

Beitrag von Agrarumweltmaßnahmen und des Ökolandbaus zum Insektenschutz

NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2022

Achim Sander

5-Länder-Evaluation 2/2024



Finanziell unterstützt durch:



EUROPÄISCHE UNION

**Ministerium für Landwirtschaft
und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Publiziert:

DOI-Nr.: 10.3220/5LE1707117782000

www.eler-evaluierung.de

Der nachfolgende Text wurde in geschlechtergerechter Sprache erstellt. Soweit geschlechtsneutrale Formulierungen nicht möglich sind, wird mit dem Doppelpunkt im Wort markiert, dass Frauen, Männer und weitere Geschlechtsidentitäten angesprochen sind. Feststehende Begriffe aus Richtlinien und anderen Rechtstexten bleiben unverändert.

entera Umweltplanung & IT

Dipl.-Ing. Achim Sander

Fischerstraße 3, 30167 Hannover

Tel.: +49(0)511 16789-20

Fax: +49(0)511 16789-99

E-Mail: sander@entera.de

Braunschweig, März 2024



Umweltplanung & IT

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis und Glossar wichtiger Begriffe	V
0 Zusammenfassung	1
1 Einleitung	3
2 Hintergrund	3
3 Daten und Methoden	6
4 Relevante Maßnahmen und ihre Interventionslogik und Wirkfaktoren	9
5 Ergebnisse	12
5.1 Literatursynopse: Zusammenhänge zwischen der landwirtschaftlichen Landnutzung und Insektenvorkommen	13
5.1.1 Einfluss von Landnutzungsart, Habitatqualität, -heterogenität und -größe auf die Insektendiversität in Agrarlandschaften	13
5.1.2 Landschaftskontext und Verbundelemente (Habitatkonnektivität)	22
5.1.3 Weidetierhaltung	25
5.1.4 Antiparasitika	28
5.1.5 Pflanzenschutzmittel	29
5.1.6 Stickstoffeintrag und -düngung	34
5.2 Bedeutung der Erkenntnisse für die Wirkungen der AUKM und des Ökolandbaus	36
5.2.1 Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau	36
5.2.2 Anbau von Zwischenfrüchten	38
5.2.3 Anlage von Blüh- und Schonstreifen	40
5.2.4 Anlage von Uferrand- und Erosionsschutzstreifen	42
5.2.5 Extensive Grünlandnutzung	43
5.2.6 Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen	45
5.2.7 Vertragsnaturschutz auf Grünland	47
5.2.8 Vertragsnaturschutz „Streuobstwiesen und Hecken“	50
5.2.9 Einführung/Beibehaltung ökologischer landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsverfahren und -methoden	52
5.2.10 Sommerweidehaltung von Rindern	54
5.3 Auswertungen mit Daten der Ökologischen Flächenstichprobe: Zusammenhänge zwischen Maßnahmen- und Insektenvorkommen	55
5.4 Versuch einer Ergebnissynthese für NRW	58
6 Diskussion der Ergebnisse	64
7 Empfehlungen	68
Literaturverzeichnis	73
Anhang	89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bedeutung von Insekten für die biologische Vielfalt und für Ökosystemleistungen.....	4
Abbildung 2:	Anteile und Gefährdung verschiedener Insektengruppen in NRW	5
Abbildung 3:	Rückgang von Tagfalter-Offenlandarten und großinsektenfressenden Vogelarten in Deutschland	6
Abbildung 4:	Heutige Landnutzungsverteilung	13
Abbildung 5:	Wesentliche Ursachen des Insektenrückgangs.....	14
Abbildung 6:	Veränderung der Landnutzung in NRW von 1960 bis 2020	15
Abbildung 7:	Veränderung der Agrarlandschaft und Auswirkungen auf die biologische Vielfalt.....	16
Abbildung 8:	Acker- und Grünlandverteilung auf Gemeindebasis.....	17
Abbildung 9:	Dauergrünland in den Regierungsbezirken 1999 bis 2013	19
Abbildung 10:	Bespielhafte Auswahl von Tierarten des Grünlands	20
Abbildung 11:	Anzahl der Arten verschiedener Artengruppen in NRW mit Haupt- und Nebenvorkommen in Säumen	21
Abbildung 12:	Aktionsradius verschiedener Tiere, die Feldhecken bewohnen	23
Abbildung 13:	Effekte der Feldgröße und des Anbaumanagements auf die Artenvielfalt (Pflanzen und Insekten)	24
Abbildung 14:	RGV-haltende Betriebe und durchschnittlicher RGV-Tierbestand je Betrieb von 1950 bis 2022	25
Abbildung 15:	Weidehaltung in Betrieben mit Milchkühen 2009 und 2019	26
Abbildung 16:	Bedeutung des Dungs und der Dungkäfer im Weideökosystem	27
Abbildung 17:	Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen seit 1977	29
Abbildung 18:	Harmonisierter Risikoindikator HRI 1, berechnet ohne Kohlendioxid	30
Abbildung 19:	Wirkungen von PSM in Feldrändern	31
Abbildung 20:	Auswirkungen unterschiedlicher PSM-Gruppen auf Bodenlebewesen.....	32
Abbildung 21:	Dokumentierte PSM-Effekte auf wildlebende Tierarten	33
Abbildung 22:	Stickstoff-Flächenbilanz in NRW 1995 bis 2018.....	34
Abbildung 23:	Einfluss von Stickstoffeinträgen auf Insekten	35
Abbildung 24:	Artenzahlen der Heuschrecken auf Vertragsnaturschutzflächen und konventionellen Nutzungsformen	46
Abbildung 25:	Eignung von Maßnahmen für ausgewählte Leitarten der Agrarlandschaft.....	46

Abbildung 26:	Vergleich der Artenzahlen (pro 30 m ²) und der Individuendichte (Anz./10 m ²) von Heuschrecken auf Grünlandflächen ohne und mit Maßnahmen	57
---------------	---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	In der Studie berücksichtigte Fördermaßnahmen, Ökologische Vorrangflächen und Landschaftselemente	7
Tabelle 2:	Vergleichsgebiete/Wirtschaftsregionen und deren naturräumliche Zuordnung	8
Tabelle 3:	Relevante Maßnahmen und ihre Wirkfaktoren	11
Tabelle 4:	Förderumfang der betrachteten Maßnahmen und ihre Flächenanteile an den Landnutzungen....	12
Tabelle 5:	Bedeutung häufiger Krautpflanzen als Nahrungsgrundlage für Schmetterlinge und deren Raupen.....	22
Tabelle 6:	Durchschnittliche Weidedauer in Betrieben mit Milchkühen 2009 und 2019	26
Tabelle 7:	Mittlere Intensität des chemischen PSM-Einsatzes in ausgewählten Ackerkulturen.....	31
Tabelle 8:	Wirkungen des Anbaus vielfältiger Kulturen auf Insekten.....	38
Tabelle 9:	Inanspruchnahme unterschiedlicher Zwischenfrüchte 2020 und mögliche herbstliche Blühaspekte.....	39
Tabelle 10:	Wirkungen des Anbaus von Zwischenfrüchten auf Insekten.....	40
Tabelle 11:	Wirkungen der Anlage von Blüh- und Schonstreifen auf Insekten	41
Tabelle 12:	Wirkungen der Uferrand- und Erosionsschutzstreifen auf Insekten	43
Tabelle 13:	Wirkungen der Extensiven Grünlandnutzung auf Insekten	44
Tabelle 14:	Gruppierung des Vertragsnaturschutzes auf Ackerflächen	45
Tabelle 15:	Wirkungen des Vertragsnaturschutzes auf Ackerflächen auf Insekten	47
Tabelle 16:	Gruppierung des Vertragsnaturschutzes auf Grünland	48
Tabelle 17:	Inanspruchnahme von VNS-GL-Maßnahmenpaketen	48
Tabelle 18:	Wirkungen des Vertragsnaturschutzes auf Grünland auf Insekten	50
Tabelle 19:	Wirkungen des Vertragsnaturschutzes „Streuobst und Hecken“ auf Insekten	51
Tabelle 20:	Wirkungen des Ökolandbaus auf Insekten	53
Tabelle 21:	Wirkungen der Sommerweidehaltung auf Insekten.....	55
Tabelle 22:	Regressionsanalyse zum Anteil von Maßnahmenflächen (AUKM, ÖKO) innerhalb der ÖFS-UG und der Anzahl der Tagfalter-/Widderchenarten	56
Tabelle 23:	Wirksame Anteile von insektenfördernden Maßnahmen	59
Tabelle 24:	ÖVF-Typen, Insektenschutzwirkung und Inanspruchnahme im Jahr 2020.....	60
Tabelle 25:	Umfang der gemeldeten Landschaftselemente.....	61

Tabelle 26:	Netto-Wirkungsfläche von insektenfördernden Maßnahmen	62
Tabelle 27:	Geförderte Flächen: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland	63
Tabelle 28:	Verteilung der ÖVF-Wirkungen auf das Tief- und Bergland.....	63
Tabelle 29:	Verausgabte öffentliche Mittel für AUKM/ÖKO: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland.....	64
Tabelle 30:	Übersicht über den Umfang (Prozent) geeigneter Fördermaßnahmen für ausgewählte Leitartengruppen der Insekten	65
Tabelle 31:	Gegenüberstellung der Maßnahmenflächen in NRW und Zielwertschätzungen für die Normallandschaft im Ackerland.....	66
Tabelle 32:	Gegenüberstellung der Maßnahmenflächen in NRW und Zielwertschätzungen für die Normallandschaft.....	67

Systematik der Insekten (wenige ausgewählte Beispiele)

Klasse	Insecta Insekten					
Ordnungen (Auswahl)	<i>Hymenoptera</i> Hautflügler	<i>Diptera</i> Zweiflügler	<i>Coleoptera</i> Käfer	<i>Lepidoptera</i> Schmetterlinge	<i>Orthoptera</i> Heuschrecken	<i>Hemiptera</i> Schnabelkerfe
Beispiele	Wespen Hornisse Bienen Dunkle Erdhummel Gehörnte Mauerbiene Ameisen	Fliegen Gelbe Dungfliege Mücken Schnaken Zuckmücken	Laufkäfer Getreidelaufkäfer Goldlaufkäfer Mistkäfer Gemeiner Mistkäfer	Tagfalter Bläulinge Nachtfalter Weidenbohrer	Kurzfühlerschrecken Nachtigall-Grashüpfer Langfühlerschrecken Grünes Heupferd	Wanzen Feuerwanze Zikaden Wiesenschauzikade Blattläuse

Abkürzungsverzeichnis und Glossar wichtiger Begriffe

Abkürzung	Bedeutung
AGZ	Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete
Abundanz	Vorkommen, Häufigkeit, Anzahl der Individuen einer Art
AL	Ackerland
Arthropoden	Gliederfüßer (u. a. Insekten, Spinnentiere, Tausendfüßer)
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
Carabidae	Laufkäfer, eine Familie der Käfer (> Coleoptera)
Coleoptera	Käfer, eine Ordnung der Insekten (inkl. Laufkäfer > Carabidae)
Diptera	Zweiflügler (u. a. Fliegen, Mücken), eine Ordnung der Insekten
DK	Dauerkulturen
ELER-VO	Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum
FFH-RL	Europäische Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (RL 92/43/EWG)
FNN	Flächen- und Nutzungsnachweis im Agrarantrag
GL	Grünland
Glyphosat	Breitband-Herbizid wirkt gegen alle behandelten Pflanzen (nicht selektiv).
ha	Hektar
Hemiptera	Schnabelkerfe (u. a. Wanzen, Zikaden), eine Ordnung der Insekten
Hymenoptera	Hautflügler (u. a. Wespen, Bienen, Ameisen), eine Ordnung der Insekten
Imago	Bezeichnung für das erwachsene geschlechtsreife Insekt nach der Verpuppung oder der letzten Häutung
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
Lepidoptera	Schmetterlinge, eine Ordnung der Insekten
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
Neonicotinoide	Synthetisch hergestellte Insektizide, die die Weiterleitung von Nervensignalen stören. Sie wirken systemisch, d. h. werden von Pflanzen aufgenommen und durch Fressen, Saugen oder Kontakt an Tiere weitergegeben, wo sie als Nervengifte wirken.
Neozoen	Eingewanderte oder eingeschleppte Tierart in ein Gebiet, in dem sie ursprünglich kein Vorkommen hatte
Nische	Die ökologische Nische beschreibt die Gesamtheit der Beziehungen zwischen einer Art/einem Individuum und ihrer/seiner biotischen und abiotischen Umwelt. Dieses Beziehungsgefüge kann sich auch räumlich manifestieren.
NSG	Naturschutzgebiet
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe in NRW
Orthoptera	Heuschrecken, eine Ordnung der Insekten
VNS	Vertragsnaturschutz
Vogelschutzrichtlinie	Europäische Vogelschutzrichtlinie (RL 79/409 /EWG bzw. RL 2009/147/EG)

0 Zusammenfassung

Im Rahmen der Evaluation des NRW-Programms Ländlicher Raum 2014 bis 2022 wurde in Abstimmung mit dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) eine Untersuchung zur Insektenwirksamkeit der Agrarumweltmaßnahmen und des Ökolandbaus durchgeführt.

Insekten spielen eine wichtige, wenn nicht sogar zentrale Rolle bei der Bereitstellung von Ökosystemleistungen und stellen einen erheblichen Anteil an der biologischen Vielfalt durch ihren Arten- und Individuenreichtum. Studien belegen jedoch einen erheblichen Rückgang der ober- und unterirdischen Artenvielfalt und der Insektenbiomasse. Als wesentliche Treiber für den Insektenrückgang wurden auf globaler Ebene Habitatverluste durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und Verstädterung sowie Belastungen mit Pestiziden und Düngemitteln identifiziert. Außerdem spielen biologische Faktoren wie Krankheiten und invasive Arten sowie der Klimawandel eine Rolle.

Der Agrarstruktur- und Landnutzungswandel kann auch für NRW anhand von (Agrar-)Statistiken nachvollzogen werden. Dazu zählen die Zunahme der Ackeranteile an den landwirtschaftlich genutzten Flächen (LF) bei gleichzeitiger Vergrößerung der Bewirtschaftungseinheiten, Rückgang des Gartenlandes und von Obstanlagen, Verlust von unbefestigten Feldwegen sowie Rückgang von Ackerwildkräutern. Gleichzeitig stagnierte über Jahre der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf hohem Niveau. Die ungewollte Verbreitung dieser Betriebsmittel abseits der Zielflächen geht mit erheblichen Beeinträchtigungen von Insekten einher. Davon sind sowohl terrestrische als auch aquatische Insektenlebensräume betroffen, z. T. über erhebliche Distanzen. Gegenläufig zur Zunahme des Ackerlandes ist der Grünlandanteil an der LF bis 2015 stark zurückgegangen. Da im Grünland durch Pflanzenarten-, Blüten- und Struktureichtum häufig eine bessere Habitateignung für Insekten als im Ackerland gegeben ist, war diese Entwicklung auch besonders nachteilig für Insektenlebensgemeinschaften.

Die Untersuchung umfasst Flächenmaßnahmen des NRW-Programms mit Förderbestimmungen, die direkt Insektenpopulationen fördern können. Elemente der 1. Säule der Agrarpolitik (Ökologische Vorrangflächen und Landschaftselemente) werden als Indikatoren für weitere insektenfreundliche Landnutzungen bzw. als Landschaftskontext für die geförderten Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) und den Ökolandbau als Interpretationshilfe mitberücksichtigt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die meisten Flächenmaßnahmen des NRW-Programms nicht explizit auf den Insektenschutz ausgerichtet sind und teilweise sogar prioritär abiotische Umweltziele verfolgen.

Die Bewertung der im NRW-Programm angebotenen AUKM sowie des Ökologischen Landbaus hinsichtlich ihrer Insektenschutzpotenziale zeigt sehr unterschiedliche Ergebnisse, die stark von ihrer konkreten Umsetzung und Nutzung (z. B. bei Blühstreifen: rotierend/stationär, Saatgutmischung), ihrer Lage sowie ihrer Vornutzung abhängig sind. Außerdem spielt die Einbettung der Maßnahmenflächen in den Landschaftskontext eine nicht unerhebliche Rolle. Es handelt sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine erste Einschätzung der Maßnahmenwirkungen, die auf Annahmen zu Wirkungspfaden und auf Analogieschlüssen aus umfangreichen Beispielen aus der Literatur beruht. Aufgrund der Datenlage bieten die Ergebnisse eine Orientierung, aber keine mathematische Genauigkeit, auch wenn mit Zahlen- und Anteilswerten gearbeitet wurde. Ein Ergebnis der Studie ist daher, dass bereits die Wirkung von Maßnahmen auf einzelnen Förderflächen einer großen Spannweite unterliegen kann. Umso mehr gilt das für regionale oder landesweite Wirkungseinschätzungen oder Expertenfestlegungen für Zielgrößen. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse der Studie einzusortieren. Ein landesweites Monitoring von Insektenpopulationen, das eine Bewertung von AUKM und des Ökolandbaus ggf. in Zukunft zulässt, befindet sich noch in der Erprobungsphase.

Die literaturbasierten Bewertungsergebnisse auf den Förderflächen schwanken von kaum/keine Wirkung bis sehr positive Wirkung auf Insekten. Am besten wurden Vertragsnaturschutzmaßnahmen und der Ökolandbau bewertet. Mit der geringsten Wirkung schneiden die ackerbaulichen Maßnahmen Zwischenfrüchte und

Vielfältige Kulturen ab. Die Auswertungen des LANUV auf den Flächen der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) mit erstmaligen Daten der Pilotstudie zur Erfassung von Tagfaltern und Heuschrecken bestätigen prinzipiell die positiven Wirkungen von AUKM/Ökolandbau auf Tagfalter und Widderchen, legen jedoch einen erheblichen Einfluss des Landschaftskontextes nahe. Die betrachteten Grünlandmaßnahmen zeigten einen positiven Einfluss auf Heuschreckenpopulationen, insbesondere deren Individuendichte. Der Landschaftskontext wird u. a. von bestehenden Landschaftselementen (Hecken, Feldgehölzen, Kleingewässern usw.), Ökologischen Vorrangflächen sowie sonstigen natürlichen oder halbnatürlichen Biotopen geprägt, die jedoch nur z. T. in die Analysen einbezogen werden konnten.

Auch ohne einen voll umfassenden Datensatz insektenrelevanter Flächen zeigt die Analyse regional klar differenzierte Ergebnisse auf. Während in den dominierend ackerbaulich genutzten Tieflagen Nordrhein-Westfalens im Jahr 2020 fast nur gering wirksame Maßnahmen umgesetzt wurden (52 % der Förderfläche auf 13 % der LF), waren es im stärker grünlandgeprägten Bergland überwiegend höher wirksame Maßnahmen auf 48 % der Förderfläche und 12 % der LF. Die Verteilung der Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) fiel durch ihren ackerbaulichen Schwerpunkt bei geringen Wirkungspotenzialen noch deutlicher zugunsten des Tieflands aus (81 % der ÖVF). Wenn man diese Verteilung mit den eingesetzten öffentlichen Finanzmitteln für die Förderung von AUKM und Ökolandbau kontrastiert, so zeigt sich, dass im Tiefland deutlich weniger Finanzmittel für tendenziell wenig wirksame Maßnahmen eingesetzt wurden (39 Euro/ha LF) als im Bergland für besser wirksame Maßnahmen (89 Euro/ha LF). Die Maßnahmenwirkungen verteilten sich daher naturräumlich sehr unterschiedlich und gleichzeitig auf verschiedene Landnutzungen. Vor dem Hintergrund der zu vermutenden Insektenvorkommen in Abhängigkeit unterschiedlicher Landschaftsausstattung war ein Schwerpunkt der hoch wirksamen Maßnahmen (AUKM, ÖKO) in Regionen zu verzeichnen, in denen geringerer Handlungsbedarf besteht, während die gering wirksamen Maßnahmen (AUKM, ÖVF) einen Schwerpunkt in Regionen hatten, in denen höherer Handlungsbedarf besteht.

Die umgesetzten Maßnahmen zeigten bislang keine ausreichende, erkennbare Verbesserung bei Insektenpopulationen. Der Abgleich zwischen den mit Maßnahmen erreichten Anteilen am Acker- und Grünland sowie Zielvorschlägen von Experten für eine insektenfreundliche Landschaft zeigt erhebliche Diskrepanzen. So liegt der Experten-Zielwert für hochwertige, ausschließlich mehrjährige Blühstreifen/-flächen bei 2 bis 5 % des Ackerlandes, während in NRW nur 0,6 % des Ackerlandes mit Blühstreifen erreicht wurden. Für unterschiedliche Maßnahmenpakete, die dem Ackerland-Vertragsnaturschutz zugeordnet werden können, gelten ähnliche Zielgrößen-Forderungen. Insgesamt werden von den Experten vielfältige hochwertige Maßnahmen auf 10 bis 20 % des Ackerlandes in einer intensiver genutzten Agrarlandschaft gefordert, während in NRW nur 1,2 % erreicht wurden. Das sind als Fläche ausgedrückt 15.000 bis 47.000 ha zusätzlich an insektenwirksamer VNS-AL-Förderfläche (das 2,5- bis achtfache der derzeitigen Förderfläche). Im Grünland stellte sich die Situation etwas besser dar. Summarisch wurde mit 15,9 % des Dauergrünlands die Untergrenze der Zielwertspanne von 15 bis 30 % Anteil hochwertiger Maßnahmen am Grünland je nach Landschaft erreicht. Den größten Beitrag lieferte die Grünlandextensivierung, qualitativ noch höherwertigere Beiträge der Grünland-Vertragsnaturschutz.

Zusätzlich zu den Aufwertungsmaßnahmen im Acker- und Grünland werden von den Experten erhebliche Anteile (5 bis 10 % der offenen Agrarlandschaft) von Landschaftselementen, insbesondere Erd-/Grasfeldwege und Hecken/Feldgehölze, gefordert, um die Lebensraumansprüche der exemplarisch ausgewählten Zielartengruppen zu erfüllen. Da zum Bestand dieser Landschaftselemente keine vollständigen Daten vorliegen, kann ein ggf. zusätzlicher Bedarf in der nordrhein-westfälischen Agrarlandschaft nicht quantifiziert werden.

Vor diesem Hintergrund werden, rein aus Sicht des Insektenschutzes, Vorschläge unterbreitet, wie bestehende und neue Maßnahmen qualitativ und quantitativ weiterentwickelt werden können und durch weitere Ansätze flankiert werden sollten.

1 Einleitung

Im Rahmen der Evaluation des NRW-Programms Ländlicher Raum 2014 bis 2022 wurde in Abstimmung mit dem zuständigen¹ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) eine Untersuchung zur Insektenwirksamkeit der Agrarumweltmaßnahmen und des Ökolandbaus durchgeführt. Die Ergebnisse fließen in die Evaluation der Biodiversitätswirkungen (Bewertungsfragen für den Schwerpunktbereich 4A sowie Programmbewertungsfragen) des NRW-Programms ein.

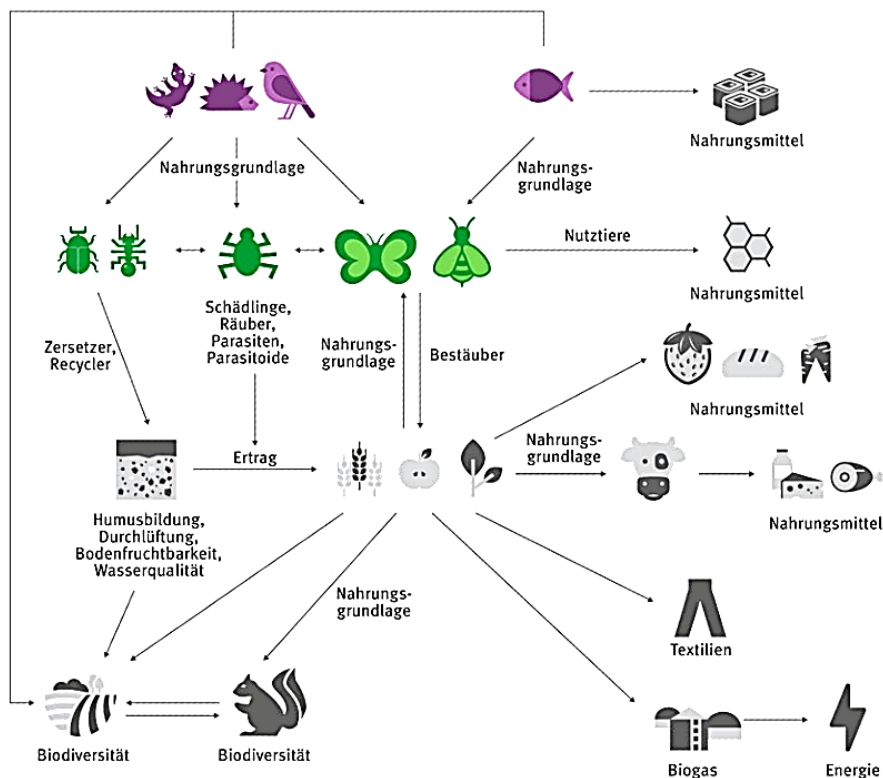
Da Insekten in ökosystemaren Zusammenhängen eine wesentliche Funktion für die Erhaltung der gesamten biologischen Vielfalt und für Ökosystemdienstleistungen für den Menschen erfüllen (Kapitel 2), werden für ausgewählte Maßnahmen des NRW-Programms (Codes 10.1, 11 und 14.11, Kapitel 4) Untersuchungen durchgeführt, um festzustellen, welchen Beitrag sie unabhängig von ihren originären Zielsetzungen zum Insektenschutz leisten können. Zunächst werden die wesentlichen Wirkfaktoren für einen erfolgreichen Insektenschutz anhand einer Literaturlauswertung vorgestellt und ihre Ausprägungen in NRW beschrieben (Kapitel 5.1). Auf dieser Grundlage erfolgt eine Bewertung der potenziellen Insektenschutzwirkungen der betrachteten Maßnahmen (Kapitel 5.2). Ergänzend wurden die Zusammenhänge zwischen Maßnahmen- und Insektenvorkommen vom LANUV auf den Untersuchungsflächen der Ökologischen Flächenstichprobe untersucht und statistisch ausgewertet (Kapitel 5.3). Die Synthese dieser Ergebnisse versucht weitere bestimmende Faktoren, wie Ökologische Vorrangflächen und Landschaftselemente, zu berücksichtigen und insektenwirksame Flächen zu quantifizieren (Kapitel 5.4). Abschließend werden die quali- und quantifizierten Ergebnisse vor dem Hintergrund von Zielsetzungen für eine insektenfreundliche Agrarlandschaft aus der Literatur diskutiert (Kapitel 6) und daraus Empfehlungen abgeleitet (Kapitel 7).

2 Hintergrund

Der weltweite Rückgang der Artenvielfalt spiegelt sich global gesehen offensichtlich besonders stark im Rückgang der Insekten wider (Cardoso et al., 2020). Der Verlust des Artenreichtums und der Anzahl von Insekten hat negative Folgen für die Funktionsfähigkeit von natürlichen und landwirtschaftlichen Ökosystemen. Insekten spielen zentrale Rollen u. a. in ober- und unterirdischen Material- und Nährstoffkreisläufen, in Gewässern sowie bei der Bestäubung. Sie sind daher wichtig bei der Gewässerreinigung, der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und für den Ertrag von Wild- und Kulturpflanzen. Zusätzlich stehen sie oft am Anfang von Nahrungsketten für höhere Tierarten wie Vögel, Amphibien, Reptilien und Säugetiere (SRU und WBBGR, 2018) (vgl. Abbildung 1). Bereits die Hälfte der Landfläche, auf der von Bestäubern abhängige Nutzpflanzen angebaut werden, weist ein Bestäubungsdefizit auf (EU-KOM, 2022).

¹ Umressortierung im Jahr 2022: Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MLV) und Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV).

Abbildung 1: Bedeutung von Insekten für die biologische Vielfalt und für Ökosystemleistungen



Grün = Artenvielfalt und Individuenvorkommen von Insekten; violett = Profiteure von Insekten als direkte Nahrungsgrundlage; grau = Ökosystemleistungen als direkte und indirekte Beiträge für das menschliche Wohlergehen.

Quelle: UBA (2019).

Zu den bekanntesten Insekten in landwirtschaftlich genutzten Ökosystemen zählen z. B. Bienen (Honigbienen, Wildbienen, Hummeln), Heuschrecken, Schmetterlinge, Zweiflügler (z. B. Dungfliegen), Ameisen, Läuse, Zikaden, Wanzen, Käfer. In und an Gewässern sind es z. B. Steinfliegen, Köcherfliegen, Eintagsfliegen, Libellen. Aus Obstbeständen sind auch die Ohrwürmer bekannt. Aus pflanzenbaulicher Sicht oder bei der Tierhaltung gelten einige Arten als Schädlinge, andere Arten als Nützlinge, entweder zur Bestäubung (u. a. Bienenarten) oder als natürliche Gegenspieler von Schädlingen (z. B. Schlupfwespen, Marienkäfer). Insekten haben einen sehr unterschiedlichen Mobilitätsradius, der von einigen dutzend Metern bis hin zu hunderten Kilometern reicht. Insbesondere für die nur kleinräumig mobilen Arten spielt die lokale Habitatqualität und die Vernetzung ihrer Inselhabitats eine wichtige Rolle zur Arterhaltung und zur Ausbreitung.

Weltweit wurde der Rückgang der Insekten mittlerweile gut dokumentiert. Eine Metastudie auf Grundlage von 73 Untersuchungen kommt zu dem Ergebnis, dass in terrestrischen Ökosystemen Schmetterlinge, Hautflügler und Dungkäfer am stärksten von dem Rückgang betroffen sind. Dabei gehen nicht nur die Artenzahlen von Spezialisten, sondern auch die von Generalisten zurück, während die Häufigkeit einiger weniger Generalisten zunimmt. Sie besetzen offenbar die freiwerdenden Nischen (Sánchez-Bayo und Wyckhuys, 2019). Als Treiber dieser Entwicklung wurden

- (1) Habitatverluste, eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und Verstädterung,
- (2) Belastungen mit Pestiziden und Düngemitteln,
- (3) biologische Faktoren (Pathogene, Neozoen) sowie
- (4) der Klimawandel identifiziert (vgl. die an diesen Treibern ansetzenden Handlungsbereiche des Aktionsprogramms Insektenschutz; BMU, 2019; Krüß et al., 2019).

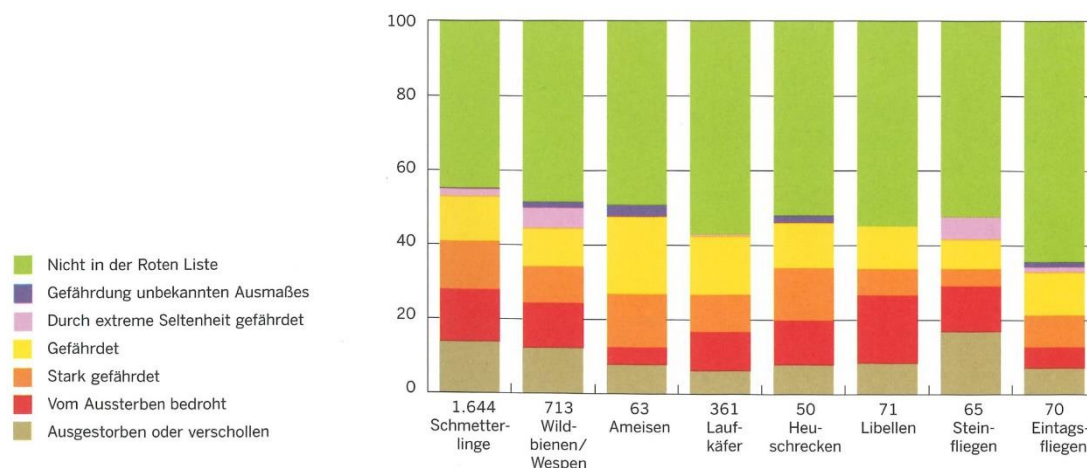
Die Bestäubungsleistung, als Beitrag der Natur für die Menschen (Ökosystemleistung), wird im IPBES-Bericht im globalen 50-Jahres-Trend stark abnehmend eingestuft (IPBES, 2019).

