Fließgewässerrenaturierung auch ein wichtiges Element, um z. B. den Landschaftswasserhaushalt robuster und resilienter gegen Wasserextreme zu gestalten (Dämpfung von Hochwasserspitzen bei kleineren Ereignissen und verzögerte Auswirkung von Trockenheit durch Erhöhung der Wasserspeicherkapazität der Landschaft). Im Auenzustandsbericht (2021) heißt es entsprechend, dass trotz einiger Erfolge das Potential zur Wiederanbindung von Auenflächen erst zu einem kleinen Teil ausgeschöpft ist. Etwa 50 % der existierenden Auen, sind in ihrem Zustand stark bis sehr stark verändert und nur knapp 10 % gelten als weitgehend ökologisch funktionsfähig.

Vorschlag: Stärkere Ausrichtung der sächsischen Wasserwirtschaft auf das Kernziel der nachhaltigen Gewässerrenaturierung. Beispiele sind die Renaturierung der Oberen Mulde in Sachsen-Anhalt im Grenzgebiet zu Sachsen und die Redynamisierung der Spree zwischen Malschwitz und Bärwalde in der Oberlausitz. Auch renaturierte Teilabschnitte der Schwarzen Elster können als Vorbild dienen. Diese Maßnahmen sind initial kostspielig, bieten aber die Chance, Verbundsysteme zu schaffen. Auch hier zeigt sich der Bedarf, über Lebensraumtypen hinaus zu denken, denn in der Regel muss nicht nur die Struktur des Wasserkörperabschnitts geändert werden, sondern auch die angrenzenden Habitate sind in die Planung mit einzubeziehen. Vor allem bei der Auenrenaturierung muss die ganzjährige Beweidung mit geringem Weidedruck in den Blick genommen werden (hierzu wird gerade ein Projekt an einem Teilabschnitt der Weißen Elster in Thüringen realisiert), denn sie kann den Zielen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie dienen (Krawczynski & Wagner 2011). Langjährige Erfahrungen mit beweideten Auen zeigen, dass sich

Ganzjahresweiden hervorragend mit dem dynamischen Geschehen in Flussauen verbinden lassen (Bunzel-Drücke et al. 2008). Vorteile sind die erhöhte Biotopverbundwirkung durch Weidetiere als Vektoren bei gleichzeitiger Einkommenserzielung in Auen als landwirtschaftliche Nutzfläche. Entwicklungspläne zur Pflege von Uferröhrichten sollten beim Weidemanagement berücksichtigt werden.

3.5 Maßnahmen-Lenkung an weiteren Sonderstandorten im Offenland

MG17) PSM-Reduktion im Obstbau

Da im konventionellen Obstbau Pflanzenschutzmittel höchst intensiv genutzt werden, stellt sich grundsätzlich die Frage, ob man hier mit Maßnahmen wie Blühflächen in den Fahrstreifen oder der Anreicherung von Strukturelementen in der Umgebung der Plantagen überhaupt die Lebensbedingungen für Insekten verbessern kann. Daher sollte der PSM-Einsatz stark reduziert bzw. alternative Bewirtschaftungssysteme umgesetzt werden.

Vorschlag: Ausschließliche Förderung von Obstbetrieben, die Maßnahmen zur Erhöhung des Blütenangebots und der Vegetationsstrukturen in Kombination mit einem stark verminderten Pflanzenschutzmitteleinsatz durchführen, denn das erhöht nachweislich die Insektendiversität, v.a. auch die Prädatorenviehfalt und -dichte und damit das Potential biologischer Schädlingsbekämpfung (Happe et al. 2019; Samnegård et al. 2019). Gerade im Obstbau mit seiner hohen Anzahl an Pflanzenschutzmittelanwendungen ist die ökologische Landwirtschaft ein besonders interessanter Partner unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung von Lebensräumen für Insekten.

MG18) Erhalt von kleinräumigen Weinbergparzellen

Weinberge sind durch ihre weitestgehend südexponierte Lage und ihre oft kleinräumige Gestaltung durch Terrassierung ein besonders wertvoller Lebensraum für Insekten. Obwohl im Freistaat Sachsen nur ein sehr geringer Teil der Landesfläche dem Weinbau vorbehalten ist (Oberes Elbtal), grenzt dieser doch oft an wertvolle Biotope an. Anders als in süddeutschen Weinanbaugebieten gab es im Oberen Elbtal keine großflächigen Flurbereinigungen. Dadurch entstand ein vielfältiges Mosaik unterschiedlich bewirtschafteter sowie kurz- und langfristig brachliegender Rebflächen (Zöphel & Mahn 2000), das allerdings mit zunehmender Professionalisierung der Betriebe gefährdet werden könnte.

Vorschlag: Vom Staat finanzierte naturschutzfachliche Beratung für Winzer mit dem Ziel einer Erhaltung der vielfältigen und kleinteiligen Bewirtschaftungsstruktur durch spezielle Förderanreize. Die Kleinparzellierung und die Möglichkeit, unterschiedlich alte Brachen wieder in Nutzung zu nehmen, ermöglicht einen ständigen Neubeginn kleinräumiger Sukzession und ist die sinnvollste Biotoppflege in diesem Biotoptyp (Zöphel & Mahn 2000). Diese Wiedernutzung sollte mit Verzicht auf bzw. zumindest stark reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz betrieben werden. Auch Flächen, die über einen längeren Zeitraum brachliegen, sollten dann wieder aufgegeben werden dürfen (ausgenommen wertvolle Sekundärwälder und Trockengebüsche mit geringer Vegetationsdynamik). Intensivweingebiet in Plateaulagen sollte extensiviert werden.

MG19) Rohbodenprogramm umsetzen

Viele ehemals vegetationsfreie Hangflächen bzw. Abbruchkanten sind - mitunter auch durch Naturschutzmaßnahmen - verbracht und bieten wärmeliebenden Insekten (z. B. vielen Wildbienen- und Wespenarten) nicht mehr die nötigen Strukturen, die sie für die erfolgreiche Reproduktion benötigen. Hier besteht großes Potential für die Schaffung von Habitaten bei gleichzeitigem Fehlen anderer Nutzungsinteressen.

Vorschlag: Sonderförderung für die Anlage von Abbruchkanten an Lösshängen in südexponierter Lage für interessierte Landwirte und Privatgrundbesitzer. Die naturschutzfachliche Beratung vor Ort und notwendige Aushubarbeiten werden vom Freistaat Sachsen finanziert. Sachsen hatte im Rahmen der Richtlinie „Natürliches Erbe/NE“ die Möglichkeit geschaffen, als Sondermaßnahme Plaggeflächen anzulegen. Dies sollte in Standardprozedere überführt werden, um so regelmäßige neue Teilflächen zu plaggen. Dabei geht es in der Regel nicht um große Gesamtflächen.

MG20) Trassen im Offenland gestalten

Leitungstrassen können als Verbindungskorridore genutzt werden und, da sie verschiedene Lebensraumtypen durchschneiden, diese auch miteinander verzahnen. Daher werden Trassen hier sowohl im Kontext des Offenlandes als auch im Bereich Wald behandelt. Geeignete Pflegemaßnahmen können zu einer Erhöhung der biologischen Vielfalt führen (Rausch et al. 2019). Da im Zuge der avisierten Energiewende ein Ausbau von insbesondere Stromtrassen zu erwarten ist, gewinnt der Bereich an Bedeutung.

Vorschlag: Vielfältige Pflegemaßnahmen auf den Flächen unter Leitungstrassen fördern, um ein kleinräumiges Strukturmosaik zu erzeugen (organisiert durch die Trägerschaft der Trassen). Dazu zählen beispielsweise die partielle Mahd mit Beräumung des Schnittguts zwecks Aushagerung oder Anlage einer Benjes-Hecke, Schaffung von Heidestandorten durch Erzeugung von Rohböden, oder die Anlage von Kleingewässern. Auch die Einrichtung beweideter Teilbereiche ist empfehlenswert. Es kann zusätzlich liegendes Totholzelement angereichert werden und im Bereich des Waldrands ist die Etablierung ausgeprägter Säume sinnvoll (von mindestens 10 m Breite). Je kleinteiliger die jeweiligen Abschnitte angelegt werden, desto artenreicher kann sich die Insektengemeinschaft entwickeln. Ein vollständiger Pflanzenschutzmittelverzicht in diesen Bereichen ist obligatorisch.

3.6 Maßnahmen-Lenkung in Wald und Forstbiotopen

Auch im Wald konnte ein Insektenrückgang festgestellt werden, der allerdings schwächer ausfällt als im Offenland. Da PSM-Einsatz im Wald nur eine geringfügige Rolle spielt, zielen die hier vorgeschlagenen Maßnahmen vor allem darauf ab, die kleinräumige Strukturvielfalt wieder zu erhöhen. Ein gutes Beispiel für die Förderung nachfolgender Maßnahmen ist das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm Wald (VNP Wald), das mit finanziellen Zuwendungen freiwillige Leistungen privater oder körperschaftlicher Waldbesitzer honoriert. Darunter fallen auch Maßnahmen zum Erhalt von Nieder- und Mittelwaldstandorten (Güthler et al. 2018). Vielversprechend ist auch hier, über Lebensraumtypen hinweg zu denken. So können wie geschildert Maßnahmen im Ackerbau (z. B. Blühflächen) mit solchen im Waldbau (Altholzinseln, Niederwald, s.u.) kombiniert werden und noch wenig erprobt ist die Kombination von extensiver Weidewirtschaft mit Waldweide. Für diese gibt es z. B. in Nordthüringen Beispiele. Aber auch innerhalb des Waldes können Maßnahmen gezielt kombiniert werden, wie beispielsweise die Entwicklung von Altholzinseln (s.u.) in der Umgebung wertvoller Kleinstrukturen (z. B. Vermoorungen, s.u.).

MG21) Transformationsprozesse in Fichten- und Kiefernforsten

Teile großflächiger Kiefernforste können allmählich in Mischwälder mit Anteilen von Eiche, Winterlinde und (wenn möglich) Buche umgewandelt werden (Hampicke 2018). Die klimatische Entwicklung der Jahre 2018 bis 2020 eröffnet in Bezug auf viele Fichtenforste in Sachsen - so schmerzhaft die wirtschaftlichen Einbußen auch sein mögen - gewisse Perspektiven für eine auf Insektenlebensräume abgestimmte Waldumstrukturierung. Bei Fichten- und Kiefernmonokulturen können Windwurf- und Dürreereignisse im Sinne einer Walddiversifizierung genutzt werden. Bei einer größeren Störfläche könnten mindestens einige Hek-

tar spontane Sukzession zugelassen werden (evtl. auch kleinräumig verteilt). Das gilt vor allem für unproduktive bzw. schwer zu bewirtschaftende Standorte (z. B. reine Sandstandorte, stark hängige Bereiche), bei denen es nicht von großem wirtschaftlichem Nachteil ist, sie weniger intensiv zu bewirtschaften.

Vorschlag: Waldbesitzern mit größeren Flächen könnte man die Möglichkeit geben, einen gewissen Anteil ihrer Flächen auszuwählen, auf denen eine maximale Holzproduktion nicht mehr einziges oder primäres Ziel ist. Im Gegenzug würden sie eine flächenabhängige Förderung (Flächenprämie) erhalten, die für jeden Hektar Wald gilt, auf dem mindestens drei verschiedene standortheimische Baumarten vorkommen (ohne die absolute Dominanz einer Baumart). Überlässt man den Waldbesitzern die Auswahl, werden diese meist unproduktive und schwer zu bewirtschaftende Standorte wählen, die aber aus naturschutzfachlicher Sicht das größte Potential besitzen. Auch Standorte entlang von Gewässern könnten attraktiv sein, in denen damit das Problem der Versauerung durch Nadeleintrag reduziert würde. Die Entwicklung hin zu solchen Flächen und die Weiterentwicklung bereits bestehender Flächen könnte wie in bestehenden Programmen über eine initiale Förderung gesteuert werden.

MG22) Mehr Altholzinseln schaffen und Anteil der Habitatbäume erhöhen

Altholzinseln dienen als Trittsteinbiotope zwischen größeren Waldschutzgebieten. Auch einzelne ältere Bäume können in einer Landschaft große naturschutzfachliche und ökologische Bedeutung haben. Da hier baumweise vorgegangen wird, ist der Aufwand bei Auszeichnung und Kontrolle vergleichsweise hoch, entsprechend wurde die Biotopbaumförderung in Sachsen aufgegeben. Andererseits ist der Erhaltungszustand auch in sächsischen FFH-Gebieten bei Alt- und Totholzbesiedlern nicht durchgehend ideal; alternative Maßnahmen wie der künstliche Aufbau von stehenden Totholzkörpern sind noch aufwändiger. Entsprechend setzen viele Länder, jüngst Schleswig-Holstein (Biodiversitätsstrategie „Kurs Natur 2030, Kiel 2021) auf Totholzprogramme und Habitatbäume.

Vorschlag: Diese Trittsteinbiotope können zentral geplant und dann über Einzelförderung regional umgesetzt bzw. etabliert werden. Auch Habitatbäume können einen Beitrag zum Insektenschutz leisten, dies betrifft Altholz, aber auch Bäume mit geringer Vitalität oder mit minderwertiger Holzqualität (beispielsweise wegen Wuchsform oder größeren Stammhöhlen) als potenzielle Habitatbäume. Gleiches gilt für teilvermulmte Bäume, die Mulmhöhlen als wichtigen Lebensraum bereitstellen. Idealerweise sollten beim Einschlag Habitatbäume ausgespart werden. Sollten diese die Freistellung beim Holzeinschlag nicht überleben, sind sie als stehendes Totholz erhaltenswert. Die angemessene Anzahl der Habitatbäume ist stark abhängig vom Standort: in Fichtenforsten sind zwei Habitatbäume pro Hektar wenig, in Eichenwäldern können diese bereits einen beträchtlichen Teil der Fläche einnehmen. Daher sollte diese Maßnahme auf regionaler Ebene angepasst durchgeführt werden. In Sachsen existiert hier aus den o.g. Gründen kein Förderprogramm, aber unabhängig von einer Förderung sollte der Landesforst beispielgebend sein (so geschieht dies auch in anderen Bundesländern wie schon dem erwähnten Schleswig-Holstein). Entsprechende Maßnahmen im Privatforst können dann durch Beratung gefördert werden, sofern gute Erfahrungen gemacht wurden. Ob darüber hinaus wieder ein gezieltes Vertragsnaturschutzprogramm aufgelegt werden sollte, um Verluste bei der Ernte zu kompensieren, kann nur im Vergleich mit anderen Bundesländern (z. B. Gühler et al. 2018) geprüft werden.

MG23) Mehr Zerfallsphase zulassen

In Einarbeständen und entsprechend auch in Monokulturen kann die Akkumulation von Totholz wegen des massenhaften Befalls von einzelnen Schadinsektenarten problematisch sein, doch ist eine langfristige, signifikante Anreicherung von liegendem und stehendem Totholz in Wäldern eine wesentliche Voraussetzung für verbesserten Insektenschutz im Wald. Davon profitieren nicht nur verschiedene Arthropoden-, sondern beispielsweise auch viele Waldvogelarten.

Vorschlag: Totholzmenge zuerst vor allem in Misch- und Laubwäldern in weiten Teilen der Forst- und Waldfläche Sachsens erhöhen. Der Landesdurchschnitt von Totholzanteil aller Zersetzungsgrade liegt laut Bundeswaldinventur (2012) bei 11,4 m³/ha, der ökologischer Schwellenwert für Totholzbewohner ist aber abhängig vom Waldtyp bei mindestens 20 (Fichten-Kiefern-Forst) bis 35 (Mischwälder) m³/ha anzusetzen (Kraus & Krumm 2013). In vorwiegend unter Naturschutzaspekten bewirtschafteten Wäldern sollte ein Wert von mindestens 100 m³/ha angestrebt werden.

MG24) Waldmoore und Feuchtwälder revitalisieren

Wälder sind natürlicherweise oft Mosaike verschiedener Kleinhabitats und auch in den vielen sächsischen Forsten gibt es Sonderstrukturen, die maßgeblich die Vielfalt im Wald erhöhen. Beispiele sind Kleinvermoorungen im Bereich der Heide- und Teichlandschaft oder Blockwald, aber auch anthropogene Strukturen wie Rückegassen oder offene Lagerplätze. Die Wiedervernässung im Wald sollte in Anbetracht zukünftiger Auswirkungen von Klimaveränderungen stärker im Fokus stehen. Im Waldgesetz des Freistaates Sachsen §18 (1) 8 heißt es dazu: „Zur pfleglichen Bewirtschaftung des Waldes gehört insbesondere bei der Bewirtschaftung des Waldes auf flächenhaft wirkende entwässernde Einrichtungen, soweit möglich und wirtschaftlich vertretbar, zu verzichten und vorhandene Einrichtungen nicht weiter zu unterhalten oder zurückzubauen“.