In Europa wird der Insektenrückgang u. a. durch den Tagfalter-Index² (Grünlandarten) dokumentiert. Der Populationsindex ist von 100 % seit 1991 auf knapp 75 % im Jahr 2018 zurückgegangen (BCE, 2021). Die Europäische Umweltagentur (EEA) stellt dazu fest, dass erhebliche Tagfalter-Verluste bereits vor der Baseline von 1991 erfolgten, die allerdings nicht europaweit systematisch und statistisch aufbereitet sind. Als Haupttreiber werden die Intensivierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme, Landnutzungsänderungen und der Verlust von extensiv genutzten Graslandbeständen sowie die Lichtverschmutzung genannt (EEA, 2013; BCE, 2019).

Mit über 33.000 beschriebenen Arten sind in Deutschland knapp 70 % aller bekannten Tierarten Insekten (BfN, 2015; Ries et al., 2019). Von den bislang untersuchten wirbellosen Tieren stehen knapp 46 % auf der Roten Liste (Jahr 2011), sind also bestandsgefährdet, extrem selten, bereits ausgestorben oder verschollen. Damit hat sich die Erhaltungssituation seit der letzten Roten Liste aus dem Jahr 1998 verschlechtert. Die Analyse der kurzfristigen Bestandstrends (10 bis 25 Jahre) zeigt, dass 23 % der untersuchten Arten als abnehmend und nur 4 % als zunehmend eingestuft wurden (Ries et al., 2019).

In NRW sind rund 25.000 Insektenarten bekannt. Für ca. 3.037 Arten liegen Einstufungen für die Rote Liste vor. Davon sind mehr als die Hälfte der Arten in ihrem Bestand gefährdet (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 2: Anteile und Gefährdung verschiedener Insektengruppen in NRW



Quelle: MULNV (2021). Gefährdungsanteile in Prozent (%).

Zusätzlich zum dokumentierten Verlust von Insektenarten hat die „Krefelder Studie“ (Hallmann et al., 2017) den massiven Rückgang von Insektenbiomasse dokumentiert. Dazu wurden über 27 Jahre Malaise-Fallen³ in 63 Schutzgebieten in Deutschland aufgestellt. Es wurde ein durchschnittlicher (jahreszeitlich bereinigter) Rückgang der Gesamtbiomasse der Fluginsekten von 76,7 % im Betrachtungszeitraum 1989 bis 2016 festgestellt, mit Höchstwerten von bis zu 81,6 % Biomasseverlust im Hochsommer. Die Insektenverluste scheinen unabhängig von den untersuchten Habitaten, Wetter- und Landnutzungseinflüssen zu sein. Für Laufkäfer-Lebensgemeinschaften in schleswig-holsteinischen Äckern konnte Heydemann (1983; zit. in Fartmann et al., 2021a) bereits von 1951 bis 1981 in einem 30jährigen Zeitraum einen Rückgang der Artenvielfalt und der Aktivitätsdichten in Wintergetreide und in Hackfruchtäckern von 48 bis 85 % belegen. Ihre Biomasse ging wegen des weitgehenden Verschwindens von *Carabus*-Arten (Großlaufkäfer) sogar um bis zu 99 % zurück. Ein weiteres Beispiel für die Artengruppe der Zikaden bezieht sich auf einen 40 bis 60jährigen Zeitraum in ostdeutschen Trockenrasen und niedersächsischen Feuchtgrünländern (Schuch et al., 2019). Während bei den Artenzahlen

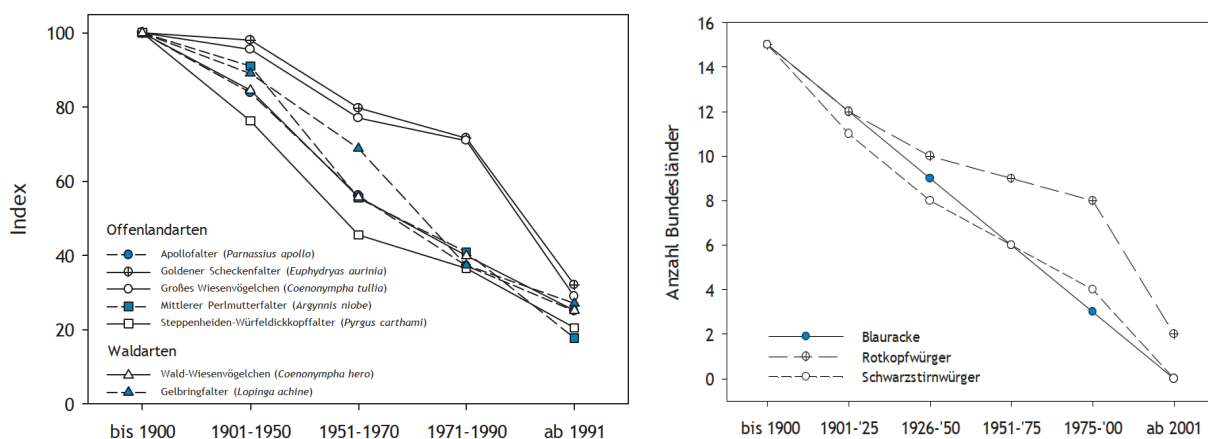
² Dem Index liegen 17 Arten des Grünlands / der Mager- und Trockenrasen (engl. grassland) zugrunde. Daten werden aus 15 europäischen Mitgliedstaaten zugeliefert, darunter Deutschland.

³ Flugfalle, bestehend aus Netzen und Fangbehälter mit hochprozentigem Alkohol, der die Insekten abtötet und konserviert.

sogar Zunahmen festgestellt wurden, nahmen die Individuenzahlen um 44 (Trockenrasen) bzw. 64 % (Grünland) ab und die Trockenbiomasse unterlag Rückgängen von 54 bzw. 78 %.

Der dargestellte Insektenrückgang in der ersten und insbesondere zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in Deutschland war auch für insektenfressende Vögel nicht ohne Folge. Laut Vogelschutzbericht zeigen insbesondere solche Vogelarten der Agrarlandschaft starke Bestandsrückgänge, die sich vorwiegend von Kleininsekten und Spinnen ernähren (BfN, 2021; Annex A). Ca. 60 % der Vogelarten sind auf Insekten als Nahrung angewiesen (MULNV, 2021). Bei allen drei in Abbildung 3 ausgewählten Vogelarten (Blauracke, Rotkopfwürger und Schwarzstirnwürger sind in DE ausgestorben) wird der Rückgang der Großinsekten als eine entscheidende Ursache für den Zusammenbruch der Populationen angesehen (Fartmann et al., 2019a).

Abbildung 3: Rückgang von Tagfalter-Offenlandarten und großinsektenfressenden Vogelarten in Deutschland



Quelle: Fartmann et al. (2019a).

Lebensräume, die durch ein- oder mehrjährige Agrarumweltmaßnahmen geschaffen werden, bieten für Insekten Nahrungsressourcen, Reproduktionshabitate und Überwinterungsmöglichkeiten. Unterschiedliche Artengruppen zeigen dabei verschiedene Präferenzen hinsichtlich floristischer Zusammensetzung, Dauerhaftigkeit, Struktur, Lage und Größe solcher Flächen oder Elemente sowie deren Vernetzung in der Agrarlandschaft. Im Folgenden soll untersucht werden, welche Wirkungen von den nordrhein-westfälischen Agrarumweltmaßnahmen und des Ökolandbaus auf Insektenlebensgemeinschaften zu erwarten sind und welche Empfehlungen für ihre Umsetzung ausgesprochen werden können.

3 Daten und Methoden

Literaturreview

Der Literatursurvey liegen über 100 veröffentlichte Artikel zugrunde, darunter 17 Metastudien. Hinzu kommen Handreichungen und Leitfäden, die sich mit insektenfreundlichen Maßnahmen beschäftigen, sowie Resolutionen, Tagungsergebnisse usw. Die Artikel wurden tabellarisch ausgewertet und ihre Inhalte nach folgendem Raster dokumentiert: Art der betrachteten Maßnahmen, Untersuchungsgegenstände (Insektenarten/-gruppen), zentrale Ergebnisse, eingesetzte Methoden sowie Wirkungseinschätzung. Dabei wurden auch die in Kapitel 5 verwendeten Wirkfaktoren als Suchraster zugrunde gelegt. Nur ein kleiner Anteil der ausgewerteten Artikel befasst sich ausschließlich mit Honigbienen, relativ viele hingegen mit (ausgewählten) Arten der Wildbienen, da ihnen eine besondere Bestäuberleistung in landwirtschaftlichen Kulturen zugesprochen wird.

Da Spinnen ebenfalls häufiger Untersuchungsgegenstand in der Agrarlandschaft sind, wurden sie in dieser Studie fallweise mitbetrachtet.

Förderdaten, Wirtschaftsregionen- und Betriebsdaten

Grundlage für die Auswertungen der Förderumfänge von AUKM, Ökolandbau und Sommerweidehaltung sowie der Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) und der Landschaftselemente (LE) waren die InVeKoS-Daten des Förderjahres 2020 (konsolidierte Daten nach der Auszahlung; Lieferung der EU-Zahlstelle LWK NRW). Es wurden sowohl die Förderdaten (hier wurden die Daten aus den Auszahlungstabellen, d. h. ggf. nach Korrekturen und Sanktionierungen verwendet) als auch die betrieblichen Daten verwendet, die im Rahmen des jährlichen Sammelantrags von den Betrieben eingereicht werden (Landnutzung und angebauten Kulturen auf den Teilschlägen). Es wurden ausschließlich Flächen innerhalb von NRW berücksichtigt, obwohl bei einigen Maßnahmen auch Flächen außerhalb NRWs förderfähig waren, sofern der Betriebsitz in NRW verortet war. Andersherum waren Flächen in NRW förderfähig, die einem Betriebsitz außerhalb von NRW zugehörig waren. Bei diesen Betrieben fehlten z. T. die betrieblichen Angaben im gelieferten Datensatz, sodass diese Förderflächen nicht in allen Auswertungen berücksichtigt werden konnten.

Aus den Betriebsdaten waren insbesondere die Angaben zur LF, zum Acker- und Dauergrünland im Flächenverzeichnis von Interesse, um die Flächenanteile der Fördermaßnahmen zu bestimmen. Für die räumliche Analyse wurden die InVeKoS-GIS-Teilschlagdaten aus demselben Jahr verwendet. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die berücksichtigten Fördermaßnahmen des NRW-Programms Ländlicher Raum, die ÖVF und die Landschaftselemente (letztere in Kapitel 5.4 einbezogen; sie sind als Elemente der 1. Säule der Agrarpolitik nicht direkt Evaluationsgegenstand, können jedoch potenziell fördernden Einfluss auf Insekten haben). Ein nicht unerheblicher Anteil von ÖVF lag außerhalb NRWs (ca. 2.700 ha); diese ÖVF wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 1: In der Studie berücksichtigte Fördermaßnahmen, Ökologische Vorrangflächen und Landschaftselemente

Fördermaßnahmen		Ökologische Vorrangflächen		Landschaftselemente	
10.1.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	01	Zwischenfrüchte (Acker)	01	Hecken, Knicks
10.1.2	Zwischenfrüchte	02	Untersaaten (Acker)	02	Baumreihen
10.1.3	Blüh- und Schonstreifen	03	Waldrandstreifen	03	Feldgehölze
10.1.4	Uferrand- und Erosionsschutzstreifen	04	Pufferstreifen (Acker)	04	Feuchtgebiete
10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	05	Pufferstreifen (Grünland)	05	Einzelbäume
10.1.6/7/8	Vertragsnaturschutz	07	Kurzumtriebsplantagen	10	Tümpel, Sölle, Moore, Dolinen
11.1/2	Ökolandbau	08	Leguminosen (Acker)	11	Trocken-, Natursteinmauern
14.11	Sommerweidehaltung von Rindern	10	Brachen ohne Erzeugung (Acker)	12	Fels-, Steinriegel
		11	Nachwachsende Rohstoffe	13	Feldraine
		12	Brache mit Honigpflanzen	16	Terrassen
				17	Gräben in anderen Bundesländern

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Einen Sonderfall der Förderung nimmt die Sommerweidehaltung von Rindern ein, die je geförderter Großvieheinheit (GVE) bewilligt wird. Da die geförderten Betriebe eine Mindestweidefläche je GVE nachweisen müssen, kann die Förderung auch konkreten Grünlandflächen zugeordnet werden. Jede der angegebenen Flächen muss wenigstens einmal beweidet werden. Ob die Weidehaltung gleichmäßig über die angegebene Mindestweidefläche erfolgt, lässt sich daraus nicht schließen.

Da viele Maßnahmen entweder innerhalb eines Betriebes oder sogar auf demselben Schlag kombiniert werden können, wurden die teilschlagbezogenen InVeKoS-Daten insbesondere auch dafür genutzt, die erreichte Nettofläche („physische Fläche“) zu berechnen. Eine reine Addition der geförderten Flächen würde die erreichte Fläche deutlich überschätzen. Auch dabei gab es einige wenige Datenrestriktionen, da nicht allen Förderflächen

(Teilschlägen) ein Flächennachweis zugeordnet werden konnte. Diese Flächen konnten nicht in die Nettoflächenbetrachtung aufgenommen werden. Bei Maßnahmenkombinationen auf einem identischen Teilschlag wurden in einigen Fällen für die Förderflächen unterschiedliche Größenangaben festgestellt. In diesen Fällen wurde zur Nettoflächenberechnung auf die größte Flächenangabe zurückgegriffen.

Zum Zweck einer regionalisierten Betrachtung wurden die sogenannten „Vergleichsgebiete“ der LWK NRW herangezogen (erstellt in Zusammenarbeit mit dem damaligen Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik), die man auch als „Wirtschaftsregionen“ der Landwirtschaft interpretieren kann. Tabelle 2 zeigt die Vergleichsgebiete/Wirtschaftsregionen und ihre Zuordnung zu Tiefland- und Berggebieten.

Tabelle 2: Vergleichsgebiete/Wirtschaftsregionen und deren naturräumliche Zuordnung

Vergleichsgebiete		Naturräumliche Zuordnung	
Code	Bezeichnung	Code	Bezeichnung
1	Niederrhein	T	Tiefland
2	Kölner Bucht	T	Tiefland
3	Eifel	B	Bergland
4	Bergisches Land	B	Bergland
10	Münsterländische Tiefebene	T	Tiefland
11	Hellweg und Ruhr	T	Tiefland
12	Südwestfälisches Bergland	B	Bergland
13	Ostwestfälisches Hügelland	B	Bergland
14	Egge und Sindfeld	B	Bergland

Quelle: Vergleichsgebiete der Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe (LDS NRW et al., 2002).

Diese Gebiete stellen eine verfügbare Datengrundlage dar, haben jedoch, wie alle Gebietsabgrenzungen, einige Unschärfen im Hinblick auf eine Abgrenzung zwischen Mittelgebirgs- und Tieflandlagen. Tabelle A2 im Anhang gibt einen quantifizierten Überblick über die Landnutzungsverteilung in den Wirtschaftsregionen und ihrer Zuordnung zum Tief- und Bergland. Insbesondere in den Wirtschaftsregionen Ostwestfälisches Hügelland sowie Egge und Sindfeld sind größere Anteile von hügeligen Gebieten vertreten, die nicht klassischen Mittelgebirgsregionen zugeordnet werden müssen. In diesen Gebieten sind auch wesentlich höhere Ackeranteile an der LF vorhanden. Gleichzeitig sind diese zwei Regionen besonders flächenstark. Rechnerisch ergibt sich daher im Mittel ein weitgehend ausgewogenes Acker-Grünlandverhältnis aller hier selektierten Bergland-Regionen. Im Tiefland dominiert hingegen sehr stark das Ackerland.

Maßnahmen- und Insektenauswertungen auf der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS)

Basis für die Bewertung der Wirkung von AUKM und Ökolandbau auf ausgewählte Insektengruppen sind die Stichprobenflächen der ÖFS mit ihren im Gelände erhobenen biologischen Kartierdaten (Komanns et al., 2023). Als Grundlage für die Auswertungsschritte wurden dem LANUV folgende Daten zur Verfügung gestellt: Alle Teilschlaggeometrien des InVeKoS-GIS aus dem Antragsverfahren 2021 (Lieferung der EU-Zahlstelle LWK NRW an das Thünen-Institut) sowie alle Geometrien der Landschaftselemente, die über eine räumliche Selektion mit den Geometrien der ÖFS-Erfassungsquadrate (Stand 2022; Lieferung vom LANUV an das Thünen-Institut) ermittelt wurden (alle Flächen des InVeKoS-GIS mit Schnittpunkt zu den ÖFS-Geometrien). Außerdem wurde ein 2 km-Puffer um die ÖFS-Geometrien bei der räumlichen Selektion berücksichtigt. Darin enthalten waren Informationen zu

- beantragten Flächen der AUKM sowie der ökologischen Anbauverfahren (Antrag auf Auszahlung),
- Maßnahmenpaket-Nummern für Flächen unter Vertragsnaturschutz,
- Kennziffern für die im Antragsverfahren beantragten Ökologischen Vorrangflächen (nach ÖVF-Typ differenziert),

- alle von der EU-Zahlstelle LWK NRW zur Verfügung gestellten Attributfelder für die „Referenzgeometrien“ der Landschaftselemente.

Die Insekterfassungen auf den ÖFS-Flächen erfolgten, koordiniert durch das LANUV, in den Jahren 2019 bis 2021. Tagfalter und Widderchen wurden durch standardisierte Transektbegehungen mit fünf Erfassungsdurchgängen im Zeitraum zwischen Mitte Mai und Anfang August erfasst. Es wurden 169 ÖFS-Flächen beprobt. Für die Heuschreckenerfassung wurden vorab 120 repräsentative Grünlandparzellen aus den ÖFS-Untersuchungsflächen nach statistischen Vorgaben gezogen. Je untersuchtem Grünlandtyp (Intensiv-, Fett-, Feucht- und Magergrünland) wurden 30 Flächen ausgewählt und in einem standardisierten Isolationsquadrat auf insgesamt 30 m² beprobt. Im Rahmen der Pilotstudie konnten 108 der 120 ausgewählten Grünlandparzellen untersucht werden (Komanns et al., 2023: S. 48).

Für Tagfalter und Widderchen wurden Regressionsanalysen über Zusammenhänge zwischen Insektenvorkommen und -häufigkeit und dem Anteil von Maßnahmenflächen an der LF innerhalb der ÖFS-Untersuchungsgebiete (ÖFS-UG) bzw. in deren Umfeld (2 km-Radius) durchgeführt (Zusammenhänge auf Landschaftsebene). Aufgrund der geringen Stichprobenzahl und der generalisierten Untersuchungsansätze (Betrachtung des gesamten Artkollektivs und der gesamten Maßnahmenkulisse) wurde auf eine regionalisierte Betrachtung des Berg- und/oder Flachlandes verzichtet.

Die Auswertungen für Heuschrecken konzentrieren sich hingegen auf die Habitatabene, mit einem Mit-Ohne-Maßnahmen-Vergleich. Die geringe Stichprobenzahl von Maßnahmenflächen (Grünland auf EXG, VNS, ÖKO, n=20) lässt keine landesweiten Hochrechnungen zu. Die Auswertungen haben daher Fallstudiencharakter.

4 Relevante Maßnahmen und ihre Interventionslogik und Wirkfaktoren

Die Untersuchung beschränkt sich auf Flächenmaßnahmen des NRW-Programms mit Förderbestimmungen, die direkt Insektenpopulationen fördern können. Elemente der 1. Säule der Agrarpolitik (ÖVF und LE) werden als Indikatoren für weitere insektenfreundliche Landnutzungen bzw. als Landschaftskontext für die geförderten AUKM und den Ökolandbau als Interpretationshilfe in Kapitel 5.4 mitberücksichtigt.

Innerhalb der fünfjährig bewilligten AUKM des Maßnahmencodes 10.1 (Art. 28 ELER-VO; VO (EU) 1305/2013) handelt es sich um acht (Teil-)Maßnahmen⁴. Hinzu kommt der Ökolandbau (Art. 29 ELER-VO) mit zwei Maßnahmen (Einführung und Beibehaltung des Ökolandbaus) sowie die Sommerweidehaltung als Sonderfall (Art. 33 ELER-VO), da sie zwar flächenhaft als Beweidung umgesetzt, aber je Großvieheinheit bewilligt wird und nur einer einjährigen Verpflichtung unterliegt.

Sieben dieser Maßnahmen haben im NRW-Programm ein prioritäres, zwei weitere ein sekundäres Biodiversitätsziel. Die Sommerweidehaltung hat im Schwerpunktbereich 4A „Biodiversität“ keine Zielsetzungen. Im Sinne der Programmierungslogik wird für Maßnahmen mit sekundären Biodiversitätszielen lediglich eine indirekte positive Nebenwirkung auf die biologische Vielfalt erwartet, während Maßnahmen mit prioritären Biodiversitätszielen vorrangig auf Lebensräume, Biotoptypen oder Arten ausgerichtet sind.

Bei den wenigsten Maßnahmen wird im NRW-Programm oder in den Förderrichtlinien auf eine Förderung von Insekten als explizites Maßnahmenziel hingewiesen. Maßnahmen, die neben anderen Zielen eine Zielausrichtung auf Insekten haben, sind Blüh- und Schonstreifen (10.1.3) und die Grünlandextensivierung (10.1.5). Der Vertragsnaturschutz (10.1.6 bis 10.1.8) fördert ebenfalls insektenfreundliche Bewirtschaftungsweisen, die jedoch häufig primär als Lebensraumverbesserung für andere Zielarten (z. B. Nahrungsgrundlage) oder primär vegetationskundlichen Zielen dienen (z. B. Erhaltung/Entwicklung charakteristischer Pflanzengesellschaften).

⁴ Im Folgenden wird von Maßnahmen gesprochen, unabhängig davon, welcher Hierarchiestufe sie im Codierungssystem zuzuordnen sind.

Die Studie untersucht daher vorrangig, wie und in welchem Umfang die betrachteten Maßnahmen als Nebeneffekt zu ihren Hauptwirkungen einen Sekundärbeitrag zur Förderung und zum Schutz von Insekten liefern. Lediglich von den Blüh- und Schonstreifen werden prioritäre Wirkungsbeiträge erwartet.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die betrachteten Maßnahmen, ihre Zielsetzungen, ihre räumliche Fokussierung (Förderkulissen, soweit vorhanden) und ihre wichtigsten Förderauflagen. Letztere können aus Sicht des Insektenschutzes als relevante Wirkfaktoren interpretiert werden. Ein Beispiel eines direkt wirkenden Faktors ist der Verzicht auf Insektizide (im Regelfall unter Pflanzenschutzmittel-Verzicht subsummiert), wodurch die direkte Mortalität von Insekten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen reduziert wird. Ein Beispiel für einen indirekt wirkenden Faktor ist das Zulassen von Ackerwildkräutern als Nahrungsgrundlage (Nektar, Pollen, Blatt, Frucht) auf Ackerflächen. Der Wirkungsbeitrag der Wirkfaktoren wird in Kapitel 5 analysiert und bewertet.

Tabelle 4 gibt ergänzend eine Übersicht über den Förderstand der Maßnahmen im Jahr 2020. Die mit Abstand größte Maßnahme sind die Vielfältigen Kulturen im Ackerbau mit knapp 200.000 ha. Als besonders relevant für die Förderung von Insekten kann davon allerdings nur der verpflichtende Anbau von Leguminosen angesehen werden, der mind. 10 % der Anbaufläche umfassen muss. Die flächenmäßig zweitstärkste Maßnahme ist der Ökolandbau mit knapp 77.000 ha geförderter Fläche. Er hat seit 2016 nochmals deutliche Zuwächse gehabt und lag im Jahr 2020 bei 5,3 %⁵ der LF, mit den höchsten Anteilen im Grünland. Auch der Vertragsnaturschutz, ebenfalls mit einem deutlichen Schwerpunkt im Grünland, hat kontinuierlich auf rund 35.600 ha zugelegt. Die Anlage von Blühstreifen konnte gesteigert werden; jedoch auf niedrigerem Niveau mit zuletzt 6.000 ha. Die Förderung von Uferrandstreifen – und in geringerem Umfang Erosionsschutzstreifen – schwankte in den letzten 13 Jahren stark⁶ und lag mit 3.700 ha etwas über dem Mittelwert dieser Jahre. Die Betriebliche Grünlandextensivierung hat hingegen im selben Zeitraum mehr als die Hälfte an Fläche verloren und belief sich 2020 noch auf knapp 40.000 ha gefördertes Grünland. In der laufenden Förderperiode sind die Zahlen weitgehend stabil geblieben; die deutlichen Rückgänge sind insbesondere den modifizierten Förderbedingungen der vorhergehenden Förderperiode geschuldet. Deutliche Rückgänge von rd. 30 % seit 2015 zeigten auch die mit Zwischenfrüchten bestellten Förderflächen. Sie bedeckten im Jahr 2020 mit 17.700 ha nur noch 1,7 % des Ackerlandes. Der Sommerweidehaltung von Rindern konnten gut 47.000 ha oder knapp 12 % des Dauergrünlands in NRW zugeordnet werden.

⁵ Die insgesamt ökologisch bewirtschaftet Fläche lag im Unterschied zur geförderten Fläche bei rd. 6,5 % der LF.

⁶ Unter anderem wurden die Förderkonditionen geändert. Grünland angrenzend an Gewässer wird nur noch in Ausnahmefällen gefördert.

Tabelle 3: Relevante Maßnahmen und ihre Wirkfaktoren

Code	Maßnahmenbezeichnung	Kürzel	Biodiv-Ziel ¹⁾	Förderkulisse	wesentliche Wirkfaktoren
10.1.1	Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau	VKA	P	–	mind. 10 Prozent der Ackerfläche Leguminosen/Gemenge oder großkörnige Leguminosen > Blütenangebot, Strukturvielfalt
10.1.2	Anbau von Zwischenfrüchten	ZWF	x	Umsetzung der WRRL	Einsaats winterharter/abfrierender Zwischenfrüchte (keine Leguminosen) oder Untersaaten auf mind. 20 Prozent des AL in der Förderkulisse bis zum 5. September, Beibehaltung bis 15. Februar > Blütenangebot nur im Herbst
10.1.3	Anlage von Blüh- und Schonstreifen	BLÜ	P	–	mind. 6 bis 12 m breite Einsaats bis 15. Mai mit einsommerigen bis zweijährigen oder mehrjährigen Saatgutmischungen, jährl. Rotation möglich, mind. in jedem zweiten Jahr Zerkleinerung des Aufwuchses > Blüten- und Strukturangebot, ggf. fünfjährig wenig gestört
10.1.4	Anlage von Uferand- und Erosionsschutzstreifen	UFE/ERO	x	UFE: – ERO: Erosionsgefährdungsklassen CC ₁ und CC ₂ und nach Bodenschutz-/Gewässerschutzberatung	mind. 5 bis 30 m breite Einsaats von mehrjährigen Grasarten/gräserbetonten Mischungen, keine Düngung/PSM, mind. 1mal jährlich Mulchen/Häckseln oder mähen und Mähgut abfahren > Dauervegetation statt AL, vergleichsweise wenig Störungen
10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	EXG	P	–	Erhaltung der Grünlandnarbe, keine mineralischen Stickstoffdünger, keine PSM, Wirtschaftsdünger nur im Umfang von 1,4 GVE/ha im Betrieb > geringeres Nährstoffniveau, Kräuter-/Blütenreichtum, ggf. Dunghaufen
10.1.6	Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen	VNS-AL	P	–	Anmerkung ²⁾
	Extensive Nutzung von Äckern zum Schutz der Feldflora	VNS-AL Flora		landesweit auf geeigneten Ackerflächen	z. B. keine PSM oder mechanische/thermische Unkrautbekämpfung, keine flüssigen organischen Dünger und/oder keine chem.-synth. Stickstoffdünger > spontane Ackerwildkrautflora
	Extensive Nutzung von Äckern zum Schutz von Ackerlebensgemeinschaften	VNS-AL Fauna		Ackerlebensgemeinschaften (Feldvögel), Knoblauchkröte, Kiebitz bei Vorkommen, Feldhamster	z. B. doppelter Saatreihenabstand, keine Düngung/PSM, keine mechanische Beikrautregulierung April - Juni, Ackerbrachen mit Selbstbegrünung, Anlage von Blühstreifen aus Regiosaatgut, Stoppelbrachen > z. B. lichter/wärmeres Mikroklima, spontane Ackerwildkrautflora, Deckung, fünfjährig ungestört
	Umwandlung von Acker in Grünland	VNS-AL zu GL		–	Schaffung von Grünland durch Selbstbegrünung/Einsaats/Regiosaatgut > Dauerhaftigkeit, weniger Störungen, Strukturreichtum, Kräuter, ggf. Weideinfrastruktur und Dunghaufen
10.1.7	Vertragsnaturschutz auf Grünland	VNS-GL	P	Kulissen aus NSG und §30/42-Biotope, ergänzt um KULAP der Kreise	keine Düngung/PSM, keine Pflegeumbruch/Nachsaat, Beweidung/Mahd > abnehmendes Nährstoffniveau, zunehmender Kräuter-/Blütenreichtum, zunehmende Strukturvielfalt z. B. Einschränkung bestimmter Dünger/Verzicht jeglicher N-Düngemittel, keine PSM, kein Pflegeumbruch, Beweidung/Mahd, Terminierung für eingeschränkte Beweidungsdichte/frühe Mahdtermine > geringes Nährstoffniveau, Kräuter-/Blütenreichtum, Strukturvielfalt, Weideinfrastruktur/Dunghaufen
	Grünlandextensivierung ohne zeitliche Bewirtschaftungseinschränkung	VNS-GL			mind. 10 ha Beweidungsfläche mit max. 0,6 GVE/ha, Beweidungspflicht, keine Düngung/PSM > sehr hohe Strukturvielfalt an Vegetation und Standorten, viele ökologische Nischen
	Extensive ganzjährige Großbeweidungsprojekte	VNS Weideprojekte			Bewirtschaftungspläne im Einzelfall, Beweidung/Mahd, keine Düngung/PSM > Erhaltung von Biotoptypen, die häufig an sich eine vielfältige oder spezialisierte Insektenfauna beherbergen: Silikat-/Kalkmagerrasen, Trockene/Feuchtheiden, Groß-/Kleinseggenriede, Feucht-/Nasswiesen, Magerwiesen, Grünlandbrachen, Moore z. B. Ziegenbeweidung, Handmahd, partieller Nutzungsverzicht, Gehölzabseitung > ergänzend zu anderen VNS-Paketen: selektiv (Zielarten)/verstärkend/optimierend
	Naturschutzgerechte Bewirtschaftung spezifischer Grünlandbiotope/Pflege von kulturhistorischen Biotopen durch Beweidung oder Mahd	VNS Biotopschutz			
	Zusätzliche Maßnahmen in Verbindung mit naturschutzgerechter Grünlandbewirtschaftung	VNS ZusatzVerpfl			
10.1.8	Vertragsnaturschutz „Streuobstwiesen und Hecken“	Streuobst/Hecken	P	Angebot auf Kreisebene	mind. 35 Bäume/ha, Ergänzungspflanzungen, Baumpflege, keine chem.-synth. Pflanzenbehandlung der Obstbäume > Erhaltung Bäume, Holzlebensräume, Blütenangebot, Früchte
	Pflege und Ergänzungspflanzung bestehender Streuobstbestände	Streuobst			keine chem.-synth. Dünger/PSM > synergistische Wirkungen mit Streuobstmaßnahmen, i. d. R. höheres Kräuter-/Blütenangebot
	Extensive Unternutzung von Streuobstbeständen	Streuobst-GL-Nutzung			z. B. Auf-den-Stock-setzen, Auslichten, Nachpflanzungen, Mahd der Saumstreifen/Abräumen des Mähgutes > Erhaltung von Hecken durch Pflege, Verjüngung, Ergänzung, Schaffung von Strukturvielfalt, Blüten- und Fruchtangeboten
	Heckenpflege	Heckenpflege		Festsetzung auf Kreisebene (Landschaftsplan, Heckenpflegekonzept)	
11.1/2	Einführung/Beibehaltung ökologischer landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsverfahren und -methoden	ÖKO	P	–	keine Mineraldünger/PSM, Erhaltung der Grünlandnarbe, mind. 0,3 RGV/ha DGL, eingeschränkte Tierarzneimittel, Maßnahmen zur Förderung/Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und von Landschaftselementen > höhere Kulturarten- und Strukturdiversität, geringeres Nährstoffniveau, verringerte Mortalität von Schädlingen/Nützlingen/Wildkräutern
14.11	Sommerweidehaltung von Rindern (Milchkühe, Färsen)	SoWeide	--	–	täglicher Weidegang vom 16. Mai bis 15. Oktober, mind 0,2 ha Beweidungsfläche je GVE > Weideinfrastruktur, Dunghaufen, Tiere, Vegetationsstruktur, Offenbodenstellen

1) Biodiv-Ziel = Zielsetzung im Schwerpunktbereich 4A "Biologische Vielfalt"; P = prioritäres Ziel, x = sekundäres (Neben-)Ziel, -- = kein Biodiversitätsziel.