Vorschlag: In einzelnen Regionen wie dem Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft I (BR OHT) liegen gute, flächenhafte Daten zu Feuchthabitats im Wald vor. Im Bereich des Landesforstes kann und sollte mit geringem finanziellen Aufwand eine Wiedervernässung und eine gelegentliche Freistellung dieser Habitats erfolgen. Gerade im Bereich von Pflege- und Entwicklungszonen (BR OHT) sollte das Land als Eigentümer aktiv werden. Ein gelungenes Beispiel für die Kooperation verschiedener staatlichen Stellen bietet die Renaturierung des Federbruchs im Rheinhardswald (Schmidt et al. 2020). Ähnlich wie bei MG22 könnte von solchen Projekten eine Beispielwirkung ausgehen.

MG25) Waldinnenränder schaffen

Sehr viele Insektenarten, die in ihrem Lebenszyklus vollständig oder teilweise auf den Lebensraum Wald angewiesen sind, benötigen offene Strukturen (beispielsweise wegen eines ausreichenden Blütenangebots). Daher ist ein gewisser Anteil an kleinräumigen Auflichtungen (Blößen) erstrebenswert. Diese entstehen im Zuge der normalen Bewirtschaftung (Waldwege, Rückegassen, Lagerplätze), aber auch als größere Flächen durch Einschlag oder Schadereignisse. Aus Gründen des Naturschutzes sind großflächigere Kahlschläge heute unerwünscht, doch hat dies zu einem massiven Rückgang offener Flächen geführt. Hinzu kommt, dass sowohl Anteile von reifen Beständen als auch Holzvorräte in sächsischen Wäldern auf einem historischen Hoch sind. Dies schafft das Potential, wieder stärker kleinräumig offenere Situationen zu fördern. Die Einrichtung von kleineren, doch zahlreichen, offenen und strukturreichen Flächen ist ein wichtiges Element, um für zahlreiche Insektenarten des Offenlandes und des Waldes wertvolle Lebensräume zu schaffen. Dieses Instrument sollte durchaus nicht nur auf besonderen Standorten genutzt werden, denn auch auf Normalstandorten entwickeln sich auf Einschlagsflächen zumindest vorübergehend wertvolle Lebensräume für Insekten.

Vorschlag: Waldaußen- und Waldinnenränder an Wegen und andere lineare Strukturen, wenn möglich bei Eingriffen, noch großzügiger freistellen (intakte Waldsäume sind auf etwa 30 Metern Breite bis hin zur Baumschicht aufgebaut und sollten in der Waldbewirtschaftung einen hohen Stellenwert einnehmen; Gockel 2006): Die Entwicklung von differenzierten Mänteln (mosaikartig durchmischte Krautsäume, Strauchgürtel und Nichtwirtschaftswalddemente) sollte dementsprechend waldbaulich begünstigt oder zumindest nicht aktiv verhindert werden. Solche linearen Strukturen sind für viele, gerade kleinere Insektenarten hinreichender Lebensraum, dienen aber auch dem Biotopverbund. Gleichzeitig können entlang solcher Strukturen besonders vitale Einzelbäume zu Habitatbäumen entwickelt werden (siehe MG22). Die meist überbestockten Außen- und Innenränder unserer Wälder stellen ein enormes Mobilisierungspotential als Einnahmequelle und gemäß dem Bundeswaldgesetz für die Steigerung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion dar (Gockel 2006). Zusätzlich empfiehlt sich die verstärkte Anlage (Einschlag) kleinräumiger Lichtungen im Wald (sogenannte Lochhiebe jeweils mindestens ab 0,5 Hektar, auch um Lichtbaumarten zu fördern; ML & MU 2018). Bei einer angenommenen „Lebensdauer“ von fünf bis zehn Jahren, in denen eine solche Lichtung bestehen bleibt, und einer Umtriebszeit von 80 bis 150 Jahren könnte über eine gestaffelte Ernte so leicht ein Anteil von bis zu 10% der Waldfläche relativ offengehalten werden. Dies gilt nur, wenn keine großflächigen Alterklassenwaldbestände angelegt worden sind, oder wenn Extremereignisse den großflächigen Einschlag in einer Region nötig machen. Kleinere Schlagflächen gelten nicht als Kahlhiebe und können so ohne gesetzliche Beschränkungen geschaffen werden (Waldgesetz §19 (1) „Kahlhiebe sind flächenhafte Nutzungen ab einer Größe von 1,5 Hektar Fläche.“). Die Maßnahmen könnten über die Einbindung von Waldbesitzern und entsprechende finanzielle Anreize (VNP) geschehen, aber auch die staatlichen und kommunalen Forste sollten ihre Wirtschaftsweise dahingehend anpassen.

MG26) Wiedereinführung von Nieder- und Mittelwaldwirtschaft an Trassen

Die einst weit verbreitete Waldnutzungsformen der Nieder- und Mittelwaldwirtschaft (Stockausschlagswald) sind heutzutage allenfalls in Relikten vorhanden. Sie waren wichtige Elemente für die Strukturvielfalt im Wald und begünstigten damit auch die Ausbildung reichhaltiger Insektengemeinschaften. Allerdings sind unter ökonomischen Aspekten Nieder- oder Mittelwäldern unattraktiv für erwerbsorientierte Forstwirtschaft, so dass alternative Ansätze gesucht werden müssen.

Vorschlag: Die Wiedereinführung der Niederwaldwirtschaft entlang von Trassenabschnitten von Hochspannungsleitungen (auf Standorten mit mittleren und guten Böden) ist eine Möglichkeit diese historische Waldnutzungsform als strukturbereicherndes Element zu fördern. Hierbei werden heimische Baumarten wie Eiche, Hainbuche oder Linde bei der Holzernte auf den Stock gesetzt. Die Ernte kann parzellenweise und zeitlich versetzt erfolgen. Eine gute Möglichkeit zur Wiedereinführung der Mittelwaldwirtschaft bietet sich entlang von Fahrbahntrassen in Waldgebieten. Zuständig sind hier die Betreiber der Trassen, die die regelmäßige Pflege sicherstellen müssen. Hier ist wegen Verkehrssicherungspflichten ohnehin eine kontinuierliche Pflege notwendig. Das Modell- und Demonstrationsprojekt „Mittelwaldähnliche Waldrandgestaltung und -nutzung zur Förderung der Nutzholzarten Stiel-Eiche, Trauben-Eiche und Hainbuche sowie seltener Edellaub- und Nadelgehölze wie Elsbeere, Wacholder oder Eibe“ im Kreis Höxter (Niedersachsen) kann hier Orientierungshilfe bieten (<http://www.waldrandgestaltung.de/>).

MG27) Waldweiden etablieren und halboffene Weidelandschaften fördern

Wie oben für das Grünland dargestellt, kann großflächige Beweidung mit geringem Weidetierbesatz einen großen Beitrag zum Erhalt und Wiederherstellung kleinräumig strukturierter Insektenlebensräume leisten. Sie gilt mittlerweile bei etlichen Entomologen als präferierte Nutzungsform, auch lassen sich mit ihr beispiels-

weise seltene Vogel- und bedrohte Amphibienarten fördern. Dieser Ansatz zielt weniger auf das Management von Einzelflächen ab, sondern wird als Instrument zur Landschaftsgestaltung angesehen. Einen hervorragenden Überblick über die vielfältigen positiven Auswirkungen von Beweidung bieten Bunzel-Drüke et al. (2008) bzw. Bunzel-Drüke et al. (2019). Das Idealbild ist dabei ein Mosaik von Flächen verschiedener Sukzessionsstadien von Offenland über Gebüsch bis hin zu Wald, so dass im Sinne von integrierten Konzepten, die über Lebensräume hinauswirken, auch die Waldwirtschaft berücksichtigt werden sollte.

Vorschlag: Über Förderprogramme geeignete Waldweidestandorte etablieren (jeweils mit mindestens 40 Hektar Fläche, für Sachsen wären insgesamt mindestens zehn Pilotprojekte zu fordern), immer in Kombination mit angrenzenden, halboffenen Weidelandschaften. In Landschaftsschutzgebieten und im Biosphärenreservat lassen sich solche Projekte mit einer Tourismusförderung verbinden. Hierbei sind natürlich auch im Waldbereich verschiedene, u. a. auch tierhygienische Aspekte zu bedenken, allerdings steht das Waldgesetz des Freistaates Sachsen einer Beweidung nicht zwingend im Weg. Die entsprechende Stelle in §18 (3) lautet: „Nebennutzungen wie Grasnutzung, Waldweide, Waldfeldbau, Harznutzung dürfen nur so ausgeübt werden, dass die Funktionen, die Leistungsfähigkeit und die pflegliche Bewirtschaftung des Waldes nicht beeinträchtigt werden. Sie bedürfen der Erlaubnis des Waldbesitzers ...“. Dieser Absatz kann von allen Akteuren zugunsten der Waldbeweidung ausgelegt werden. Es hängt maßgeblich von der Intensität der Waldnutzung mit Weidetieren ab, ob eine schleichende Umwandlung in Weideland eingeleitet wird. Insofern ist es entscheidend, die Besatzdichte so gering zu halten, dass keine Umwandlung stattfindet und nur eine Waldnebennutzung vorliegt. Eine gesetzliche Anpassung ist daher nicht zwingend erforderlich, um Waldweideprojekte zu ermöglichen. Es dürfte sogar noch nicht einmal eine forstrechtliche Genehmigung notwendig sein, solange das Gebot der Pflughaltung der Waldwirtschaft nicht missachtet wird. Dennoch ist es ratsam die zuständigen Forstbehörden bei solchen Projekten mit einzubeziehen. Die erwähnten Pilotprojekte würden die Grundlage bieten, um im zweiten Schritt dann Förderkonzepte zu entwickeln, die einen noch größeren Einsatz möglich machen. Auch hier soll betont werden, dass eine lebensraum-übergreifende Beratung und Begleitung Voraussetzung für derartige Ansätze ist.

3.7 Maßnahmen-Lenkung im Siedlungsbereich

Zur Maßnahmen-Lenkung im Siedlungsbereich wird an dieser Stelle nur ein Kurzüberblick gegeben. Naturschutz ist auch in der Stadt ein wichtiges Thema, nicht zuletzt, um die Gesellschaft für den Rückgang der Insekten zu sensibilisieren. Allerdings bietet der intensiv genutzte urbane Raum im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Flächen und Waldgebieten ein relativ geringes Flächenpotential. Untersuchungen aus Süddeutschland zeigen jedoch, dass ein hoher Urbanisierungsgrad negativ auf die Insektendiversität wirkt (Uhler et al. 2021). Dies legt auch für sächsische Stadtregionen einen Handlungsbedarf nahe. Im urbanen Raum sollte vor allem das bürgerliche Engagement gestärkt werden, um aufzuklären und Multiplikatoren zu schaffen. Dies kann beispielsweise durch Initiativen in Bildungseinrichtungen erreicht werden. Eine Reihe von Beispielen findet sich unter 3.9 Verweise auf Projekte und Initiativen.

MG28) Insektenfreundliche Gartenkultur - Verzicht auf PSM und Förderung insekten-freundlicher Bepflanzung

Wie oben dargestellt haben mit Ausnahme von Leipzig alle größeren Städte Sachsens beträchtliche Stadt-Grün- bzw. Gartenflächen. Da es bei deren Nutzung um keine direkten ökonomischen Interessen im Sinne einer Verwertung geht, sollte der PSM-Einsatz so stark wie möglich reduziert werden. Bereits heute sind Einsätze von z. B. Unkrautvernichtungsmitteln über geschlossenen Flächen verboten, auch verzichten viele Kommunen bereits freiwillig auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden im öffentlichen

Grün. Dennoch werden weiterhin Pestizide an Privatleute verkauft, auch fokussiert sich das Zierpflanzenangebot in Geschäften trotz jahrzehntelangen Diskurses immer noch zu sehr auf nicht heimische Arten.

Vorschlag: Kommunen sollten als gutes Beispiel aktiv den Schutz der biologischen Vielfalt fördern und möglichst ganz auf PSM-Einsatz verzichten, sowie in noch stärkerem Maße für kommunale Grünflächen heimische Pflanzenarten verwenden bzw. zumindest solche, die für Insekten Ressourcen bieten. Solche Maßnahmen müssen von einer entsprechenden Öffentlichkeit begleitet werden. Im (größeren) Privatbereich hat lokal ein Umdenken eingesetzt, verschiedene Projekte zeigen, wie groß das Potential weiterhin ist (siehe 3.9 Verweise auf Projekte und Initiativen). Auf der politischen Ebene ist zu entscheiden, inwieweit der Zugang zu Pestiziden im Privatbereich erschwert werden kann (Steuern?) und ob ggf. auch der Verkauf besonders problematischer Zierpflanzen wie z. B. die für Insekten wenig nutzbaren Forsythien auch ordnungsrechtlich eingeschränkt werden können. In (Ost)Sachsen wären insbesondere auch verschiedene Spiersträucher zu nennen, die bereits heute viele naturnahe Lebensräume bedrohen und möglichst gar nicht mehr gepflanzt werden sollten.

MG29) Förderung von Fassaden- und Dachbegrünung und versickerungsoffenen Flächen

Fassaden und insbesondere Dachbegrünung hat viele positive Effekte: als Lebensraum, zur Dämmung von Gebäuden und als Kühlung im urbanen Bereich durch kontinuierliche Verdunstung des in ihrem Substrat gespeicherten Regenwassers. Hinzu kommt, dass Dachbegrünungen oft als Magerstandorte angelegt werden, die für viele Insektenarten sehr wichtig sind, die aber durch Eutrophierung auf Landschaftsebene im Offenland zunehmend verschwinden. Zu erwähnen ist drittens, die nicht nur in Sachsen weithin vernachlässigte Entsiegelung von Flächen. Durch Entsiegelung wird nicht nur mehr Wasser in der Fläche zurückgehalten, was sich positiv auf das innerstädtische Klima auswirkt, es können auch neue Kleinlebensräume entstehen. Dennoch steigen auch in Sachsen die Siedlungs- und Verkehrsflächen und liegen heute bei ca. 13% der Gesamtfläche des Bundeslandes, wovon ein beträchtlicher Teil versiegelt sein dürfte.

Vorschlag: Dachbegrünungen (potenziell auch in Kombination mit Anlagen zur Energiegewinnung) sind initial teure Maßnahme und auch wenn sie in der Langzeitbetrachtung zunehmend ökonomischer erscheinen, sind Förderungen für einen flächenhafteren Einsatz nötig. Ein Programm könnte Kommunen begünstigen, die das Anlegen von Dach-, und, Fassadenbegrünungen und Entsiegelung bezuschussen, z. B. mit dem Ziel mindestens 20 % der Gebäude einer Gemeinde zu begrünen bzw. 20 % der versiegelten Fläche zu entsiegeln.

Die Auslobung eines jährlichen Förderpreises „Insektenfreundliche Fassaden-, und Dachbegrünung“ oder „Wir entsiegeln für die Bienen“ ist denkbar. Auch wenn in Sachsen die Versiegelungsrate aktuell zurückgeht, so liegt sie doch weiterhin bei >>1ha / Tag. Seit Jahrzehnten gibt es politische Forderungen, diese Rate bundesweit zu senken. Auch wenn der Trend leicht abnehmend ist, werden weiterhin täglich große Flächen versiegelt und der aktuelle Bauboom könnte den Trend sogar wieder umkehren, d.h. verstärken. Insofern ist auf politischer Ebene zu überlegen, ob nicht Baugenehmigungen und damit weitere Versiegelung an eine entsprechende Entsiegelung zu knüpfen ist. Ziel eines noch stärkeren Gebots der Entsiegelung als Ausgleich sollte letztlich das Ende der Nettoversiegelung sein. Darüber hinaus kann es z. B. unter Überflutungsaspekten durchaus ökonomisch sinnvoll sein, in bestimmten städtischen Lagen durch Entsiegelung Retentions- und Versickerungsflächen zu schaffen.

MG30) Saumbildung und Wiesenpflege in Grünanlagen und auf Straßenbegleitflächen

In vielen Grünanlagen im Siedlungsbereich und auf den Straßenbegleitflächen findet eine ausgesprochen intensive Pflege mit teils häufigem Mulchen statt. Gerade in Parkanlagen besteht daher ein beträchtliches Potential, durch einfache Maßnahmen strukturreiche Vegetation aufkommen zu lassen. Zwar müssen Grünflächen in großen Teilen regelmäßig gemäht werden, damit ihr Erholungswert erhalten bleibt. Dennoch können Teilflächen so gepflegt werden, dass eine Aufwertung für Insektenlebensräume stattfindet. Dabei muss die Bevölkerung durch entsprechende Hinweise (Infotafeln) darüber informiert und eventuell sogar eingebunden werden. Das sehr erfolgreiche Projekt „Puppenstuben gesucht“, das sich aktiv um die Beteiligung der sächsischen Bevölkerung bemüht und zum Ziel hat, durch blühende Wiesen mehr Lebensräume für Schmetterlinge zu schaffen, ist gerade wegen der Einbindung der Bevölkerung so beliebt (<https://www.schmetterlingswiesen.de>).