2) Der Vertragsnaturschutz, insbesondere auf Ackerflächen, ist in vielen Bereichen modular aufgebaut, d. h. es können unterschiedliche Bausteine zu zielführenden Vertragspaketen kombiniert werden. Es können nicht alle Wirkfaktoren in allen denkbaren Kombinationen bewertet werden. Grundlegende Aussagen zu zentralen Wirkfaktoren sind jedoch möglich.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage des NRW-Programms und der Förderrichtlinien.

Tabelle 4: Förderumfang der betrachteten Maßnahmen und ihre Flächenanteile an den Landnutzungen

Code	Kürzel	Output 12/2020 ¹⁾	Anteile an Landnutzungen in NRW [%]
10.1.1	VKA	196.421 ha	18,7 AL
	<i>davon 10 % Leguminosen ²⁾</i>	<i>25.962 ha</i>	<i>2,5 AL</i>
10.1.2	ZWF	17.707 ha	1,7 AL
10.1.3	BLÜ	5.999 ha	0,6 AL
10.1.4	UFE/ERO	3.677 ha	0,3 AL
10.1.5	EXG	39.491 ha	10,0 GL
10.1.6	VNS-AL	5.881 ha	0,6 AL
10.1.7	VNS-GL	28.810 ha	7,3 GL
10.1.8	Streuobst/Hecken	867 ha	0,2 GL
11.1/2	ÖKO	76.817 ha	5,3 LF
	<i>davon rd. 36 % AL</i>	<i>27.442 ha</i>	<i>2,6 AL</i>
	<i>davon rd. 63 % GL</i>	<i>48.114 ha</i>	<i>12,1 GL</i>
	<i>davon rd. 2 % DK/Rest</i>	<i>1.260 ha</i>	<i>9,6 DK</i>
14.11	SoWeide ³⁾	47.134 ha	11,9 GL

1) InVeKoS-Förderdaten 2020 (netto). Vom Jährlichen Durchführungsbericht abweichender Erfassungszeitraum.

2) Mindestanteil 10 % Leguminosen. Maximalanteil 30 %. Bei Raufuttergemengen mit Leguminosen bis 40 % des AL. Hier wurde der tatsächliche Umfang der angebauten Leguminosen ermittelt.

3) Geförderte Flächen in NRW laut InVeKoS-Auszahlungstabelle. Angaben im Jährlichen Durchführungsbericht als GVE. AL = Ackerland, GL = Dauergrünland, DK = Dauerkulturen, LF = landwirtschaftlich genutzte Fläche.

Quelle: InVeKoS-Förderdaten 2020.

Die erreichten Flächenanteile erlauben einen ersten Eindruck über das Wirkungspotenzial, unabhängig von qualitativen Wirkungsbeiträgen. Auf dem Ackerland werden Bruttoflächenanteile von 24 % erreicht, auf dem Grünland sind es sogar über 41 %. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass zwischen den Maßnahmen Kombinationsförderungen möglich sind. Das gilt insbesondere für Ökobetriebe, aber auch für VNS- und EXG-Teilnehmende. Darüber hinaus sind Kombinationen mit Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF-Verpflichtung im Rahmen des Greenings) möglich. Die tatsächlich wirksame Fläche ist daher geringer als die Summe der Förderflächen der Einzelmaßnahmen. Davon unabhängig sind Wirkungssynergien auf Flächen mit kombinierter Förderung möglich, die positive Wirkungen verstärken können. Das wird in Kapitel 5 untersucht.

Eine Vielzahl weiterer Maßnahmen des NRW-Programms können ebenfalls insektenrelevante Wirkungen entfalten oder die o. g. Maßnahmen flankieren. Dazu gehören z. B. Berufsbildungs- und betriebliche Beratungsangebote, Projektförderungen im Bereich des Biotop- und Artenschutzes und der Umweltbildung, EIP- und LEADER-Projekte sowie Fördermaßnahmen im Forst. Ihre Wirkungen sind jedoch stark vom Einzelfall (in Anspruch genommenes Beratungsangebot, konkrete Projektziele) abhängig. Sie sind in diesem Bericht nicht Untersuchungsgegenstand.

5 Ergebnisse

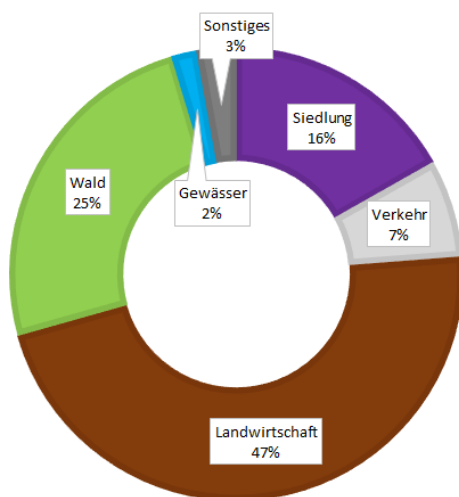
Wie in Kapitel 2 dargestellt, wurden als Treiber der Verluste von Insekten Habitatverluste, eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und Verstädterung, Belastungen mit Pestiziden und Düngemitteln, biologische Faktoren (Pathogene, Neozoen) sowie der Klimawandel identifiziert. Die folgende Analyse beschränkt sich auf die Wirkfaktoren, die einerseits in direktem Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung und andererseits mit den angebotenen Fördermaßnahmen stehen. Die Literaturanalyse (Kapitel 5.1) gliedert sich dabei nach wesentlichen identifizierten Wirkfaktoren. Kapitel 5.2 bewertet vor diesem Hintergrund die Einzelwirkungen der Maßnahmen des NRW-Programms. In Kapitel 5.3 werden die Auswertungen des LANUV (Komanns et al., 2023) zu den Zusammenhängen zwischen Maßnahmen- und Insektenvorkommen auf den Stichprobenflächen der ÖFS vorgestellt. In Kapitel 5.4 wird, unter Berücksichtigung weiterer Faktoren, eine Synthese der Einzelwirkungen angestrebt.

5.1 Literatursynopse: Zusammenhänge zwischen der landwirtschaftlichen Landnutzung und Insektenvorkommen

5.1.1 Einfluss von Landnutzungsart, Habitatqualität, -heterogenität und -größe auf die Insektendiversität in Agrarlandschaften

Die heutige Landnutzungsverteilung in NRW stellt sich folgendermaßen dar (vgl. Abbildung 4): Die Landwirtschaft bewirtschaftet mit 47 % der Bodenfläche den allergrößten Teil des Bundeslandes, gefolgt von 25 % Waldflächen und zusammen 23 % Siedlungs- und Verkehrsflächen. Flächenmäßig betrachtet liegt damit die Hauptverantwortung für eine insektenfreundliche Landnutzung bei der Landwirtschaft.

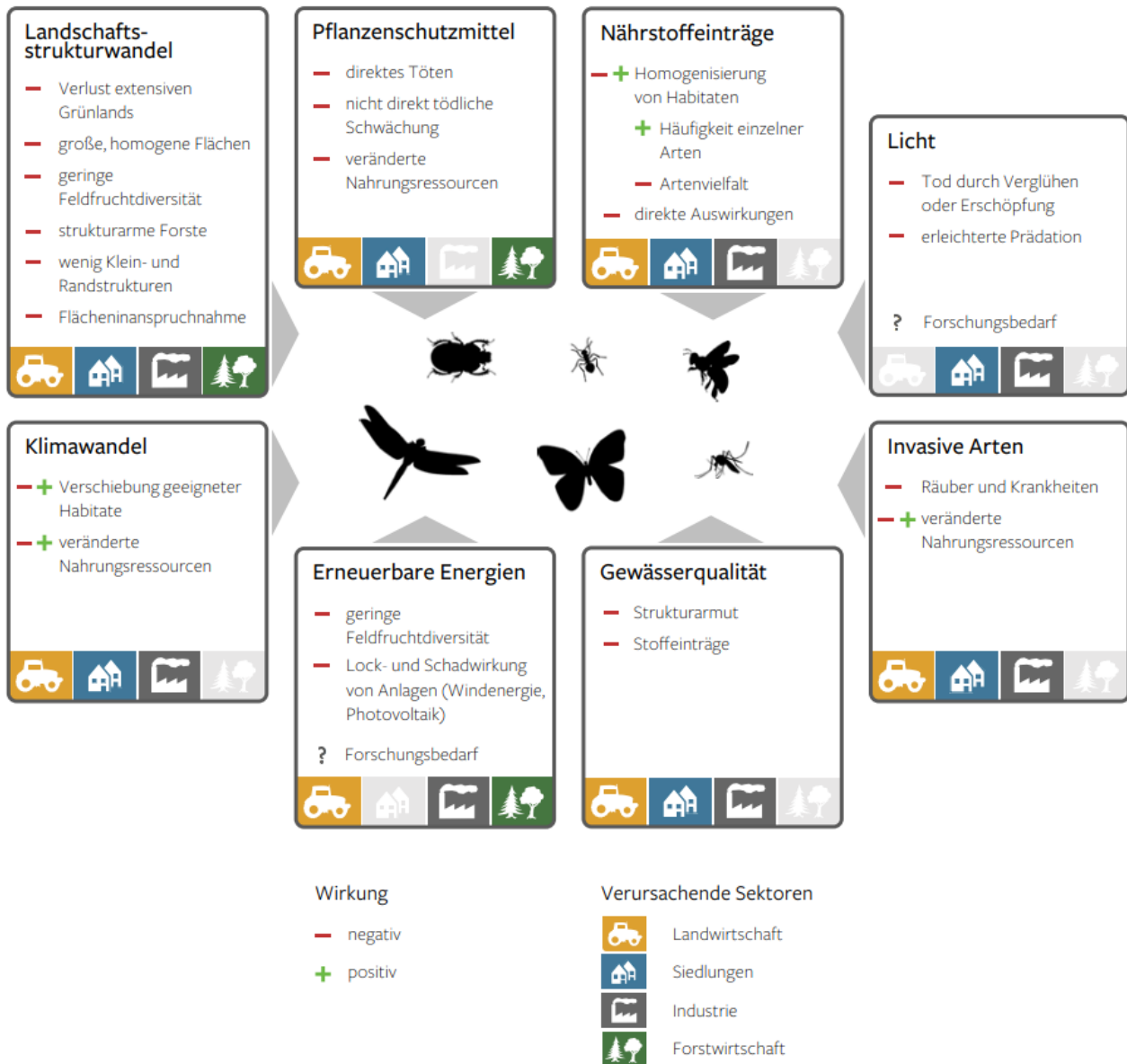
Abbildung 4: Heutige Landnutzungsverteilung



Quelle: Eigene Zusammenstellung nach IT.NRW (2022).

Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen, inklusive der damit assoziierten Strukturelemente, variiert der Reichtum von Insektenarten und -biomasse je nach Nutzungsart in Abhängigkeit der Habitatqualität, -größe und -konnektivität der Habitatsinseln innerhalb der Landschaft. Viele Insektenarten sind an eine hohe Habitatheterogenität gebunden, da sie innerhalb ihrer Entwicklungsstadien Mikrohabitatwechsel vollziehen. Auch in Zusammenhang mit dem Klimawandel dient die Habitatheterogenität als Puffer für klimatische Extremereignisse. In Landschaften mit gut vernetzten Habitaten spielt die Habitatqualität eine zentrale Rolle für die Diversität und den Fortbestand von Insekten. Bei zunehmender Fragmentierung der Landschaft ist zudem die Habitatkonnektivität nicht zu vernachlässigen. Somit kann die Habitatqualität als entscheidender Faktor für das Überleben der Insektenarten gewertet werden, der in verschiedene Schlüsselfaktoren unterteilt werden kann. Schlüsselfaktoren der Habitatqualität, die artenreiche Insektengemeinschaften im Offenland fördern, sind nach Fartmann et al. (2021b): warmes Mikroklima (wird besonders von vielen seltenen und gefährdeten Arten bevorzugt), große Phytodiversität (besonders bei Nahrungsspezialisten, beispielsweise bei einigen Tagfalter- oder Wildbienenarten, hängt das Vorkommen direkt mit der Phytodiversität zusammen), hohe Habitatheterogenität. Abbildung A3 im Anhang veranschaulicht diese und weitere Zusammenhänge. Die nachfolgende Abbildung 5 fokussiert stärker auf die anthropogenen Einflussfaktoren und ihre Zuordnung zu den vier Sektoren Landwirtschaft, Siedlungen, Industrie und Forstwirtschaft. Es wird deutlich, dass die Landwirtschaft bei fast allen Wirkfaktoren zu den (Mit-)Verursachern zählt; eine Ausnahme ist die Lichtverschmutzung. Außerdem ist ersichtlich, dass überwiegend negative Wirkungen festgestellt werden, nur in wenigen Bereichen besteht weiterer Forschungsbedarf. Viele der Stressoren wirken gleichzeitig auf Insektenpopulationen und verstärken sich gegenseitig. Diese raumbezogenen Kausalzusammenhänge sind aufgrund ihrer Komplexität bislang weitgehend unbekannt (SRU und WBBGR, 2018).

Abbildung 5: Wesentliche Ursachen des Insektenrückgangs



Quelle: SRU und WBBGR (2018).

Landnutzungswandel

Als ein bedeutsamer direkter Treiber für den Insektenrückgang wird der Landnutzungswandel angeführt, mit einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und Verlusten von (natürlichen und halbnatürlichen) Habitaten. Insbesondere nach 1950 setzte ein starker Landnutzungswandel ein, der zu quantitativen und qualitativen Veränderungen der mitteleuropäischen Landschaften führte (Literaturverweise dazu u. a. in Fartmann et al., 2019b). Der Strukturwandel in der landwirtschaftlichen Bodennutzung NRW, mit Auswirkungen auf Arten und Lebensgemeinschaften der Agrarlandschaft, kann u. a. mit Hilfe von statistischen Zeitreihen für den Zeitraum 1960 bis 2017 nachvollzogen werden (LWK NRW, 2019):

- In diesen 60 Jahren hat beispielsweise der Ackeranteil von gut 57 % auf 71 % an der LF zugenommen. Diese Entwicklung ging überwiegend zulasten des Grünlandanteils (Abnahme von 37 % auf 28 % der LF). Diese Werte werden durch die Landwirtschaftszählung 2020 bestätigt (DESTATIS, 2021a). Das sehr unterschiedlich genutzte Gartenland ist von ehemals 107.000 ha fast vollständig aus der Statistik verschwunden (noch

368 ha). Obstanlagen sind von 10.200 auf 2.700 ha (-73 %) zurückgegangen. Damit ging die Nutzungsdiversität in der Agrarlandschaft erheblich zurück.

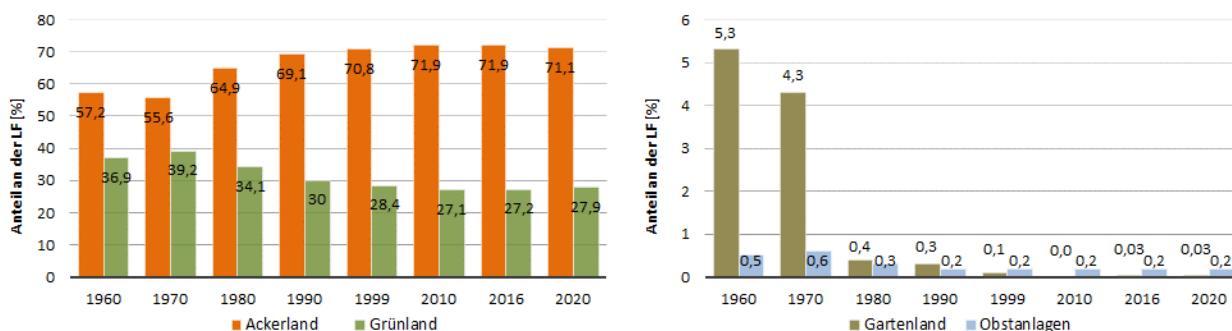
- Der Anteil der Wiesenutzung unterlag in diesem Zeitraum starken Schwankungen, ist insgesamt aber um 67.000 ha (-24 %) bis 2016 zurückgegangen. Bis 2020 gab es wieder minimale Zuwächse. Auch bei den Angaben zu Streuwiesen / ertragsarmem Dauergrünland gab es größere Schwankungen bei einem Rückgang um rd. 4.300 ha (-20 %) bis 2016, aber Zuwächsen von rd. 6.300 ha (+24 %) bis 2020 (DESTATIS, 2021a). Daran zeigen sich unter Umständen, neben ungenauen Angaben der befragten Betriebe bei der Abgrenzung unterschiedlicher Grünlandnutzungen, die Auswirkungen der Agrarpolitik durch beispielsweise Neumeldung von Grünland oder Verbot des Grünlandumbruchs.
- Gleichzeitig hat die landwirtschaftlich genutzte Fläche in erheblichem Umfang (560.000 ha, 27,5 %), überwiegend zulasten von Siedlung, Gewerbe, Verkehr, abgenommen. Damit gingen für Insekten geeignete Flächen in erheblichem Ausmaß verloren.
- Der Maisanbau (Körnermais/CCM sowie Grünmais/Silomais) ist von lediglich 3.000 ha (0,2 % des Ackerlandes) auf über 235.000 ha (27,6 % des Ackerlandes) angewachsen, während der Anbau von Klee und Kleegemengen auf ein Zehntel der Ursprungsflächen von 47.741 ha auf 4.235 ha zurückgegangen ist. Der Anbauumfang von Grünmais/Silomais ist seit 2016 weiter von knapp 197.000 ha auf rd. 215.000 ha angestiegen (DESTATIS, 2021a).
- Der Getreideertrag von z. B. Winterweizen wurde von gut 33 dt/ha auf fast 81 dt/ha gesteigert (LWK NRW, 2019), was neben verbesserten Sorten (Züchtung) auch auf chem.-synth. Düngung, Pflanzenschutz und weiterentwickelte Landtechniken zurückzuführen ist (BZL, 2024).

Gleichzeitig hat die durchschnittliche Betriebsgröße von 1960 bis 2016 von 34,7 auf 67,1 ha zugenommen, wobei sich die Zahl der Betriebe mit weniger als 5 ha LF von über 122.300 Betrieben auf rd. 3.600 Betriebe reduziert hat. Die von ihnen bewirtschaftete LF umfasste 1960 noch 15 %, 2016 nur noch unbedeutende 0,3 % der LF. Auch diese Größenveränderungen haben zu einem erheblichen Verlust von Strukturelementen in der Landschaft geführt (Verlust von Grenzelementen und Zuwegungen, Zusammenlegung von Flächen etc.).

Die Zahlen der tierhaltenden Betriebe (hier: Raufutterfresser Rinder, Schafe, Ziegen) sind seit 1950 von rd. 273.00 Betrieben auf 15.684 Betriebe im Jahr 2022 zurückgegangen (siehe Kapitel 5.1.3). Das entspricht einem Rückgang von 94 % und hatte eine Konzentration der Viehbestände zur Folge.

Abbildung 6 zeigt die sich vergrößernde Schere in den Flächenanteilen von Acker- und Grünland an der LF im Zeitraum 1960 bis 2020. Der Grünlandverlust konnte erst in den vergangenen zehn Jahren gestoppt werden. Außerdem wird der drastische Rückgang bei Gartenland und in geringerem Umfang bei den Obstanlagen deutlich.

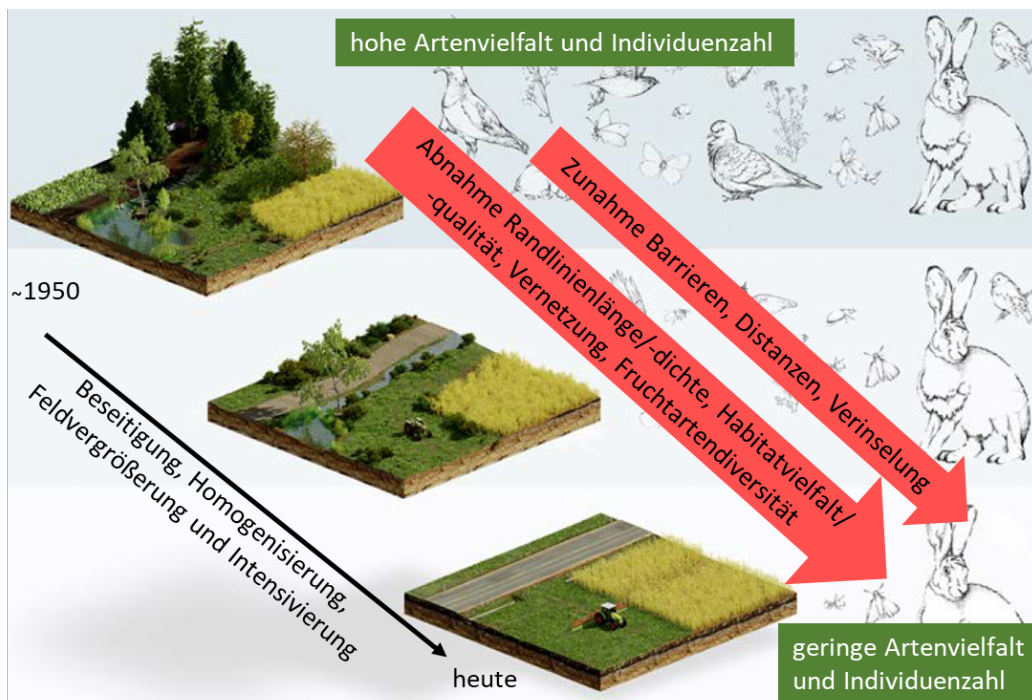
Abbildung 6: Veränderung der Landnutzung in NRW von 1960 bis 2020



Quelle: LWK NRW (2019), ergänzt um Werte für 2020 aus Destatis (2021).

Abbildung 7 veranschaulicht die strukturellen und die Nutzungsveränderungen in der Agrarlandschaft und ihre Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Indirekte Treiber wie eine sich fortentwickelnde Wirtschaft und Technologie, aber auch sich wandelnde soziokulturelle Aspekte (z. B. Ernährungsgewohnheiten) haben im Betrachtungszeitraum zu den veränderten Landnutzungsweisen geführt. Daraus resultierte ein deutlicher Artenrückgang in der Agrarlandschaft insgesamt und auf bewirtschafteten Flächen im Besonderen, aber auch ein erheblicher Individuenrückgang. Damit wurden wichtige ökosystemare Leistungen, nicht nur für die Landwirtschaft (Bestäubung, Schädlingsregulation, Bodenfruchtbarkeit, Wasserqualität, Luftqualität), zunehmend eingeschränkt. Obwohl der Agrarstrukturwandel in den 1950er Jahren verstärkt einsetzte, lassen sich die Entwicklungen auch in der Gegenwart weiterhin nachvollziehen. Ein Indikator dafür sind z. B. die unbefestigten Feldwege in der Agrarlandschaft. Allein in dem kurzen Zeitraum von 2009 (Index-Wert 100 %) bis 2016 wurde im ÖFS-Untersuchungsraster ein Rückgang von rd. 8 Prozentpunkten (auf ca. 92 %) festgestellt (Verbücheln, 2019). Ein weiterer Indikator ist das Verhältnis von Acker-Schlaggröße und -Anzahl. Während sich innerhalb von nur elf Jahren in jüngster Zeit, d. h. nach den Jahrzehnten der großen Flurbereinigungen, die Acker-Schlaggröße von durchschnittlich 2,86 ha auf 3,21 ha vergrößert hat, nahm die Anzahl der Parzellen von rd. 440.000 auf ca. 405.000 ab (Hochrechnungen auf Basis der ÖFS; Verbücheln, 2019).

Abbildung 7: Veränderung der Agrarlandschaft und Auswirkungen auf die biologische Vielfalt



Quelle: Ergänzt nach Leopoldina et al. (2020).

In der Schweiz wurden in einem Zeitraum über 100 Jahre die Vorkommen von Futterpflanzen für Insekten in verschiedenen Vegetationstypen für unterschiedliche Blütenbesucher untersucht (Abrahamczyk et al., 2020). Insbesondere die landwirtschaftlichen Nutzungsänderungen mit einer zunehmenden Homogenisierung der angebauten Kulturen bei einem Rückgang von Feldrandelementen hat sich negativ auf blütenbesuchende Insekten ausgewirkt. Eine Homogenisierung wurde in allen untersuchten Vegetationstypen festgestellt, wodurch die stark auf bestimmte Futterpflanzen spezialisierten Insektenarten am meisten betroffen waren.

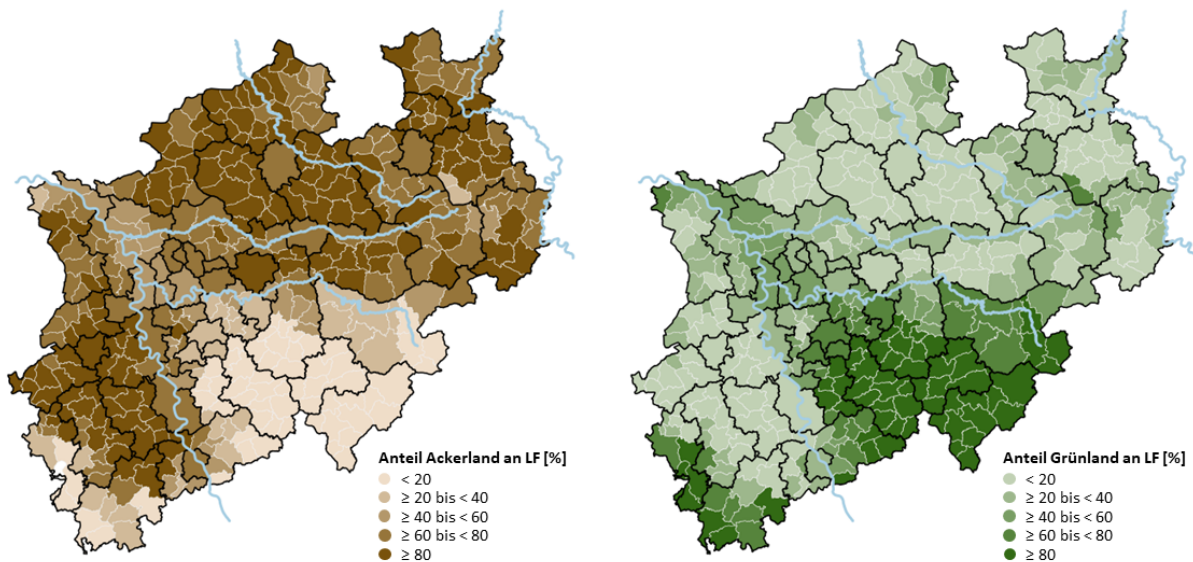
Ackerland

Die landwirtschaftliche Fläche NRW beläuft sich insgesamt auf rund 1,46 Mio. ha; davon sind in etwa zwei Drittel dem Tiefland und ein Drittel dem Bergland zuzuordnen. Das Tiefland ist wesentlich stärker ackerbaulich geprägt als das Bergland. Die Fläche des Ackerlandes umfasst rund 1 Mio. ha (ca. 70 % der gesamten LF), von denen sich

77 % in Regionen des Tieflandes befinden, während 23 % im Bergland zu verorten sind (vgl. Abbildung A2 sowie Tabelle A2 im Anhang).

Abbildung 8 visualisiert die Acker-/Grünlandverteilung auf Gemeindebasis (unter Verwendung von InVeKoS-Daten der Betriebe). Sehr hohe Ackeranteile sind im Osten in der Kölner Bucht, in der Mitte und im Norden in der Hellwegregion und im Münsterländer Tiefland sowie auch im ostwestfälischen Hügelland zu erkennen. Weitgehend komplementär dazu stellt sich die Verteilung des Grünlands dar, das einerseits in den südlichen Mittelgebirgsregionen und entlang des Teutoburger Waldes dominiert, andererseits höhere Anteile entlang der großen Flusssauen aufweist.

Abbildung 8: Acker- und Grünlandverteilung auf Gemeindebasis



Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020 und der Flächen- und Nutzungsnachweise (FNN) der Betriebe. Die Betriebe wurden entsprechend ihres Flächenschwerpunkts den Gemeinden zugeordnet.

Ackerland wird als regelmäßig bearbeitetes Land definiert, das i. d. R. einer Fruchtfolge unterliegt. Anders als bei natürlichen Flächen, bei denen viele Pflanzen- und Tierarten nebeneinander bzw. miteinander existieren, wird auf Äckern im Allgemeinen nur eine einzige Pflanzenart angebaut. Daraus ergeben sich monostrukturierte Ein-Art-Pflanzenbestände, die sehr wenig Lebensraumeignung für die meisten Tierarten haben. Eine der Ausnahmen ist eine Massenvermehrung von Kultur-Schädlingen. Das seit 2018 in Baden-Württemberg etablierte Insektenmonitoring auf der Ökologischen Flächenstichprobe hat in ersten Ergebnissen gezeigt, dass sich ein höherer Anteil an Ackerflächen auf nahezu alle anderen untersuchten Umweltvariablen negativ auswirkt (LUBW, 2022). Damit wirkt der Ackeranteil (überwiegend indirekt) negativ auf die für die Landschaftsebene untersuchten Tagfalter und Widderchen-Bestände (Artenzahlen und Abundanzen).

Eine höhere Vielfalt in der Fruchtfolge (im zeitlichen Ablauf) kann zu höheren Individuenzahlen von Insekten beitragen, unter der Voraussetzung, dass für Insekten geeignete Feldfrüchte (in Bezug auf Nahrungsquellen, Habitatstruktur und Mikroklima) angebaut werden. Auch die Anlage von Mischkulturen zeigt ein erhöhtes Insektenvorkommen, wobei besonders Bestäuber auf ökologisch bewirtschafteten Flächen profitieren. Zudem tragen kleinere Schläge und vielfältige Strukturen in der Landschaft zur Häufigkeit von bestäubenden Insekten bei (Scherber et al., 2019). Ackerbrachen tragen zur Kultur- und Strukturvielfalt in Ackerlandschaften bei und sind wichtige Insektenlebensräume. Sie haben nach Auswertungen der ÖFS seit 2006 von 3,1 % auf 0,4 % Anteil an der Ackerfläche in NRW abgenommen. Der starke Brache-Rückgang ist maßgeblich durch den Wegfall der EU-Flächenstilllegung im Jahr 2009 bedingt (LANUV, 2017b). Durch die verpflichtende Einführung von Ökologischen Vorrangflächen seit 2015 im Rahmen der EU-Agrarpolitik hat ihr Anteil wieder leicht zugenommen. Abbildung A4

im Anhang zeigt als Indexwert ausgedrückt einen Rückgang von Ackerbrachen von 2006 (100 %) bis 2017 auf 17,3 % (Tiefstwert) um 83 Prozentpunkte. Bis 2021 stieg der Index nur leicht auf 31,3 % an.

Da Ackerflächen regelmäßiger Ernte und Bodenbearbeitung unterliegen, müssen die meisten Insekten und andere Arten Ackerflächen stets aus benachbarten Habitaten neu besiedeln (Maderia et al. 2016/2018 zit. in Scherber et al., 2019). Ihre Abundanz ist daraus folgend an Feldrändern höher als im Zentrum der Schläge. Dies zeigen Untersuchungen von Batáry et al. (2017), die entlang der ehemaligen Ost-West-Trennung Deutschlands Laufkäfer, Spinnen und Kurzflügelkäfer in Winterweizenfeldern unterschiedlicher Größe untersuchten. Daraus geht hervor, dass die Diversität der Organismen auf kleineren Schlägen und an Feldrändern höher ausgeprägt ist als auf größeren Schlägen und im Feldinneren. Auch die von Fahrig et al. (2015) durchgeführten Beprobungen von 93 Plots (1× 1 ha) bestätigen eine höhere biologische Vielfalt auf kleineren Ackerflächen.

Viele Untersuchungen nutzen Vögel, Säuger oder die floristische Vielfalt als Indikator für die biologische Vielfalt. Diese Indikatoren können als Proxy-Indikatoren eine Einschätzung über Insektenabundanzen und ggf. Artendiversität erlauben, da Insekten als Nahrungsgrundlage für einige Tiere dienen und wiederum selbst von einem diversen Pflanzenaufkommen, wie z. B. Ackerwildkräutern, profitieren. So kann anhand des Vogelindikators angenommen werden, dass die Häufigkeit von Insekten in konventioneller Ackerbewirtschaftung geringer ist als in ökologischem Ackerbau. Dies zeigt unter anderem eine Untersuchungsreihe der Hellwegbörde (NRW, 2006 bis 2017) mit verschiedenen Maßnahmengruppen: Auf insgesamt 87 Maßnahmenflächen wurden 37 Vogelarten, davon 17 der Roten Liste erfasst. Auf den ohne Maßnahmen bewirtschafteten Kontrollflächen ähnlicher Größe wurden 15 Arten, darunter sechs der Roten Liste beobachtet (Joest, 2018). Auch der Bestand von Ackerwildkräutern, die seit den 1950er Jahren einem deutlichem Artenverlust (rund 70 %) unterliegen (Heinrich-Böll-Stiftung et al., 2020), lässt einen Rückschluss auf Insektenvorkommen zu. Typische Ackerwildkräuter benötigen spezielle Bedingungen, wie beispielsweise Lichteinfall. Dabei spielt die Bestandesdichte der Ackerkulturen eine tragende Rolle, da dadurch wesentlich die Verfügbarkeit von Licht und somit Wärme am Boden sowie die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Wasser abhängt. Die Nutzung von Drilllücken auf sogenannten Lichtäckern bieten Ackerwildkräutern mehr Licht und weniger Konkurrenz. So profitieren auch vielen Tierarten wie Feldvögel, Feldhasen, Greifvögel, Insekten oder Spinnen von Lichtäckern, da ihnen ein reichhaltiges Nahrungsangebot und gute Bedingungen zur Reproduktion zur Verfügung stehen (Gottwald und Stein-Bachinger, 2016). Auswertungen der ÖFS von 2006 bis 2021 (vgl. Abbildung A5 im Anhang) zeigen für NRW einen signifikanten negativen Trend der mittleren Deckung von Ackerwildkräutern im Feldinneren: Die Deckungswerte sind von 5,8 auf 2,6 % kontinuierlich zurückgegangen (LANUV, 2023b).

Anders als in der konventionellen Landwirtschaft wird in der ökologischen Landwirtschaft im Rahmen einer vielgliedrigen Fruchtfolge der Anbau von Leguminosen als Stickstoffquelle und Tierfutter genutzt. Der Einfluss ist bei der Betrachtung von Feldhasen, -vögeln, Faltern und Heuschrecken deutlich zu erkennen, da ihr Vorkommen im ökologischen Landbau wesentlich häufiger ist als im konventionellen Landbau. Auch das Aufkommen von Wildkräutern ist auf ökologisch bewirtschafteten Flächen höher als bei konventioneller Bewirtschaftung (Gottwald und Stein-Bachinger, 2016; Sanders und Heß, 2019).

Nach Tschardtke ist die Wirksamkeit von Maßnahmen am höchsten, wenn die Ausprägung der Förderflächen in starkem Kontrast zu der umgebenden Landnutzung steht, beispielsweise in monotonen, intensiv genutzten Landschaften (Tschardtke, 2021).

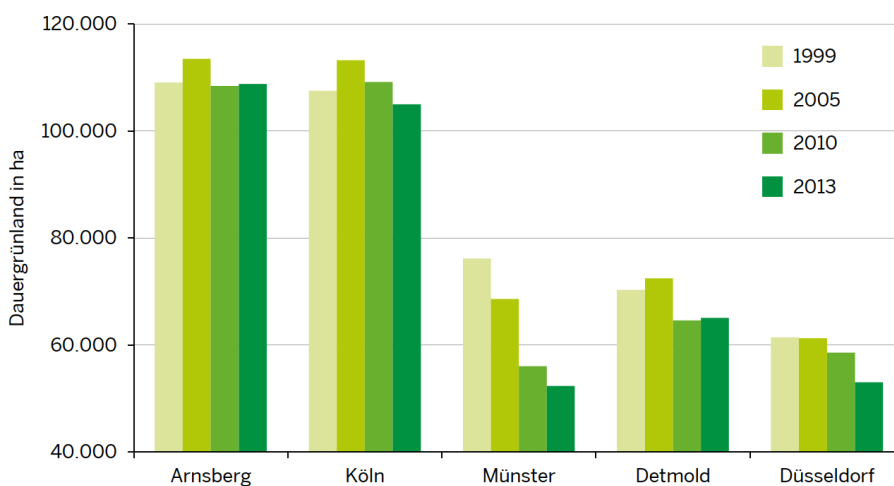
Grünland

Mit einer Fläche von knapp 400.000 ha ist weniger als ein Drittel der LF in NRW Grünland, von dem 43 % im Tiefland und 57 % im Bergland liegt (vgl. Tabelle A2 im Anhang). Damit liegt der Grünlandanteil an der LF im Tiefland mit rund 18 % deutlich unter der des Ackerlands mit 81 %. In den Berglandregionen sind die Anteile annähernd umgekehrt verteilt, mit einer hohen Dominanz von Grünland in den Gemeinden (vgl. auch Abbildung 8 oben). Eine Auswertung des LANUV für die fünf Regierungsbezirke zeigt die regional unterschiedlich

verteilten Grünlandverluste im Zeitraum 1999 bis 2013 auf (LANUV, 2017b): Während der Grünlandumfang im Bergland (Regierungsbezirke Arnsberg und Köln) auf einem hohen Niveau weitgehend stabil blieb, nahm er im Tiefland (Regierungsbezirke Münster und Düsseldorf), ausgehend von einem niedrigeren Niveau, deutlich ab. Im Regierungsbezirk Münster gingen im Betrachtungszeitraum rd. 24.000 ha oder knapp ein Drittel des Grünlands verloren (vgl. Abbildung 9). Der Regierungsbezirk Detmold enthält eine ausgeprägtere Mischung aus Tief- und Bergland. Dort hat sich der Grünlandanteil nicht so ausgeprägt negativ entwickelt.

Auch im Grünland gibt es monostrukturierte Bestände. In der Regel sind dort jedoch mehrere bis sehr viele Pflanzenarten vertreten, die automatisch den Bestand vertikal und horizontal gliedern. Auf Weiden ist das durch den Einfluss der Tiere in besonderem Maße der Fall (selektiver Fraß, Weideunkräuter, Geistellen, Tritt). Daher hat der Grünlandverlust und der Rückgang der Weidetierhaltung erheblichen Einfluss auf Insektenlebensgemeinschaften.

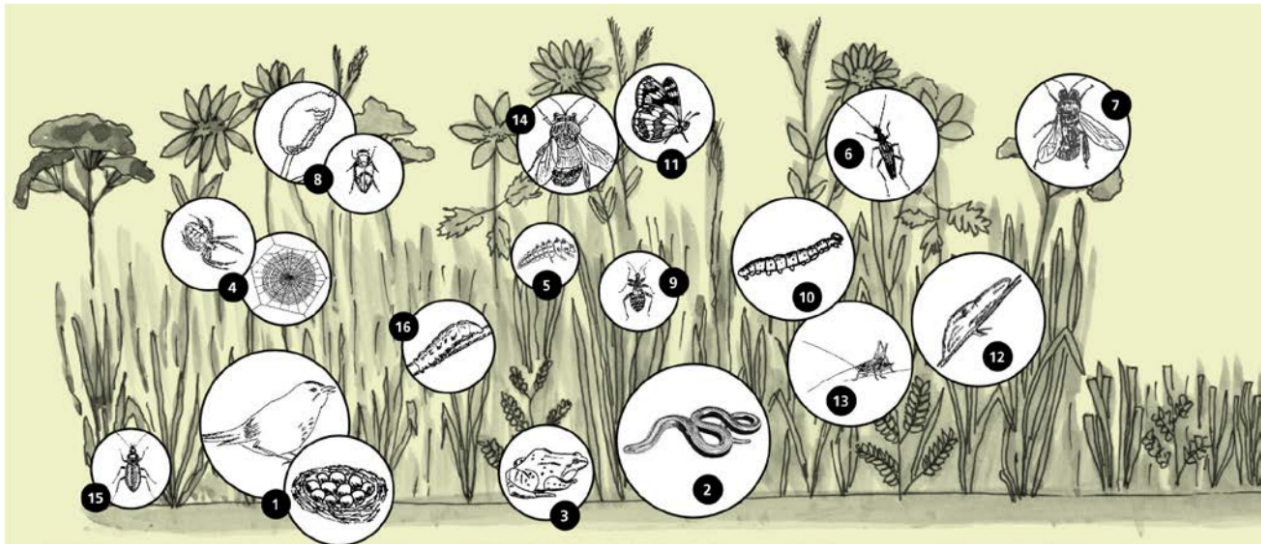
Abbildung 9: Dauergrünland in den Regierungsbezirken 1999 bis 2013



Quelle: LANUV (2017b), auf Grundlage der Bodennutzungsstatistik (IT.NRW).

Je nach örtlichen Bedingungen kann Grünland in trockene, normale und feuchte Wiesen und Weiden, Mähweiden sowie Streuobstwiesen unterschieden werden. Auf den mit Gräsern und Kräutern und vereinzelt Bäumen und Sträuchern bewachsenen Flächen sind in Mitteleuropa etwa 1.500 bis 1.700 verschiedene Pflanzenarten heimisch (LfL, 2022). Über zwei Drittel der heimischen Tierarten sind direkt oder indirekt auf Grünland bzw. die Vegetation des Grünlandes angewiesen (Gerowitt 2013 in BLE, 2013). Die Artenvielfalt und -zusammensetzung wird durch standörtliche Bedingungen anthropogener und natürlicher Art bestimmt. Faktoren sind z. B. Gestein, Klima, Sukzession, aber auch die Bewirtschaftungsart wie Mahd oder Nährstoffeinträge durch Gülle und Gärreste (Fartmann et al., 2021b). Wiesen werden meist zur Viehfuttergewinnung durch Mahd genutzt. Bei der Weideviehhaltung werden Pflanzen direkt vom Vieh (Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen) abgeweidet. Eine weitere Form sind Mähweiden, die innerhalb einer Vegetationsperiode wechselnd mit Mahd und Beweidung genutzt werden. Besonders extensiv genutztes Grünland, das in der heutigen Agrarlandschaft fast vollständig verdrängt ist (Fartmann et al., 2021b), bietet Habitate für Schmetterlinge, Wildbienen, Käfer und andere Insekten, die wiederum als Nahrungsgrundlage für Vögel und einige Kleinsäugerarten dienen. Dennoch bieten auch intensiv landwirtschaftlich genutzte Wiesen und Weiden einen Lebensraum für Insekten, darunter Laufkäfer, Asseln, Schnecken und Ameisen, die z. B. die Moos- und Streuschicht besiedeln. In den hochwüchsigen Gräsern und Kräutern sind Heuschrecken, Zikaden, Blattläuse, Marienkäfer, Spinnen, Schmetterlinge, (Wild-)Bienen und andere Arthropoden beheimatet. Abbildung 10 zeigt eine beispielhafte Auswahl von Tierarten des (eher extensiv bewirtschafteten) Grünlands.

Abbildung 10: Beispielhafte Auswahl von Tierarten des Grünlands



1. Braunkehlchen: Brütet von Mai bis Anfang August in blumenreichen, vielfältigen und extensiv genutzten Wiesen.
2. Blindschleiche: Oft in verfilztem Gras oder in Grashaufen.
3. Grasfrosch: Lebt im Sommer am Boden von feuchten Wiesen und Wäldern.
4. Radnetzspinne: Hängt Netze im hohen Gras auf und überwintert im Eistadium.
5. Marienkäferlarve: Larve und ausgewachsener Käfer leben in der Vegetationsschicht.
6. Bockkäfer: Adulte ernähren sich oft von Blütenpollen; bei einigen Arten entwickelt sich die Larve in Stängeln von Kräutern.
7. Honig- und Wildbienen: Sammeln Pollen und Nektar auf Blüten von Nutz- und Wildpflanzen.
8. Wiesenschauamzikade: Larve entwickelt sich in Schaumtropfen an Wiesenpflanzen.
9. Sichelwanze: Jagt in der Vegetation magerer Wiesen kleine Insekten.
10. Dickkopffalterraupe: Als Raupe in der Vegetation, verpuppt sich in bodennahem Gespinnst.
11. Schachbrettfalter: Raupe frisst Gräser, der Schmetterling saugt Nektar im Blütenhorizont.
12. Widderchen: Verpuppt sich in Kokon an Halmen.
13. Heuschrecken: Larven und Adulte an Blättern und Halmen in der Wiese; Eier meist im Boden, aber auch in Pflanzenstängeln.
14. Hummel: Nistet zum Teil am Boden und besucht Wiesenblüten.
15. Laufkäfer: Meist bodenlebende tag- oder nachaktive Käfer.
16. Schwebfliegenlarve: Larve frisst Blattläuse in der Krautschicht; ausgewachsenes Tier häufig auf Blüten.

Quelle: Van de Poel und Zehm (2014).

Im agrarisch genutzten Offenland hängt die Insektenvielfalt vor allem von der Vielfalt an Pflanzenarten und der Intensität der Bewirtschaftung (Scherber et al., 2019) und damit von der Vegetationsstruktur und dem daran gebundenen Mikroklima ab (Fartmann et al., 2019b). Im standardisierten Jena-Experiment (82 Plots zu 20 × 20 m) zeigte sich, dass sowohl die Artenzahl der phytophagen Insekten als auch die der karnivoren Arthropodentaxa mit der Anzahl der Pflanzenarten zunahm. In einem weiteren Experiment im südlichen Niedersachsen (72 Plots auf einer mehr als 100 Jahren alten Grünlandfläche), bei dem untersucht wurde, wie sich Mahdfrequenz, Herbizideinsatz und Düngung auf die Biodiversität auswirken, konnte gezeigt werden, dass häufige Mahd die Artenzahl oberirdisch lebender Insekten und Spinnen reduziert, wohingegen sich eine nur einmalige NPK-Düngung positiv ausgewirkt hat (beide Studienergebnisse zit. in Scherber et al., 2019). Die Wirkungen unterscheiden sich jedoch zwischen funktionellen und taxonomischen Gruppen, was aus naturschutzfachlicher Sicht (Schutz seltener Arten) zu berücksichtigen ist. Eine häufige Mahd kann Blütenbesucher, Blatt- und Samenfresser, Pflanzensauger und Gallbildner beeinträchtigen, während Wurzelfresser und andere Bodeninvertebraten davon weniger betroffen sind (ebd.). Moderate Schnittnutzungen können, je nach Zeitpunkt, Mahdtechnik usw., für bestimmte Insektenarten auch förderlich sein. In diesem Fall sollte bei der Mahd auf schnell rotierende Schneidewerkzeuge verzichtet werden. Heuwerbung ist vorteilhafter als Silageproduktion, da das Mahdgut länger auf der Fläche verbleibt. Durch selektiven Fraß, Verdichtung oder Öffnung des Bodens bei Beweidung kann zusätzlich die Habitatheterogenität erhöht werden (Scherber et al., 2019). Die Erhaltung von Offenlandbiotopen durch Nutzung ist für viele Arten letztendlich essenziell.

Als anthropogen geschaffenes Biotop weisen Streuobstwiesen in NRW seit 1945 einen stetigen Rückgang auf. Rund drei Viertel aller Streuobstwiesen sind in NRW verloren gegangen, sodass sie heute der „Roten Liste der gefährdeten und vom Aussterben bedrohten Biotoptypen“ zuzuordnen sind. Das Biodiversitätsmonitoring NRW weist für Streuobstbestände seit 2006 (Index 100 %) bis 2021 einen weiterhin fallenden Trend aus (2021: Index bei 73,6 %) (LANUV, 2023c).

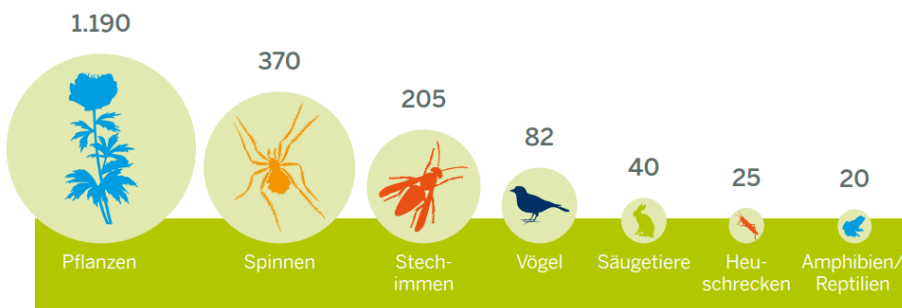
Die anthropogenen Biotope vereinen Elemente lichter Wälder, Waldränder, Wiesen und Weiden und sind daher besonders struktur- und artenreich. Sie bieten für viele Tiere ein umfangreiches Nahrungsangebot und

spezifische Lebensraummöglichkeiten. Blüten und Früchte der Bäume und Wiesen, frisches oder faulendes Obst, Totholz und Dung tragen ebenfalls zur Biodiversität bei und sind Nahrungsgrundlage vieler Insekten. Trockenmauern, Lesesteinhaufen und andere Strukturelemente bieten Vögeln, Reptilien, Amphibien und Kleinsäugetern Unterschlupf. Auf extensiv genutzten Streuobstwiesen lassen sich in Deutschland rund 5.000 Tier- und Pflanzenarten nachweisen, ein großer Anteil davon Insekten (MULNV, 2022).

Säume, Hecken und Feldgehölze

Die charakteristischen linearen, landschaftsgliedernden Säume sind Refugien für Tier- und Pflanzenarten des Grünlandes, der Sandtrocken- und Magerrasen, aber auch der Ruderal- und Segetalfuren (Beulting, 2015; Heiringhoff Campos, 2015). Sie sind meistens in Form von Weg- und Feldrainen am Rande von bewirtschafteten Flächen ausgebildet. Unter günstigen Bedingungen können in NRW in verschiedensten Säumen bis zu 1.190 verschiedene Pflanzenarten, 370 Spinnentiere, 205 Stechimmen, 82 Vogelarten, 40 Säugetierarten, 25 Heuschreckenarten sowie 20 verschiedene Amphibien- und Reptilienarten angetroffen werden (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 11: Anzahl der Arten verschiedener Artengruppen in NRW mit Haupt- und Nebenvorkommen in Säumen



Quelle: LANUV (2017a).

Klausnitzer hat exemplarisch an nur einer Staude Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), einer typischen Art der Säume, ca. 830 phytophage Insektenindividuen gezählt. An einem Beispielexemplar des Beifußes (*Artemisia vulgaris*) waren es 145 phytophage Insektenindividuen (Klausnitzer, 1999). Artenzahl und Abundanz der phytophagen Insekten, genauer deren Eier, Larven, Puppen und Imagines, bestimmen das darauf aufbauende Nahrungsnetz aus Primär- und Sekundärparasiten und Episiten (sich räuberisch ernärender Arten).

Bei entsprechenden qualitativen Merkmalen können Säume zur Vernetzung von Habitatsinseln beitragen (Beulting, 2015; Herbrand und Wurtz, 2020). Einen Überblick über einige typische Pflanzenarten der Brachen, Säume und Schlagfluren, die für Schmetterlinge und deren Raupen von Bedeutung sind, gibt Tabelle 5. Einige dieser Pflanzenarten kommen auch im extensiv genutzten Grünland vor, gelten im Wirtschaftsgrünland jedoch als unerwünschte Unkräuter, wie z. B. Kratzdistel, Ampfer oder Greiskräuter, andere fallen bei häufiger Schnittnutzung und/oder bei dichter und geschlossener Grasnarbe aus (Klausnitzer, 1999). Wertvolle Saumstrukturen gehen jedoch durch steigende Bewirtschaftungsintensität, Wegverbreiterungen oder erhöhte Nährstoffeinträge benachbarter Flächen und damit einhergehender Verdrängung konkurrenzschwacher Arten verloren (Beulting, 2015).

Tabelle 5: Bedeutung häufiger Krautpflanzen als Nahrungsgrundlage für Schmetterlinge und deren Raupen

Pflanzenarten		Anzahl abhängiger Schmetterlingsarten
Wegerich-Arten	<i>Plantago spec.</i>	48
Labkraut-Arten	<i>Galium spec.</i>	42
Gewöhnlicher Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale agg.</i>	41
Ampfer-Arten	<i>Rumex spec.</i>	41
Brombeere	<i>Rubus fruticosus agg.</i>	35
Beifuß-Arten	<i>Artemisia spec.</i>	35
Große Brennnessel	<i>Urtica dioica</i>	25-30
Weißer Taubnessel	<i>Lamium album</i>	16
Gewöhnlicher Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>	14
Königskerze-Arten	<i>Verbascum spec.</i>	14
Kriech-Quecke	<i>Elymus repens</i>	13
Greiskräuter/Kreuzkräuter	<i>Senecio spec.</i>	11
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	8-10
Weißer Steinklee	<i>Melilotus alba</i>	8
Wilde Möhre	<i>Daucus carota</i>	7
Gewöhnlicher Natternkopf	<i>Echium vulgare</i>	5
Gänseblümchen	<i>Bellis perennis</i>	3

Anzahl abhängiger Schmetterlingsarten: adulte Tiere oder deren Larven (Raupen).

Quelle: Veränderte Zusammenstellung anhand unterschiedlicher Quellen in Klausnitzer (1999).

Als Hecken werden linienförmige, durchgehend bewachsene bis zu 15 m breite Gehölzstreifen in der Landschaft verstanden. Die Artenzusammensetzung variiert je nach Boden, Klima und Höhenlage. Feldgehölze unterscheiden sich insofern, dass diese meist nicht mehr bewirtschaftete inselartige Flächen darstellen, auf denen sich zunächst niedrige Pioniergesellschaften ansiedeln und mit voranschreitender Sukzession Gehölze und Sträucher entwickeln. Feldgehölze weisen potenziell durch Störungsarmut standortgerechte Pflanzen, eine vielfältige Krautschicht und einen großen Artenreichtum auf. Neben unterschiedlich hohen Strauch- und Krautschichten ergänzen Kleinstrukturen wie Steinhaufen, Totholz oder Trockensteinmauern die Strukturvielfalt der Hecken und Feldgehölze (Lfl, 2020; Poschwitz, 2009). Die Artenvielfalt einer Feldhecke ist in etwa 3,5-mal größer als die in Wäldern. Rund 7.000 verschiedenen Tierarten, zumeist Insekten, dienen Hecken als Lebensraum (Poschwitz, 2009).

5.1.2 Landschaftskontext und Verbundelemente (Habitatkonnektivität)

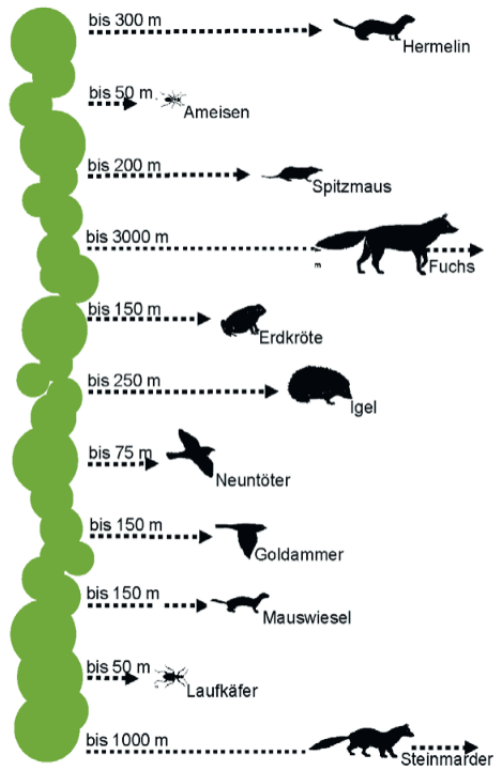
Der Landschaftskontext hat vielfältige Einflüsse auf Insektenpopulationen. Hinsichtlich seiner Bedeutung für die Arterhaltung ist zwischen geschlossenen Populationen zu unterscheiden, die über längere Zeiträume in ausreichend großen sowie qualitativ gut ausgestatteten Inselhabitaten überleben können und Metapopulationen, die obligat auf eine ausreichende Vernetzung ihrer Lebensräume angewiesen sind (Fartmann et al., 2019b). In beiden Fällen sind für die Ausbreitung der Populationen nicht nur artspezifische Distanzen zu beachten, sondern auch geeignete Ausbreitungsstrukturen, seien sie linearer Art oder in Form von Trittsteinbiotopen.

Abbildung 12 zeigt exemplarisch den Aktionsradius ausgewählter Tierarten, die als Feldheckenbewohner⁷ zu verstehen sind. Unter den Insekten werden flugunfähige Arten wie Ameisen und Laufkäfer mit lediglich 50 m

⁷ Im Unterschied z. B. zu Laufkäferarten, die Ackerflächen besiedeln.

Aktionsradius angeführt (LfL, 2020; Poschwitz, 2009). Metapopulationen dieser Artengruppen wären auf ein fast vollständig verbundenes oder sehr dicht vernetztes Feldheckensystem angewiesen.

Abbildung 12: Aktionsradius verschiedener Tiere, die Feldhecken bewohnen



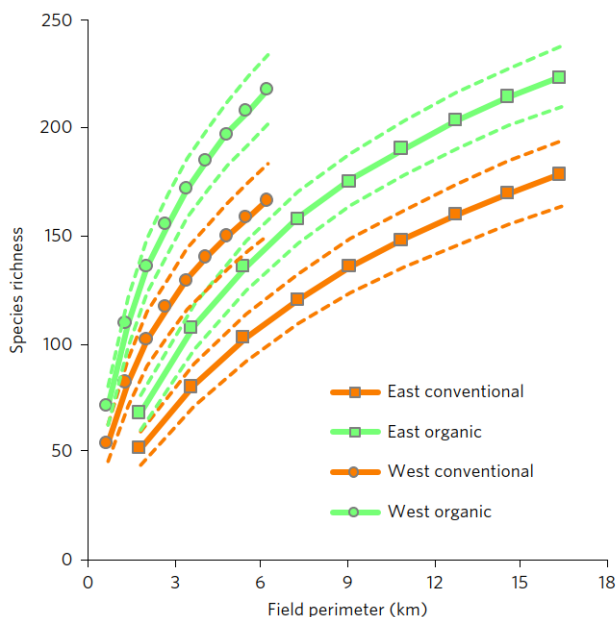
Quelle: LfL (2020).

Bestehende Habitate und Strukturen im Umfeld von AUKM und nicht geförderten Produktionsflächen spielen außerdem eine entscheidende Rolle für die Besiedlung dieser Flächen. So verlieren z. B. temporäre Blühflächen in strukturreichen Landschaften an Attraktivität und Insekten nutzen v. a. Hecken, Säume und Magerrasen als Nahrungs- und Reproduktionshabitate (Dietzel et al., 2019). Das ist ein Indikator für die Wertigkeit solcher Landschaftselemente. Sie sind daher vorrangig zu erhalten. Gefährdungen bestehen durch (weitere) Fragmentierung der Habitate. Ursachen sind im großen Maßstab der Straßen- und Siedlungsbau, aber auch der Ausbau bisher unbefestigter Feldwege, der Verlust oder die Degradierung der Habitatqualität von linearen Strukturen wie Feldrainen, Grabenböschungen, Hecken oder von kleinflächigen Habitaten wie feuchten Senken, trockenen Kuppen usw. Bereits die Begradigung von gewundenen linienhaften Elementen trägt zu einem erheblichen Flächenverlust bei. Außerdem ist der Verlust von großflächigen (halb-)natürlichen Biotopen ein Treiber der weiteren Fragmentierung geeigneter Insektenhabitate. Ursachen sind z. B. die Verbuschung von Magerrasen, die Grünland-Neueinsaat mit Verlust von krautigen Pflanzen, die Aufgabe der Beweidung mit Verlust von Dung, Weideinfrastruktur und heterogenen Vegetationsbeständen, der Wechsel oder die Reduzierung der Fruchtfolge u. ä. In Landschaften in Baden-Württemberg kann mit einem Flächenanteil von zehn bis 20 % geschützter Biotope im Offenland der Normallandschaft (als halbnatürliche oder natürliche hochwertige Biotope) ein durchschnittliches, landschaftstypisches Arteninventar an tagaktiven Schmetterlingen erhalten werden (LUBW, 2022). Anspruchsvolle (Rote-Liste-)Arten sind jedoch auf einen deutlich höheren Anteil besonders hochwertiger Biotope angewiesen.

In einer Literaturstudie sowie aus eigenen Forschungsergebnissen hat Tschardt (2021) die Bedeutung einer vielfältigen Landschafts- und Agrarstruktur herausgearbeitet: Schlüsselfaktor für Insekten ist demnach ein möglichst kleinräumiges Landnutzungsmosaik mit geringen Feldgrößen (< 6 ha), einer erhöhten

Kulturpflanzendiversität auf den Äckern und mit 20 % Flächenanteil von naturnahen Lebensräumen. Je kleiner die Feldzuschnitte sind, desto höher fällt einerseits der Anteil von begleitenden Strukturelementen aus, andererseits steigt der Vernetzungsgrad naturnaher Elemente und die Wiederbesiedlung von Ackerflächen kann schneller und weiter ins Feldinnere erfolgen. Bei einer Abnahme der Feldgröße von 6 ha auf 1 ha wurde so eine sechsfach höhere Artenvielfalt von Bienen, Schmetterlingen, Laufkäfern, Schwebfliegen und Spinnen festgestellt (Tscharnkte, 2021). Ein Anstieg der Feldrandlänge von 100 auf 600 m führte zu einer fünffachen Wildbienenzahl. Die Bedeutung einer kleinteiligen Agrarlandschaft wird auch daran offensichtlich, dass mehr Arten in einer kleinteiligen konventionell bewirtschafteten Landschaft gefunden wurden als in einer großteiligen Landschaft mit Ökolandbau (vgl. Abbildung 13) (Batáry et al., 2017). Ackerkulturen, auch wenn ökologisch bewirtschaftet, bieten für die meisten Insekten keine geeigneten Habitats. Die Lebensraumfunktion ist den im Ökolandbau mehr vertretenen Ackerwildkräutern und Leguminosen zuzuschreiben, der fehlenden direkten Beeinträchtigung durch Pflanzenschutzmittel und maßgeblich einer höheren Randliniendichte bei kleineren Feldern, deren Säume nicht durch Pflanzenschutz- und weniger durch Düngemittel beeinträchtigt werden. Der Ökolandbau hat daher sowohl positive on- als auch off-farm Wirkungen auf Insekten.

Abbildung 13: Effekte der Feldgröße und des Anbaumanagements auf die Artenvielfalt (Pflanzen und Insekten)



Quelle: Batáry et al. (2017). Vergleich von Feldgrößen entlang der ehemaligen innerdeutschen Grenze sowie konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung (gestrichelte Linien sind 95 %-Konfidenzintervalle).