Vorschlag: Eine partielle Mahd in vorrangig südexponierten Randbereichen oder unter einzelstehenden Bäumen, sodass sich dort Staudensäume und eine Krautschicht ausbilden, deren Teilflächen beispielsweise jeweils nur alle zwei bis drei Jahre gemäht werden. Auf entsprechende informative, doch verständlich gehaltene Beschilderung ist insbesondere in viel frequentierten und/oder vormals stark gepflegten Flächen zu achten. Auf Straßenbegleitflächen sollte die Pflege ebenfalls (stets unter Beachtung der Verkehrssicherungspflicht) angepasst werden. Ein genereller Verzicht auf Herbizide, das Belassen von Totholz und die Saumbildung kann direkt in Gemeindeverordnungen realisiert werden. Sommer & Zehm (2021) stellen in einer Übersichtsarbeit dar, wie blühende Wiesen v. a. im urbanen Raum in acht Schritten kostengünstig gefördert werden können.

MG31) „Lichtverschmutzung“ reduzieren

Der Einfluss der Lichtverschmutzung auf nachtaktive Insekten ist in seinem Ausmaß noch nicht umfassend erforscht. Faktoren wie Ausrichtung, Intensität und Spektrum des emittierten Lichts künstlicher Quellen, sind jedoch in ihrer Wirkung auf viele Insektenarten ausreichend bekannt. Deswegen sollte die Beleuchtungstechnik im öffentlichen Raum stets unter Berücksichtigung der Stärke des Lockeffekts auf Insekten geplant bzw. umgerüstet werden. Im privaten Bereich kann über Aufklärung und finanzielle Anreize ebenfalls ein Umdenken (und damit Umrüsten) eingeleitet werden. Es gibt mittlerweile gute Übersichtskarten, die den Grad der Lichtverschmutzung recht kleinräumig wiedergeben. Diese Information sollte für Sachsen herangezogen werden, um auf regionaler Ebene standortangepasste, lichtarme Lebensräume für Insekten zu entwickeln.

Vorschlag: Aufbereitung und Bereitstellung entsprechender Karten auf Gemeindeebene. Über Förderprogramme muss eine insektenfreundlichere Beleuchtungspraxis angestoßen werden (auch für Privathaushalte). Im Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen von Schroer et al. (2019) sind in den Handlungsempfehlungen folgende, ausschlaggebende Faktoren benannt: Beleuchtungsstärke, Abstrahlungsgeometrie und Lichtfarbe. Die Autoren regen die Einrichtung von so genannten „Lichtschutzgebieten“ an.

3.8 Maßnahmen-Lenkung auf großflächigen Sonderstandorten

MG32) Potential von Flächen in Solarparks und bei Windkraftanlagen

Im Zuge der laufenden Energiewende wird es mehr Flächen geben, auf denen erneuerbare Energie erzeugt wird, wobei hier oft noch zu wenig auf ein integriertes Biotopmanagement geachtet wird. Dabei sind solche Anlagen sehr gut geeignet, um mit wenig Aufwand verschiedenste klein strukturierte Habitate für Insekten zu erzeugen. So können unter Solar- und Windkraftanlagen durchaus dauerhafte Blühflächen angelegt werden, deren Pflege ohnehin seitens der Betreiber abzusichern ist.

Vorschlag: Im Rahmen der Ausgleichskompensation sollten integrierte Konzepte mit Mosaikmahd, mehrjähriger Selbstbegrünung (überjährig stehenlassen), Saumentwicklung (auch unter Nutzung der Zuwegung) und mit Beweidung der Flächen konsequent umgesetzt werden. Es gibt mittlerweile im Photovoltaikbereich praktikable Konzepte, die in sogenannten Biotop-Solarparks realisiert werden. Sachsen hat dazu jüngst mit der Photovoltaik-Freiflächenverordnung Voraussetzungen für die Anlage zusätzlicher Parks geschaffen. Nicht überzeugend aus Sicht des Insektenschutzes ist aber, dass hier ausdrücklich eine Untergrenze von 750 Kilowatt festgelegt wurde (entsprechend ca. mind. 0,8 ha), mithin also eher größere Parks etabliert werden sollen. Auch wenn der Schutz wertvollen Ackerlandes ein wichtiger Aspekt ist, so könnten durchaus auch kleinere Flächen genutzt werden, auf denen beispielsweise eine erhöhte Erosion zum Problem werden kann. Zu fordern ist in jedem Fall, dass z. B. Solarflächen nicht etwa auf bereits unter Naturschutzaspekten gemanagten oder anderweitig wertvollen Flächen (inkl. Sonderstandorten) angelegt werden, sondern ihr Ausbau auf Ackerflächen, genauer gesagt auf solchen des Energiepflanzenanbaus, bzw. auf Intensivgrünland oder auf versiegelten Flächen erfolgt. Die aktuelle Flächenkulisse, die die Lössgefilde weitgehend ausspart, steht hierzu allerdings eher im Widerspruch.

MG33) Truppenübungsplätze insektengerecht entwickeln

Sachsen hat einen hohen Flächenanteil aktiver und ehemaliger Truppenübungsplätze. Sie sind wegen der typischen strukturellen Vielfalt und insbesondere auch wegen des Vorhandenseins von offenen Biototypen mit Rohböden wichtige Habitate für spezialisierte Arten. Ein Beispiel sind die Vorkommen des in Sachsen vom Aussterben bedrohten Kiesbankgrashüpfers, *Chorthippus pullus*, auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz. Insgesamt sind die Truppenübungsplätze in naturschutzfachlich gutem Zustand, der auch mittelfristig erhalten werden sollte.

Bei etwaigem Rückzug der Bundeswehr / Nutzungsaufgabe ist darauf zu achten, dass diese Flächen nicht komplett der Sukzession anheimfallen, auch wenn eine Nachnutzung im klassischen Sinne oft problematisch ist (so z. B. bei dem ehemaligen Truppenübungs Gelände Königsbrücker Heide).

MG34) Habitatpotential der Bergbaufolgelandschaften ausschöpfen

In Sachsen ist aufgrund des Braunkohleabbaus eine Vielzahl großflächiger Sonderstandorten entstanden, und im Zuge des Kohleausstiegs werden im Laufe der nächsten Jahre weitere sehr großen Flächen hinzukommen. Auch momentan werden laufend Flächen renaturiert, für die sich perspektivisch die Frage des Managements stellt (so im Nordosten Sachsens). Entsprechend groß ist das Potential zur Entwicklung von Insektenlebensräumen auf Magerstandorten. Bergbaufolgelandschaften stellen in vieler Hinsicht heute in der Kulturlandschaft Mitteleuropas einzigartige Standorte dar (Heilmeier et al. 2012). Sie sind wegen ihrer Exposition häufig durch hohe Sonneneinstrahlung, extreme Temperaturen, sowie edaphische und atmosphärische Trockenheit gekennzeichnet. Böden in Bergbaufolgelandschaften sind meist humus- und nährstoffarm und weisen extreme pH-Werte auf. Daneben sind sie meist verdichtet, verschlämmt, sowie intensiver Wasser- und Winderosion ausgesetzt. Darüber hinaus existiert vielerorts eine hohe kleinräumige Heterogenität mit vielfältigen Standortgradienten auf kleiner Fläche, die infolge der unterschiedlichen Mischungsverhältnisse der Kippsubstrate und einer Reliefvielfalt ausgebildet wurde. Diese Extreme führen dazu, dass Bergbaufolgelandschaften - als flächige, nährstoffarme Trockenstandorte - zu einem beträchtlichen Teil von spezialisierten Insektenarten besiedelt werden (Funke et al. 2017). Außerdem kommt es in solchen Lebensräumen offenbar auch zu Massenvermehrungen von Insektenarten (z. B. der Schmetterlingsart Sechsfleck-Widderchen; *Zygaena filipendulae*), die auf einzelne Futterpflanzen spezialisiert sind (Sobczyk 2015). In Bergbaufolgelandschaften existieren Lebensräume für Arten mit geringen Ressourcenansprüchen und einer

hohen Stresstoleranz. Diese wurden in einem großen Teil der mesophilen, ausgeglichenen Habitats der Kulturlandschaften aufgrund ihrer geringen Konkurrenzstärke zurückgedrängt. Die Kombination von ungünstigen Habitatfaktoren und räumlicher Isolation verzögert in der Regel die biologische Entwicklung auf diesen Standorten und trägt dazu bei, dass für Pionierarten wichtige Lebensräume über längere Zeit erhalten bleiben (Heilmeyer et al. 2012). Es ist ein besonderes und attraktives Alleinstellungsmerkmal, das naturschutzfachlich und naturtouristisch stärker berücksichtigt werden sollte.

Vorschlag: Bergbaufolgelandschaften sollten möglichst nicht großflächig schlicht rekultiviert und damit oft vereinheitlicht werden, sondern kleinräumig heterogen wiederhergestellt, entwickelt bzw. stellenweise nach naturschutzfachlicher Begutachtung der spontanen Sukzession überlassen werden. Dabei sollte ein Schwerpunkt auf Magerstandorten wie Heide- oder Silbergras-Pionier-Gesellschaften liegen, aber auch Rohboden und Offenstellen haben Potential für thermophile Arten. Hier ist eine enge Kooperation mit den verantwortlichen Betreibern (LEAG) von großer Wichtigkeit. So können durchaus auch große Wildnisgebiete geschaffen werden, die wie im Fall des Speicherbeckens Lohsa II sogar einer (erheblichen hydrologischen) Dynamik unterliegen und so eine Strukturvielfalt bewahren können.

3.9 Verweise auf Projekte und Initiativen

Die folgende kleine Sammlung (Tabelle 5) bietet eine Kurzdarstellung zu Projekten und zu Initiativen, die sich in den letzten Jahren oder Jahrzehnten herausgebildet haben. Sie beschäftigen sich in Teilbereichen direkt oder indirekt mit der Verbesserung und der Wiederherstellung von Insektenlebensräumen. Zusätzlich sind Links zur Internetpräsenz der jeweiligen Initiative angegeben, damit sich der interessierte Leser über die Inhalte der Kurzzusammenfassungen hinaus, weitere Anregungen holen kann.

Tabelle 5: Sammlung aktueller Projekte und Initiativen, die sich u.a. mit dem Erhalt und der Entwicklung von Insektenlebensräumen beschäftigen.

		Acker und Grünland
		<i>Schmetterlingswiesen – Puppenstuben gesucht</i> ist eine Initiative aus Sachsen, die das bürgerschaftliche Engagement fördert, indem sie sich vor allem für eine insektenfreundliche Wiesenpflege einsetzt und zur Projektbeteiligung mit einer eigenen Wiese aufruft. https://www.schmetterlingswiesen.de/PagesSw/Content.aspx?id=2
		Die Initiative <i>Eh-Da-Flächen für mehr Artenvielfalt</i> stellt einen Leitfaden bereit wie sich Flächen, die „eh da“ sind (z. B. wegbegleitende Flächen oder Verkehrsinseln) ökologisch aufwerten lassen. http://www.eh-da-flaechen.de/index.php
		<i>Landwirtschaft für die Artenvielfalt</i> ist ein Gemeinschaftsprojekt von WWF und dem Ökologischen Anbauverband Biopark. Ziel ist die Etablierung eines neuen Naturschutzmodells im ökologischen Landbau mit einem gesamtbetrieblichen Ansatz. Es werden beispielsweise alle Maßnahmen im Austausch mit den Beratenden (jeweils zuständig für eine eigene Region) zentral abgestimmt und in einem einheitlichen Leistungskatalog, der flexibel auf das jeweilige landwirtschaftliche Unternehmen anwendbar ist, herausgegeben. Begleitend findet mindestens einmal im Jahr ein Treffen zur Vernetzung aller Berater*innen statt. https://www.landwirtschaft-artenvielfalt.de/
		<i>Fairpachten</i> ist das kostenlose Beratungs- und Informationsangebot der NABU-Stiftung für alle Personen und Institutionen, die landwirtschaftliche Flächen verpachten und wissen möchten wie sich, in Absprache mit dem Landwirt*innen, mehr Naturschutz auf Ackerflächen, Wiesen und Weiden umsetzen lässt. https://www.fairpachten.org/
		In dem Projekt <i>FINKA</i> (Förderung von Insekten im Ackerbau) bilden konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe Betriebspaare, stehen also in engem fachlichem Austausch miteinander. Ziel ist es, auf ausgewählten Versuchsfeldern, die Artenvielfalt zu erhöhen. Dies wird wissenschaftlich begleitet. http://finka-projekt.de/
		Das <i>F.R.A.N.Z.</i> -Projekt (Für Ressourcen, Agrarwirtschaft & Naturschutz mit Zukunft) hat sich zum Ziel gesetzt, Maßnahmen zu entwickeln und zu erproben, die die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft erhalten und erhöhen, diese aber dabei gut in betriebliche Abläufe zu integrieren und die wirtschaftlichen Einbußen gering zu halten. Es gibt Demonstrationsbetriebe in verschiedenen Bundesländern. https://franz-projekt.de/
		Die <i>Hope Farm</i> in East Cambridgeshire ist eine Einrichtung der königlichen Vogelschutzgesellschaft Großbritanniens (RSPB - The Royal Society for the Protection of Birds) und hat sich mittlerweile zu dem Vorzeigeprojekt für nachhaltige Landwirtschaft entwickelt. https://www.rspb.org.uk/our-work/conservation/conservation-and-sustainability/farming/hope-farm/
		Im <i>BROMMI</i> -Projekt werden in einem gemeinschaftlichen Prozess mit den Verwaltungen der Biosphärenreservate, interessierten Landwirtinnen und Landwirten sowie kommunalen Behörden standort- und betriebsspezifische Maßnahmen zur Förderung der Insektenfauna geplant und umgesetzt. https://brommi.org/#Insektenschutz-massnahmen

			Großflächige Beweidungssysteme
			<i>Rewilding Europe</i> setzt sich für die Renaturierung degradierter Landschaften ein und setzt dabei vor allem darauf natürliche Prozesse wieder anzustoßen (beispielsweise durch die Einführung von großen, robusten Weidetieren wie dem Wisent). Ein gutes Beispiel bietet das Oderdelta an der deutsch-polnischen Grenze bei Stettin. https://rewildingeurope.com/areas/oder-delta/
			Auf den <i>Wilden Weiden der „Thüringeti“</i> findet großflächig eine extensive, ganzjährige Beweidung statt. Der Grünlandbetrieb der Agrar GmbH Crawinkel wirtschaftet seit 2004 erfolgreich u.a. auch mit einem Tourismuskonzept. https://www.agrar-crawinkel.de/thuringeti.html
			Die <i>Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein</i> betreibt aktive und kontinuierliche Flächensicherung. Sie kauft und pachtet land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen, um dort vor allem Beweidungsprojekte mit regionalen Akteuren umzusetzen. https://www.stiftungsland.de/
			Die <i>Wilden WaldWeiden Taubergießen</i> werden von der Gemeinde Kappel-Grafenhausen in Baden beworben. Dieses Projekt setzt sich für eine Landschaftsgestaltung mit robusten Rinderrassen ein. https://www.kappel-grafenhausen.de/Lde/2267060.html
			<i>Sielmanns Biotopverbund Bodensee</i> ist eine Initiative der Heinz-Sielmann-Stiftung, die gemeinsam mit Kommunen ein Netz aus Biotopbausteinen, wie z. B. neu angelegten Stillgewässern oder extensiven Weideprojekten, schafft. https://www.sielmann-stiftung.de/biotopverbund-bodensee/
			Auen
			Im Projekt <i>Wilde Mulde</i> wird seit 2015 ein Teilabschnitt der Unteren Mulde in Sachsen-Anhalt, unter der Leitung des WWF, renaturiert. Diese umfassende Maßnahme in Stadtnähe wird seither wissenschaftlich begleitet und zielt auf eine unverbaute, vitale Flussdynamik als Landschaftsgestalter ab. https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/elbe/projekt-wilde-mulde/
			Das <i>Projekt Auenweiden</i> der Deutschen Umwelthilfe informiert über Wege zur Nutzung und Erschließung von Auen und ihren Fließgewässern. https://www.duh.de/projekte/blauer-biotopverbund/auenweiden/ Deutsche Umwelthilfe und Natura 2000 Station Osterland wollen gemeinsam durch Renaturierung eines Teils der Weißen Elster in Thüringen und der Wiedereinführung beweideter Auen, Synergien zwischen den verschiedenen Nutzungen der Flussauen wecken. https://auenweiden.de/
			Insektenerrfassung und Bürgerwissenschaften
			<i>Insekten Sachsen</i> ist ein Projekt, das die Erforschung der einheimischen Insekten und die Vermittlung von Wissen über sie vorantreiben will. Es ist eines der wenigen Erfassungsportale für Insekten in Deutschland mit hohen Qualitätsstandards, deren Sicherung sich fast vollständig aus ehrenamtlichem Engagement speist. Es richtet sich an Laien und Spezialisten gleichermaßen und lädt mit seiner Internetpräsenz dazu ein, sich am Projekt zu beteiligen. http://www.insekten-sachsen.de/
			Das <i>Tagfalter-Monitoring Deutschland</i> ist ein Projekt zur standardisierten Erfassung von Schmetterlingen durch ein bundesweites Netzwerk von Freiwilligen. Es ist eines der erfolgreichsten Erfassungsprogramme dieser Art in Deutschland. https://www.ufz.de/tagfalter-monitoring/
			<i>Faszination Wildbienen</i> ist ein Portal, das viele Informationen zu Wildbienen bereithält. Es wird von Paul Westrich betrieben. https://www.wildbienen.info/
			<i>BienABest</i> ist ein Verbundprojekt, das die standardisierte Erfassung von Wildbienen zur Evaluierung des Bestäuberpotentials in der Agrarlandschaft zum Ziel hat, um die Ökosystemleistungen von Wildbienen zu steigern und zu sichern. https://www.bienabest.de/bienabest

Siedlungsbereich		
		<p>Umfangreiche Informationen zum Thema umweltfreundliche Beleuchtung bietet die Seite des <i>UNESCO-Biosphärenreservats Rhön</i>. Dort sind nicht nur Planungshilfen für Privatpersonen, Unternehmen und Kommunen verlinkt, Es wird beispielsweise auch auf die Fachgruppe Dark Sky oder die Beleuchtungsrichtlinien der Sternenstadt Fulda verwiesen. https://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/natur/sternenpark-rhoen/umweltvertraegliche-beleuchtung/</p>
		<p><i>VielfalterGarten</i> ist ein Bildungsprojekt, das sich für den Schutz von Schmetterlingen in der Stadt Leipzig einsetzt. Beteiligte sind der BUND Leipzig, die Stadt Leipzig sowie Wissenschaftler*innen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ und des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv). https://www.vielfaltergarten.de/</p>
		<p><i>Kommunen für biologische Vielfalt</i> ist ein Bündnis, dass die Artenvielfalt auf kommunaler Ebene fördern möchte. Ziel ist die Aufwertung urbaner Grünflächen, z. B. von Parks, Gärten, Gewässern, Stadtwäldern oder Brachflächen. https://www.kommbio.de/home/</p>
		<p><i>Pestizidfreie Kommune</i> ist eine Initiative von Umweltbundesamt und BUND, die Wege eröffnen soll die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und ihre Auswirkungen auf den Naturhaushalt soweit wie möglich zu reduzieren. https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel/pestizidfreie-kommune</p>
		<p><i>Stadtnatur</i> geht von dem Bundesumweltministerium aus und stellt ein 26 Punkte umfassendes Maßnahmenprogramm zur Erhaltung und Entwicklung der Stadtnatur vor. https://www.bmu.de/stadtnatur/</p>
		<p><i>Bunte Wiese Tübingen</i> ist eine Initiative, die vor allem die Förderung der Artenvielfalt auf öffentlichen Grünflächen mittels nachhaltigen Pflegekonzepten anstrebt. Sie bietet beispielsweise Informationen für Studierende, Gartenbesitzer und Unternehmen. https://www.buntewiese-tuebingen.de/infomationen/</p>
		<p>Die Kampagne <i>Tausende Gärten – Tausende Arten</i> richtet sich vor allem an private Akteure, ihre Gärten ökologisch aufzuwerten. https://www.tausende-gaerten.de/die-kampagne/</p>
		<p><i>Urbanität & Vielfalt</i> ist ein Projekt, das seltene und bedrohte regionale Wildpflanzen mithilfe bürgerschaftlichen Engagements in ihrem Bestand fördern möchte. Unter anderem ist das Umweltzentrum Dresden beteiligt. https://urbanitaetundvielfalt.de/</p>
		<p>In dem Modellprojekt <i>Pikopark</i> geht es darum, mehr Artenvielfalt in Wohnquartiere zu bringen. Der Wissenschaftsladen Bonn e. V. und die Stiftung für Mensch und Umwelt Berlin wollen Wohnungsunternehmen dafür gewinnen, ihre Grün- und Freiflächen ökologisch nachhaltiger zu gestalten. https://www.pikopark.de/</p>
		<p><i>Insect respect</i> ist ein Geschäftsmodell, das gegen ein Lizenzentgelt ein Gütesiegel an Firmen vergibt. Dabei geht es vor allem darum, weniger Pflanzenschutzmittel zu verwenden und Ausgleichsflächen zu schaffen. https://insect-respect.org/partner-werden/#guetesiegel</p>

4 Verzeichnisse und Quellen

4.1 Glossar

Abundanz Dichte bzw. Häufigkeit einer Tierart, beispielsweise bezogen auf ihr Habitat.

Ackerrain Der Ackerrain ist die in Pflugrichtung verlaufende Flurstückgrenze. Der Feldrain hingegen bezeichnet den meist mit Gräsern und krautigen Pflanzen bewachsenen Streifen zwischen (Feld-)Weg und Acker oder zwischen Äckern und sonstigen, landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Arthropoden Sind Gliedertiere, zu denen nicht nur Insekten, sondern auch Tausendfüßer, Krebstiere und Spinnentiere zählen.

Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (AUKM) Mit diesen Maßnahmen werden landwirtschaftliche Betriebe staatlich finanziert gefördert, wenn sie freiwillige Umweltleistungen erbringen. Die Höhe richtet sich nach der Art der Maßnahme und wird in jedem Bundesland unterschiedlich festgelegt.

Beweidungsdruck Bezeichnet das Ausmaß, in dem das Vieh die auf der Weide vorkommenden Pflanzen aufnimmt.

(Bio)Diversität Ist die (biologische) Vielfalt und wird als Maß für die Verschiedenheit von Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen verwendet.

Biologische Schädlingskontrolle Verwendung von Lebewesen zur Verminderung von Populationen von Schadorganismen. Kann über Einbürgerung, Erhaltung und Förderung natürlicher Feinde oder durch die periodische Freilassung von Nützlingsarten erfolgen.

Biotop Das Biotop ist ein bestimmter Lebensraum einer Lebensgemeinschaft in einem Gebiet.

BR OHT Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft

Cross Compliance Hier wird die Auszahlung öffentlicher Gelder (vor allem von Agrarsubventionen) an das Einhalten ethischer und rechtlicher Standards aus Bereichen geknüpft, die außerhalb des erklärten vorrangigen Zweckes dieser Fördermittel liegen.

Diasporenvorrat Die Diaspore ist ein botanischer Sammelbegriff für alle verbreitungsfördernden Einheiten (z. B. Samen). Als Diasporenvorrat bezeichnet man sämtliche im Boden ruhenden Einheiten, die z. T. noch nach Jahrzehnten bis Jahrhunderte wieder eine fortpflanzungsfähige Einheit ausbilden können (keimfähig bleiben).

Detritus Zerreibsel oder Zerfallsprodukt pflanzlichen oder tierischen Ursprungs

Drainage Ist ein Begriff aus der Wasserwirtschaft und bezeichnet generell Systeme, die der Entwässerung von Bodenabschnitten dienen.

Einschürig Mahd, die einmal im Jahr stattfindet (zweischürig, entsprechend zweimal).

Entomofauna Ausschnitte oder Gesamtheit der in einem Gebiet vorkommenden Insekten.

Epiphyten Sind Pflanzen, die nicht-parasitierend auf anderen Pflanzen siedeln.

FFH Die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie ist eine Naturschutzrichtlinie der Europäischen Union, auf deren Basis besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden, in denen natürliche Lebensräume bzw. Arten von gemeinschaftlichem Interesse vorkommen.

Großvieheinheiten (GVE) Eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht eines Nutztieres. Sie kann als Maß für die Dichte des Viehbesatzes eines Weidegebiets verwendet werden und wird dann pro Hektar angegeben (GVE/ha).

Gute fachliche Praxis Als GfP wird im deutschen Recht das Einhalten gewisser Grundsätze in Tier- und Umweltschutz bezeichnet. Es bezieht sich sowohl auf Land-, als auch Forst- und Fischereiwirtschaft.

Habitat Ist der charakteristische Aufenthaltsbereich einer gegebenen Art, die dort ihren gesamten oder einen Teil ihres Lebenszyklus verbringt. Er wird von spezifischen abiotischen und biotischen Parametern eingegrenzt.

High Nature Value Der „Hohe Naturwert“ ist ein Indikatorsystem, mit dessen Hilfe sich der Wert einer Agrarfläche mit hohem Naturwert bestimmen lässt.

Koppelweide Hier wird die gesamte Weidefläche mithilfe massiver Weidezäune in mehrere Teilflächen untergliedert. Die einzelnen Teilflächen werden aufeinanderfolgend beweidet. Ohne zusätzliche Weidepflege kann es zu Aufwuchs von durch die Weidetiere gemiedenen „Ungräser/-kräutern“ kommen.

Koprophage Tierarten, die sich von Exkrementen anderer Tiere ernähren. Dabei treten vor allem bei Insekten z. T. extreme Spezialisierungen auf (z. B. bei vielen Käferarten).

Lichtverschmutzung Beschreibt die nachteiligen Auswirkungen (auch ästhetisch) auf verschiedene Organismen, die allein durch künstliches Licht hervorgerufen werden.

Melioration In Deutschland ist Melioration definiert als kulturtechnische Maßnahme zur Werterhöhung des Bodens, d. h. zur Erhöhung der Ertragsfähigkeit, der Vereinfachung der Bewirtschaftung und zum Schutz vor Schädigung und Zerstörung.

Mulmhöhle Mulm ist ein Lockersubstrat aus abgestorbenem Holz im Endstadium seiner Zersetzung, das vor allem in Höhlungen von Bäumen entsteht. Es ist oft mit den Überresten oder Exkrementen seiner Bewohner angereichert (z. B. von Bakterien, Pilzen, Arthropoden oder Vögeln).

nitrophil Nitrophile Pflanzen sind Stickstoffzeiger, die an Standorte mit vergleichsweise hohem verfügbarem Stickstoffangebot im Boden angepasst sind.

Ökosystemfunktion Beschreibt ein funktionales Phänomen, das einem ökologischen System zugeordnet werden kann. Diese Definition zielt vor allem auf den rein beschreibenden und wertfreien Aspekt und sollte begrifflich von der Ökosystemdienstleistung getrennt verwendet werden, die vor allem den Nutzen für den Menschen im Blick hat.

Ökoton Ist ein Rand- oder Saumbiotop und beschreibt beispielsweise den Übergangsbereich zwischen zwei Landschaftstypen.

Parasitoid Ist ein Organismus (meist Insekt), das in seiner Entwicklung schmarotzend an anderen Organismen lebt und zum Ende seiner Entwicklung diesen Wirt tötet (anders als Parasiten). Besonders bei Wespen-, aber auch bei Fliegenarten anzutreffen.

Pflanzenschutzmittel (PSM, auch Pestizid genannt) Sind biologische Wirkstoffe und Gemische (natürlichen oder künstlichen Ursprungs), die Nutzpflanzen und deren Erzeugnisse vor Schadorganismen schützen. Darunter fallen beispielsweise auch Wachstumsregulatoren oder Saatgut- oder Vorratsschutzmittel. Die spezifisch auf verschiedene Organismengruppen wirkenden PSM sind unterschiedlich benannt: Herbizide richten sich gegen Pflanzen, Insektizide gegen Insekten, Fungizide bzw. Rodentizide gegen Pilze oder Nagetiere. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass Wirkstoffe, die sich gegen eine der Gruppen richten, auch Auswirkungen auf eine andere haben können.

Phytophage sind Pflanzenfresser. Dieser Ausdruck wird vor allem bei kleineren Lebewesen (z. B. Insekten) verwendet. Bei Säugetieren ist eher der Begriff herbivor (wörtlich: Kraut verschlingend) gebräuchlich.

Prädatör Ist eine Tierart, die sich von anderen Tieren ernährt (Jäger).

Produktionsintegrierte Kompensation (PIK) Der Landwirt verbessert durch eine naturschutzfachlich geeignete Bewirtschaftung den Lebensraum von Flora und Fauna und das Landschaftsbild auf seinen Flächen. Werden nun von Dritten durch einen Eingriff der Naturhaushalt oder das Landschaftsbild andernorts beeinträchtigt, vergütet er dem Landwirt seine veränderte Bewirtschaftung. Die naturschutzfachliche Aufwertung der Bewirtschaftungsfläche wird als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme im Sinne der naturschutzrechtlichen/baurechtlichen Eingriffsregelung anerkannt. Hier gibt es im Freistaat Sachsen eine eigene Regelung.

Redundanz In einer Menge ist etwas dann redundant, wenn es ohne Informations- oder Funktionsverlust weggelassen werden kann. In Ökosystemen ist Redundanz von Bedeutung, wenn ausfallende Arten durch andere funktionell ersetzt werden können. Das erhöht die Resilienz (s.u.) des Systems, Redundanz ist also eine wünschenswerte Eigenschaft von Artengemeinschaften.

Regio-Saatgut Dieses Saatgut enthält nur Samen von gebietsheimischen Pflanzenarten und ist deswegen in seiner Gewinnung aufwändig.

Resilienz Beschreibt die dynamischen Stabilitätseigenschaften ökologischer Systeme. Ein solches System gilt dann als besonders resilient, wenn es seine Ökosystemfunktionen bei starken Störungen nicht einbüßt bzw. nach Verschwinden der Störung wiederherstellt (z. B. nach Dürren).

Saprophag Organismen, die in toter oder sich zersetzender organischer Substanz leben (z. B. in der Streuschicht).

Saproxylich Bezeichnet Lebewesen, die an oder in totem Holz leben.

Schonstreifen Ein Ackerschlag wird im Randbereich auf einer definierten Breite für eine Vegetationsperiode nicht bewirtschaftet, d. h. ohne Einsaaten, ohne Dünger und ohne Pflanzenschutz. Dadurch kann sich die spontane Ackerwildkrautflora aus dem Diasporenvorrat besser entwickeln. Maßnahme wird auch dazu verwendet, das Potenzial des Diasporenvorrats zu prüfen.

Selbstbegrünung Auf einer selbstbegrünenden Fläche werden weder Saatgut noch Diasporen eingebracht. Die „spontane“ Vegetationsentwicklung ist vom Diasporenvorrat im Boden und über Vektoren eingetragene Samen abhängig.

Semi-aquatisch Lebewesen, die zumindest einen Teil ihres Lebenszyklus auf aquatische Lebensräume angewiesen sind.

Standweide Die Weidetiere befinden sich bei geringem Viehbesatz die gesamte Weidezeit über auf einer Fläche. Ständiger Verbiss der Grasnarbe ist die Folge, wobei die Fläche so groß ist, dass aufwachsendes Gras stellenweise überaltert. Dadurch wird es gemieden, an anderer Stelle kommt es zu scharfem Verbiss. „Verunkrautung“ wird begünstigt, eine strukturreiche Weidelandschaft entsteht.

Taxon (plural: Taxa) Bezeichnet in der Systematik der Biologie eine Einheit, die entsprechend bestimmter Kriterien einer Gruppe von Lebewesen zugeordnet wird.

Terrestrisches Ökosystem Eine Lebensgemeinschaft an Land, die sich aus Organismen verschiedener Arten in ihrer unbelebten Umwelt zusammensetzt.

Thermophil Arten, die an offene, warme Lebensräume gebunden sind, werden thermophil (wärmeliebend) genannt.

Überjährig Sind landwirtschaftlich genutzte Flächenteile, auf denen die Vegetation oder die Vegetationsreste zwischen Vegetationsperioden nicht bearbeitet werden.

Vertunnelung Ein Gewässer, das auf beiden Seiten von Gehölzbeständen ist, dessen Kronenbereich es vollständig überschattet.

Vertragsnaturschutz Bezeichnung für Bewirtschaftungsverträge einzelner Landwirte mit den Naturschutzbehörden der Bundesländer, in denen der Landwirt eine vertraglich zugesicherte Honorierung für entsprechende Naturschutzleistungen erhält. Wird vor allem zur Realisierung von Naturschutzprogrammen eingesetzt.

Xylobiont Xylobionten besiedeln Holz, ernähren sich entweder teilweise oder vollständig davon, leben darin oder benutzen es zum Nestbau. Dieser Begriff bezieht sich nicht ausschließlich auf Insekten, obwohl diese Tierklasse die meisten xylobionten Arten hervorgebracht hat.

Zwieselabriss Die Gabelungen bei Bäumen (zwei Triebe) werden auch Zwiesel genannt; bricht einer der beiden Triebe oder sogar beide ab (beispielsweise bei Sturm), nennt man das entsprechend Zwieselabriss.