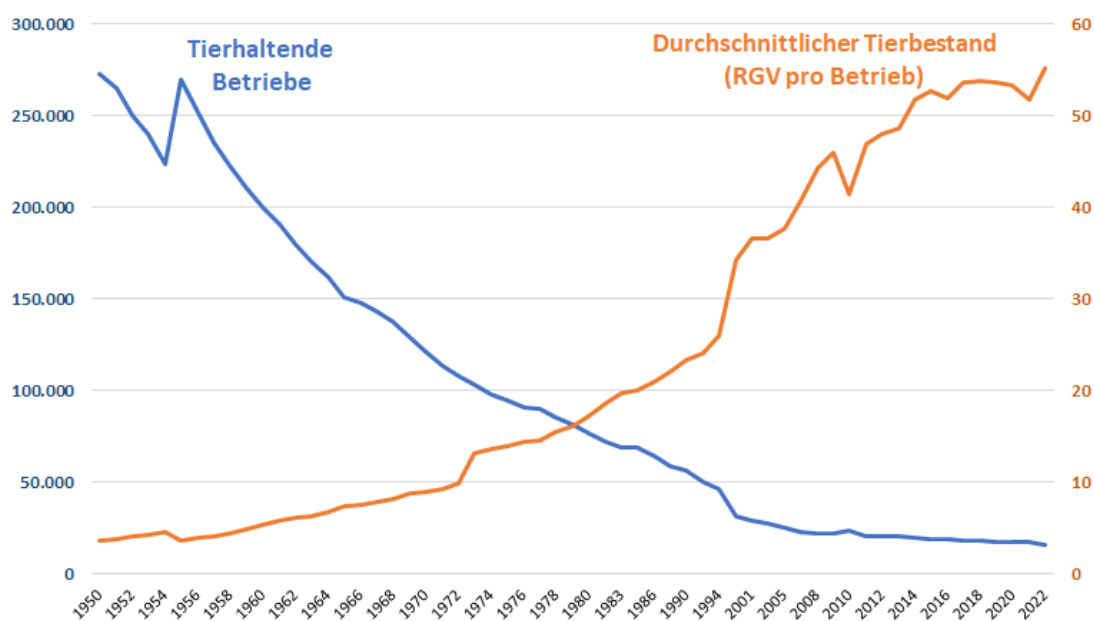
Eine Metaanalyse von Scheper et al. kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Ihre Kernaussage ist, dass Bestäuberreaktionen auf eine geänderte Landnutzung (inkl. der Durchführung von AUKM oder Ökolandbau), insbesondere auf das Blütenangebot, zurückgeführt werden können. Allerdings wird die Stärke der Reaktion durch den Landschaftskontext und die Landnutzungsart mitbestimmt: Es gibt stärker positive Reaktionen im Ackerland im Vergleich zu Grünland und in einfachen gegenüber komplexen Landschaften (Scheper et al., 2013). Damit wurde eine von Kleijn et al. (2011) entwickelte Hypothese bestätigt. Eine hohe Maßnahmeneffizienz für die Generalisten unter den Bestäubern ist daher in artenarmen Ackerlandschaften zu erwarten. Spezialisten können durch Standard-AUKM oder Ökolandbau im Regelfall nicht gefördert werden. Eine frühere Metastudie von Batáry et al. konnte ebenfalls den Landschaftseinfluss feststellen, aber keine Unterschiede zwischen den Maßnahmenwirkungen auf Acker- und Grünland (Batáry et al., 2011).

5.1.3 Weidetierhaltung

Grundsätzlich erhöht eine (moderate) Beweidung die Habitatheterogenität im Vergleich zu gemähtem Grünland durch z. B. selektiven Fraß, Verdichtung oder Öffnung des Bodens durch Viehtritt, Urin- und Dungflecken (Scherber et al., 2019) sowie durch die Weideinfrastruktur (z. B. an Tränken und Zaunpfählen). Der Verzicht auf landwirtschaftliche Pflegemaßnahmen wie z. B. auf Ganzjahresweiden vergrößert die Strukturvielfalt zusätzlich (z. B. Ameisennester, Weideunkräuter, Gehölzaufwuchs, Totholz). Durch ganzjährig vorhandene Habitate, wenn ggf. auch räumlich dynamisch, werden viele Tierarten gefördert. Beispielsweise werden durch die „Lichtstellung“ von krautiger Vegetation und das Entstehen von Offenbodenstellen sowohl in feuchten wie in trockenen Lebensräumen positive Effekte für die Heuschreckenfauna erzielt (Sparmberg, 2007; zit. in Bunzel-Drüke et al., 2008).

Die Tierhaltung unterlag und unterliegt in NRW einer großen Dynamik und hat damit erheblichen Einfluss auf eine insektenfreundliche Landnutzung. Die Tierzahlen der Raufutterfresser Rinder, Schafe und Ziegen lagen in den 1980er Jahren bei einem Maximum von bis zu 2,25 Mio. Tieren (bis zu 1,4 Mio. GVE). Damit hatten die Zahlen seit Beginn der 1950er Jahre stark zugenommen (vgl. Abbildung A6 im Anhang). Allerdings sind die absoluten Bestände seit Beginn der 1990er Jahre kontinuierlich zurückgegangen und lagen im Jahr 2022 nur noch bei 1,26 Mio. Tieren oder 0,87 Mio. GVE Raufutterfresser. Das entsprach Rückgängen seit dem jeweiligen Höchststand von 44 % (Tieren) bzw. 37 % (GVE). Gleichzeitig erfolgte eine erhebliche Konzentration der verbleibenden Tiere auf weniger Betriebe (vgl. Abbildung 14). Von ehemals gut 273.000 RGV-haltenden Betrieben waren im Jahr 2022 noch knapp 15.700 übriggeblieben (Rückgang um 94 %). Der durchschnittliche RGV-Besatz je Betrieb hat gleichzeitig von rd. 3,6 auf 55,2 RGV/Betrieb zugenommen. Insbesondere in Betrieben mit Milchproduktion hat das Konsequenzen für die (Dauer der) Weidehaltung, da aus arbeitsorganisatorischen Gründen häufig eine ganzjährige Stallhaltung oder eine Stallhaltung mit Auslauf angestrebt wird.

Abbildung 14: RGV-haltende Betriebe und durchschnittlicher RGV-Tierbestand je Betrieb von 1950 bis 2022



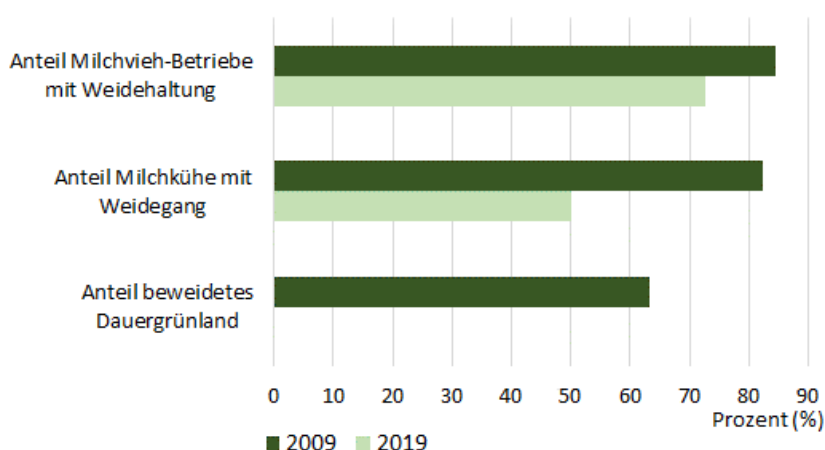
Als Raufutterfresser wurden Rinder, Schafe und Ziegen berücksichtigt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (DESTATIS), GENESIS-online, Code 41311, Allgemeine und Repräsentative Erhebung über die Viehbestände.

Abbildung 15 zeigt für die Betriebe mit Milchkühen die Weidehaltung in den Vergleichsjahren 2009 und 2019 aus der Landwirtschaftszählung. Man erkennt, dass der Anteil der Milchkühe mit Weidegang noch stärker zurückgegangen ist (von 82 auf 50 % der Milchkühe) als der Anteil der milchkuhhaltenden Betriebe (von 85 auf

73 %). Bereits 2009 waren nur 63 % des Dauergrünlands in diesen Betrieben tatsächlich beweidet. Es ist zu vermuten, dass dieser Anteil im Jahr 2019 noch niedriger lag, wofür allerdings keine Daten veröffentlicht wurden. Detaildaten aus den Landwirtschaftszählungen zeigen darüber hinaus, dass die durchschnittliche Beweidungszeit ebenfalls zurückgegangen ist (vgl. Tabelle 6). Während es leichte relative Zuwächse bei den kurzen Weidezeiten von weniger als 20 Wochen und bei den langen Weidezeiten (30 bis 39 Wochen) im Jahr gab, sind die Anteile bei den vorrangig verbreiteten Weidedauern von 20 bis 29 Wochen/Jahr sehr deutlich um 20 Prozentpunkte zurückgegangen. Insgesamt ist damit ein deutlicher Rückgang der Weidehaltung (hier nur für die milchkuhhaltenden Betriebe nachvollziehbar) zu verzeichnen.

Abbildung 15: Weidehaltung in Betrieben mit Milchkühen 2009 und 2019



Quelle: Landwirtschaftszählung 2010 und 2020 (DESTATIS, 2011, 2021b). Für das beweidete Dauergrünland keine Daten 2019.

Tabelle 6: Durchschnittliche Weidedauer in Betrieben mit Milchkühen 2009 und 2019

Weidedauer	Betriebe mit einer Weidedauer im Jahr von ... Wochen			
	2009		2019	
	n	%	n	%
< 20 Wochen	300	3,6	320	6,7
20 bis 29 Wochen	5.600	66,7	2.210	45,9
30 bis 39 Wochen	1.000	11,9	820	17,0
≥ 40 Wochen	/		/	

/ = keine Angaben bei DESTATIS, da Zahlenwert nicht sicher genug.

Quelle: Landwirtschaftszählung 2010 und 2020 (DESTATIS, 2011, 2021b).

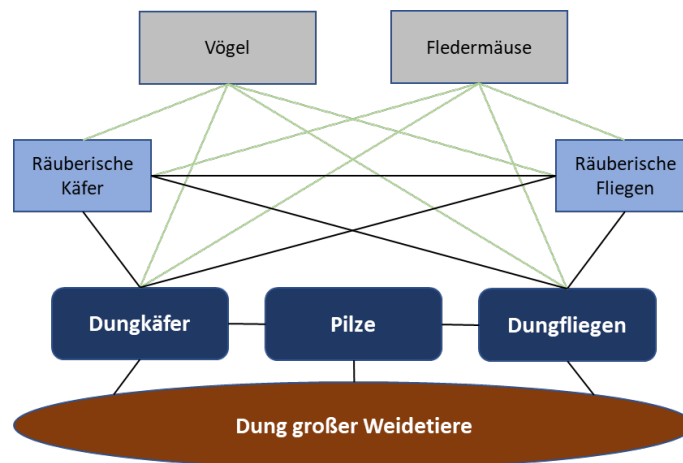
Am besten untersucht sind Effekte der Beweidung in Beweidungsprojekten (beispielsweise Gerken und Görner, 1999; v. Oheimb et al., 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008; ABU, 2019), in denen auf ausgedehnten Flächen ganzjährig Beweidung in geringer Intensität stattfindet und keine Weidepflegemaßnahmen erfolgen. Eine Übersicht von Beweidungsprojekten in NRW gibt Abbildung A7 im Anhang. Insektenschutzwirkungen in Großbeweidungsprojekten sind nicht vergleichbar mit einer klassischen landwirtschaftlichen Weideführung; sie geben aber dennoch Hinweise auf die Potenziale der Weidehaltung für den Insektenschutz.

Der Dung herbivorer Säugetiere stellt eine besondere Nahrungsressource im Offenland dar. Dabei spielt die Dungqualität eine wesentliche Rolle, wie in Kapitel 5.1.4 erörtert wird. Viele Zersetzer, vor allem Fliegen (*Diptera*) und Käfer (*Coleoptera*), aber auch Fadenwürmer (*Nematoda*), Springschwänze (*Collembola*), Milben (*Acari*) und

Regenwürmer (*Lumbricidae*) haben sich auf die Nutzung dieser Ressource spezialisiert und kommen in beweideten Gebieten in hohen Abundanzen vor (Reike und Enge, 2012; Buse, 2019). So wurden in Großbritannien mindestens 180 verschiedene Fliegentaxa am Dung nachgewiesen, wobei davon ausgegangen wird, dass die Zahlen in Mitteleuropa noch höher liegen (Buse, 2019). Unter den Käfern werden ca. 200 Arten den dungliebenden (koprophilen) oder dungfressenden (koprophagen) Gruppen zugeordnet, wovon fast die Hälfte als gefährdet gilt (ebd.).

Ein ausgewachsenes Rind gibt am Tag ca. 40 kg Kot ab. Auf sechs Monate Beweidungszeit gerechnet sind das rund sieben Tonnen Kot je Rind oder 10 t bei einer naturschutzfachlich üblichen Besatzdichte von 1,4 GVE/ha. Grob umgerechnet entwickeln sich in diesen 10 t Dung 0,1 t Wirbellose in sechs Monaten (versch. Quellen; zit. in Bunzel-Drücke et al., 2008). Ein nur saisonal durchgeführter Weidegang bedeutet für koprophage Arthropoden jedoch eine sechs- bis siebenmonatige Ernährungs- und Habitatlücke. Sparmberg (2003; zit. in Bunzel-Drücke et al., 2008) gelang der Nachweis, dass diese Lücke auf Artenspektrum und Abundanz dieser Tiere einen stark negativen Einfluss hat. Gleichzeitig scheint es belegt, dass darunter insektenfressende Arten wie Fledermäuse, Neuntöter, Wiedehopf oder Dachs leiden, da Dungkäfer auf beweideten Flächen ein bedeutendes Nahrungsangebot für insektenfressende Tierarten sind (Schorcht et al., 2004; zit. in ANL, 2014). Abbildung 16 illustriert die Bedeutung des Dungs großer Weidetiere im Weideökosystem und verdeutlicht die erheblichen Verflechtungen zwischen den funktionalen Gruppen.

Abbildung 16: Bedeutung des Dungs und der Dungkäfer im Weideökosystem



Dargestellt sind ausgewählte wichtige trophische Beziehungen im Weide- bzw. Dung-Ökosystem.

Quelle: Verändert nach Buse (2019).

In den 1950er Jahren wurde Rinderdung in England untersucht (zit. in Schoof und Luick, 2019). Als Mindestwert wurden 107 kg im Dung befindlicher Insektenbiomasse pro Rind und Jahr ermittelt, nur unter Berücksichtigung der dauerhaft im Dung lebenden Arten. Auch wenn Vergleichswerte aus anderen Lebensräumen weitgehend fehlen, geben diese Werte ein Indiz dafür, dass die dunggebundene Insektenbiomasse, mit einem hohen Individuengewicht, einen gewichtigen Anteil an der Gesamtinsektenbiomasse einer Fläche haben kann. Sie sind daher auch besonders bedeutsam in Nahrungsketten. Profiteure sind z. B. Wiesenvögel und Fledermausarten (Schoof und Luick, 2019).

Auf extensiven Wasserbüffelweiden wurden in zwei Beweidungsjahren in 134 Dungproben (500 g-Proben) 129 Käferarten mit 8.655 Individuen gefunden (ebd.); das sind im Durchschnitt 65 Käfer je Dungprobe zum Probezeitpunkt (Reike und Enge, 2012).

Auch im Pferdedung wurden hohe Biomassewerte von Dungbewohnern ermittelt, die allerdings nur rund halb so groß sind wie die bei Rinderdung (Kuhn, 2010) : Ein Pferd produziert pro Tag eine Dungmenge von etwa 20 kg oder bei ganzjähriger Weide ca. 7 t Dung. Rund 1,2 % der abgegebenen Dungmenge von Pferden wird in

Dungbewohner-Biomasse umgesetzt (Laurence, 1954). Pro Pferd kann in der Weidesaison grob mit etwa 50 kg Dungbewohner-Biomasse gerechnet werden. Buse (2019) hat in einzelnen Dunghaufen von wildlebenden Konik-Pferden bis zu 10.000 Dungkäfer nachgewiesen. Im Dung von Przewalski-Pferden wurden bis zu 230 Käfer je Kilogramm Dung gefunden (Spitzenwerte im Herbst).

Mit Bezug auf beweidetes Wirtschaftsgrünland kommen Kruess und Tschardt (2002) daher zu dem Ergebnis, dass eine Reduzierung der Beweidungsintensität die Insektenartendiversität erhöhen kann, sogar wenn die Pflanzenartendiversität keine Reaktion auf die Maßnahmen zeigt. In der intensiv genutzten Agrarlandschaft sehen die Autoren jedoch die stärksten Effekte für die Insektenvielfalt auf großen und lange nicht beweideten Flächen (d. h. temporär gar nicht genutzten Grünlandparzellen).

Insgesamt wird deutlich, dass eine erhebliche Insektenartenzahl und -biomasse durch den Dung von Weidetieren generiert wird. Die Dungbewohner spielen sehr wahrscheinlich auch eine wichtige Rolle für die Ernährung von Wirbeltieren wie Vögeln, Spitzmäusen oder Fledermäusen.

5.1.4 Antiparasitika

Unter den Tierarzneimitteln scheinen Antibiotika, Antiparasitika und hormonell wirkende Stoffe besonders umweltrelevant zu sein. Ihre genaue Wirkung ist in vielen Fällen allerdings nicht bekannt, da Erkenntnisse im Wesentlichen aus Laborversuchen mit ausgewählten Organismen stammen. Über Wechselwirkungen verschiedener Stoffe sowie deren wirkungsrelevante Konzentration unter Realbedingungen in der Umwelt gibt es daher wenige Erkenntnisse. Im Hinblick auf landgebundene Insektenarten sind Wirkungen von Antiparasitika bekannt, die in der Tierhaltung eingesetzt werden. Man unterscheidet Ekto- (Außenparasiten) und Endoparasiten (Innenparasiten). Zu den Arzneien gegen Endoparasiten zählen Wurmmittel und Wirkstoffe gegen Einzeller. Die Wirkstoffe gelangen nicht nur bei Beweidung in die Landschaft, sondern auch über die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf Acker- und Grünland (UBA, 2017). Über den quantitativen Absatz und die Einsatzbedingungen (z. B. Weide- oder Stallhaltung) von Antiparasitika gibt es keine Daten.

Einen beschränkten Überblick über die Toxizität von Antiparasitika auf Nichtzielorganismen gibt das Umweltbundesamt (UBA, 2017 sowie Langliste dazu). Für fast alle dort gelisteten acht Antiparasitika werden stark toxische Wirkungen auf Dungkäferlarven angegeben sowie – in der Regel auch stark – toxische Wirkungen auf Wasserflöhe, Regenwürmer und sogar Fische. Im regulären Weidebetrieb ist somit von einem erheblichen Einfluss eingesetzter Antiparasitika auf (mindestens) die Dunginsektenbiomasse auszugehen. Insgesamt jedoch scheinen die Wirkungen nicht ausreichend untersucht zu sein, da sie im Zulassungsverfahren nicht unter Realbedingungen, sondern nur im Labor und nur über einen kurzen Wirkzeitraum untersucht werden (Schoof und Luick, 2019). Für einen Wirkstoff (Ivermectin) ist bekannt, dass seine Halbwertszeit im Boden bzw. in der Boden-Dung-Mischung im Winter zwischen 91 und 217 Tagen und zwischen sieben und 14 Tagen im Sommer beträgt. Die Autoren beschreiben eine erhöhte Mortalität, bis hin zu Totalausfällen, für ausgewählte Käfer-, Fliegen- und Wespenarten/-artengruppen (ebd.). Die in Nahrungsketten verfügbare Insektenbiomasse nimmt damit auf Weiden mit Antiparasitika-behandelten Tieren erheblich ab (Buse, 2019). Arten an der Spitze der Nahrungskette waren bereits von niedrigen Ivermectin-Konzentrationen im frischen Dung stärker betroffen (parasitische Hymenoptera mit 62 % Reduktion der Individuenanzahl) als große räuberisch lebende Diptera (38 % Reduktion) oder primäre Dungfresser (23 % Reduktion der Individuenanzahl) (Jochmann und Blanckenhorn, 2016). Außerdem wird der Dung nicht oder verlangsamt abgebaut, was zu Problemen bei der Weidehygiene, der verfügbaren Weidefläche und der Nährstoffumsetzung im Weideökosystem führt.

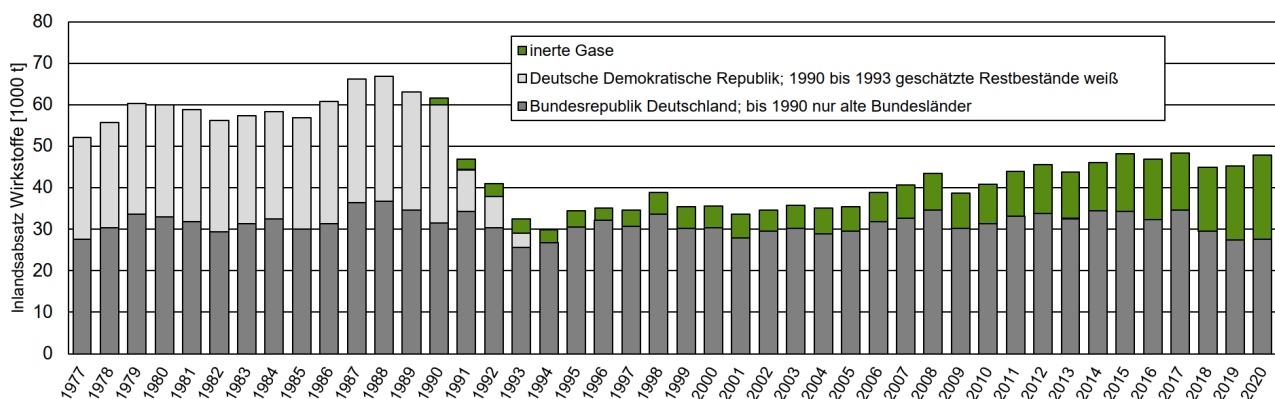
Im Ökolandbau ist der Einsatz von Antiparasitika daher reglementiert. In den einzelnen Anbauverbänden gibt es unterschiedlich strenge Regelungen, z. T. Wirkstoffverbote. Bei ausschließlich EG-zertifizierten Ökobetrieben wird eine bessere Diagnostik vor einer Behandlung gefordert, der Einsatz zugelassener Mittel jedoch erlaubt (Schoof und Luick, 2019).

Aßmann et al. (2019) fordern vor diesem Hintergrund, dass in allen extensiven Beweidungsprojekten mit naturschutzfachlicher Zielsetzung auf den Einsatz von Antiparasitika/Parasitiziden verzichtet werden soll. Bei im Einzelfall erforderlichen Behandlungen sollten die betroffenen Tiere für einige Zeit von der Beweidung ausgenommen werden.

5.1.5 Pflanzenschutzmittel

Ein weiterer genannter Treiber ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM). In Deutschland liegt der Absatz von PSM seit den 1990er Jahren relativ konstant zwischen 26.000 und 35.000 Tonnen Wirkstoffmenge ohne Berücksichtigung von inerten Gasen⁸ (BVL, 2021) (vgl. Abbildung 17). Der überwiegende Teil der Verkaufsmengen wird in der Landwirtschaft eingesetzt (Heinrich Böll Stiftung et al., 2022). Im Jahr 2020 entfielen rd. 54 % der Wirkstoffmengen auf Herbizide, 31 % auf Fungizide, Bakterizide und Viruzide sowie gut 5 % auf Insektizide, Akarizide und Pheromone (BVL, 2021). Nach Berechnungen des Umweltbundesamts ergibt sich für die deutsche Landwirtschaft ein durchschnittlicher jährlicher Einsatz von 2,8 kg Wirkstoff je Hektar Anbaufläche (Ackerland und Dauerkulturen, Jahr 2014, ohne inerte Gase) (UBA, 2022). Entscheidend für eine Bewertung des PSM-Einsatzes sind jedoch nicht nur die ausgebrachten Mengen, sondern vielmehr ihre Wirkungsintensität oder ihre Wirkungsäquivalente. So können moderne hochwirksame PSM aus ökotoxikologischer Sicht trotz geringerer Dosierung das gleiche Gefährdungspotenzial wie ältere PSM in hoher Dosierung aufweisen (vgl. Tabelle A1 im Anhang). Ein Beispiel dafür ist das unspezifisch wirkende Breitbandherbizid Glyphosat, das seit den 1970er Jahren auf dem Markt ist und alle behandelten Pflanzen abtötet. Ein weiteres Beispiel sind die seit den 1990er Jahren im Freiland eingesetzten, systemisch wirkenden Neonikotinoide, die bei Fraß- und Sauginsekten bereits in sehr geringen Dosierungen tödlich oder subletal (chronisch) wirken. Der Einsatz einiger Neonikotinoid-Produkte im Freiland wurde zwischenzeitlich stark reglementiert⁹.

Abbildung 17: Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen seit 1977



Quelle: BVL (2021).

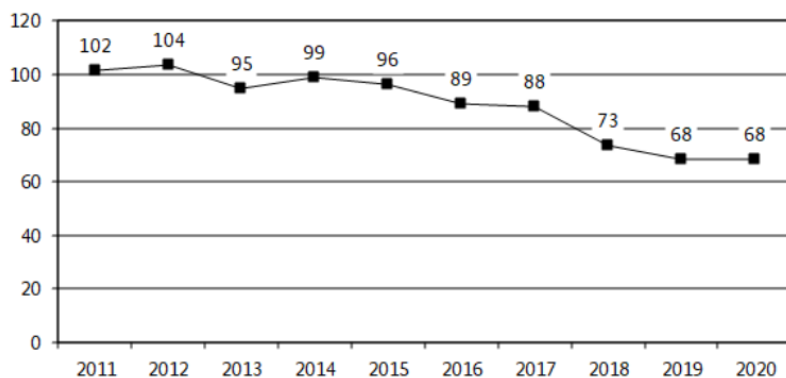
Der erst seit Kurzem erfolgende EU-weite Berichterstattung anhand Harmonisierter Risikoindikatoren (HRI) basiert auf den Verkaufsmengen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. Grundlage dafür sind die EU-Richtlinien RL 2009/128/EG und RL 2019/782/EU. Abbildung 18 zeigt den Verlauf des HRI 1 in Deutschland ohne Berücksichtigung von Kohlendioxid, was ausschließlich in geschlossenen Behältern oder Räumen eingesetzt wird (BVL, 2023). Wegen der Zuordnung der verkauften PSM zu vier Gruppen und sieben Kategorien entsprechend ihres Risikoprofils und deren unterschiedlicher Gewichtung ist der Indikator jedoch nicht einfach zu

⁸ Im Wesentlichen Kohlendioxid im Vorratsschutz.

⁹ Die EU-KOM hat 2018 den Einsatz der drei Wirkstoffe Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam im Freiland verboten. Allerdings werden weitere Neonikotinoide und andere Wirkstoffe mit ähnlicher Wirkweise weiterhin eingesetzt (SRU und WBBGR (2018)).

interpretieren¹⁰. Auch sind keine direkten Rückschlüsse hinsichtlich der Toxizität für Insekten möglich. Es wird ein zum Referenzjahr 2011 abnehmender Trendverlauf des HRI 1 deutlich. Dazu trägt überwiegend bei, dass Wirkstoffe zunehmend nicht mehr genehmigt und damit auch nicht mehr im Rahmen entsprechender Produktzulassungen verkauft werden dürfen (BVL, 2023). Die Stagnation in den Jahren 2019/2020 war auch bei den ungewichteten Absatzmengen aus Abbildung 17 zu erkennen, wobei dort im Zeitraum 2015 bis 2017 im Unterschied zum Indexwert des HRI 1 kein Rückgang der Absatzmengen zu verzeichnen war.

Abbildung 18: Harmonisierter Risikoindikator HRI 1, berechnet ohne Kohlendioxid



Quelle: BVL (2023).

PSM-Wirkungen auf Insekten entstehen mind. in dreifacher Hinsicht:

- Erstens haben sie unmittelbare Effekte durch letale (Tod innerhalb kurzer Zeit) oder subletale Wirkungen (Verhaltensänderungen, Fortpflanzungsbeeinträchtigung, verkürzte Lebensdauer etc.) auf Nichtzielorganismen. Diese Wirkungen können sowohl auf den Produktions- wie auch den angrenzenden Flächen eintreten.
- Zweitens wirken sie indirekt über ein quantitativ und qualitativ verändertes Nahrungsangebot an Ackerbegleitpflanzen für Insekten (bei Herbiziden: weniger Biomasse an Sprossen, Blättern, Blüten; weniger diverses und zusätzlich PSM-belastetes Nahrungsangebot) sowie über veränderte/reduzierte Rückzugs- und Reproduktionsräume. Außerdem können indirekt Nahrungsnetze betroffen sein, die auf Ziel- oder Nichtzielorganismen aufbauen.
- Drittens werden landwirtschaftliche Praktiken ermöglicht, die ohne PSM kaum möglich wären. Dazu gehören stark reduzierte Fruchtfolgen, Monokulturen, wenig standortangepasste Feldfrüchte und Sortenwahl, die ebenfalls die Lebensraumeignung für die meisten Insekten vermindern.

Durch diese Effekte werden Insektenlebensräume homogen und strukturarm und unterliegen zeitlich und großflächig weitgehend parallel durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen. Tabelle 7 zeigt Beispiele für die mittlere Intensität des chemischen Pflanzenschutzes für die Jahre 2018 bis 2020. Getreide haben mit ca. drei bis vier Behandlungshäufigkeiten nach Mais die seltensten PSM-Applikationen, gefolgt von Öl- und Hackfrüchten. Zum Vergleich: In Apfelplantagen werden um die 20 Behandlungshäufigkeiten erreicht und ein Behandlungsindex von durchschnittlich 28,6 (JKI, 2022). Wie bereits dargelegt, spielen jedoch nicht nur Aufwandmenge und Behandlungshäufigkeit der PSM eine Rolle, sondern auch Wirkungsweise und Toxizität.

¹⁰ Indikator 1 (HRI 1) basiert auf den jährlichen Verkaufsmengen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. Die Mengen werden gewichtet nach dem Status der Wirkstoffe entsprechend der VO (EG) Nr. 1107/2009: Mengen der Wirkstoffe mit geringem Risiko werden mit dem Faktor 1, Mengen der Substitutionskandidaten mit dem Faktor 16, Mengen der nicht mehr genehmigten Wirkstoffe mit dem Faktor 64 und Mengen der sonstigen, genehmigten Wirkstoffe mit dem Faktor 8 gewichtet (BVL, 2023).

Tabelle 7: Mittlere Intensität des chemischen PSM-Einsatzes in ausgewählten Ackerkulturen

	Behandlungsindex [BI] im Durchschnitt der Jahre 2018 bis 2020	Behandlungshäufigkeit [BH]
Winterweizen	4,9	3,8
Wintergerste	4,1	3,3
Winterraps	6,9	5,6
Kartoffeln	11,3	8,6
Mais	1,9	1,5
Zuckerrüben	4,2	5,0

BI = Anzahl der angewandten PSM bezogen auf die zugelassene Aufwandmenge und die Anbaufläche.

BH = Anzahl der durchgeführten PSM-Anwendungen bezogen auf die jeweilige Anbaufläche.

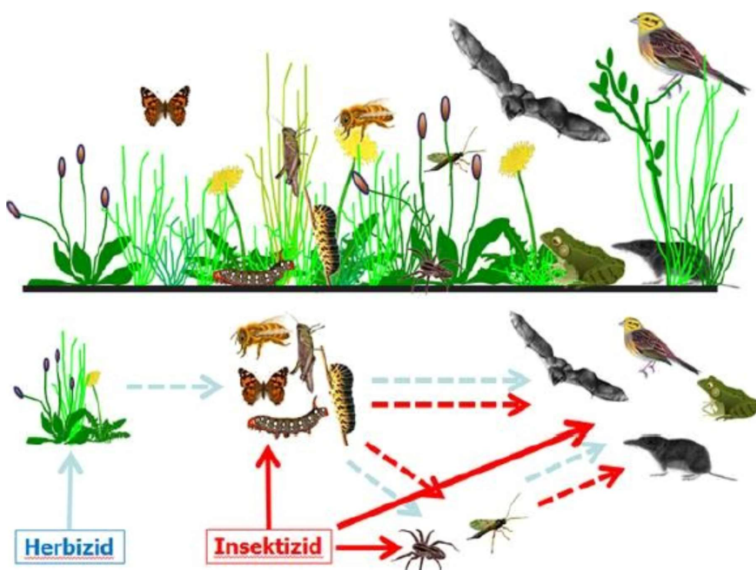
BH-Wert 1 = Ausbringung einer Tankmischung (ggf. mehrerer Wirkstoffe) auf der gesamten Fläche einer Kultur.

Quelle: Zusammenstellung nach JKI (2022).

In der ackerbaulich genutzten Agrarlandschaft sind für Insekten häufig unerwünschte Wirkungen auf Nichtzielflächen durch Abtrift beim Applikationsvorgang, Ab- bzw. Einträge durch Wind- und Wassererosion ein Problem. Davon sind sowohl angrenzende terrestrische als auch aquatische Lebensräume betroffen. Wolfram et al. (2023) berichten von stark positiven Korrelationen zwischen PSM-Gehalten in Fließgewässern in Schutzgebieten und flussaufwärts gelegenen landwirtschaftlichen Nutzungen sowie andersherum von starken negativen Korrelationen bei flussaufwärts gelegenen (halb-)natürlichen Biotopen. Eine Pilotstudie hat die Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft deutschlandweit ermittelt (Liess et al., 2022). Danach wurden in über 80 % der untersuchten Bäche PSM-Rückstände in zu hohen Konzentrationen nachgewiesen. Darunter leiden insbesondere die Wirbellosen-Lebensgemeinschaften, sodass die Bewertung nach Vorgaben der WRRL nur einen „mäßigen“ bis „schlechten“ ökologischen Zustand ergaben.