4.2 Literaturverzeichnis

- ABRAHAMCZYK, S., WOHLGEMUTH, T., NOBIS, M., NYFFELER, R., KESSLER, M. (2020): Shifts in food plant abundance for flower-visiting insects between 1900 and 2017 in the canton of Zurich, Switzerland. In: *Ecological Applications*, Heft 6/30, S. e02138
- AGRARBERICHT (2020): Sächsischen Staatsministerium für Energie, Umweltschutz, Klima und Landwirtschaft (Herausgeber), 139 S.
- ALBRECHT, M., KLEIJN, D., WILLIAMS, N., TSCHUMI, M., BLAAUW, B., BOMMARCO, R., CAMPBELL, A., DAINESE, M., DRUMMOND, F. ET AL. (2020): The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. In: *Ecology Letters*, Heft 10/23, S. 1488-1498
- AMPOORTER, E., BARBARO, L., JACTEL, H., BAETEN, L., BOBERG, J., CARNOL, M., CASTAGNEYROL, B., CHARBONNIER, Y., DAWUD, S. ET AL. (2020): Tree diversity is key for promoting the diversity and abundance of forest-associated taxa in Europe. In: *Oikos*, Heft 2/129, S. 133-146
- ANTÃO, L., PÖYRY, J., LENONEN, R., ROSLIN, T. (2020): Contrasting latitudinal patterns in diversity and stability in a high-latitude species-rich moth community. In: *Global Ecology and Biogeography*, Heft 5/29, S. 896-907
- BALDOCK, K., GODDARD, M., HICKS, D., KUNIN, W., MITSCHUNAS, N., MORSE, H., OSGATHORPE, L., POTTS, S., ROBERTSON, K. ET AL. (2019): A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. In: *Nature Ecology & Evolution*, Heft 3/3, S. 363-373
- BALZER, S., ZÜGHART, W. (2019): Instrumente der Datenerhebung und Handlungsfelder zur Verbesserung der Datenlage zu Insekten im Naturschutz. In: *Natur und Landschaft*, Heft, 6/7 (94), S. 294-298
- BARANOV, V., JOURDAN, J., PILOTTO, F., WAGNER, R., HAASE, P. (2020): Complex and nonlinear climate-driven changes in freshwater insect communities over 42 years. In: *Conservation Biology* 5/34, S. 1241-1251
- BATÁRY, P., SUTCLIFFE, L., DORMANN, C., TSCHARNTKE, T. (2013): Organic Farming Favours Insect-Pollinated over Non-Insect Pollinated Forbs in Meadows and Wheat Fields. In: *PLOS ONE*, Heft 1/8, S. 1-7
- BAUR, B., CORAY, A., LENZIN, H., SCHMERA, D. (2020): Factors contributing to the decline of an endangered flightless longhorn beetle: A 20-year study. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 2/13, S. 175-186
- BAXTER-GILBERT, J., RILEY, J., NEUFELD, C., LITZGUS, J., LESBARRÈRES, D. (2015): Road mortality potentially responsible for billions of pollinating insect deaths annually. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 5/19, S. 1029-1035
- BECKMANN, M., GERSTNER, K., AKIN-FAJIYE, M., CEAUȘU, S., KAMBACH, S., KINLOCK, N., PHILLIPS, H., VERHAGEN, W., GUREVITCH, J. ET AL. (2019): Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. In: *Global Change Biology*, Heft 6/25, S. 1941-1956
- BELL, J., BLUMGART, D., SHORTALL, C. (2020): Are insects declining and at what rate? An analysis of standardised, systematic catches of aphid and moth abundances across Great Britain. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 2/13, S. 115-126
- BELSKY, J., & JOSHI, N. K. (2020): Effects of fungicide and herbicide chemical exposure on Apis and non-Apis bees in agricultural landscape. *Frontiers in Environmental Science*, 8, S. 81.
- BENINDE, J., VEITH, M., HOCHKIRCH, A. (2015): Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. In: *Ecology Letters*, Heft 6/18, S. 581-592

- BERGMEIER, E., PETERMANN, J., SCHRÖDER, E. (2010): Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: diversity, threats and conservation. In: *Biodiversity and Conservation*, Heft 11/19, S. 2995-3014
- BERUFSVERBAND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE BADEN-WÜRTTEMBERG (2020): Positionspapier - Gehölzentwicklung als naturschutzfachliches Problem? In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Heft 8/52, S. 358-359
- BIESMEIJER, J., ROBERTS, S., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SCHAFFERS, A., POTTS, S., KLEUKERS, R. ET AL. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. In: *Science*, Heft 5785/313, S. 351-354
- BMEL (2020): Ackerbohne, Erbse & Co. - Die Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung des Leguminosenanbaus in Deutschland. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 15 S.
- BMU (2021): Auenzustandsbericht. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Herausgeber), 71 S.
- BOLZ, H., KUBIAK R. (2020): Machbarkeitsanalyse für ein Monitoring über Rückstände in unbehandelten Flächen und auf unbehandelten Kulturen über die Verfrachtung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig, 74 S.
- BONARI, G., FAJMON, K., MALENOVSKÝ, I., ZELENÝ, D., HOLUŠA, J., JONGEPIEROVÁ, I., KOČÁREK, P., KONVIČKA, O., UŘIČÁŘ, J. ET AL. (2017): Management of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogeneity and tradition. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 246, S. 243 - 252
- BOWLER, D., HELDBJERG, H., FOX, A., DE JONG, M., BÖHNING-GAESE, K. (2019): Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. In: *Conservation Biology*, Heft 5/33, S. 1120-1130
- BRANDMEIER, J., REININGHAUS, H., PAPPAGALLO, S., KARLEY, A., KIÆR, L., SCHERBER, C. (2021): Intercropping in high input agriculture supports arthropod diversity without risking significant yield losses. In: *Basic and Applied Ecology*, Heft 53, S. 26-38
- BRÜHL, C. A., BAKANOV, N., KÖTHE, S., EICHLER, L., SORG, M., HÖRREN, T., MÜHLETHALER, R., MEINEL, G. & LEHMANN, G. U. (2021). Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. *Scientific reports*, 11 (1), S. 1-10
- BRÜHL, CARSTEN A. & ANNKA ALSCHER, MELANIE HAHN, GERT BERGER, CLAUDIA BETHWELL, FRIEDER GRAEF, THOMAS SCHMIDT, BRIGITTE WEBER (2015): Protection of Biodiversity in the Risk Assessment and Risk Management of Pesticides (Plant Protection Products & Biocides) with a Focus on Arthropods, Soil Organisms and Amphibians. Umweltbundesamt, TEXTE 76, 259 S.
- BRUPPACHER, L., PELLET, J., ARLETTAZ, R., HUMBERT, J. (2016): Simple modifications of mowing regime promote butterflies in extensively managed meadows: Evidence from field-scale experiments. In: *Biological Conservation*, Heft 196, S. 196-202
- BUBOVÁ, T., VRABEC, V., KULMA, M., NOWICKI, P. (2015): Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 5/19, S. 805-821
- BUCHER, R., ANDRES, C., WEDEL, M., ENTLING, M., NICKEL, H. (2016): Reprint of "Biodiversity in low-intensity pastures, straw meadows, and fallows of a fen area—A multitrophic comparison". In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 234, S. 58-64

- BUCHER, R., NICKEL, H., KAIB, S., WILL, M., CARCHI, J., FARWIG, N., SCHABO, D. (2019): Birds and plants as indicators of arthropod species richness in temperate farmland. In: *Ecological Indicators*, Heft 103, S. 272-279
- BUNZEL-DRÜKE, M., BÖHM, C., FINCK, P., KÄMMER, G., LUICK, R., REISINGER, E., RIECKEN, U., RIEDL, J., ZIMBALL, M. (2008): „Wilde Weiden“ Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftspflege.
- BUNZEL-DRÜKE, M., REISINGER, E., BÖHM, C., BUSE, J., DALBECK, L., ELLWANGER, G., FINCK, P., FREESE, J., GRELL, H. ET AL. (2019): Naturnahe Beweidung und NATURA 2000: Ganzjahresbeweidung im Management von Lebensraumtypen und Arten im europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V.
- BURGER, F. (2005): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege - Rote Liste Wildbienen.
- BURGHARDT, K., TALLAMY, D., PHILIPS, C., SHROPSHIRE, K. (2010): Non-native plants reduce abundance, richness, and host specialization in lepidopteran communities. In: *Ecosphere*, Heft 5/1, S. 1-22
- BÜRGI, M., GIMMI, U. (2007): Three objectives of historical ecology: the case of litter collecting in Central European forests. In: *Landscape Ecology*, Heft 1/22, S. 77-87
- BÜTLER, R., LACHAT, T., LARRIEU, L., PAILLET, Y. (2013): Habitatbäume: Schlüsselkomponenten der Wald-biodiversität. In: *Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern*, European Forest Institute, S. 86-94
- CAYROU, J., CÉRÉGHINO, R. (2005): Life-cycle phenology of some aquatic insects: implications for pond conservation. In: *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Heft 6/15, S. 559-571
- CEULEMANS, T., MERCKX, R., HENS, M., HONNAY, O. (2011): A trait-based analysis of the role of phosphorus vs. nitrogen enrichment in plant species loss across North-west European grasslands. In: *Journal of Applied Ecology*, Heft 5/48, S. 1155-1163
- CHISTÉ, M., MODY, K., GOSSNER, M., SIMONS, N., KÖHLER, G., WEISSER, W., BLÜTHGEN, N. (2016): Losers, winners, and opportunists: How grassland land-use intensity affects orthopteran communities. In: *Ecosphere*, Heft 11/7, e01545
- COLE, L., KLEIJN, D., DICKS, L., STOUT, J., POTTS, S., ALBRECHT, M., BALZAN, M., BARTOMEUS, I., BEBELI, P. ET AL. (2020): A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland. In: *Journal of Applied Ecology*, Heft 4/57, S. 681-694
- CONRAD, K., WARREN, M., FOX, R., PARSONS, M., WOWOD, I. (2006): Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. In: *Biological Conservation*, Heft 3/132, S. 279-291
- CONRAD, K., WOWOD, I., PARSONS, M., FOX, R., WARREN, M. (2004): Long-term population trends in widespread British moths. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 2/8, S. 119-136
- DAVIES, T., BENNIE, J., GASTON, K. (2012): Street lighting changes the composition of invertebrate communities. In: *Biology Letters*, Heft 5/8, S. 764-767
- DAVIES, Z., TYLER, C., STEWART, G., PULLIN, A. (2008): Are current management recommendations for saproxylic invertebrates effective? A systematic review. In: *Biodiversity and Conservation*, Heft 1/17, S. 209-234
- DEACON, C., SAMWAYS, M., PRYKE, J. (2018): Artificial reservoirs complement natural ponds to improve pondscape resilience in conservation corridors in a biodiversity hotspot. In: *PLOS ONE*, Heft 9/13, S. 1-17

- DENNER, M., TENHOLTERN, R. (2012): Naturschutz in Sachsen: Wo und Wie? Räumliche Strategie des Naturschutzes im Freistaat Sachsen - Sachstand 01/2012, LfULG (Herausgeber)
- DESNEUX N., DECOURTYE A., DELPUECH J.M. (2007): The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual review of entomology*, 52 (1), S. 81–106
- DIACON-BOLLI, J., DALANG, T., HOLDEREGGER, R., BÜRGI, M. (2012): Heterogeneity fosters biodiversity: Linking history and ecology of dry calcareous grasslands. In: *Basic and Applied Ecology*, Heft 8/13, S. 641-653
- DIETRICH, W., PRANTL, T. (2017): Puppenstuben für Sachsens Schmetterlinge – Ergebnisse auf fünf Flächen im Mittleren Erzgebirge. In: *Naturschutzarbeit in Sachsen*, Heft 59, S. 32-45
- DIRNBÖCK, T., GRANDIN, U., BERNHARDT-RÖMERMANN, M., BEUDERT, B., CANULLO, R., FORSIUS, M., GRABNER, M., HOLMBERG, M., KLEEMOLA, S. ET AL. (2014): Forest floor vegetation response to nitrogen deposition in Europe. In: *Global Change Biology*, Heft 2/20, S. 429-440
- DÖRING, J., KLEINKNECHT, U., MEYER, S. (2019): Ackerwildkrautschutz in Sachsen - Untersuchungen machen dringenden Handlungsbedarf deutlich. In: *Naturschutzarbeit in Sachsen*, Heft 60, S. 14-25
- ECKERT, S., MÖLLER, M., BUCHHOLZ, S. (2017): Grasshopper diversity of urban wastelands is primarily boosted by habitat factors. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 3/10, S. 248-257
- ELLENBERG, H., LEUSCHNER, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen-Ulmer Verlag, Stuttgart
- EUROPÄISCHER-RECHNUNGSHOF (2020): Sonderbericht. Nachhaltige Verwendung von Pflanzenschutzmitteln: begrenzter Fortschritt bei der Messung und Verringerung der Risiken. 57 S.
- EWALD, J., PYTTEL, P. (2016): Leitbilder, Möglichkeiten und Grenzen der De-Eutrophierung von Wäldern in Mitteleuropa. In: *Natur und Landschaft*, Heft 5, S. 210-217
- FARTMANN, T. (2017): Überleben in fragmentierten Landschaften – Grundlagen für den Schutz der Biodiversität Mitteleuropas in Zeiten des globalen Wandels. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Heft 49, S. 277-282
- FARTMANN, T., JEDICKE, E., STUHLREHER, G., STREITBERGER, M. (2021): *Insektensterben in Mitteleuropa. Ursachen und Gegenmaßnahmen*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- FARTMANN, T., PONIATOWSKI, D., STUHLREHER, G., STREITBERGER, M. (2019): Insektenrückgang und -schutz in den fragmentierten Landschaften Mitteleuropas. In: *Natur und Landschaft*, Heft 6/7(94), S. 261-270
- FEEHAN, J., HARLEY, M., VAN MINNEN, J. (2009): Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review. In: *Agronomy for Sustainable Development*, Heft 3/29, S. 409-421
- FLUHR-MEYER, G., ADELMANN, W. (2020): Diskussionspapier: Blühstreifen und Pestizide – Falle oder Lebensraum? In: *ANLiegen Natur*, Heft 42, S. 1-12
- FOX, R. (2013): The decline of moths in Great Britain: a review of possible causes. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 1/6, S. 5-19
- FOX, R., OLIVER, T., HARROWER, C., PARSONS, M., THOMAS, C., ROY, D. (2014): Long-term changes to the frequency of occurrence of British moths are consistent with opposing and synergistic effects of climate and land-use changes. In: *Journal of Applied Ecology*, Heft 4/51, S. 949-957
- FROBEL, K., SCHLUMPRECHT, H. (2016): Erosion der Artenkenner - Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Heft 48, S. 105-113
- FUHRER, B., BABBI, M., KRÜSI, B. (2017): Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. In: *Ökologische Bewertung von Waldrändern: ein Methodenvergleich*, Heft 6/168, S. 313-320

- FUNKE, L., SCHULZE, C., ACHTZIGER, R. (2017): Untersuchungen zur Biodiversität der Wanzen (Heteroptera) und Zikaden (Auchenorrhyncha) in den Offenlandbiotopender Spülhalde Davidschacht in Freiberg (Sachsen). In: Freiberg ecology online, Heft 2, S. 66-100
- FÜRST, M., MCMAHON, D., OSBORNE, J., PAXTON, R., BROWN, M. (2014): Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. In: Nature, Heft 7488/506, S. 364 -366
- GABA, S., GABRIEL, E., CHADŒUF, J., BONNEU, F., BRETAGNOLLE, V. (2016): Herbicides do not ensure for higher wheat yield, but eliminate rare plant species. In: Scientific Reports, Heft 6, 30112
- GALLIEN, L., ALTERMATT, F., WIEMERS, M., SCHWEIGER, O., ZIMMERMANN, N. (2017): Invasive plants threaten the least mobile butterflies in Switzerland. In: Diversity and Distributions, Heft 2/23, S. 185-195
- GARDINER, T., DIDHAM, R. (2020): Glowing, glowing, gone? Monitoring long-term trends in glow-worm numbers in south-east England. In: Insect Conservation and Diversity, Heft 2/13, S. 162-174
- GATHMANN, A., TSCHARNTKE, T. (2002): Foraging ranges of solitary bees. In: Journal of Animal Ecology, Heft 5/71, S. 757-764
- GATTER, W., EBENHÖH, H., KIMA, R., GATTER, W., SCHERER, F. (2020): 50-jährige Untersuchungen an migrierenden Schwebfliegen, Waffenschwebfliegen und Schlupfwespen belegen extreme Rückgänge (Diptera: Syrphidae, Stratiomyidae; Hymenoptera: Ichneumonidae). In: Entomologische Zeitschrift, Heft 130, S. 131-141
- GEBERT, J. (2008): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege - Rote Liste Laufkäfer Sachsens.
- GEISBAUER, C., HAMPICKE, U. (2012): Ökonomie schutzwürdiger Äcker – Was kostet der Schutz von Ackerwildkräutern? Broschüre, Greifswald, 50 S.
- GOCKEL, H. (2006): Waldränder als stille Reserve nutzen. In: Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, Heft 31, S. 42-43
- GOULSON, D., LYE, G., DARVILL, B. (2008): Decline and Conservation of Bumble Bees. In: Annual Review of Entomology, Heft 1/53, S. 191-208
- GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTÍAS, C., & ROTHERAY, E. L. (2015): Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines. Science, 347 (6229), 1255957
- GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTÍAS, C., ROTHERAY, E. (2015): Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. In: Science, Heft 6229/347
- GROVE, S. (2002): Saproxyllic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. In: Annual Review of Ecology and Systematics, Heft 1/33, S. 1-23
- GRUBISIC, M., VAN GRUNSVEN, R., KYBA, C., MANFRIN, A., HÖLKER, F. (2018): Insect declines and agroecosystems: does light pollution matter? In: Annals of Applied Biology, Heft 2/173, S. 180-189
- GÜNTHER, A., OLIAS, M., BROCKHAUS, T. (2006): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege - Rote Liste Libellen Sachsens.
- GÜTHLER, W., MÜLLER, J., GINDELE-GLASL, M. (2018): Naturschutz und Landschaftsplanung. In: Vertragsnaturschutz Wald, Heft 10/50, S. 380-385
- HABEL, J., SEGERER, A., ULRICH, W., TORCHYK, O., WEISSER, W., SCHMITT, T. (2016): Butterfly community shifts over two centuries. In: Conservation Biology, Heft 4/30, S. 754-762
- HABER, W. (2020): Zur Problematik der Vereinbarkeit von Biodiversitäts-Erhaltung und Landnutzung. In: Studienarchiv Umweltgeschichte, Heft 25, S. 3-15
- HADDAD, N., CRUTSINGER, G., GROSS, K., HAARSTAD, J., KNOPS, J., TILMAN, D. (2009): Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. In: Ecology Letters, Heft 10/12, S. 1029-1039

- HADDAD, N., HAARSTAD, J., TILMAN, D. (2000): The effects of long-term nitrogen loading on grassland insect communities. In: *Oecologia*, Heft 1/124, S. 73-84
- HAHN, M., SCHOTTHÖFER, A., SCHMITZ, J., FRANKE, L., BRÜHL, C. (2015): The effects of agrochemicals on Lepidoptera, with a focus on moths, and their pollination service in field margin habitats. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 207, S. 153-162
- HALBACH, K., MÖDER, M., SCHRADER, S., LIEBMANN, L., SCHÄFER, R., SCHNEEWEISS, A., SCHREINER, V., VORMEIER, P., WEISNER, O. ET AL. (2021): Small streams—large concentrations? Pesticide monitoring in small agricultural streams in Germany during dry weather and rainfall. In: *Water Research*, Heft 203, S. 117-535
- HALL, D., CAMILO, G., TONETTO, R., OLLERTON, J., AHRNÉ, K., ARDUSER, M., ASCHER, J., BALDOCK, K., FOWLER, R. ET AL. (2017): The city as a refuge for insect pollinators. In: *Conservation Biology*, Heft 1/31, S. 24-29
- HALLMANN, C., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H. ET AL. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. In: *PLOS ONE*, Heft 10/12, S. 1-21
- HALLMANN, C., ZEEGERS, T., VAN KLINK, R., VERMEULEN, R., VAN WIELINK, P., SPIJKERS, H., VAN DEJK, J., VAN STEENIS, W., JONGEJANS, E. (2020): Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 2/13, S. 127-139
- HAMPICKE, U. (2018): *Kulturlandschaft - Äcker, Wiesen, Wälder und ihre Produkte: Ein Lesebuch für Städter*. Springer, Heidelberg - Berlin
- HAPPE, A., ALINS, G., BLÜTHGEN, N., BOREUX, V., BOSCH, J., GARCÍA, D., HAMBÄCK, P., KLEIN, A., MARTÍNEZ-SASTRE, R. ET AL. (2019): Predatory arthropods in apple orchards across Europe: Responses to agricultural management, adjacent habitat, landscape composition and country. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 273, S. 141-150
- HAPPE, A., RIESCH, F., RÖSCH, V., GALLÉ, R., TSCHARNTKE, T., BATÁRY, P. (2018): Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 254, S. 92-98
- HELMEIER, H., ACHTZIGER, R., GÜNTHER, A., RICHERT, E., WICHE, O. (2012): Bergbaufolgelandschaften - ideale Standorte zur Anwendung von Prinzipien der Ökologie. In: *BFL Forschungsband*, S. 451-459
- HELBING, F., BLAESER, T., LÖFFLER, F., FARTMANN, T. (2014): Response of Orthoptera communities to succession in alluvial pine woodlands. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 2/18, S. 215-224
- HERING, D., OLBERG, S., BECKERT, J., KAIL, J. (2021): Studie zu Insekten in Gewässerrandstreifen. In: Universität Duisburg-Essen, Auftraggeber: NABU, 25 S.
- HILLER, D., BETZ, O. (2014): Auswirkungen verschiedener Mahdkonzepte auf die Heuschreckenfauna städtischer Grünflächen – Untersuchungen auf Grünflächen in Tübingen. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Heft 46, S. 241-246
- HOFMANN, F., BÄR, K., PLAB-KRUSE, M., VOGT, C., HOLZHEID, F., VENGELS, J. (2018): Vom Winde verweht. Messung von Pestiziden in der Luft im Vinschgau. Umweltinstitut München e. V., 40 S.
- HOLLAND, J., JEANNERET, P., MOONEN, A., VAN DER WERF, W., ROSSING, W., ANTICHI, D., ENTLING, M., GIFFARD, B., HELSEN, H. ET AL. (2020): Approaches to identify the value of seminatural habitats for conservation biological control. In: *Insects*, Heft 11
- HÖLTERMANN, A., JESSEL, B. (2020): *Wälder im Klimawandel: Steigerung von Anpassungsfähigkeit und Resilienz durch mehr Vielfalt und Heterogenität*. Bundesamt für Naturschutz (Herausgeber)

- HOLTMANN, L., BRÜGGESHEMKE, J., JUCHEM, M., FARTMANN, T. (2019): Odonate assemblages of urban stormwater ponds: the conservation value depends on pond type. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 1/23, S. 123-132
- HÖLZEL, C., FANCK, M., GAUDE, A., FANCK, M. (2019): Insekten schützen leicht gemacht! Anleitung für Kommunen und Wildnisliebhaber. BUND (Herausgeber)
- HOLZNER, W., GLAUNINGER, J. (2005): Ackerunkräuter - Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung. Leopold Stocker Verlag, Graz
- HOLZSCHUH, A., DORMANN, C., TSCHARNTKE, T., STEFFAN-DEWENTER, I. (2011): Expansion of mass-flowering crops leads to transient pollinator dilution and reduced wild plant pollination. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Heft 1723/278, S. 3444-3451
- HOMBURG, K., DREES, C., BOUTAUD, E., NOLTE, D., SCHUETT, W., ZUMSTEIN, P., VON RUSCHKOWSKI, E., ASSMANN, T. (2019): Where have all the beetles gone? Long-term study reveals carabid species decline in a nature reserve in Northern Germany. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 4/12, S. 268-277
- HOPFENMÜLLER, S., HOLZSCHUH, A., STEFFAN-DEWENTER, I. (2020): Effects of grazing intensity, habitat area and connectivity on snail-shell nesting bees. In: *Biological Conservation*, Heft 242, 108406
- HORÁK, J., CHOBOT, K., HORÁKOVÁ, J. (2012): Hanging on by the tips of the tarsi: A review of the plight of the critically endangered saproxylic beetle in European forests. In: *Journal for Nature Conservation*, Heft 2/20, S. 101-108
- HORÁK, J., RÉBL, K. (2013): The species richness of click beetles in ancient pasture woodland benefits from a high level of sun exposure. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 2/17, S. 307-318
- HÖTKER, H., BRÜHL, C., BUHK, C., OPPERMANN, R. (2018): Biodiversitätsflächen zur Minderung der Umweltauswirkungen von Pflanzenschutzmitteln. Anforderungen an Kompensationsmaßnahmen im Risikomanagement. Umweltbundesamt, Texte 53/2018, 63 S.
- HÖTTINGER, H. (2004): Grundlagen zum Schutz von Schmetterlingen in Städten. In: *Oedippus*, Heft 22, S. 1-48
- IFAB, MEYER, S. (2020): Praxisempfehlungen zur Umsetzung von Aussaat in "Weiter Reihe" und „reduzierter Aussaatstärke“. Abschlussbericht zu Projekt 63-Z362/20S, 63 S.
- ILLIG, H. (2008): 25 Jahre Feldflora-Reservat Luckau-Freesdorf (Niederlausitz). In: *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz*, Heft 16, S. 23-33
- INCLÁN, D., CERRETTI, P., GABRIEL, D., BENTON, T., SAIT, S., KUNIN, W., GILLESPIE, M., MARINI, L. (2015): Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales. In: *Journal of Applied Ecology*, Heft 4/52, S. 1102-1109
- IRMLER, U., KOOP, B., SCHRAUTZER, J. (2020): Entwicklung der Lebensgemeinschaften nach der Umstellung von konventionellem zu ökologischem Landbau. In: *Natur und Landschaft*, Heft 6, S. 253-262
- ISAACS, R., TUELL, J., FIEDLER, A., GARDINER, M., LANDIS, D. (2009): Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, Heft 4/7, S. 196-203
- JABLONOWSKI, N. D., SCHÄFFER, A., & BURAUER, P. (2011): Still present after all these years: persistence plus potential toxicity raise questions about the use of atrazine. *Environmental Science and Pollution Research*, 18 (2), S. 328-331

- JEDICKE, E., WEIDT, H., DÖRING, J. (2017): Landschaftspflege durch extensive Rinderbeweidung – ein gemeinsames Projekt von Landwirtschaft und Naturschutz in Sachsen. In: Naturschutzarbeit in Sachsen, Heft 59, S. 16-31
- JERRENTROP, J., WRAGE-MÖNNIG, N., RÖVER, K., ISSELSTEIN, J. (2014): Grazing intensity affects insect diversity via sward structure and heterogeneity in a long-term experiment. In: Journal of Applied Ecology, Heft 4/51, S. 968-977
- JOCHMANN, R., BLANCKENHORN, W. (2016): Non-target effects of ivermectin on trophic groups of the cow dung insect community replicated across an agricultural landscape. In: Basic and Applied Ecology, Heft 4/17, S. 291-299
- JONES, L., LEATHER, R. (2012): Invertebrates in urban areas: A review. In: European Journal of Entomology, Heft 4/109, S. 463-478
- JONSELL, M., NITTÉRUS, K., STIGHÄLL, K. (2004): Saproxylic beetles in natural and man-made deciduous high stumps retained for conservation. In: Biological Conservation, Heft 2/118, S. 163-173
- JOUBERT, L., PRYKE, J., SAMWAYS, M. (2016): Positive effects of burning and cattle grazing on grasshopper diversity. In: Insect Conservation and Diversity, Heft 4/9, S. 290-301
- KEßLER, K., EDM, F., DITTRICH, I. (2011): Erstellung eines Fachkonzepts für ein landesweites Informationssystem zur Lage und Verbreitung von Mooren und anderen organischen Nässtandorten (SIMON). In: Schriftenreihe des LfULG, Heft 14
- KNAUER, N. (1986): Konzept eines Netzes aus ökologischen Zellen in der Agrarlandschaft und Bedeutung für das Agrarökosystem. In: Laufener Spezial- und Seminarbeiträge, Heft 10, S. 54-63
- KNOP, E. (2016): Biotic homogenization of three insect groups due to urbanization. In: Global Change Biology, Heft 1/22, S. 228-236
- KÖLLING, C. (2013): Nichtheimische Baumarten - Alternativen im klimagerechten Waldumbau? In: LWF aktuell, Heft 96, S. 4-11
- KOOPMANN, R., KÜHNE, S. (2017): Tierarzneimittel (Antiparasitika) im Kuhfladen - Ein Risiko für Nicht-Zielorganismen (Literaturübersicht). In: Landbauforschung (Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems), Heft 67, S. 79-94
- KRAUS, D., KRUMM, F. (2013): Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern. European Forest Institute (Herausgeber)
- KRAWCZYNSKI R., WAGNER, H. (2011): Einfluss naturnaher Beweidung auf Fließgewässer - ein Diskussionsbeitrag. In: Magdeburger Wasserwirtschaftliche Hefte: Auswirkungen von Eingriffen in Fließgewässern, S. 123-133
- KRUSE-PLAB, M., HOFMANN, F., WOSNIOK, W., SCHLECHTRIEMEN, U., & KOHLSCHÜTTER, N. (2021): Pesticides and pesticide-related products in ambient air in Germany. Environmental Sciences Europe, 33 (1), S. 1-21
- KÜNST, C., DEUBERT, M., KÜNST, R., MATTHIAS, T. (2019): Mehr Platz für biologische Vielfalt in Kulturlandschaften - Die Eh da-Initiative. In: Biologie in unserer Zeit, Heft 49, S. 28-38
- KURZE, S., HEINKEN, T., FARTMANN, T. (2018): Nitrogen enrichment in host plants increases the mortality of common Lepidoptera species. In: Oecologia, Heft 4/188, S. 1227-1237
- LACHAT, T., BOUGET, C., BÜTLER, R., MÜLLER, J. (2013): Totholz: Quantitative und qualitative Voraussetzungen für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von Xylobionten. In: Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern, S. 92-102

- LANNER, J., KRATSCHMER, S., PETROVIĆ, B., GAULHOFER, F., MEIMBERG, H., PACHINGER, B. (2020): City dwelling wild bees: how communal gardens promote species richness. In: *Urban Ecosystems*, Heft 2/23, S. 271-288
- LEE, M., MANNING, P., WALKER, C., POWER, S. (2014): Plant and arthropod community sensitivity to rainfall manipulation but not nitrogen enrichment in a successional grassland ecosystem. In: *Oecologia*, Heft 4/176, S. 1173-1185
- LEDINGER, J., SEBOLD, S., WEISSER, W., LANGE, M., SCHALL, P., TÜRKE, M., GOSSNER, M. (2019): Effects of forest management on herbivorous insects in temperate Europe. In: *Forest Ecology and Management*, Heft 437, S. 232-245
- LEOPOLDINA, NATIONALE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN & ACATECH – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIK- WISSENSCHAFTEN, UNION DER DEUTSCHEN AKADEMIEN DER WISSENSCHAFTEN (2020): Biodiversität und Management von Agrarlandschaften – Umfassendes Handeln ist jetzt wichtig. Halle (Saale), 80 S.
- LEUSCHNER, C., KRAUSE, B., MEYER, S., BARTELS, M. (2014): Strukturwandel im Acker- und Grünland Niedersachsens und Schleswig-Holsteins seit 1950. In: *Natur und Landschaft* 9/10 (89), S. 386-391
- LICHTENBERG, E., KENNEDY, C., KREMEN, C., BATÁRY, P., BERENDSE, F., BOMMARCO, R., BOSQUE-PÉREZ, N., CARVALHERO, L., SNYDER, W. ET AL. (2017): A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. In: *Global Change Biology*, Heft 11/23, S. 4946-4957
- LIESS, M., FOIT, K., BECKER, A., HASSOLD, E., DOLCIOTTI, I., KATZWINKEL, M., DUQUESNE, S. (2013): Culmination of low-dose pesticide effects. *Environmental Science & Technology* 47 (15): S. 8862–8868
- LIESS, M., FOIT, K., KNILLMANN, S., SCHÄFER, R. B., LIESS, H. D. (2016): Predicting the synergy of multiple stress effects. *Scientific Reports* 6 (1): S. 1-8
- LITT, A., CORD, E., FULBRIGHT, T., SCHUSTER, G. (2014): Effects of Invasive Plants on Arthropods. In: *Conservation Biology*, Heft 6/28, S. 1532-1549
- LM, M- (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Herausgeber), 98 S.
- LÖFFLER, F., PONIATOWSKI, D., FARTMANN, T. (2020): Extinction debt across three taxa in well-connected calcareous grasslands. In: *Biological Conservation*, Heft 246, 108588
- LUCAS, A., BULL, J., DE VERE, N., NEYLAND, P., FORMAN, D. (2017): Flower resource and land management drives hoverfly communities and bee abundance in seminatural and agricultural grasslands. In: *Ecology and Evolution*, Heft 19/7, S. 8073-8086
- LUDWIG, H. (2020): Auf dem Weg zum bundesweiten Insektenmonitoring. In: *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*, Heft 22, S. 89-92
- MACGREGOR, C., POCOCK, M., FOX, R., EVANS, D. (2019): Effects of street lighting technologies on the success and quality of pollination in a nocturnally pollinated plant. In: *Ecosphere*, Heft 1/10, e02550
- MANFRIN, A., SINGER, G., LARSEN, S., WEIB, N., VAN GRUNSVEN, R., WEIB, N., WOHLFAHRT, S., MONAGHAN, M., HÖLKER, F. (2017): Artificial light at night affects organism flux across ecosystem boundaries and drives community structure in the recipient ecosystem. In: *Frontiers in Environmental Science*, Heft 5, S. 61
- MARINI, L., FONTANA, P., BATTISTI, A., GASTON, K. (2009): Agricultural management, vegetation traits and landscape drive orthopteran and butterfly diversity in a grassland–forest mosaic: a multi-scale approach. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 3/2, S. 213-220