Abbildung 19 zeigt die Wirkungen auf Nahrungsnetze in Feldrändern. Dass Herbizide und Fungizide auch direkte Wirkungen auf Nichtzielorganismen haben können, ist dort nicht dargestellt.

Abbildung 19: Wirkungen von PSM in Feldrändern



Direkte negative Wirkungen (durchgezogene Pfeile) und indirekte Wirkungen (gestrichelte Pfeile) von Herbiziden (blau) und Insektiziden (rot).

Quelle: Brühl et al. (2015), zit. in Niggli et al. (2020).

Das JKI kommt in einer Literaturstudie in Bezug auf Abtriftvorgänge zu folgendem Fazit: Untersuchungen zeigten, dass Arthropodengesellschaften auf angrenzenden Flächen durch PSM, vor allem durch die Abtrift von

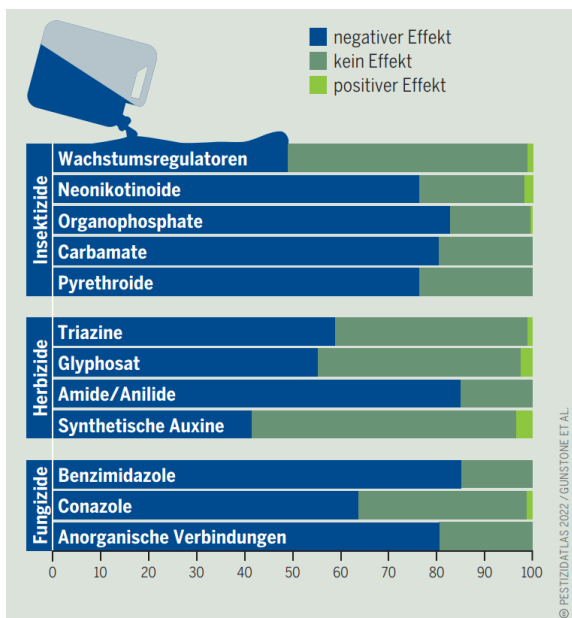
Insektiziden, direkt beeinflusst werden können. Die aufgezeigten Effekte treten insbesondere in den ersten Metern zum Rand der Produktionsfläche auf und hängen maßgeblich von der angebauten Kultur ab. So ist die Gefahr für negative Auswirkungen der Abtrift auf Arthropodengesellschaften im Saum von Obstanlagen höher einzuschätzen als neben Getreidefeldern (Freier et al., 2017: S. 22).

Untersuchungen zur PSM-Belastung in der Luft haben gezeigt, dass 71 in der Landwirtschaft verwendete Stoffe mehr oder weniger ubiquitär in Deutschland nachgewiesen werden können, auch abseits von Ausbringungsquellen, in Mittelgebirgen und auf ökologisch bewirtschafteten Flächen. Dabei spielt neben der Abtrift bei der Applikation insbesondere der Ferntransport, der nach Verdunstung von PSM gasförmig erfolgt, eine Rolle (Kruse-Platz et al., 2020). Über die Wirkung der nachgewiesenen Stoffe und deren Konzentrationen gibt die Studie keine Auskunft. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Studie aus der Obstbauregion Vinschgau (Südtirol), in der in einem Seitental auf 1.600 m Höhe in einem Bergwald die Wirkstoffe aus dem Obstbau nachgewiesen wurden (Hofmann et al., 2018).

Vor diesem Hintergrund lassen sich PSM auch in Nichtzielorganismen nachweisen. Im Deutschen Bienenmonitoring wurden in den Jahren 2005 bis 2013 regelmäßig in 70 bis 90 % der untersuchten Bienenbrot-Proben PSM gefunden. Dabei wurden 42 bis 90 verschiedene Wirkstoffe nachgewiesen. Die dominierende Wirkstoffgruppe (Anzahl und höchste Werte) sind die Fungizide (Rosenkranz et al., 2014). Auch wenn bei überwiegend geringen Belastungskonzentrationen kein direkter Zusammenhang zur Gesundheit der Bienenvölker hergestellt werden konnte, zeigen die Untersuchungen doch das Verbreitungspotenzial von PSM in der Landschaft bei blütenbesuchenden Insekten.

Außerdem gibt es umfangreiche, überwiegend unerwünschte Wirkungen auf das Bodenleben auf Produktionsflächen, darunter auch viele Insektentaxa (vgl. Abbildung 20).

Abbildung 20: Auswirkungen unterschiedlicher PSM-Gruppen auf Bodenlebewesen



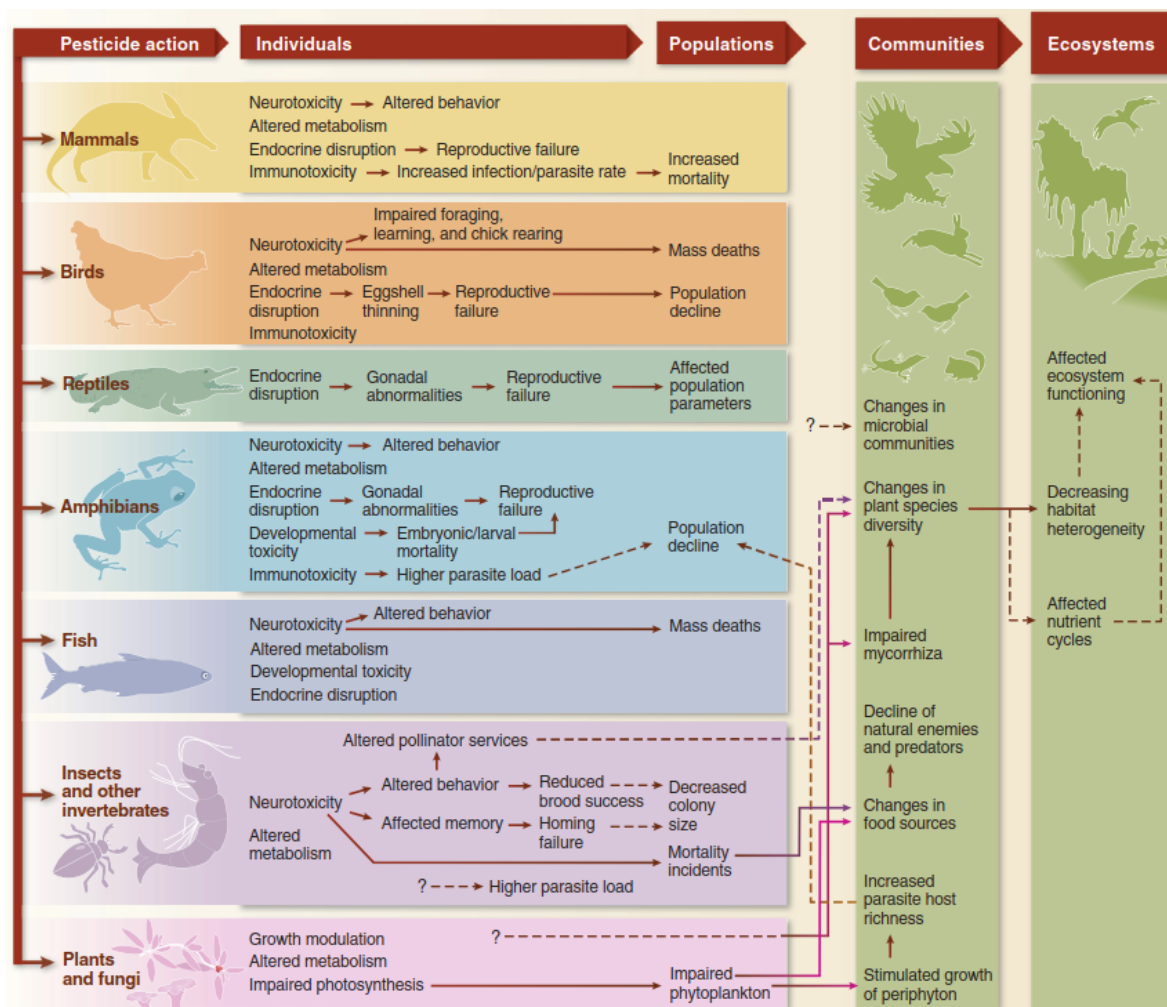
Quelle: Angaben in Prozent der betrachteten Bodenlebewesen. Gunstone et al. (2021), grafisch aufbereitet in Heinrich Böll Stiftung et al. (2022).

In einer Metastudie wurde der Effekt von PSM auf Nichtzielorganismen des Bodens zusammengefasst, die Eier, Larven oder andere vorläufige Entwicklungsstadien im Boden haben. Demnach haben summarisch 70,5 % der

2.800 untersuchten Parameter¹¹ einen negativen Einfluss auf Bodenorganismen. Bei den Insektiziden waren es 74,7 %, bei den Herbiziden 63,2 %, bei den Fungiziden 71,4 % und den Bakteriziden 59,1 % (Gunstone et al., 2021). Somit entstehen bei der Bekämpfung von wenigen Zielorganismen (landwirtschaftlichen Schädlingen und Unkräutern) erhebliche negative Wirkungen bei Nichtzielorganismen der Bodenfauna.

Eine weltweite Literaturstudie zeigt belegte und evidenzbasierte Wirkungen von PSM auf Insekten und andere Wirbellose sowie daraus folgende Auswirkungen auf Lebensgemeinschaften und Ökosystemdienstleistungen (Köhler und Triebkorn, 2013). Außerdem dokumentieren sie die in der Literatur gefundenen Belege für negative PSM-Wirkungen auf Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische, Pflanzen und Pilze (vgl. Abbildung 21).

Abbildung 21: Dokumentierte PSM-Effekte auf wildlebende Tierarten



Durchgezogene Pfeile = belegte Wirkungen, gestrichelte Pfeile = evidenzbasierte, erwartete Wirkungen bzw. Zusammenhänge.

Quelle: Köhler und Triebkorn (2013).

Auf die umfangreiche Literatur zum Verzicht auf PSM im Ökolandbau im Vergleich zum konventionellen Anbau wird an dieser Stelle nicht mehr eingegangen. Zum Teil lässt sich die Wirkung des PSM-Verzichts nicht eindeutig von anderen Faktoren des Ökolandbaus separieren, jedoch kommen alle Untersuchungen zu einer deutlich positiven Wirkung des Ökolandbaus auf diverse Organismen (siehe auch Kapitel 5.2.9). Eine Metastudien- und

¹¹ In den rd. 400 ausgewerteten Studien wurden 275 Nichtzielarten/-gruppen betrachtet. Es wurde auf folgende Wirkungen untersucht: Sterblichkeit, Häufigkeit, Biomasse, Verhalten, Reproduktion, biochemische Merkmale, Artenreichtum, Diversitätsindizes und strukturelle Änderungen. Aus dieser Kombination ergaben sich 2.800 getestete Parameter.

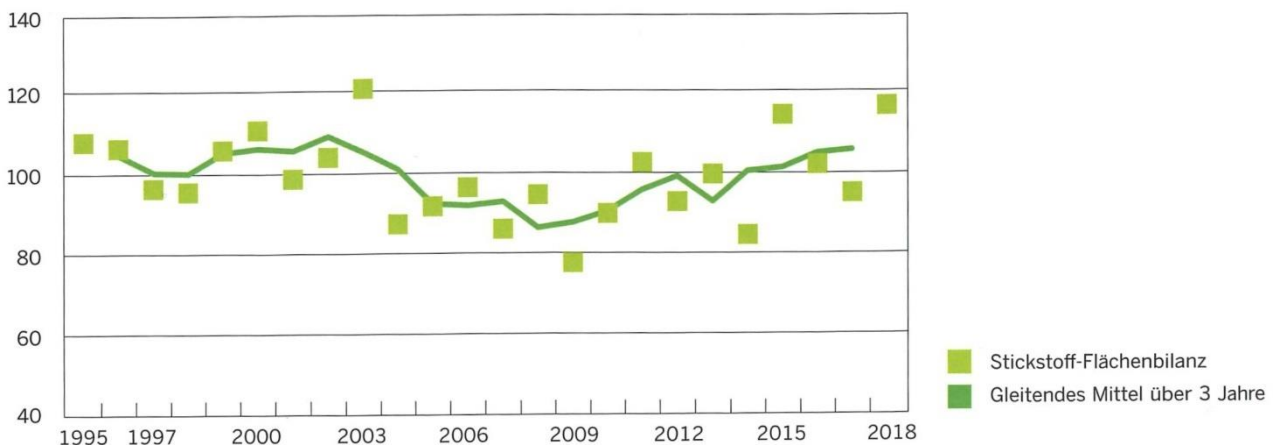
Literaturübersicht liefern z. B. Stein-Bachinger et al. (2021), Tuck et al. (2014) und Freier et al. (2017), Vergleichsanalysen z. B. Happe et al. (2018) und Geppert et al. (2020).

5.1.6 Stickstoffeintrag und -düngung

Eine intensive landwirtschaftliche Bodennutzung zeichnet sich seit der Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts durch einen hohen Input von mineralischen Stickstoffdüngern aus, die zu hohen Nährstoffbilanzüberschüssen (Zufuhr größer Abfuhr) geführt hat. Dieses hohe Nährstoffniveau hat ebenfalls zum Verlust aquatischer und terrestrischer Biodiversität beigetragen. Zwar konnte die Stickstoffeffizienz, d. h. die effektive Ausnutzung der eingesetzten Düngemittel, in den vergangenen Jahren gesteigert werden, jedoch bestehen immer noch hohe N-Überschüsse, die im bundesweiten Mittel 2018 bei 86 kg N/ha lagen (Nährstoffbilanz insgesamt; Flächenbilanz bei 61 kg N/ha) (BMEL, 2022; UBA, 2014). Die hohen Bilanzwerte werden insbesondere im Vergleich zu den Werten der 1950er Jahre deutlich, in denen der Nährstoffbilanzüberschuss (insgesamt) nur rd. 50 kg N/ha betrug (vgl. Abbildung A1 im Anhang).

In NRW fallen insbesondere Wirtschaftsdünger regional in erheblichen Mengen an, die aus hohen Viehbeständen (Viehbesatzdichte Tiere/ha) resultieren. Das Niveau der nordrhein-westfälischen N-Flächenbilanzüberschüsse stieg über die vergangenen zehn Jahre signifikant an (vgl. Abbildung 22). Sie lagen 2017 im dreijährigen gleitenden Mittel mit deutlich über 100 kg N/ha weit über dem Bundesdurchschnitt. Der hohe Wert im Jahr 2018 ist auf die Ertragsausfälle infolge der Dürre zurückzuführen (MULNV, 2021). Bis 2030 sieht die Nachhaltigkeitsstrategie des Landes NRW eine Reduktion des Stickstoffüberschusses auf 60 kg/ha und Jahr vor. Hohe Stickstoffkonzentrationen in Böden haben auch erhebliche Auswirkungen auf Insekten, i. d. R. über den indirekten Wirkungspfad geförderter bzw. verdrängter Pflanzenarten und Vegetationsstrukturen (Roth et al., 2021). Eintragungspfade wirken dabei sowohl direkt als auch durch Verdriftung und über den atmosphärischen Eintragungspfad.

Abbildung 22: Stickstoff-Flächenbilanz in NRW 1995 bis 2018



Quelle: MULNV (2021).

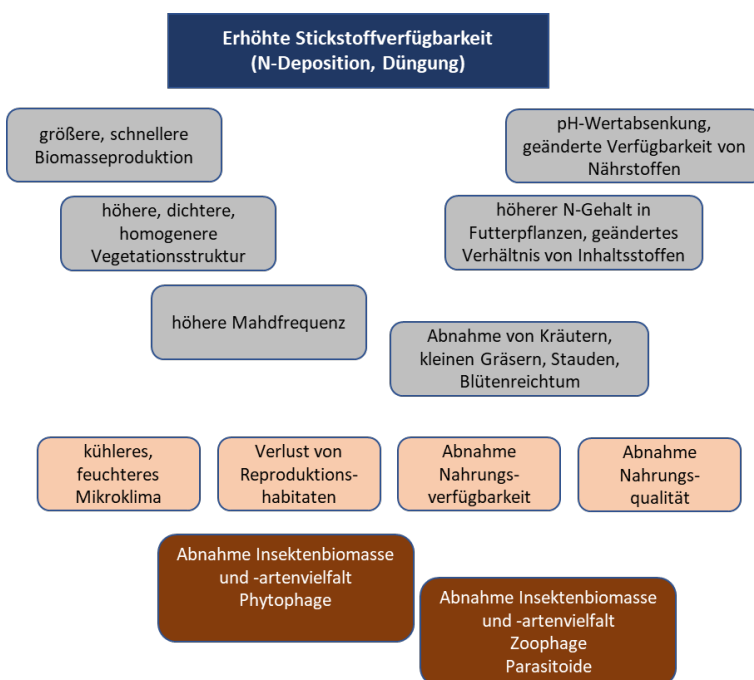
Bislang sind fast nur indirekte Einflüsse von (Stickstoff-)Düngern auf Insekten beschrieben worden. Ein Literaturreview des UBA fasst die wichtigsten Einflüsse zusammen (UBA, 2019). Dabei spielen bereits die atmosphärischen Einträge eine relevante Rolle beim Insektenrückgang (Nijssen et al., 2017), wodurch Nahrungsquantität und -qualität direkt und über indirekte Wirkungspfade verändert werden (vgl. Abbildung 23). Die Zusammenhänge können sehr komplex sein. So geht der Blütenreichtum z. B. nicht nur durch eine Förderung von schnell- und hochwüchsigen Gräsern verloren, sondern auch durch ein intensiviertes Mahd- oder Beweidungsregime. Reproduktionshabitate gehen durch den Verlust von offenen, warmen Bodenstellen genauso verloren wie durch den Rückgang geeigneter Pflanzen oder Pflanzenteile (z. B. Stengel). Eine veränderte

Bodenchemie wirkt sich einerseits direkt auf bodenbewohnende Insekten aus, aber auch indirekt über Pflanzeninhaltsstoffe. Erhöhte Stickstoffgehalte oder veränderte Nährstoffverhältnisse in Futterpflanzen können die Mortalität von Raupen, Puppen und adulten Tieren erhöhen (siehe unterschiedliche Quellen in Nijssen et al., 2017). Der Rückgang von pflanzenfressenden Insektenarten beeinträchtigt schließlich auch die räuberisch oder parasitisch lebenden Insektenarten.

Die komplexen Wirkmechanismen lassen sich in folgenden sechs Punkten zusammenfassen:

- (1) chemischer Stress,
- (2) mikroklimatische Abkühlung der Lebensräume (qualitative Verschlechterung),
- (3) Verlust von Reproduktionshabitaten,
- (4) Rückgang der Nahrungspflanzen (quantitative Verschlechterung),
- (5) Veränderung der Inhaltsstoffe von Nahrungspflanzen (qualitative Verschlechterung),
- (6) Veränderung der Verfügbarkeit von Beute- oder Wirtsorganismen (qualitative und quantitative Veränderung).

Abbildung 23: Einfluss von Stickstoffeinträgen auf Insekten



Quelle: Eigene Zusammenstellung u. a. auf Grundlage von Nijssen et al. (2017), UBA (2019), Habel et al. (2022).

In der Schweiz wurde für die Artengruppe der Tagfalter zusätzlich zu einem Literaturreview eine statistische Analyse auf 383 Flächen des schweizerischen Biodiversitätsmonitorings mit eindeutigen Ergebnissen durchgeführt: Je mehr Stickstoff auf den untersuchten Flächen (über die Luft, d. h. atmosphärisch) eingetragen wird, desto artenärmer und dichter ist die Vegetation und desto geringer die Vielfalt von Tagfaltern (Roth et al., 2021). Auch Hering et al. bestätigen in einer Literaturstudie über Gewässerrandstreifen die Zusammenhänge zwischen erhöhten Stickstoffgehalten und geringerem Insektenvorkommen von semiterrestrischen und terrestrischen Arten (Hering et al., 2021). Habel et al. sehen einen deutlichen Wendepunkt bei Schmetterlingsvorkommen, die u. a. mit der Industrialisierung der Landwirtschaft zusammenfallen. Dafür wurden Daten von 1920 bis 2020 für unterschiedliche ökologische Gilden (z. B. wärme- oder feuchtigkeitsliebende Arten, wenig mobile Arten, Arten der Flachlandwiesen und nährstoffarmer Standorte) ausgewertet. Sowohl Artenreichtum als auch Individuenvorkommen sind bei vielen dieser Gruppen signifikant seit den 1960er Jahren zurückgegangen (Habel et al., 2022). Die Ergebnisse der Studien lassen sich wie folgt zusammenfassen (Fokus auf Grünlandbestände):

Veränderungen der Zusammensetzung von Pflanzenarten

- Auf stickstoffreichen Flächen setzen sich wenige konkurrenzstarke Arten durch, was zu einer geringen Pflanzenartendiversität führt. Das hat direkten Einfluss auf die Artenvielfalt phytophager Insekten, die auf einzelne Pflanzenarten als Nahrung oder Reproduktionsstandorte spezialisiert sind, wie z. B. viele Blattkäfer (*Chrysomelidae*) und Falter (*Lepidoptera*).
- Da Stickstoffdüngung vor allem Grasarten fördert, nehmen blühende Pflanzen/Kräuter tendenziell ab, mit entsprechenden Auswirkungen auf blütenbesuchende Insekten wie z. B. Falter (*Lepidoptera*), Schwebfliegen (*Syrphidae*) und verschiedenste Hautflügler (*Hymenoptera*).

Veränderungen von Vegetationsstrukturen

- Der dichtere Bewuchs in gedüngtem Grünland verschlechtert die Bedingungen für die epigäische (bodenbewohnende) Fauna wie z. B. für Laufkäfer (*Carabidae*) und Kurzflügelkäfer (*Staphylinidae*) oder bodennistende Wildbienenarten und Ameisen (*Stechimmen*).
- Ein dichter und höherer Bewuchs verändert das Mikroklima in Richtung feuchtere und kühlere Flächen, was vielen Insektenarten, deren Larven und Eiern abträglich ist.
- Ein schnelleres Pflanzenwachstum ermöglicht häufigere Mahd, wodurch das Blütenangebot weiter reduziert wird und Insekten direkt durch Mahdeinwirkungen zu Schaden kommen können.

Veränderungen von Bodeneigenschaften

- Veränderte pH-Werte und Nährstoffgehalte infolge von Düngung wirken sich gravierend auf die eigentliche Bodenfauna aus. Unter den Insekten sind hier insbesondere die Springschwänze (*Collembola*) zu nennen. Es kommt überwiegend zu einer Abnahme der Artenzahl und Förderung weniger toleranter Arten.
- Über die Auswirkungen von Stickstoffdüngung auf die Nahrungsqualität von Pflanzen für phytophage Insekten gibt es wenig Studien. Eine Studie über 173 Jahre im Südosten Deutschlands (Habel et al., 2016) zeigte jedoch, dass die Anzahl der Larven echter Tagfalter und Widderchen mit steigendem Stickstoffgehalt in ihren Wirtspflanzen abnimmt. Direkte Wirkungen von Düngemitteln auf Insekten oder deren Larven und Eier können z. B. durch Verätzungen entstehen.
- Einige Habitat- und Futtergeneralisten können von hohen Stickstoffgehalten auch profitieren (UBA, 2019). Dabei kann es auch zu Massenvermehrungen kommen, insbesondere von landwirtschaftlichen Schädlingen unter den Insektenarten.

Insgesamt zeigen die ausgewerteten Studien, dass hohe Stickstoffgehalte im Regelfall zu geringerer Artenvielfalt von Insekten führen. In den meisten Fällen nehmen auch die Individuenzahlen und damit die Biomasse erheblich ab. Diese Effekte lassen sich bereits bei (geringeren) atmosphärischen Stickstoffeinträgen beobachten und sind in bewirtschafteten Flächen oder daran angrenzenden Säumen umso stärker ausgeprägt.

5.2 Bedeutung der Erkenntnisse für die Wirkungen der AUKM und des Ökolandbaus

5.2.1 Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau

Die Maßnahme fördert den Anbau von jährlich mindestens fünf verschiedenen Hauptfruchtarten mit einem Anteil von mind. zehn und max. 30 % der gesamten Ackerfläche des Betriebes in Kombination mit dem Anbau von Leguminosen. Die Teilnehmer:innen können zwischen groß- oder kleinsamigen Leguminosen und Gemengen mit Leguminosen wählen. Der Getreideanteil darf max. 66 % der Ackerfläche umfassen (RL AUM 2015).

Die Maßnahmenwirkungen für Insekten entstehen sowohl in konventionellen als auch Ökobetrieben durch eine höhere Vielfalt der angebauten Fruchtarten, insbesondere der Leguminosen, die ein zusätzliches Blütenangebot

bieten (Sander et al., 2019). In allen untersuchten Vergleichsjahren wurde der Leguminosenanteil auf den teilnehmenden Betrieben erhöht, der Gesamtgetreideanteil dafür verringert. Für den Anteil von Sommergetreide an den angebauten Kulturen haben die Auswertungen der Vergangenheit je nach den gewählten Vergleichsjahren unterschiedliche Ergebnisse gezeigt. Offensichtlich wird der Sommergetreideanteil stärker von anderen Faktoren wie z. B. (Verpflichtung zur) Winterbegrünung, Teilnahme am Zwischenfruchtanbau, Nachsaat bei Schäden am Wintergetreide beeinflusst. Während ein höherer Anteil von Sommergetreide durchaus als positiv für einige bodenbrütende Feldvogelarten eingeschätzt wird, sind Studien zu Wirkungen auf unterschiedliche Insektengruppen dem Autor nicht bekannt.

Inwiefern ausgewählte Insektengruppen (Laufkäfer, Bienen, Tagfalter) sowie Spinnen auf den Anbau vielfältiger Kulturen reagieren, wurde in Literatur- (Schindler und Schumacher, 2007) und Feldstudien (Schindler und Wittmann, 2011) in NRW untersucht. Die Autoren kommen im Hinblick auf die faunistischen Indikatoren zu folgenden Schlussfolgerungen: Der Vergleich zwischen den vielfältigen Kulturen und den Kontrollflächen zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung, Aktivitätsdichte oder Diversität der Laufkäfer- und Spinnenlebensgemeinschaften. Die Verteilung der nachgewiesenen Arten auf ökologische Gruppen lässt keine Unterschiede erkennen. Ursächlich könnte die ähnliche Bewirtschaftungsintensität auf Maßnahmen- wie Kontrollflächen sein. Außerdem wurden auf den Untersuchungsflächen vergleichsweise artenarme Bienen- und Tagfalterlebensgemeinschaften erfasst. Dieses Ergebnis bestätigt, dass intensiv genutzte Ackerbaugebiete nur für wenige Arten geeignete Lebensraumbedingungen bieten. Kulturpflanzen sind bis auf wenige Ausnahmen als Raupenfutterpflanzen nicht geeignet. Außerdem verhindert die bewirtschaftungsbedingte nur kurze ungestörte Vegetationszeit bei den meisten Tagfalterarten eine Entwicklung vom Larvenstadium bis zum Imago. Die (wenigen) nachgewiesenen Bienenarten können die Kulturpflanzen oder die Ackerbegleitflora als Nahrungsquelle nutzen. Die festgestellten Artenzahlen und die Aktivitätsdichte (signifikante Ergebnisse) deuten auf die Funktion der vielfältigen Kulturen als Nahrungshabitat hin.

Auch andere Autoren stellen die Bedeutung von Leguminosen heraus, wobei die Ergebnisse sehr differenziert ausfallen. Ein Projekt zum Anbau der Ackerbohne zeigte z. B. eine verbesserte Bestäuberabundanz und -diversität auf Landschaftsebene. Die Einbeziehung von Ackerbohnen in Fruchtfolgen stellt eine wirksame Maßnahme zum Schutz und Erhalt von langrüssligen Hummeln dar. Jedoch wurden im Vergleich zu Winterweizen und Raps in Ackerbohnen nicht mehr Laufkäfer- und Spinnenindividuen gefunden (Schulz et al., 2018; Beyer et al., 2020). Andere Wildbienenarten konnten nicht oder kaum von den Ackerbohnen profitieren, was in einer weiteren Studie bestätigt wurde (Marzinzig et al., 2018). Schulz et al. (2015) konnten darüber hinaus zeigen, dass z. B. Perserklee die höchsten Sammelaktivitäten bei Honigbienen auslöst, Esparsette und Weißklee deutlich weniger frequentiert und Inkarnat- und Rotklee nahezu ausschließlich von Hummelarten besucht werden. Auch Everwand et al. (2017) kommen zu einer differenzierten Wirkungseinschätzung von Leguminosen als Zwischenfrüchte auf die Biodiversität, da sie komplexe Zusammenhänge zwischen gewählten Leguminosenarten, deren Management (inkl. Vor- und Nachfrucht, Bodenbearbeitung, PSM-Einsatz) sowie Feldflora und -fauna feststellten. Insgesamt sind eher geringe Biodiversitätswirkungen zu erwarten, die vermutlich ausschließlich auf den Leguminosenanbau zurückzuführen sind.

Tabelle 8: Wirkungen des Anbaus vielfältiger Kulturen auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	<p>Erfolgte Umstellung der Fruchtfolge mit z. T. <u>unklaren</u> Wirkungspotenzialen: deutliche Zunahme der Sommerungen, bei deutlichem Rückgang des Getreideanteils und geringem Rückgang bei Ölsaaten und Mais; Vorgabe: mind. fünf Hauptfruchtarten auf mind. 10 % und max. 30 % der Ackerfläche</p> <p>Erfolgte Umstellung der Fruchtfolge mit <u>positiven</u> Wirkungspotenzialen: deutliche Zunahme bei Körnerleguminosen, geringere Zunahmen bei Futterleguminosen und Ackerbrachen; Vorgabe: mind. 10 % groß- oder kleinsamigen Leguminosen, max. 40 % Gemenge mit Leguminosen</p>
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	<p>Vorgegebene Liste mit zugelassenen (Kultur-) Leguminosen, die z. T. nur sehr artspezifisch aufgesucht werden</p> <p>Außer bestimmten Hummelarten profitieren i. d. R. keine weiteren Wildbienen, Tagfalter, Laufkäfer und Spinnen</p>
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	<p>Für mehrgliedrige Fruchtfolgen insgesamt: Keine bis schwach positive Effekte für Lepidoptera, Coleoptera, Coleoptera/Carabidae, Orthoptera, Hemiptera Schwache bis stark positive Effekte für Hymenoptera, Diptera (Lüth et al., 2022).</p> <p>Für Leguminosenanbau: Langrüsslige Hummelarten als Bestäuber und Nektarnutzer bei verschiedenen Leguminosen; kurzrüsslige Hummelarten je nach Leguminosenart nur als Nektarräuber; Honigbienen an einigen kleinsamigen Leguminosenarten</p>
Output [ha]	Ø 2015–2020: 121.077 (2020: 196.421, davon 19.642 ha Leguminosen)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 13,4 %, an der Ackerfläche: 18,7 %, darunter 1,3 % Leguminosen
Gesamtbewertung für Insekten	schwach positiv (+)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.2 Anbau von Zwischenfrüchten

Die Förderung des Anbaus von Zwischenfrüchten ist auf eine Förderkulisse mit besonderem Handlungsbedarf bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie ausgerichtet und an eine verpflichtende Beratung gebunden. Sie verfolgt somit vorrangig Grundwasserschutzziele.

Die angebauten Zwischenfrüchte und Untersaaten müssen winterhart oder ausreichend kältetolerant sein. Sofern die nachfolgende Hauptkultur mittels Mulch- oder Direktsaatverfahren ausgesät wird, sind auch bestimmte abfrierende Zwischenfrüchte zulässig. Leguminosen oder Leguminosen-Gemenge sind nicht zulässig. Im Regelfall muss die Einsaat bis zum 5. September erfolgt sein und die Zwischenfrucht bis zum 15. Februar beibehalten werden. Der Einsatz von PSM ist nicht zulässig, auch nicht zur Beseitigung der Zwischenfruchtkultur. Stickstoffhaltige Düngemittel sind nur als Startdüngung nach einer Getreidehauptfrucht erlaubt (RL AUM 2015).

Theoretisch bieten Zwischenfrüchte ein gewisses Nahrungspotenzial für Insekten. Das gilt für alle Zwischenfrüchte, die im Herbst noch zur Blüte kommen können und insbesondere für kleinblütige Leguminosen. Letztere sind in der Maßnahme aus Grundwasserschutzgründen jedoch nicht zulässig. Insgesamt wird in Expertenbefragungen kaum Potenzial für Generalisten oder Spezialisten der Agrarlandschaft gesehen, was die Insekten einschließt (Pe'er et al., 2016). Einige Autoren sehen durch Zwischenfruchtanbau verbesserte Lebensbedingungen für Laufkäfer, da viele Arten aufgrund ihrer Hygrophilie eher stark bewachsene Flächen bevorzugen (Luck, 1989 zit. in Schindler und Schumacher, 2007). Gilgenberg (1986; ebd.) postuliert daher, dass eine Verlängerung der Bodenbedeckung auf Ackerflächen zur Förderung von Laufkäfern beitragen kann. Jedoch sind auch diese Effekte eher gering einzuschätzen (Lüth et al., 2022).

Die (für alle Agrararten geltende) Biodiversitätswirkung von Zwischenfrüchten wird im Praxishandbuch „Naturschutzfachliche Ausgestaltung von Ökologischen Vorrangflächen“ (Nitsch et al., 2016) insgesamt als gering eingeschätzt, da sie nur für eine vergleichsweise kurze Zeit in der Vegetationsperiode auf der Fläche vorhanden ist. Die Aufwertungsmöglichkeiten zum Nutzen der Biodiversität sind begrenzt und betreffen insbesondere die Verwendung und frühzeitige Einsaat einer vielfältigen Mischung mit Blühaspekt (Winterrüben, Markstammkohl, Ölrettich, Winterraps) sowie das lange Belassen auf der Fläche (bis nach dem 15. Februar) (Nitsch et al., 2016). Eine Analyse des Thünen-Instituts (Schmidt et al., 2014) schätzt die Wirkung sogar als sehr gering ein.

Um die Wirkungen auf blütenbesuchende Insekten einzuschätzen, gibt Tabelle 9 eine Übersicht über die 2020/2021 angebauten Zwischenfrüchte und mögliche Blühaspekte im Herbst. Nur ein geringer Anteil der verwendeten Kulturen kann im Herbst noch mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Blüte gelangen. Summarisch war bei rund 10 % oder gut 2.100 ha der gesamten beantragten Zwischenfruchtfläche eine Entwicklung bis zur Blüte zu erwarten.

Tabelle 9: Inanspruchnahme unterschiedlicher Zwischenfrüchte 2020 und mögliche herbstliche Blühaspekte

Zwischenfrucht Bezeichnung laut Nutzcode	Fläche ¹⁾ [ha]	ZWF-Typ ²⁾			möglicher Blühaspekt im Herbst
		winterhart	ausreichend kältetolerant	folgende MDM- Verfahren	
ZF-Gemenge, winterhart, HVN zulässig	5.618	X			
Grünroggen	3.943	X			
ZF-Gemenge, abfrierend, keine HVN	3.753			X	
ZF-Gemenge, winterhart, keine HVN	2.374	X			
Welsches Weidelgras	1.631	X			
Ölrettich, Meliorationsrettich	1.253		X		X
Senf (alle Arten)	757			X	X
Einjähriges Weidelgras	372	X			
Hafer, Rauhafer	176			X	
Winterraps	118	X			X
Deutsches Weidelgras	93	X			
Phacelia	38			X	
alle ausdauernden Gräser	32	X			
Hanf	23			X	
Stoppelrüben (Herbstrüben)	12		X		
Winterrüben	12	X			X
Sommerraps	1			X	
Sonnenblumen	0			X	
Summe	20.205	14.192	1.265	4.748	2.140

1) beantragte Fläche (Herbstantrag 2020 für Förderjahr 2020/2021)

2) laut RL AUM (2015) sowie Hinweisen im Merkblatt 2020

HVN = Herbstvornutzung durch Schlegeln, Mulchen, Mähen zulässig

Quelle: InVeKoS 2021, beantragte Fläche des Herbstantrags 2020; RL AUM 2015; Merkblatt zum Zwischenfruchtanbau (LB, 2020).

Des Weiteren sind Beiträge zu einer diversifizierten Landnutzung durch den Zwischenfruchtanbau, Untersaaten oder auch Mischkulturen möglich, wovon Insekten profitieren können. Tschardt et al. haben positive Effekte bei Bestäubern, nicht aber Spinnen oder Laufkäfern, festgestellt. Dazu muss die Anbaudiversifizierung jedoch mit einer Erhöhung des Anteils naturnaher Flächen kombiniert werden (Tschardt, 2021).

Tabelle 10: Wirkungen des Anbaus von Zwischenfrüchten auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Einsaat winterharter (Ausnahme: abfrierender) Zwischenfrüchte oder Untersaaten bis zum 5. September, Beibehaltung bis 15. Februar Verbot des Einsatzes von PSM
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Leguminosen nicht zugelassen (Grundwasserschutzmaßnahme)
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Keine (0) bis schwach positive (+) Effekte für Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera/Carabidae, Diptera, Orthoptera, Hemiptera (Lüth et al., 2022).
Output [ha]	Ø 2015–2020: 17.851 (2020: 17.707)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 1,2 %, an der Ackerfläche: 1,7 %
Gesamtbewertung für Insekten	schwach positiv (+)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.3 Anlage von Blüh- und Schonstreifen

Die Anlage von Blüh- und Schonstreifen wird landesweit auf Ackerland angeboten und kann, muss jedoch nicht, jährlich an wechselnder Stelle als Streifen oder Fläche umgesetzt werden. Es muss eine Saatgutmischung aus verschiedenen vorgegebenen Pflanzenarten verwendet werden, wobei die Teilnehmer:innen in definiertem Umfang Artenzahl bzw. Anteile von Artengruppen (z. B. Gräser, Leguminosen) und Aussaatstärke variieren können. Die Vorgaben unterscheiden Artenlisten für einjährige/zweijährige und für mehrjährige Streifen/Flächen. Die einjährige Mischung ist dabei stärker auf Zwischenfrüchte und Leguminosen ausgerichtet, während die mehrjährige Mischung mehr Gräser enthalten kann. Die Aussaat muss spätestens bis zum 15. Mai eines Jahres erfolgen, kann jedoch auch schon im Herbst des Vorjahres vorgenommen werden. Eine Selbstbegrünung ist nicht zulässig. Die Blühstreifen/-flächen müssen bis zur Ernte der Hauptfrucht, mindestens aber bis zum 31. Juli Bestand haben (RL AUM 2015).

Die Wirkungen von Blühstreifen auf Arten der Agrarlandschaft sind vergleichsweise gut untersucht, darunter gibt es auch Metastudien zur Wirkung auf Insekten, die eine Vielzahl unterschiedlicher Einsaaten/Ausprägungen abbilden. Die Wirkungen auf unterschiedliche Insektentaxa sind nämlich stark von der gewählten Einsaatmischung wie z. B. dem Kräuter- und Blütenreichtum, der Wahl von Kultur- oder Wildarten sowie dem Grasanteil und ihre Lage, Dauerhaftigkeit und Größe abhängig. Ausführlich wurde dazu bereits in Sander et al. (2019) berichtet.

Grundsätzlich werden ein- oder mehrjährige Blühstreifen in der Literatur durch eine positive Wirkung auf die Insektenfauna beschrieben: Der Indikator „Artenzahlen und Individuendichten von Insekten“ liegt auf Blühstreifen deutlich höher als auf vergleichbaren Feldrändern (Albrecht, 1998; Denys et al., 1997). Die hohen Arten- und Individuenzahlen der phytophagen und blütenbesuchenden Insekten können wiederum die Populationen von Prädatoren wie Laufkäfern, Vögeln oder Kleinsäugern fördern (Albrecht et al., 2008). In der Kölner Bördelandschaft wurden in Zusammenhang mit dem DBV Bördeprojekt faunistische Begleituntersuchungen durchgeführt, die ein erhöhtes Vorkommen von Wildbienen- und Spinnenarten auf Blühstreifen im Vergleich zu Wegrainen nachgewiesen haben. Auch die Individuenanzahl war deutlich höher auf Blühstreifen (1.918) als auf den Referenzflächen (206) (Muchow et al., 2007).

Metastudien bestätigen diese Einzelfalluntersuchungen: Besonders oft wurde über positive Effekte auf Artenzahlen von Käfern oder Spinnen berichtet, weniger oft, aber dennoch positiv bei Schmetterlingen, Hautflüglern, Zweiflüglern und Wanzen (Dietzel et al., 2019). Auch Haaland et al. kommen zu dem Ergebnis, dass eingesäte Blühstreifen eine höhere Abundanz und einen höheren Artenreichtum an Insekten aufweisen als bewirtschaftete Habitate. Eine Ausnahme sind Laufkäfer, die Anbauflächen bevorzugen (Haaland et al., 2011).

Blütenreiche Blühstreifen weisen dabei deutlich höhere Abundanzen und Artenzahlen auf als Grasstreifen oder selbstbegrünte Streifen, was aber insbesondere für Bienen und Hummeln gilt. Für gefährdete oder seltene Arten sind die Wertigkeiten der Blühstreifen häufig gering (ebd.).

In einer europaweiten Studie (Untersuchungen von 2011 bis 2013 in vier Ländern mit jeweils acht Vergleichspaaren) wurde die Bedeutung des Landschaftskontexts für die Wirkung von bienenfreundlichen Blühstreifen untersucht (Scheper et al., 2015). Demnach werden Abundanz und Artenreichtum von Hummeln und Solitärbiene grundsätzlich durch die gewählte Blümmischung gefördert. Die Effektivität nahm jedoch mit steigendem Kontrast zwischen Blühflächen-Ressource und Ressourcen in der umgebenden Landschaft zu. Die Maßnahme ist also in intensiv genutzten, strukturarmen Landschaften effektiver, insbesondere für Generalisten. Diese Untersuchung bestätigen damit Ergebnisse aus einer Metastudie (Scheper et al., 2013).

In Baden-Württemberg wurde der Unterschied zwischen ein- und mehrjährigen Blühstreifen untersucht. Ein entscheidender Faktor für Insekten ist die Nahrungsverfügbarkeit während ihrer Aktivitätszeit. Es wurde festgestellt, dass frisch eingesäte Blühstreifen erst ab Juni bis August im ersten Standjahr, aber bereits ab April im zweiten Standjahr besucht wurden (Königslöw et al., 2022). Die Kombination mit Hecken kann vorteilhaft sein, da diese noch früher im Jahr Nahrungsressourcen bereitstellen.

In einem Ratgeber der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft stellen Becker et al. (2020) für die ausgewählten Leitarten Ackerhummel und Hainschwebfliege eine „sehr gute Eignung“ von Blühflächen/-streifen fest, für Rösels Beißschrecke, die Fuchsrote Sandbiene und den Schachbrettfalter eine „gute Eignung“ und für die Leitart Gemeiner Grashüpfer noch eine „Eignung“ fest. Die Leitart Feldgrille kann von Blühstreifen nach ihrer Bewertung nicht profitieren.

Tabelle 11: Wirkungen der Anlage von Blüh- und Schonstreifen auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Einsaatmischung mehrjährig: mind. 12 aus 37 vorgegebenen Kulturarten mit 2 % bis 65 % Gräsern; einjährig bis (zweijährig): mind. 12 aus 25 vorgegebenen Kulturarten, max. 1 % Gräser Blühstreifenbreite mind. 6 bis 12 m, Blühflächen max. 0,25 ha Größe je Schlag
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Einsaat spätestens 15.05., Umbruch frühestens 31.07. > im Mindestfall nur 2,5 Monate Standzeit, fehlende sehr frühe und Herbsttracht Einsaatmischung mehrjährig (s. o.) > keine Wildpflanzen, hoher Grasanteil möglich freie Wahl der Lage > häufig Schattenlagen, ungünstig für viele Insektenarten, räumliche Konzentration und Vernetzung nur zufällig
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Bei mehrjährigen Blühstreifen: Schwach positive Effekte für Coleoptera/ Carabidae, Orthoptera, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte für Diptera; stark positive Effekte für Hymenoptera, Lepidoptera (Lüth et al., 2022). Bei einjährigen Blühstreifen mit Kulturarten profitieren nur wenige Generalisten.
Output [ha]	Ø 2015–2020: 4.893 (2020: 5.999)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 0,4 %, an der Ackerfläche: 0,6 %
Gesamtbewertung für Insekten	schwach bis mittel positiv (+ bis ++); ggf. auch höhere Wirkung je nach tatsächlicher Ausführung

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Im Hinblick auf Wirkungen im Landschaftskontext, die über die Einzelflächenwirkungen hinausgehen, wurde die Blühstreifendichte auf dem Ackerland von Betrieben sowie von Gemeinden untersucht (Sander et al., 2019; Förderdaten 2016). Der überwiegende Anteil der Betriebe hat Blühstreifenanteile zwischen 1 und 2 % am Ackerland. Jedoch werden erst ab einer Dichte von ca. 10 % hochwertigen Flächen bedeutende Effekte auf die

Populationsgrößen von ackerbaulich gebundenen Tierarten (insbes. wurden Vögel und Feldhasen untersucht) erwartet (Jenny, 2018, 2003, 2011; Meichtry-Stier et al., 2014). Auf Gemeindeebene sind „Landschaftseffekte“ allein durch die Förderung der Blühstreifen ebenfalls weitestgehend ausgeschlossen. Nur zwei Gemeinden haben Anteile von mehr als 2 % Blühstreifen am Ackerland. Ohne Berücksichtigung weiterer AUKM und von Landschaftselementen können damit regionale Wirkungsschwellen für hochwertige Blühstreifen nicht erreicht werden.

5.2.4 Anlage von Uferrand- und Erosionsschutzstreifen

Während Uferrandstreifen in der Vergangenheit sowohl auf Acker- als auch Grünlandflächen entlang von Fließgewässern gefördert wurden, ist ihre Anlage auf Grünland in der laufenden Förderperiode nur noch in begründeten Ausnahmefällen möglich. Erosionsschutzstreifen werden auf Ackerflächen gefördert. In beiden Fällen sind mehrjährige Grasarten oder gräserbetonte Mischungen auszubringen. Der Aufwuchs ist mindestens einmal jährlich zu zerkleinern und ganzflächig zu verteilen (Mulchen oder Häckseln) oder zu mähen und das Mähgut von der Fläche abzufahren, wobei diese Arbeiten nicht vor dem 1. Juli eines Jahres vorgenommen werden dürfen (RL AUM 2015).

Dem Typ nach handelt es sich daher um eine eingesäte Ackerbrache, die jährlich gepflegt wird. Zu unterscheiden sind Onsite- (auf den Streifen) und Offsite-Wirkungen (in Fließgewässern). Es sind nur wenige Studien bekannt, die sich mit den Auswirkungen von Uferrand-/Erosionsschutzstreifen auf Insekten befassen. Eine zusammenfassende Literaturstudie bietet eine Studie der Universität Duisburg-Essen (Hering et al., 2021) zu Gewässerrandstreifen. Grundsätzlich erstrecken sich die Wirkungen beider Streifentypen einerseits auf aquatische Insekten des Wasserkörpers und der Gewässersohle und auf semi-/terrestrische Insekten des Böschung-/Uferbereichs (MLUR, 2004, 2014), sowie andererseits auf die Streifen selbst (Fläche ohne Nutzung, Düngung und Pflanzenschutzmittel in einer ansonsten intensiv genutzten Agrarlandschaft). Wirkfaktoren sind dabei sowohl chemische Stoffe wie PSM oder Dünger, die direkt oder indirekt auf Insekten wirken können, als auch Bodenmaterial, das physische und chemische Eigenschaften der Gewässer verändern kann (Trübung, Reduktion Sauerstoffgehalt, Verschlammung des Gewässerbettes und des Ufers).

Liess et al. (2001) konnten für Gewässerorganismen und Lebensgemeinschaften nachweisen, dass Gewässer mit konventioneller Ackernutzung im Umfeld deutlich höhere PSM-Belastungen aufweisen als Gewässer mit konventionell genutzten Weiden oder Ökolandbau im Umland. Die Uferrandstreifen können also eine wichtige Pufferfunktion übernehmen, wenngleich ihre Wirkung (insbesondere bei angrenzender Ackernutzung) maßgeblich von ihrer Breite bestimmt wird (Bach et al., 1997; Knauer und Mander, 1989; LUNG, 2002; Peter und Wohlrab, 1990).

Hering et al. (2021) sehen folgende absteigende Reihenfolge der Wirksamkeit unterschiedlicher Gewässerrandstreifentypen zum Schutz der Insekten in und an Gewässern: breite, Gehölz bestandene Randstreifen > schmale, Gehölz bestandene Randstreifen > breite, grasige Randstreifen ohne Düngung und PSM-Einsatz > schmale, grasige Randstreifen mit Düngung > ackerbaulich genutzte Uferzonen. Die Maßnahme Uferrandstreifen ordnet sich somit im geringen (bei schmalen Streifen) bis mittleren (bei breiten Streifen) Wirkungsbereich ein. Die Wirkungen der Erosionsschutzstreifen sind vermutlich ähnlich oder etwas geringer einzustufen. In welchen Fällen die geförderten Erosionsschutzstreifen auch Funktionen des Gewässerschutzes, und damit des Schutzes der Wasserinsekten, übernehmen wurde nicht ausgewertet.

Tabelle 12: Wirkungen der Uferand- und Erosionsschutzstreifen auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Verbot von PSM Verbot der Düngung Einsaat mit mehrjährigen Grasarten oder gräserbetonten Mischungen Streifenbreite von mind. fünf bis zu 30 m
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Jährlich nach dem 1. Juli: Mulchen oder Häckseln mit ganzflächiger Verteilung oder Mahd mit Abtransport des Mähguts (bei langjähriger Mahd mit Abtransport je nach Standort auch positive Wirkungen möglich)
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Viele semiterrestrischen Insektenarten halten sich unmittelbar am oder in geringer Entfernung zum Gewässer auf (max. 15 m); offene Uferzonen und Ufergehölze spielen für den Aufenthalt sowie bei Balz und Paarung eine große Rolle. Darauf konzentrieren sich dann auch räuberische Insekten (z. B. Laufkäfer, Kurzflügelkäfer) und Spinnen (Hering et al., 2021).
Output [ha]	Ø 2015–2020: 2.956 (2020: 3.677)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 0,3 %, an der Ackerfläche: 0,3 %
Gesamtbewertung für Insekten	schwach positiv (+) bis mittel positiv (++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.5 Extensive Grünlandnutzung

Die Maßnahme gilt für das gesamte Dauergrünland eines Betriebs. Die Förderbestimmungen verpflichten zu einem Viehbesatz von mindestens 0,6 und höchstens 1,4 raufutterfressenden Großvieheinheiten (RGV) je Hektar Dauergrünland, der jedes Jahr im Durchschnitt im Gesamtbetrieb eingehalten werden muss. Es darf kein Dauergrünland in Ackerland umgewandelt und keine wendende oder lockernde Bodenbearbeitung zur Vorbereitung einer Neueinsaat (Pflegeumbruch) vorgenommen werden. Mineralische Düngemittel, die Stickstoff enthalten und der Einsatz von PSM sind verboten. Wirtschaftsdünger sind auf die Menge zu begrenzen, die den Dunganfall eines Gesamtviehbesatzes des Betriebes von 1,4 GVE je Hektar nicht übersteigt (RL AUM 2015). Die Maßnahme enthält damit effektive Regelungen zur Erhaltung einer arten- und krautreichen Grasnarbe, was sich auch positiv in den Untersuchungsergebnissen auf den Testflächen der Ökologischen Flächenstichprobe widerspiegelt (König et al., 2019).

Die Maßnahmenteilnahme unterlag einer hohen Dynamik, wie Vergleichsauswertungen aus den Jahren 2020 und 2010 gezeigt haben. Ein gutes Drittel der Teilnehmenden aus dem Jahr 2010 war im Jahr 2020 nicht mehr in der EXG-Förderung, ein Drittel hatte die Förderung beibehalten und für ein weiteres Drittel konnten keine Aussagen getroffen werden, weil sich die Betriebsnummer über die Jahre geändert hatte. Ein knappes Viertel der im Jahr 2020 geförderten Betriebe war seit 2015 neu in die Förderung eingestiegen.

Sofern die Maßnahme ein vergleichsweise extensives Nutzungsniveau des Grünlands sichert oder sogar zu einer langfristigen Nutzungsextensivierung führt, ist die Erhaltung oder Neuschaffung von geeigneten Insektenlebensräumen möglich. In Thüringen wurde festgestellt, dass sich die Grünlandextensivierung größtenteils positiv auf die Tagfalter, die Widderchen und die Heuschrecken auswirkt (Hochberg, 2004; LULG, 2009). Laut Vickery et al. (2001) war in Großbritannien auch ein Anstieg der Regenwürmer sowie der Familien der Diptera, der Coleoptera und der Orthoptera zu verzeichnen.

Die Ergebnisse einer Studie zu den Auswirkungen auf Heuschrecken und Hummeln in NRW zeigten höhere Artenzahlen und Diversitätswerte von Heuschrecken und Hummeln auf extensiven Grünlandflächen im Vergleich zu Grünlandflächen ohne Bewirtschaftungsaufgaben, die jedoch nicht signifikant waren. Die Hummelgemeinschaften wiesen außerdem höhere Individuenzahlen auf. Diese resultierten insbesondere aus

der hohen Abundanz von Distanz- und Nahbereichssammlern, die von der Blütendichte profitieren. Das erhöhte Vorkommen von krautigen Pflanzen im extensiven Grünland kann eine direkte Nahrungsgrundlage für Insekten darstellen und durch den Blühaspekt eine höhere Insektendichte begünstigen. Da die meisten Hummelarten Generalisten sind, wirkt sich die Vielfalt von Blütenpflanzenarten jedoch nur in geringem Umfang auf die Hummeldiversität aus (Schindler und Boller, 2014, 2016).

In einer Studie in Niedersachsen wurden die höchste Heuschrecken-Diversität und Individuenzahlen auf extensiv genutzten ein- bis zweischürigen Mähwiesen festgestellt. Ein sehr intensive Beweidung lässt unabhängig von der Viehmart keine nachhaltige Besiedlung durch Heuschrecken zu (Fricke und von Nordheim, 1992). Zwar wurde eine moderate Beweidung (1 bis 2 GVE/ha) durch Rinder, Pferde oder Schafe als populationsfördernd eingestuft, insgesamt wurde auf Mähwiesen jedoch eine höhere Heuschreckendiversität als auf Weiden ermittelt. Allerdings sind auf intensiv genutzten Wiesen (Stickstoffdüngung von 200 bis 400 kg/ha) starke negative Auswirkungen auf Heuschreckenpopulationen und andere Wirbellose zu verzeichnen (ebd.).

Tabelle 13: Wirkungen der Extensiven Grünlandnutzung auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Verbot von PSM
	Verbot mineralischer N-Düngung
	Begrenzung der Wirtschaftsdünger auf den Dunganfall eines Gesamtviehbesatzes des Betriebes von 1,4 GVE/ha
	keine Beregnung oder Meliorationsmaßnahmen
	Viehbesatzdichte von mind. 0,6 und max. 1,4 RGV/ha DGL
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	keine Regelungen zu Art, Umfang oder Terminen einer Mahdnutzung
	keine Verpflichtung zur Weidenutzung
	keine Regelungen zur (quantitativen, terminlichen) Verteilung der im Stall anfallenden Wirtschaftsdünger auf dem Grünland
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Verzicht auf PSM: schwach positiver Effekt auf Carabidae; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera, Hemiptera.
	Verzicht auf N-Mineraldünger: schwach positiver Effekt auf Carabidae, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera (Lüth et al., 2022).
Output [ha]	Ø 2015–2020: 39.242 (2020: 39.491)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 2,7 %, an der Grünlandfläche: 10,0 %
Gesamtbewertung für Insekten	Je nach tatsächlicher Grünlandnutzung und Biotoptyp: schwach positiv (+) bis stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Auf Weiden hat eine weitere Studie in Niedersachsen diese Ergebnisse für Heuschrecken über einen Untersuchungszeitraum von zehn Jahren bestätigt (Jerrentrup et al., 2014). Auf Weiden mit durchschnittlich 1,14 GVE/ha nahmen Artenreichtum und Abundanz am stärksten zu (stärker als in intensiverer Beweidung mit 2,08 GVE/ha). Die extensivste Beweidungsstufe (0,73 GVE/ha) zeigte weder für Heuschrecken noch für Schmetterlinge Vorteile. Die Schmetterlinge profitierten insbesondere von der Bestandsheterogenität (unterschiedliche Grashöhen) sowie dem Vorkommen von Nektarquellen, hier insbesondere dem Weideunkraut Distel (ebd.).

In einem Ratgeber der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft stellen Becker et al. (2020) für die ausgewählten Leitarten Feldgrille, Gemeiner Grashüpfer, Rösels Beißschrecke und Fuchsrote Sandbiene eine sehr gute Eignung

von extensiven Wiesen und Weiden fest. Für die Leitarten Ackerhummel, Hainschwebfliege und Schachbrettfalter wird eine gute Eignung der extensiven Wiesen- und Weidenutzung konstatiert.

5.2.6 Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen

Der Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen zeichnet sich durch eine große Vielfalt von insgesamt 26 verschiedenen Maßnahmenpaketen aus (RRL VNS 2017), die eher eine exemplarische Betrachtung möglicher Wirkungen auf Insekten zulassen. Die Maßnahmenpakete werden im Anwenderhandbuch Vertragsnaturschutz (LANUV, 2018) drei Gruppen zugeteilt (vgl. Tabelle 14): Die extensive Nutzung von Äckern zum Schutz der Feldflora ist gezielt auf den Ackerwildkrautschutz ausgerichtet und hat zwei Varianten mit unterschiedlichen Düngere restriktionen. Die extensive Nutzung von Äckern zum Schutz von Ackerlebensgemeinschaften fokussiert auf Tierarten der Feldflur (z. B. Feldhamster, Rebhuhn, Feldlerche, Wachtel, Kiebitz, Feldhase) und ist mit einer Vielzahl von Förderbausteinen modular aufgebaut. Dort sind annähernd 90 % der Förderfläche zu finden. Die ursprüngliche Förderkulisse wurde ab 2018 zugunsten einer landesweiten Förderung aufgegeben, u. a. um mehr Fördermaßnahmen zum Insektenschutz anzubieten. Die Auswahl geeigneter Förderflächen erfolgt nach naturschutzfachlichen Kriterien. Das dritte Vertragsmuster fördert die Umwandlung von Acker in Grünland.

Tabelle 14: Gruppierung des Vertragsnaturschutzes auf Ackerflächen

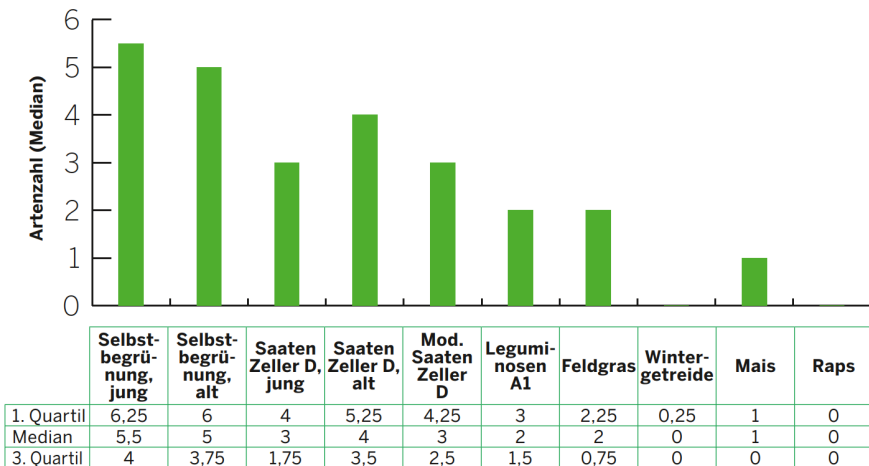
10.1.6 Vertragsnaturschutz auf Acker (VNS-AL)		
10.1.6.1	Extensive Nutzung von Äckern zum Schutz der Feldflora	Landesweite Förderung bei hoher Deckung von Ackerwildkrautvorkommen oder Arten der Roten Liste
10.1.6.2	Extensive Nutzung von Äckern zum Schutz von Ackerlebensgemeinschaften	Förderkulissen in den ackerbaulich dominierten Gemeinden in West- und Nord-NRW und in den östlichen Landesteilen bis 2017, ab 2018 landesweites Angebot; zusätzlich kleinräumige Kulissen und Einzelfallentscheidungen für Feldhamster, Kiebitz und Knoblauchkröte
10.1.6.3	Umwandlung von Acker in Grünland	Umwandlung nur in Verbindung mit anschließender Extensivierung (VNS-GL)

Quelle: Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz (RRL VNS 2017), Anwenderhandbuch Vertragsnaturschutz (LANUV, 2018), NRW-Programm (Version 3.0, 23.01.2018).

Viele der Maßnahmen auf Ackerflächen setzen sich aus Wirkfaktoren zusammen, die an anderer Stelle ausführlicher untersucht werden. Dazu gehören beispielsweise unterschiedliche Einsaatmischungen (vgl. Anlage von Blüh- und Schonstreifen, Leguminosen im Rahmen des Anbaus Vielfältiger Kulturen) oder der Verzicht auf PSM und Mineraldünger (vgl. Einführung/Beibehaltung des Ökolandbaus). Viele dieser Faktoren summieren sich zu insgesamt positiven Wirkungen auf Insekten, entweder durch direkte Wirkungen (keine Tötung durch PSM), im Regelfall aber durch Habitatverbesserungen (mehr Licht/Wärme, geeignete Futter-/Eiablagepflanzen, längere Bewirtschaftungsruhe).

In der Hellwegbörde wurde die Heuschreckenfauna auf unterschiedlichen Vertragsnaturschutzbrachen im Vergleich zu konventionell genutzten Ackerflächen untersucht (Hundorf et al., 2021). Es wurden insgesamt 15 Heuschreckenarten auf VNS- und nur sechs Arten auf Vergleichsflächen gefunden. Junge Brachestadien mit Selbstbegrünung (max. zwei Jahre alt) hatten im Median mit 5,5 Arten die höchsten Werte. Spezielle Blümmischungen wiesen hingegen nur drei bis vier Arten auf. Auf konventionell genutzten Flächen erreichten Feldgrasbestände mit zwei Arten im Median die höchsten Werte (vgl. Abbildung 24). Die mit Abstand höchsten Individuenzahlen verteilten sich auf die beiden unterschiedlich alten Selbstbegründungsstadien (± 1.200 Individuen in Summe aller Transektbegehungen). Alte Blühflächen sowie die Feldgrasbestände erreichten mit ± 600 Individuen die zweithöchsten Individuenzahlen. In Wintergetreide, Mais und Raps wurden so gut wie keine Heuschrecken gefunden. Für Insektenfresser ist auch die verfügbare Biomasse von hoher Bedeutung.

Abbildung 24: Artenzahlen der Heuschrecken auf Vertragsnaturschutzflächen und konventionellen Nutzungsformen



Quelle: Hundorf et al. (2021) ; Vogelschutzgebiet Hellwegbörde 2019.

Die Arten verteilen sich dabei unterschiedlich auf die verschiedenen Flächentypen, was abermals darauf hindeutet, dass es nicht eine Patentlösung zur Förderung von Insekten gibt, sondern landschaftliche bzw. Maßnahmenvielfalt entscheidend ist. Während für viele andere Insektenarten eine sukzessionsbedingte Vergrasung von Flächen nachteilig ist, gilt das für Heuschrecken nicht grundsätzlich, solange keine mikroklimatisch ungünstigen Bedingungen entstehen (z. B. sehr dichte oder verfilzte Bestände). Eine Untersuchung im selben Gebiet über die Wirkungen auf Tagfalter hat eine leicht andere Präferenz ergeben: Bei Artenzahl und Aktivitätsdichte der Tagfalter schneiden Blühflächen, Mehrjährige Einsaat-Brachen, gefolgt von der Mehrjährigen Selbstbegrünungs-Brache am besten ab (Hundorf und Joest, 2022).