- MARSHALL, E., BROWN, V., BOATMAN, N., LUTMAN, P., SQUIRE, G., WARD, L. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. In: *Weed Research*, Heft 2/43, S. 77-89
- MARTÍNEZ-SASTRE, R., MIÑARRO, M., GARCÍA, D. (2020): Animal biodiversity in cider apple orchards: Simultaneous environmental drivers and effects on insectivory and pollination. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 295, 106918
- MCCLEAN, C., VAN DEN BERG, L., ASHMORE, M., PRESTON, C. (2011): Atmospheric nitrogen deposition explains patterns of plant species loss. In: *Global Change Biology*, Heft 9/17, S. 2882-2892
- MELIS, C., OLSEN, C., HYLLVANG, M., GOBBI, M., STOKKE, B., RØSKAFT, E. (2010): The effect of traffic intensity on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in central Sweden. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 2/14, S. 159-168
- MERCKX, T., FEBER, R., DULIEU, R., TOWNSEND, M., PARSONS, M., BOURN, N., RIORDAN, P., MACDONALD, D. (2009): Effect of field margins on moths depends on species mobility: Field-based evidence for landscape-scale conservation. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 1/129, S. 302-309
- MEYER, S., BERGMEIER, E., BECKER, T., WESCHE, K., KRAUSE, B., LEUSCHNER, C. (2015): Detecting long-term losses at the plant community level – arable fields in Germany revisited. In: *Applied Vegetation Science*, Heft 3/18, S. 432-442
- MEYER, S., GOTTWALD, F. (2020): Maßnahmenbedarf zur Erhaltung der Ackerwildkrautflora - Erkenntnisse aus der langjährigen Umsetzung. In: *Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft – Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen in der Umsetzung*, Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), S. 145-155
- MEYER, S., WESCHE, K., KRAUSE, B., LEUSCHNER, C. (2013): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s - a cross-regional analysis. In: *Diversity and Distributions*, Heft 9/19, S. 1175-1187
- ML & MU (2018): *NATURA 2000 in niedersächsischen Wäldern – Leitfaden für die Praxis*. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz & Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (Herausgeber), 66 S.
- MÖLDER, A., SCHMIDT, M., PLIENINGER, T., MEYER, P. (2020): Habitat-tree protection concepts over 200 years. In: *Conservation Biology*, Heft 6/34, S. 1444-1451
- MONCEAU, K., BONNARD, O., THIÉRY, D. (2014): *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. In: *Journal of Pest Science*, Heft 1/87, S. 1-16
- MOROŃ, D., LENDA, M., SKÓRKA, P., SZENTGYÖRGYI, H., SETTELE, J., WOYCIECHOWSKI, M. (2009): Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. In: *Biological Conservation*, Heft 7/142, S. 1322-1332
- MÜHLENBERG, H., MÖCKEL, S., SATTLER, C. (2021): *Regelungen zur Anwendung von Pestiziden in Schutzgebieten. Abschlussbericht Umweltbundesamt*, 161 S.
- MÜLLER, G. (2013): *Europas Feldeinfriedungen (2 Bände)*, Neuer Kunstverlag, Waiblingen
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2007): Laufkäfer unterschiedlich bewirtschafteter fränkischer Eichenwälder, unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von Mittelwäldern für die Biodiversität. In: *Angewandte Carabidologie*, Heft 8, S. 51-68
- MUÑOZ, P., TORRES, F., MEGÍAS, A. (2015): Effects of roads on insects: a review. In: *Biodiversity and Conservation*, Heft 3/24, S. 659-682
- NICKEL, H. (2019): Case study: Decline and threat factors of leafhoppers and planthoppers (box). In: *Natur und Landschaft*, Heft 6/7 (94), S. 242

- NICKEL, H., REISINGER, E., SOLLMANN, R., UNGER, C. (2016): Außergewöhnliche Erfolge des zoologischen Artenschutzes durch extensive Ganzjahresbeweidung mit Rindern und Pferden - Ergebnisse zweier Pilotstudien an Zikaden in Thüringen, mit weiteren Ergebnissen zu Vögeln, Reptilien und Amphibien. In: Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, Heft 1/53, S. 5-20
- NIETO-SÁNCHEZ, S., GUTIÉRREZ, D., WILSON, R. (2015): Long-term change and spatial variation in butterfly communities over an elevational gradient: driven by climate, buffered by habitat. In: Diversity and Distributions, Heft 8/21, S. 950-961
- NIGGLI, URS., BÄRBEL GEROWITT, CARSTEN BRÜHL, MATTHIAS LIESS, RALF SCHULZ, ROLF ALTENBURGER, WOLFGANG BOKELMANN, CARMEN BÜTTNER, MARTIN HARTENBACH, JÜRGEN HEß, BERNWARD MÄRLÄNDER, THOMAS MIEDANER, KARSTEN NÖDLER, RALF PETERCORD, ANNETTE REINEKE, CAROLIN VON KRÖCHER, Wissenschaftlicher Beirat des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz beim BMEL (2019): Pflanzenschutz und Biodiversität in Agrarökosystemen. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 48 S.
- NUSSEN, M., WALLISDEVRIES, M., SIEPEL, H. (2017): Pathways for the effects of increased nitrogen deposition on fauna. In: Biological Conservation, Heft 212, S. 423 - 431
- NORTON, B., BENDING, G., CLARK, R., CORSTANJE, R., DUNNETT, N., EVANS, K., GRAFIUS, D., GRAVESTOCK, E., GRICE, S. ET AL. (2019): Urban meadows as an alternative to short mown grassland: effects of composition and height on biodiversity. In: Ecological Applications, Heft 6/29, e01946
- NOSKOV, A., BENDIX, J., FRIESS, N. (2021): A review of insect monitoring approaches with special reference to radar techniques. In: Sensors, Heft 4/21, 1474
- OLAYA-ARENAS, P., SCHARF, M. E., & KAPLAN, I. (2020): Do pollinators prefer pesticide-free plants? An experimental test with monarchs and milkweeds. *Journal of Applied Ecology*, 57 (10), S. 2019-2030.
- OLLERTON, J., ERENLER, H., EDWARDS, M., CROCKETT, R. (2014): Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. In: *Science*, Heft 6215/346, S. 1360-1362
- OPPERMANN, R., BUHK, C., PFISTER, S. (2019): Handlungsperspektiven für eine insektenfreundliche Landnutzung. In: *Natur und Landschaft*, Heft 94, S. 279-288
- OPPERMANN, R., MEYER, S. (2020): Praxisempfehlungen zur Umsetzung von Aussaat in "Weiter Reihe" und „reduzierter Aussaatstärke“. Abschlussbericht zu Projekt 63-Z362/20S, 63 S.
- PARK, M., BLITZER, E., GIBBS, J., LOSEY, J., DANFORTH, B. (2015): Negative effects of pesticides on wild bee communities can be buffered by landscape context. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Heft 1809/282, 20150299
- PE'ER, G., LAKNER, S., MÜLLER, R., PASSONI, G., BONTZORLOS, V., CLOUGH, D., MOREIRA, F., AZAM, C., BERGER, J. ET AL. (2017): Is the CAP fit for purpose? An evidence-based fitness check assessment. Leipzig, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Halle-Jena-Leipzig
- PERRE, P., LOYOLA, R., LEWINSOHN, T., ALMEIDA-NETO, M. (2011): Insects on urban plants: contrasting the flower head feeding assemblages on native and exotic hosts. In: *Urban Ecosystems*, Heft 4/14, S. 711-722
- PIFFNER, L., OSTERMAIER, M., STOECKLI, S., MÜLLER, A. (2018): Wild bees respond complementarily to 'high-quality' perennial and annual habitats of organic farms in a complex landscape. In: *Journal of Insect Conservation*, Heft 3/22, S. 551-562
- PIZZOLOTTO, R., GOBBI, M., BRANDMAYR, P. (2014): Changes in ground beetle assemblages above and below the treeline of the Dolomites after almost 30 years (1980/2009). In: *Ecology and Evolution*, Heft 8/4, S. 1284-1294

- PONIATOWSKI, D., BECKMANN, C., LÖFFLER, F., MÜNSCH, T., HELBING, F., SAMWAYS, M., FARTMANN, T. (2020): Relative impacts of land-use and climate change on grasshopper range shifts have changed over time. In: *Global Ecology and Biogeography*, Heft 12/29, 2190-2202
- POSCHLOD, P. (2015): *Geschichte der Kulturlandschaft*. Eugen Ulmer-Verlag, Stuttgart (Hohenheim), 320 S.
- POTTS, S., BIESMEIJER, J., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., KUNIN, W. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. In: *Trends in Ecology & Evolution*, Heft 6/25, S. 345-353
- POTTS, S., IMPERATRIZ-FONSECA, V., NGO, H., BIESMEIJER, J., BREEZE, T., DICKS, L., GARIBALDI, L., SETTELE, J., VANBERGEN, A. ET AL. (2016): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) on pollinators, pollination and food production. Post-Print hal-01946814, HAL
- POWER, E., JACKSON, Z., STOUT, J. (2016): Organic farming and landscape factors affect abundance and richness of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in grasslands. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 3/9, S. 244-253
- PROCHES, S., WILSON, J., RICHARDSON, D., CHOWN, S. (2008): Herbivores, but not other insects, are scarce on alien plants. In: *Austral Ecology*, Heft 5/33, S. 691-700
- RAUSCH, G., ACHTZIGER, R., RICHERT, E. (2019): Success monitoring of different types of habitat management for the establishment of heathland on a power line in the city forest of Freiberg. In: *Freiberg Ecology online*, Heft 5, S. 1-14
- REIF, A., AAS, G., ESSL, F. (2011): Braucht der Wald in Zeiten des Klimawandels neue, nicht heimische Baumarten?. In: *Natur und Landschaft*, Heft 86, S. 256-260
- REINHARDT, R. (2007): *Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege - Rote Liste Tagfalter Sachsens*.
- RICHARD, R., CAHON, T., LLANDRES, A., LE LEVIER, L., PROUDHOM, G., CASAS, J. (2020): Alley cropping agroforestry mediates carabid beetle distribution at a micro-habitat scale. In: *Agroforestry Systems*, Heft 1/94, S. 309-317
- RIES, M., REINHARDT, T., NIGMANN, U., BALZER, S. (2019): Analyse der bundesweiten Roten Listen zum Rückgang der Insekten in Deutschland. In: *Natur und Landschaft*, Heft 6/7 (94), S. 236-244
- ROBINET, C., ROQUES, A. (2010): Direct impacts of recent climate warming on insect populations. In: *Integrative Zoology*, Heft 2/5, S. 132-142
- ROELLIG, M., COSTA, A., GARBARINO, M., HANSPACH, J., HARTEL, T., JAKOBSSON, S., LINDBORG, R., MAYR, S., PLEININGER, T. ET AL. (2018): Post Hoc Assessment of Stand Structure Across European Wood-Pastures: Implications for Land Use Policy. In: *Rangeland Ecology & Management*, Heft 5/71, S. 526-535
- RÖSCH, V., HOFFMANN, M., DIEHL, U., ENTLING, M. (2019): The value of newly created wood pastures for bird and grasshopper conservation. In: *Biological Conservation*, Heft 237, S. 493-503
- ROSSETTI, M., RÖSCH, V., VIDELA, M., TSCHARNTKE, T., BATÁRY, P. (2019): Insect and plant traits drive local and landscape effects on herbivory in grassland fragments. In: *Ecosphere*, Heft 5/10, e02717
- ROTH, N., ZODER, S., ZAMAN, A., THORN, S., SCHMIDL, J. (2020): Long-term monitoring reveals decreasing water beetle diversity, loss of specialists and community shifts over the past 28 years. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 2/13, S. 140-150
- RUPP, M., MICHIELS, H. (2020): Waldweide im Waldnaturschutz. In: *Mitteilungen des VFS, Standort Wald*, Heft 51, S. 153-172
- SALA, O., STUART CHAPIN, F. III., ARMESTO, J., BERLOW, E., BLOOMFIELD, J., DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E., HUENNEKE, L. ET AL. (2000): Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. In: *Science*, Heft 5459/287, S. 1770-1774

- SAMNEGÅRD, U., ALINS, G., BOREUX, V., BOSCH, J., GARCÍA, D., HAPPE, A., KLEIN, A., MIÑARRO, M., MODY, K. ET AL. (2019): Management trade-offs on ecosystem services in apple orchards across Europe: Direct and indirect effects of organic production. In: *Journal of Applied Ecology*, Heft 4/56, S. 802-811
- SÁNCHEZ-BAYO, F., WYCKHUYS, K. (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. In: *Biological Conservation*, Heft 232, S. 8-27
- SANDERS, D., GASTON, K. (2018): How ecological communities respond to artificial light at night. In: *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, Heft 8/9 (329), S. 394-400
- SCHACHERER, A. (2007): 20 Jahre Ackerwildkrautschutz in Niedersachsen - Entstehung eines Förderprogramms. In: *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen*, Heft 2/27, S. 79-85
- SCHÄFFER A., FILSER J., FRISCHE T., GESSNER M., KÖCK W., KRATZ W., LIESS M., NUPPENAU E.-A., ROß-NICKOLL M., SCHÄFER R., SCHERINGER M. (2018): Der stumme Frühling – Zur Notwendigkeit eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes. Diskussion Nr. 16. Nationale Akademie der Wissenschaften - Leopoldina, Halle (Saale), 68 S.
- SCHÄFFER, A., FILSER, J., FRISCHE, T., GESSNER, M., KÖCK, W., KRATZ, W., LIESS, M. N., ROß-NICKOLL, M. ET AL. (2018): Der stumme Frühling - Zur Notwendigkeit eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes. Diskussion Nr. 16 der Nationalen Akademie der Wissenschaften - Leopoldina, Halle (Saale)
- SCHEPER, J., REEMER, M., VANKATS, R., OZINGA, W., VANDER LINDEN, G., SCHAMINÉE, J., SIEPEL, H., KLEIJN, D. (2014): Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Heft 49/111, S. 17552-17557
- SCHERBER, C., REININGHAUS, H., BRANDMEIER, J., EVERWAND, G., GAGIĆ, V., GREWE, T., KORMANN, U., MEYER, M., NAGELSDIEK, S. ET AL. (2019): Insektenvielfalt und ökologische Prozesse in Agrar- und Waldlandschaften. In: *Natur und Landschaft*, Heft 6/7 (94), S. 245-254
- SCHIRMEL, J., GERLACH, R., BUHK, C. (2019): Disentangling the role of management, vegetation structure, and plant quality for Orthoptera in lowland meadows. In: *Insect Science*, Heft 2/26, S. 366-378
- SCHLEY, L., LEYTEM, M. (2004): Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: eine kurze Literaturliteraturauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. In: *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, Heft 105, S. 65-85
- SCHMAUCK, S. (2019): Dach- und Fassadenbegrünung - neue Lebensräume im Siedlungsbereich. Fakten, Argumente und Empfehlungen. BfN-Skripten 538
- SCHMIDT, M., KÜCHLER, P., HENSCHKE, C., ZIEGLER, M., KAHLE, K., WALTER, P. (2020): Der Federbruch im Reinhardswald - Wiederentdeckung und Renaturierung eines herausragenden Moorgebiets. In: *Jahrbuch Naturschutz in Hessen*, Heft 19, S. 73-77
- SCHMITZ, J., HAHN, M., BRÜHL, C. (2014): Agrochemicals in field margins – An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 193, S. 60-69
- SCHNEIER, C. (2014): Pilotprojekt „Betriebsplan Natur“ - gesamtbetriebliche Naturschutzberatung. In: *Naturschutzarbeit in Sachsen*, Heft 56, S. 70-75
- SCHOLZ, A., LIEBIG, W. (2013): Rote Liste und Artenliste Sachsens - Grabwespen.
- SCHROER, S., HUGGINS, B., BÖTTCHER, M., HÖLKER, F. (2019): Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen - Anforderungen an eine nachhaltige Außenbeleuchtung. BfN-Skripten 543

- SCHUCH, S., BOCK, J., KRAUSE, B., WESCHE, K., SCHAEFER, M. (2012): Long-term population trends in three grassland insect groups: a comparative analysis of 1951 and 2009. In: *Journal of Applied Entomology*, Heft 5/136, S. 321-331
- SCHUCH, S., LUDWIG, H., WESCHE, K. (2020): Erfassungsmethoden für ein Insektenmonitoring – Eine Materialsammlung. BfN-Skripten 565
- SCHUCH, S., MEYER, S., BOCK, J., VAN KLINK, R., WESCHE, K. (2019): Drastische Biomasseverluste bei Zikaden verschiedener Grasländer in Deutschland innerhalb von sechs Jahrzehnten. In: *Natur und Landschaft*, Heft 4/94, S. 141-145
- SCHUCH, S., WESCHE, K., SCHAEFER, M. (2012): Long-term decline in the abundance of leafhoppers and planthoppers (Auchenorrhyncha) in Central European protected dry grasslands. In: *Biological Conservation*, Heft 1/149, S. 75-83
- SCHULZ, R., BUB, S., PETSCHICK, L. L., STEHLE, S., & WOLFRAM, J. (2021): Applied pesticide toxicity shifts toward plants and invertebrates, even in GM crops. *Science*, 372 (6537), S. 81-84.
- SCHWEIGER, O., BIESMEIJER, J., BOMMARCO, R., HICKLER, T., HULME, P., KLOTZ, S., KÜHN, I., MOORA, M., NIELSEN, A. ET AL. (2010): Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. In: *Biological Reviews*, Heft 4/85, S. 777-795
- SEBEK, P., VODKA, S., BOGUSCH, P., PECH, P., TROPEK, R., WEISS, M., ZIMOVA, K., CIZEK, L. (2016): Open-grown trees as key habitats for arthropods in temperate woodlands: The diversity, composition, and conservation value of associated communities. In: *Forest Ecology and Management*, Heft 380, S. 172-181
- SEIBOLD, S., BRANDL, R., BUSE, J., HOTHORN, T., SCHMIDL, J., THORN, S., MÜLLER, J. (2015): Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. In: *Conservation Biology*, Heft 2/29, S. 382-390
- SEIBOLD, S., GOSSNER, M., SIMONS, N., BLÜTHGEN, N., MÜLLER, J., AMBARLI, D., AMMER, C., BAUHAUS, J., FISCHER, M. ET AL. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. In: *Nature*, Heft 7780/574, S. 671-674
- SENAPATHI, D., CARVALHEIRO, L., BIESMEIJER, J., DODSON, C., EVANS, R., MCKERCHAR, M., MORTON, R., MOSS, E., ROBERTS, S. ET AL. (2015): The impact of over 80 years of land cover changes on bee and wasp pollinator communities in England. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Heft 1806/282, 20150294
- SENAPATHI, D., GODDARD, M., KUNIN, W., BALDOCK, K. (2017): Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. In: *Functional Ecology*, Heft 1/31, S. 26-37
- SETTELE, J. (2019): Bestandsentwicklungen und Schutz von Insekten Analysen und Aussagen des Weltbiodiversitätsrats (IPBES). In: *Natur und Landschaft*, Heft 6/7 (94), S. 299-303
- SETTELE, J., DOVER, J., DOLEK, M., KONVIČKA, M. (2009): *Ecology of butterflies in Europe*. Cambridge University Press
- SHORTALL, C., MOORE, A., SMITH, E., HALL, M., WOWOD, I., HARRINGTON, R. (2009): Long-term changes in the abundance of flying insects. In: *Insect Conservation and Diversity*, Heft 4/2, S. 251-260
- SIMON-DELISO, N., AMARAL-ROGERS, V., BELZUNCES, L. P., J. M. BONMATIN, M. CHAGNON, C. DOWNS, L. FURLAN, D. W. GIBBONS, C. GIORIO, V. GIROLAMI, D. GOULSON, D. P. KREUTZWEISER, C. H. KRUPKE, M. LIESS, E. LONG, M. MCFIELD, P. MINEAU, E. A. D. MITCHELL, C. A. MORRISSEY, D. A. NOOME, L. PISA, J. SETTELE, J. D. STARK, A. TAPPARO, H. VAN DYCK, J. VAN PRAAGH, J. P. VAN DER SLUJIS, P. R. WHITEHORN & M. WIEMERS (2015): Systemic insecticides (Neonicotinoids and fipronil): Trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, S. 5 – 34

- SKÓRKA, P., LENDA, M., MOROŃ, D., KALARUS, K., TRYJANOWSKI, P. (2013): Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. In: *Biological Conservation*, Heft 159, S. 148 - 157
- SMITH, B., AEBISCHER, N., EWALD, J., MOREBY, S., POTTER, C., HOLLAND, J. (2020): The potential of arable weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops. In: *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Heft 3, S. 118
- SOBCZYK, T. (2015): Ein Massenaufreten von *Zygaena filipendulae* (Linnaeus, 1758) auf Bergbausanierungsflächen bei Nochten in der Oberlausitz (Lepidoptera, Zygaenidae). In: *Sächsische Entomologische Zeitschrift*, Heft 8, S. 202-208
- SOMMER, M., ZEHM, A. (2021): Hochwertige Lebensräume statt Blühflächen - In wenigen Schritten zu wirksamem Insektenschutz. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Heft 1/53, S. 20-27
- SPARLING, D., FELLERS, G. (2007): Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana boylei*. *Environmental Pollution*, 147, S. 535-539
- SRU (2018): Für einen flächenwirksamen Insektenschutz – Stellungnahme. Sachverständigenrat für Umweltfragen und Wissenschaftlicher Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen, Sachverständigenrat für Umweltfragen und Wissenschaftlicher Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen
- ST. CLAIR, A., ZHANG, G., DOLEZAL, A., O'NEAL, M., TOTH, A. (2020): Diversified Farming in a Monoculture Landscape: Effects on honeybee health and wild bee Communities. In: *Environmental Entomology*, Heft 3/49, S. 753-764
- STAMPS, W., LINIT, M. (1997): Plant diversity and arthropod communities: Implications for temperate agroforestry. In: *Agroforestry Systems*, Heft 1/39, S. 73-89
- STAUB, M., BENZ, R., BISCHOFF, W., BOSSHARD, A., BURRI, J., SILVIE, V., BISCHOFBERGER, Y. (2015): Direktbegrünung artenreicher Wiesen in der Landwirtschaft - Leitfaden für die Praxis zum Einsatz von regionalem Saatgut in Biodiversitätsförderflächen. AGRIDEA
- STOATE, C., BOATMAN, N., BORRALHO, R., CARVALHO, C., SNOO, G., EDEN, P. (2001): Ecological impacts of arable intensification in Europe. In: *Journal of Environmental Management*, Heft 4/63, S. 337-365
- STORKEY, J., MEYER, S., STILL, K., LEUSCHNER, C. (2012): The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Heft 1732/279, S. 1421-1429
- STOUT, J., MORALES, C. (2009): Ecological impacts of invasive alien species on bees. In: *Apidologie*, Heft 3/40, S. 388-409
- STREITBERGER, M., HERMANN, G., KRAUS, W., FARTMANN, T. (2012): Modern forest management and the decline of the Woodland Brown (*Lopinga achine*) in Central Europe. In: *Forest Ecology and Management*, Heft 269, S. 239-248
- STREITBERGER, M., STUHLREHER, G., FARTMANN, T. (2018): Literaturstudie zur Untersuchung der Ursachen des Artenverlustes bzw. Biomasseverlustes bei Insekten. Universität Osnabrück
- SWAROWSKY, K., MATEZKI, S., FRISCHE, T., WOGRAM, J. (2019): No Insect Respect - Eine kritische Analyse der Risikobewertung und -regulierung von Pflanzenschutzmitteln vor dem Hintergrund des Insektenrückgangs. In: *Natur und Landschaft* 6/7 (94), S. 271-278
- THOMAS, J. (2016): Butterfly communities under threat. In: *Science*, Heft 6296/353, S. 216-218
- TIERNO DE FIGUEROA, J., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M., LORENZ, A., GRAF, W., SCHMIDT-KLOIBER, A., HERING, D. (2010): Vulnerable taxa of European Plecoptera (Insecta) in the context of climate change. In: *Biodiversity and Conservation*, Heft 5/19, S. 1269-1277
- TILMAN, D., ISBELL, F., COWLES, J. (2014): Biodiversity and Ecosystem Functioning. In: *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Heft 1/45, S. 471-493

- TIXIER, G., GUÉROLD, F. (2005): Plecoptera response to acidification in several headwater streams in the Vosges Mountains (northeastern France). In: *Biodiversity & Conservation*, Heft 6/14, S. 1525-1539
- TOOKER, J., O'NEAL, M., RODRIGUEZ-SAONA, C. (2020): Balancing Disturbance and Conservation in Agroecosystems to Improve Biological Control. In: *Annual Review of Entomology*, Heft 1/65, S. 81-100
- TSCHUMI, M., ALBRECHT, M., ENTLING, M., JACOT, K. (2015): High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Heft 1814/282, 20151369
- UCHIDA, K., TAKAHASHI, S., SHINOHARA, T., USHIMARU, A. (2016): Threatened herbivorous insects maintained by long-term traditional management practices in semi-natural grasslands. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Heft 221, S. 156 - 162
- UHL, P., & BRÜHL, C. A. (2019): The impact of pesticides on flower-visiting insects: A review with regard to European risk assessment. *Environmental toxicology and chemistry*, 38 (11), S. 2355-2370
- UHLER, J., REDLICH, S., ZHANG, J., HOTHORN, T., TOBISCH, C., EWALD, J., THORN, S., SEIBOLD, S., MITESSEER, O. ET AL. (2021): Relationship of insect biomass and richness with land use along a climate gradient. In: *Nature Communications*, Heft 1/12, S. 59-46
- ULYSHEN, M. (2011): Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: Implications for conservation-oriented management. In: *Forest Ecology and Management*, Heft 9/261, S. 1479-1489
- UNTERWEGER, P. (2018): Die „Initiative Bunte Wiese“: ein neues Mahdkonzept als Beitrag zur Reduzierung des Insektensterbens. In: *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*. Heft 21
- UNTERWEGER, P., RIEGER, C., BETZ, O. (2017): The influence of urban lawn mowing regimes on diversity of Heteroptera (Hemiptera). In: *Heteropteron*, Heft 48, S. 7-21
- VALTONEN, A., HIRKA, A., SZÖCS, L., AYRES, M., ROININEN, H., CSÓKA, G. (2017): Long-term species loss and homogenization of moth communities in Central Europe. In: *Journal of Animal Ecology*, Heft 4/86, S. 730-738
- VAN DE POEL, D., ZEHM, A. (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen - Eine Literaturlauswertung für den Naturschutz. In: *ANLiegen Natur*, Heft 2/36, S. 36-51
- VAN KLINK, R., BOWLER, D., GONGALSKY, K., SWENGEL, A., GENTILE, A., CHASE, J. (2020): META-ANALYSIS REVEALS DECLINES IN TERRESTRIAL BUT INCREASES IN FRESHWATER INSECT ABUNDANCES. In: *SCIENCE*, HEFT 6489/368, S. 417-420
- VAN KLINK, R., VANDER PLAS, F., VAN NOORDWIJK, C., WALLISDEVRIES, M., OLFF, H. (2015): Effects of large herbivores on grassland arthropod diversity. In: *Biological Reviews*, Heft 2/90, S. 347-366
- VANBERGEN, A., ESPINDOLA, A., AZEN, M. (2018): Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. In: *Nature Ecology & Evolution*, Heft 1/2, S. 16-25
- VANDEKERKHOVE, K., THOMAES, A., JONSSON, B. (2013): Konnektivität und Fragmentierung: Inselbiogeographie und Metapopulationen in Elementen später Waldentwicklungsphasen. In: *Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern*, S. 104-115
- VANDEKERKHOVE, K., THOMAES, A., JONSSON, B. (2013): Konnektivität und Fragmentierung: Inselbiogeographie und Metapopulationen in Elementen später Waldentwicklungsphasen. In: *Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern*, S. 104-115
- VILCINSKAS, A. (2019): Pathogens associated with invasive or introduced insects threaten the health and diversity of native species. In: *Current Opinion in Insect Science*, Heft 33, S. 43-48

- VODKA, S., KONVICKA, M., CIZEK, L. (2008): Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. In: Journal of Insect Conservation, Heft 5/13, S. 553-562
- VÖLKL, W., BLICK, T., KORNACKER, P., MARTENS, H. (2004): Quantitativer Überblick über die rezente Fauna von Deutschland. In: Natur und Landschaft, Heft 79, S. 293-295
- WALDZUSTANDBERICHT (2020): Sächsischen Staatsministerium für Energie, Umweltschutz, Klima und Landwirtschaft (Herausgeber). 64 S.
- WALTER, S., EMMRICH, R., NICKEL, H. (2003): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege – Rote Liste Zikaden Sachsens.
- WEDENMÜLLER, A., MELTZER, A., NEUPERT, S., SCHWARZ, A., & KLEINEIDAM, C. (2022): Glyphosate impairs collective thermoregulation in bumblebees. Science, 376 (6597), S. 1122-1126
- WEISS, N., ZUCCHI, H., HOCHKIRCH, A. (2013): The effects of grassland management and aspect on Orthoptera diversity and abundance: site conditions are as important as management. In: Biodiversity and Conservation, Heft 10/22, S. 2167-2178
- WEIßHUHN, P., LÜTH, E., HELMING, K. (2020): Konzipierung und inhaltliche Ausarbeitung eines Maßnahmenkatalogs Insektenschutz Brandenburg. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. (Herausgeber)
- WENZEL, A., GRASS, I., BELAVADI, V., TSCHARNTKE, T. (2020): How urbanization is driving pollinator diversity and pollination - A systematic review. In: Biological Conservation, Heft 241, 108321
- WERMELINGER, B., LACHAT, T., MÜLLER, J. (2013): Waldinsekten und ihre Habitatansprüche. In: Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern, S. 158-163
- WHITEHORN, P. R., NORVILLE, G., GILBURN, A., & GOULSON, D. (2018): Larval exposure to the neonicotinoid imidacloprid impacts adult size in the farmland butterfly *Pieris brassicae*. PeerJ, 6, e4772.
- WICKRAMASINGHE, L., HARRIS, S., JONES, G., VAUGHAN, J. (2004): Abundance and Species Richness of Nocturnal Insects on Organic and Conventional Farms: Effects of Agricultural Intensification on Bat Foraging. In: Conservation Biology, Heft 5/18, S. 1283-1292
- WINTERGERST, J., KÄSTNER, T., BARTEL, M., SCHMIDT, C., NUSS, M. (2021): Partial mowing of urban lawns supports higher abundances and diversities of insects. In: Journal of Insect Conservation, Heft 5/25, S. 797-808
- WOLFRAM, J., BUB, S., PETSCHICK, L. L., SCHEMMER, A., STEHLE, S., & SCHULZ, R. (2023): Pesticide occurrence in protected surface waters in nature conservation areas of Germany. Science of the total Environment, 858, 160074
- WOTTON, K., GAO, B., MENZ, M., MORRIS, R., BALL, S., LIM, K., REYNOLDS, D., HU, G., CHAPMAN, J. (2019): Mass seasonal migrations of hoverflies provide extensive pollination and crop protection services. In: Current Biology, Heft 13/29, S. 2167-2173
- YONG, D., BARTON, P., OKADA, S., CRANE, M., CUNNINGHAM, S., LINDENMAYER, D. (2020): Conserving focal insect groups in woodland remnants: The role of landscape context and habitat structure on cross-taxonomic congruence. In: Ecological Indicators, Heft 115, 106391
- ZÖPHEL, B., MAHN, E. (2000): Vegetation und Vegetationsentwicklung auf Weinbergsbrachen im Oberen Elbtal (Freistaat Sachsen). In: Hercynia, Heft 33, S. 63-98
- ZUB, P., NÄSSIG, W. (2015): Schmetterlinge - Vielfalt einst und jetzt. In: Stadtnatur im Wandel - Artenvielfalt in Frankfurt am Main, Kleine Senckenberg-Reihe, S. 55-65

Danksagung

Dieser Text hätte in dieser Form nicht verwirklicht werden können, ohne die fachkundige Unterstützung und kritische Beratung durch viele äußerst hilfsbereite und erfahrene Kolleginnen und Kollegen. Deswegen möchten wir uns vor allem bei Roland Achtziger, Ulrike Aufderheide, Julian Bock, Mario Keitel, Wolf-Harald Liebig, Andreas Mölder, Matthias Nuß, Jan Peper, Mattias Rupp, Thomas Sobczyk und Sabine Walter bedanken. Es waren viele, sehr interessante Gespräche!

Für die vertrauliche Zusammenarbeit und äußerst fachkundige Hilfe, danken wir Frank Richter, der uns als Verbindung zum LfULG mit Rat und Tat durch das Projekt begleitete.

Für zahlreiche hilfreiche Hinweise, die stark zur Verbesserung des Manuskripts beigetragen haben, möchten wir uns bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus verschiedenen Referaten des LfULG bedanken. Namentlich sind das Michael Deussen, Jörg Döring, Karin Langlotz, Carola Schneier, Sirko Schwarzbach, Bernd Spänhoff und Jürgen von Zitzewitz.

Wir danken außerdem dem Freistaat Sachsen für die Finanzierung dieses Projekts.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: poststelle.lfulg@smekul.sachsen.de
www.lfulg.sachsen.de

Das LfULG ist eine nachgeordnete Behörde des Sächsischen
Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und
Landwirtschaft.

Diese Veröffentlichung wird finanziert mit Steuermitteln auf
Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen
Landtags beschlossenen Haushalts.

Autoren:

Dr. Sebastian Schuch
Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
E-Mail: sebastian.schuch@senckenberg.de

Dr. Stefan Meyer
Georg-August-Universität Göttingen
E-Mail: stefan.meyer@biologie.uni-goettingen.de

Prof. Karsten Wesche
Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
E-Mail: Karsten.Wesche@senckenberg.de

Redaktion:

Frank Richter, Referat Artenschutz (LfULG)
E-Mail: frank.richter2@smekul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

20.12.2022

Fotos:

Titelbild: Dr. Sebastian Schuch

Auflage:

1. Auflage

Redaktionsschluss:

20.12.2022

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung,
kann aber als PDF-Datei unter
<https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen
Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen
Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit
herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren
Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung
verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich
ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen,
an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen,
Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen
oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte
zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de