In einem Ratgeber der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft bewerten Becker et al. (2020) für ausgewählte Leitarten unter Insekten der Agrarlandschaft die Eignung verschiedener Maßnahmen, die auch im VNS-AL gefördert werden (vgl. Abbildung 25). Während Ackerbrachen, Ackerrandstreifen und artenreiche Ackersäume gute Eignungen für einige Leitarten aufweisen, gilt das für die übrigen Maßnahmen kaum noch. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Leitarten repräsentativ für ein breites Spektrum von Insektentaxa mit jeweils ähnlichen Lebensraumsprüchen stehen.

Abbildung 25: Eignung von Maßnahmen für ausgewählte Leitarten der Agrarlandschaft



Quelle: Verändert nach Becker et al. (2020).

In einer etwas umfassenderen Untersuchung an Arthropoden haben Knapp et al. (2022) Brache-Fenster mit Selbstbegrünung/Spontanvegetation und nektarreicher Einsaat im Ackerland im Vergleich zum Rapsanbau untersucht. Tagfalter, Käfer, Bienen und Wespen waren individuen- und artenreicher in beiden Brachetypen im Vergleich zu Rapsfeldern, auf denen hingegen bodenlebende Arten häufiger und artenreicher vorkamen. Nach der Rapsblüte nahm die Bedeutung der Brache-Fenster für Insekten noch zu. Die Lage der Brache-Fenster hatte wenig Einfluss; lediglich Schmetterlinge und Spinnen traten bei feldrandnahen Brache-Fenstern häufiger als im Feldinneren auf.

Tabelle 15: Wirkungen des Vertragsnaturschutzes auf Ackerflächen auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Verzicht auf PSM Verzicht auf flüssige organ. Düngemittel; tlw. Verzicht auf chem.-synth. Düngung Verzicht auf mechan./therm. Unkrautbekämpfung; Verzicht auf Untersaaten verschiedene Einsaatmischungen (z. B. Klee gras, Luzerne, Wildkräuter, Kulturpflanzen) je nach Zielgegenstand, auch Regio-Saatgut; doppelte Saatreihenabstände; Ackerbrachen ohne Einsaat
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	vmtl. keine nachteiligen Regelungen; andererseits auch wenig explizite Zielausrichtung auf Förderung von Insekten (wie z. B. spezifische Blühmischungen, Beetle Banks, Anlage von dauerhaften Feldrainen)
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Exemplarisch: <u>Mehnjährige selbstbegrünte Ackerbrache</u> : schwach positiver Effekt auf Hymenoptera, Carabidae, Diptera, Orthoptera, Hemiptera; stark positive Effekte auf Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae). <u>Lichtäcker/Doppelter Saatreihenabstand</u> : schwach positiver Effekt auf Coleoptera/mit Carabidae, Orthoptera, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera. <u>Ackerrand-/wildkrautstreifen</u> : keine bis schwach positive Effekte auf Orthoptera; schwach positiver Effekt auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera/mit Carabidae, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera. <u>Verzicht auf PSM</u> : schwach positiver Effekt auf Carabidae; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera, Hemiptera. <u>Verzicht auf Stickstoffdünger</u> : schwach positiver Effekt auf Carabidae, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera. (Lüth et al., 2022)
Output [ha]	Ø 2015–2020: 3.448 (2020: 5.850)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 0,4 %, an der Ackerfläche: 0,6 %
Gesamtbewertung für Insekten	Je nach tatsächlicher Ausführung: schwach positiv (+) bis stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.7 Vertragsnaturschutz auf Grünland

Der Vertragsnaturschutz auf Grünland umfasst ein differenziertes Förderangebot zur extensiven Nutzung von Wirtschaftsgrünland zum Schutz und zur Entwicklung artenreichen Grünlandes sowie für spezifische Pflegemaßnahmen zum Erhalt kulturhistorischer (Grünland-)Biotope (Biotoppflege). Die Maßnahme VNS-GL ist in fünf Vertragsmuster unterteilt, die sich z. T. in weitere Varianten aufgliedern (vgl. Tabelle 16): Aushagerung (10.1.7.1), Extensive Weide- und Wiesennutzung mit zeitlichen Bewirtschaftungseinschränkungen (10.1.7.2), Extensive ganzjährige Großbeweidungsprojekte (10.1.7.3), Naturschutzgerechte Bewirtschaftung spezifischer

Grünlandbiotope / Pflege von kulturhistorischen Biotopen (10.1.7.4) und optional Zusatzverpflichtungen in Verbindung mit der naturschutzgerechten Bewirtschaftung (10.1.7.5). Mit über 24.300 ha nimmt die Grünlandextensivierung mit zeitlichen Einschränkungen den weitaus größten Umfang der Grünlandvertragsmuster ein (85 %).

Tabelle 16: Gruppierung des Vertragsnaturschutzes auf Grünland

10.1.7	Vertragsnaturschutz auf Grünland (VNS-GL)	Schwerpunktförderung in NSG und besonders geschützten Biotopen sowie als Beitrag zum Biotopverbund; lokale Definition über Kulturlandschaftsprogramme der Landkreise
10.1.7.1	Grünlandextensivierung ohne zeitl. Einschr. - Aushagerung	Extensivierung ohne zeitliche Bewirtschaftungseinschränkung zur Aushagerung
10.1.7.2	Grünlandextensivierung mit zeitl. Einschr.	Extensivierung mit zeitlichen Bewirtschaftungseinschränkungen als Weide- oder Wiesennutzung
10.1.7.3	Extensive ganzjährige Großbeweidungsprojekte	Mindestflächengröße 10 ha auf ausgewählten Flächen für "halboffene Weidelandschaften"
10.1.7.4	Naturschutzgerechte Bewirtschaftung spezifischer Grünlandbiotope/Pflege von kulturhistorischen Biotopen durch Beweidung oder Mahd	Naturschutzgerechte Bewirtschaftung von Nasswiesen, Mooren, Heiden, Magerrasen nach Prüfung im Einzelfall
10.1.7.5	Zusatzverpflichtungen in Verbindung mit extensiver Grünlandnutzung	Handmahd, Entbuschung, Terminierungen nur in Verbindung mit anderen VNS-Varianten

Quelle: Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz (RRL VNS 2017), Anwenderhandbuch Vertragsnaturschutz (LANUV, 2018), NRW-Programm (Version 3.0, 23.01.2018).

Innerhalb der Grünlandextensivierungsvarianten (10.1.7.1 bis 10.1.7.3) verteilen sich die Verpflichtungen zu ca. einem Drittel auf Weide/Mähweide und ca. zwei Dritteln auf Wiese/Mähweide. Die Paketkombinationen für eine Wiesenbewirtschaftung ohne jegliche Düngung waren mit 12.320 ha am stärksten vertreten, aber auch die Weide-Pakete ohne Düngung hatten mit 6.790 ha großen Anteil an der VNS-Grünlandextensivierung (vgl. Tabelle 17).

Unter den einzelnen möglichen Maßnahmenpaketen (es wurden 2020 insgesamt 26 in Anspruch genommen) mit Abstand am stärksten vertreten war auf 5.346 ha die „*Extensive Wiesen- und Mähweidenutzung mit Verzicht auf jegliche N-Düngung und Pflanzenschutzmittel, Verzicht auf Nachsaat und Pflegeumbruch, mit einer späten Erstnutzung als Mahd ab dem 15.06. (bis 200 m ü NN)*“ (Paket 5156). Am zweitstärksten und gleichrangig vertreten waren die Pakete 5160 „*Extensive Wiesen- und Mähweidenutzung mit Verzicht auf jegliche N-Düngung und Pflanzenschutzmittel, Verzicht auf Nachsaat und Pflegeumbruch, mit einer späten Erstnutzung als Mahd ab dem 15.06. (200 bis 400 m ü NN) bzw. ab dem 01.07. (über 400 m ü NN)*“ und 5200 „*Beweidung spezifischer Grünlandbiotope/Pflege von kulturhistorischen Biotopen durch Beweidung*“ mit jeweils rd. 3.100 ha.

Tabelle 17: Inanspruchnahme von VNS-GL-Maßnahmenpaketen

	Aushagerung	Weide, Festmist	Weide, Nulldüngung	Wiese, Festmist	Wiese, Nulldüngung
VNS-Pakete	5121 bis 5124	5131, 5133, 5141, 5143	5132, 5134, 5142, 5144	5151, 5153, 5155, 5157, 5159, 5161	5152, 5154, 5156, 5158, 5160, 5162
zentrale Auflagen	keine Düngung, keine PSM, kein Pflegeumbruch, keine Nachsaat	Beweidungspflicht, terminiert, keine flüssigen organ. oder Mineraldünger, keine PSM, kein Pflegeumbruch	Beweidungspflicht, keine Düngung, keine PSM, kein Pflegeumbruch, keine Nachsaat	Mahdpflicht, terminiert, keine flüssigen organ. oder Mineraldünger, keine PSM, kein Pflegeumbruch	Mahdpflicht, terminiert, keine Düngung, keine PSM, kein Pflegeumbruch, keine Nachsaat
Förderfläche 2020 [ha]	178	1.117	6.790	3.825	12.320

Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020 und der Förderdaten.

Für viele Insektenarten ist die Verfügbarkeit von Wildkrautarten insbesondere als Nahrungsquelle und Reproduktionsstätte von hoher Bedeutung. Daher sind die floristischen Wirkungen des VNS-GL auch von Aussagekraft für mögliche Insektenschutzwirkungen. In der Vergangenheit wurde auf Grundlage der ÖFS-Testflächen wiederholt belegt, dass VNS-GL-Flächen deutlich mehr krautige Pflanzenarten aufweisen und deren Deckungsgrad deutlich höher ist als auf Referenzflächen. Die Ergebnisse waren hoch signifikant (König et al., 2019). Entscheidend sind eine angepasste Beweidung oder Mahd, keine Narbenerneuerung, kein/kaum Einsatz von PSM und keine oder moderate Düngung sowie die Erhaltung heterogener Standortbedingungen. Fricke et al. hatten für Heuschrecken gezeigt, dass Grünlandbrachen eher nachteilig hinsichtlich Artenreichtum und Individuenzahl sind und es auf eine moderate Nutzung ankommt (Fricke und von Nordheim, 1992).

Müller hat auf ökologisch bewirtschafteten Weiden in Schleswig-Holstein im Vergleich zur konventionellen Nutzung unterschiedliche Wirbellose untersucht. Der ökologische Landbau hat in Teilen gleiche Ansätze wie der Vertragsnaturschutz (keine Mineraldüngung, keine PSM), war in NRW aber pflanzenartenärmer als VNS-Grünland (König et al., 2019). Die Wirkungen im VNS-GL dürften daher tendenziell noch besser ausfallen. Müller stellte auf allen ökologisch bewirtschafteten Weiden mehr Laufkäfer-, Zikaden- und Schwebfliegenarten als auf konventionellen Vergleichsflächen fest. Laufkäferindividuen wurden am meisten im intensiv konventionell beweideten Grünland festgestellt. Zikaden- und Schwebfliegenabundanzen waren hingegen im ÖkoGrünland am höchsten (Müller, 1998): bei den Zikaden drei- bis zwanzigfach, bei den Schwebfliegen zwölf- bis zweiundzwanzigfach so hoch.

Auch Neff et al. konnten in einer groß angelegten Studie Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftungsintensität, Pflanzenartenvorkommen und Insektenartenvielfalt im Grünland beschreiben: Pflanzen-Insekten-Netzwerke in wenig beweidetem Grünland bestanden aus mindestens 70 Pflanzenarten und 80 pflanzenfressenden Käfer-, Heuschrecken-, Blattwanzen- und Zikadenarten. So bietet beispielsweise die wilde Möhre, eine typische Pflanze mäßig bewirtschafteter Weiden, zahlreichen spezialisierten Käferarten Nahrung. Auf häufig gemähten oder gedüngten Wiesen und Weiden konnten im Mittel hingegen nur 40 Pflanzen- und 60 bis 70 der untersuchten Insektenarten nachgewiesen werden (Neff et al., 2021).

In einem Ratgeber der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft (Becker et al., 2020) wird die sehr gute Eignung eines angepassten naturverträglichen Mahdregimes für alle ausgewählten Insekten-Leitarten festgestellt. Auch bearbeitungsfreie Schonzeiten sind für viele der bewerteten Leitarten sehr förderlich. Beides wird in den VNS-GL-Maßnahmenpaketen variabel geregelt. Eine Reduktion der Düngung wird von den Autoren jedoch nur für einige Leitarten positiv bewertet und das auch nur mit „guter Eignung“ (Gemeiner Grashüpfer, Roesels Beißschrecke, Schachbrettfalter) oder „Eignung“ (Feldgrille, Ackerhummel).

Die Handlungsoptionen im Grünland zugunsten einer arten- und individuenreichen Insektenfauna könnte allerdings begrenzt sein, da die umgebende Landschaft, insbesondere Ackerland, einen deutlichen Einfluss auf die Insektenvorkommen zu haben scheint. Eine Studie von über 150 Grünlandstandorten in Baden-Württemberg, Thüringen und Brandenburg in den Jahren 2008 bis 2017 zeigte, dass der Insektenrückgang im Grünland mit umliegenden Ackerfeldern assoziiert werden kann: Der größte Artenschwund wurde auf Grünland verzeichnet, das an intensiv bewirtschaftetes Ackerland angrenzt (Seibold et al., 2019).

Tabelle 18: Wirkungen des Vertragsnaturschutzes auf Grünland auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	<p>Verzicht auf PSM</p> <p>Je nach Extensivierungsstufe Verzicht auf flüssige organische Düngemittel, Geflügelmist, Gärreste und chemisch-synthetische N-Düngung oder vollständiger Verzicht auf N-Düngung</p> <p>Einschränkung der Besatzdichte auf 2 GVE (Fläche < 0,5 ha) bzw. 4 GVE (Fläche 0,5 bis 1 ha) zu festgelegten Zeiträumen in Abhängigkeit von der Höhenlage</p> <p>Mahdpflicht für Erstnutzung bei Mahdvarianten, Terminsetzung in Abhängigkeit der Höhenlage ü. NN mit Bewirtschaftungsbeginn vom frühestens 20.05. in Tieflagen bis spätestens ab dem 15.07. in Hochlagen</p>
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	<p>Besatzdichte (vgl. oben): je nach Insektentaxa, Standort, etc. positive oder negative Wirkungen</p> <p>Mahdzeitpunkte (vgl. oben): je nach Insektentaxa, Standort, etc. positive oder negative Wirkungen</p>
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	<p><u>Extensive Beweidung fördern</u>: schwach positiver Effekt auf Carabidae, Hemiptera; schwach bis stark positiver Effekt auf Diptera; stark positiver Effekt auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera.</p> <p><u>Mahdhäufigkeit reduzieren und Mahdtermine anpassen</u>: kein Effekt auf Carabidae; schwach positiver Effekt auf Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Hemiptera; stark positiver Effekt auf Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae).</p> <p><u>Trockenrasen – halbnatürliche Biotope innerhalb der Agrarfläche</u>: schwach positive Effekte auf Diptera, Hemiptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera/Carabidae, Orthoptera.</p> <p><u>Verzicht auf PSM</u>: schwach positiver Effekt auf Carabidae; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera, Hemiptera.</p> <p><u>Verzicht auf Stickstoffdünger</u>: schwach positiver Effekt auf Carabidae, Hemiptera; schwach bis stark positive Effekte auf Diptera; stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera (außer Carabidae), Orthoptera. (Lüth et al., 2022)</p>
Output [ha]	Ø 2015–2020: 25.564 (2020: 28.912) (ohne Zusatzverpflichtungen)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 2,0 %, an der Grünlandfläche: 7,3 %
Gesamtbewertung für Insekten	Je nach tatsächlicher Grünlandnutzung und Biotoptyp: schwach positiv (+) bis stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.8 Vertragsnaturschutz „Streuobstwiesen und Hecken“

Die Fördervoraussetzungen für **Streuobstwiesen** sehen einen Mindestbaumbestand von 35 Bäumen/ha vor, wobei mindestens 0,15 ha mit zehn Bäumen in einen Vertrag eingebracht werden müssen. Die Bäume sind fachgerecht zu pflegen und für abgängige Bäume sind Nachpflanzungen mit geeigneten Hochstamm-Obstbaumsorten vorzunehmen. Eine chem.-synth. Pflanzenbehandlung ist ausgeschlossen. Als zusätzliche Variante kann eine extensive Grünlandunternutzung mit dem Verzicht auf chem.-synth. Pflanzenschutz- und Düngemittel vereinbart werden. Die Förderung ist für Landwirt:innen und andere Landbewirtschaftende (Voraussetzung ist eine Betriebsnummer bei der Landwirtschaftskammer) prinzipiell landesweit möglich. Wie auch bei anderen VNS-Maßnahmen ist eine Voraussetzung zur Förderung, dass die Kreise und kreisfreien Städte die Maßnahme im Rahmen ihrer Kulturlandschaftsprogramme anbieten. Neben der VNS-Förderung wird über den investiven Naturschutz (TM 7.6 Kulturelles Erbe Naturschutz) die Neuanlage von Streuobstwiesen gefördert,

die hier nicht in die Bewertung einbezogen wurde. Im Rahmen des investiven Naturschutzes konnten von 2015 bis 2022 ca. 10.000 Obstbäume neu gepflanzt werden (ausführlicher dazu in Bathke, 2023).

Der naturschutzfachliche Wert der Streuobstwiesen liegt i. d. R. deutlich im faunistischen Bereich (LfUG, 2002; LfL, 2017). Insekten profitieren von unterschiedlichen Altersstadien der Bäume, Totholzanteilen, dem Blüten- und Fruchtangebot sowie von den sehr unterschiedlichen, im Regelfall extensiven Unternutzungen. In Sachsen-Anhalt wurden in zehn Regionen insgesamt 200 Wildbienenarten, 121 Wespenarten und 101 Schwebfliegenarten in Streuobstbeständen festgestellt (Saure, 2016). Schwenninger (2013) ermittelte in Baden-Württemberg 43 % oder 204 der bekannten Wildbienenarten in Streuobstwiesen. Dabei wurden 46 Bienenarten an Obstblüten festgestellt, die Pollen sammelten. Allerdings nisten ca. 72 % der Wildbienenarten im Boden, sodass auch dort geeignete Habitatbedingungen vorhanden sein müssen. Für weitere Arten ist Totholz ein Reproduktionshabitat. Außerdem entsteht nach der Obstbaumbüte eine mehrwöchige Trachtlücke, die durch blütenreiche Wildkräuter ausgeglichen werden muss (Schwenninger, 2013).

Die Maßnahmen zur **Heckenpflege** sind ausschließlich auf Hecken ab einer Länge von 50 m beschränkt und an Kulissen gebunden. Dazu muss die betreffende Hecke entweder im Landschaftsplan festgesetzt oder in ein sogenanntes Heckenpflegekonzept aufgenommen worden sein. Bei vorhandenem Saumstreifen entlang der geförderten Hecke muss dieser mindestens einmal innerhalb der Bewilligungsperiode gemäht und das Mahdgut abgeräumt werden (LANUV, 2018).

Hecken sind häufig die einzigen naturnahen Elemente in ackerbaulich genutzten Landschaften. Pflanzenartenzusammensetzung, Alter, Breite und Länge, Pflegezustand sowie ggf. vorgelagerte Säume haben Einfluss auf die Besiedlung mit Tierarten. So sind z. B. Breite, Höhe und die Anzahl der alten Bäume in einer Hecke sowie ihr Alter die wichtigsten Parameter für die Diversität und Abundanz von Laufkäfern (Fournier und Loreau, 1999) und großen Motten (Merckx et al., 2009). Je breiter die Hecke ist, desto geringer sind die Randeffekte (z. B. Abtrift von PSM und Dünger) und der Einfluss von Witterung und Prädatoren.

Dietzel et al. (2019) stellten fest, dass in strukturreichen Landschaften Blühflächen an Attraktivität für Insekten verlieren und v. a. Hecken, Säume und Magerrasen genutzt werden. Tscharrntke (2021) fasst die Ergebnisse vieler Studien so zusammen, dass Maßnahmen außerhalb des Feldes (z. B. Anlage von Feldrändern oder Hecken) mehr als doppelt so effektiv für die Biodiversität sind wie Maßnahmen innerhalb des Feldes (wie z. B. Blühstreifen oder vielfältige Fruchtfolgen). Aus diesen wenigen Beispielen geht die hohe Bedeutung von Hecken für Insekten in der (ackerbaulich genutzten) Agrarlandschaft hervor. Gleichzeitig bestehen ausgeprägte Synergien zum Schutz weiterer Tierarten der Feldflur (siehe Sander et al., 2019).

Tabelle 19: Wirkungen des Vertragsnaturschutzes „Streuobst und Hecken“ auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	<p><u>Streuobst:</u> Mindestbaumbestand 35 Bäume/ha; Mindestflächengröße 0,15 ha Baumpfleßmaßnahmen sowie ggf. Ergänzungspflanzungen entsprechend fachlicher Vorgaben Verzicht auf chem.-synth. PSM Bei extensiver Unternutzung: Verzicht auf chem.-synth. PSM und Düngemittel</p> <p><u>Hecken:</u> Festlegung der Pflegemaßnahmen durch Bewilligungsbehörde, z. B. Auf-den-Stock-Setzen, Auslichten, Nachpflanzen, Umgang mit Reisig. Bei vorhandenen Saumstreifen mind. einmalige Mahd mit Abräumen des Mahdgutes</p>
---	--

Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Streuobst: keine Vorgaben zur Nutzungsintensität und Zeitpunkten im Grünland; allerdings sind auch Kombinationen mit VNS-GL im Einzelfall möglich (Aushagerung, extensive Nutzung, Biotoppflege) Hecken: nur einmalig Mahd der Säume im Fünfjahreszeitraum > Verfilzung bis zu Verbuschung (Verlust der Säume)
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Streuobst und Hecken: Stark positive Effekte auf Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera/Carabidae, Diptera (bei Hecken nur schwach bis stark positiv), Orthoptera, Hemiptera. (Lüth et al., 2022)
Output [ha]	Ø 2015–2020: 771 (2020: 830)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 0,1 %, Streuobst an der Grünlandfläche: 0,2 %
Gesamtbewertung für Insekten	stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

5.2.9 Einführung/Beibehaltung ökologischer landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsverfahren und -methoden

Der Ökolandbau ist eine seit Jahrzehnten geförderte gesamtbetriebliche Maßnahme, die an vielen Stellschrauben für einen erfolgreichen Insektenschutz gleichzeitig ansetzt. Dazu gehören der Verzicht auf chem.-synth. Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, eine vielfältige Fruchtfolge auch unter Einsatz von Leguminosen sowie ein eingeschränkter Einsatz von Tierarzneimitteln. Nützlinge fördernde Landschaftselemente und Strukturen werden aus phytosanitären Gründen erhalten oder gefördert.

Ein deutlicher Schwerpunkt der veröffentlichten Studien liegt auf dem ökologisch bewirtschafteten Ackerland. Zahlreiche Untersuchungen bescheinigen dem ökologischen Landbau im Vergleich zu einer konventionellen Referenznutzung eine deutlich positivere Wirkung auf (fast alle) Arten und Lebensgemeinschaften. Dies wird durch umfangreiche Einzelstudien, zusammenfassende Betrachtungen (z. B. AID, 2010; van Elsen et al., 2003; MOIN, 2004; BÖLW, 2006; Alfoeldi et al., 2002; Hole et al., 2005; Stein-Bachinger et al., 2019) und Metastudien (Bengtsson et al., 2005; Roberts und Pullin, 2007; Montañez und Amarillo-Suárez, 2014) belegt. Zusätzlich wirken auch im Ökolandbau die umgebenden Landschaftsqualitäten auf Artenreichtum und Abundanz von Insektenlebensgemeinschaften (Kennedy et al., 2013), sodass der Einfluss der Landbewirtschaftung davon überlagert werden kann.

Bei einer Auswertung von 21 Studien mit 108 Vergleichspaaren für ausgewählte blütenbesuchende Insektengruppen (d. h. mit Abhängigkeit von blühentragenden Kulturpflanzen und Ackerwildkräutern), ermittelten Stein-Bachinger et al. bei den Wildbienen im Durchschnitt (Median) eine 30 % höhere Artenzahl als auf konventionellen Vergleichsfeldern. Bei den Tagfaltern lag dieser Wert bei 18 % mehr Arten und für die gesamte Gruppe der blütenbesuchenden Insekten bei 23 % mehr Arten auf ökologisch als konventionell bewirtschafteten Flächen (Stein-Bachinger et al., 2019). Beim Vergleich der mittleren Abundanz ergab sich für die Wild- und Honigbienen eine 27 % höhere Abundanz, bei den Tagfaltern eine um 59 % höhere Individuenzahl. Für die gesamte Gruppe der blütenbesuchenden Insekten lag dieser Wert bei plus 26 % (ebd.).

Einige weitere Studien sollen exemplarisch die Bedeutung des Ökolandbaus für Insekten verdeutlichen. Holzschuh et al. (2008) untersuchten den Wildbienenreichtum von Säumen in Landschaften mit unterschiedlichen Anteilen von Ökolandbau (Soester Börde, Leine-Bergland, Lahn-Dill-Bergland). Nach ihren Modellen wird eine Zunahme der ökologischen Anbaufläche von 5 auf 20 % den Artenreichtum von Bienen (Solitärbiene, Hummeln, Honigbienen) in Säumen um 50 %, die Abundanz der Solitärbiene um 60 % und die Hummel-Abundanz um 150 % erhöhen. Eine weitere Studie (Gabriel und Tschardt, 2007) kam zu dem Ergebnis, dass auf Feldern des Ökolandbaus nicht nur die Artenzahlen von wind- und insektenbestäubten Pflanzenarten

deutlich höher, sondern insektenbestäubte Pflanzen auch überproportional vertreten waren. Das hängt offenbar mit der höheren Bestäuberdichte auf ökologischen Feldern zusammen, während in den Zentren konventioneller Felder nicht-insektenbestäubte Pflanzen dominieren, was vermutlich auf eine Begrenzung der Bestäuber zurückzuführen ist.

Die Wirkungen des Ökolandbaus auf Insektenvielfalt und Individuendichte werden je nach Artengruppe z. T. unterschiedlich beschrieben, in der Summe laut verschiedener Metastudien jedoch deutlich positiv im Vergleich zu konventionellen Anbaumethoden (Stein-Bachinger et al., 2021; Tuck et al., 2014; Rahmann, 2012; Bengtsson et al., 2005). Auch in diesen Studien liegt ein Fokus der Studien auf Ackerland. Lüth et al. (2022) kommen daher zu dem Ergebnis, dass sowohl Hymenoptera/Hautflügler (z. B. Bienen, Wespen, Ameisen), Lepidoptera/Schmetterlinge, Coleoptera/Käfer und Carabidae/Laufkäfer, Diptera/Zweiflügler (z. B. Fliegen), Orthoptera/Heuschrecken und Hemiptera/Schnabelkerfe (z. B. Wanzen, Zikaden) stark positiv vom Ökolandbau profitieren.

Die Auswertungen des LANUV zum Deckungsgrad krautiger Pflanzen (als ein Proxi-Indikator für Blütenreichtum und passende Ernährungs- und Reproduktionsbedingungen für Insekten) ordneten den Ökolandbau auf Grünland im Bereich zwischen konventionell bewirtschafteten Flächen und Vertragsnaturschutz ein. Die Ökoflächen lagen mit 17,3 % deutlich unter dem mittleren Deckungsgrad im VNS-Grünland mit 26,8 %. Die Artenanzahl der Magerkeitszeiger war im VNS-GL fast doppelt so hoch (König et al., 2019).

Erste Ergebnisse des in Baden-Württemberg neu etablierten landesweiten Insektenmonitorings zeigen, dass die ökologische Bewirtschaftung bereits mit einem Flächenanteil von durchschnittlich 9 % in Ackerlandschaften einen nachweislich positiven Effekt auf Laufkäfer hat (LUBW, 2022).

Tabelle 20: Wirkungen des Ökolandbaus auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Verzicht auf chem.-synth. PSM
	Verzicht auf chem.-synth. Düngemittel
	Im Vergleich zu konventionellen Betrieben i. d. R. breitere Fruchtfolgen
	Verbot der Umwandlung des Dauergrünlandes in Ackerland
	Verbot des Pflegumbruchs von Grünland mit Neueinsaat
	Mindestviehbestand 0,3 RGV/ha DGL
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Einsatz von Striegeln, Hacken, thermischen (und Laser-)Verfahren
	Häufig hohe Schnittfrequenz im Grünland, da Wiesennutzung als wichtige Grundfutterquelle
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Stark positive Effekte für Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera/Carabidae, Diptera, Orthoptera, Hemiptera (Lüth et al., 2022)
Output [ha]	Ø 2015–2020: 67.178 (2020: 78.410)
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 4,9 %, an der Ackerfläche: 2,2 %, an der Grünlandfläche: 12,1 %
Gesamtbewertung für Insekten	stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die Einschätzungen von Lüth et al. (2022) aus Tabelle 20 überraschen in ihrer stark positiven Aussage insofern, als dass Metastudien immer wieder zeigen, dass produktionsintegrierte Maßnahmen wie z. B. der Ökolandbau geringere Effekte auf die Biodiversität zeigen, als Maßnahmen, die Flächen aus der Produktion nehmen wie z. B. Blühstreifen (Batáry et al., 2015). Das mag u. a. daran liegen, dass nicht-produktionsintegrierte Maßnahmen leichter auf Zielarten(-gruppen) zugeschnitten werden können. Der Ökolandbau zielt eher auf eine generelle Verbesserung des Umweltzustands und von Ökosystemleistungen, insbesondere vor dem Hintergrund der im

Ökolandbau erforderlichen Nährstoffversorgung und Schädlingsregulierung. Positive Effekte auf die Biodiversität sind daher eher Nebenwirkungen. Im Ökolandbau treten diese Wirkungen im Unterschied zu nicht-produktionsintegrierten Maßnahmen allerdings großflächig, lagetreu und im Regelfall dauerhaft auf. Im Fall der Insekten ist auch eine Förderung von Generalisten vor dem Hintergrund ihrer Bedeutung in Nahrungsketten und Ökosystemfunktionen von großer Bedeutung. Das schließt allerdings nicht aus, dass vorteilhafte Wirkungen des Ökolandbaus gegenüber andern AUKM nicht genauso durch die Feldstruktur und den Landschaftskontext mitbeeinflusst werden (vgl. Kapitel 5.1.2).

5.2.10 Sommerweidehaltung von Rindern

Die Förderung der Sommerweidehaltung ist eine Maßnahme zur Verbesserung des Tierwohls und gilt für Milchkühe und Färsen. Den Tieren muss im Zeitraum vom 16. Mai bis zum 15. Oktober täglich Weidegang mit freiem Zugang zu einer Tränkevorrichtung gewährt werden. Sie muss also nur im „Sommerhalbjahr“ umgesetzt werden. Dafür muss eine Beweidungsfläche (Dauergrünland, ggf. auch mit Streuobst) von mind. 0,2 ha/GVE zur Verfügung stehen. Im Hinblick auf den Insektenschutz sind ansonsten keine weiteren Regelungen zu verzeichnen.

Mit 0,2 ha/GVE bzw. 5 GVE/ha ist theoretisch eine sehr hohe Besatzdichte zulässig, die eher einen zeitlich begrenzten Auslauf, als eine Futterversorgung durch Weidegang zulässt. Dazu passt, dass keine tägliche Beweidungsdauer festgelegt ist.¹² Nach den Förderdaten für das Jahr 2020 wurde auf 47.134 ha mit 121.064 geförderten GVE durchschnittlich allerdings nur eine Besatzdichte von rd. 2,5 GVE/ha erreicht.

Die erheblich positive Bedeutung der Weidehaltung für Insekten wurde im Kapitel 5.1.3, der negative Einfluss von Antiparasitika in Kapitel 5.1.4 dargelegt. Auch die Bedeutung von artenreichem (Weide-)Grünland für Insekten ist in diesen Zusammenhang relevant (Kapitel 5.1.1, 5.2.5 und 5.2.7). So berichteten Schoof und Luick von jährlich 107 kg Insektenbiomasse im Rinderdung je Tier oder von 4.103 Insektenindividuen in einem drei Tage alten Dungfladen (Schoof und Luick, 2019). Durch eine reduzierte antiparasitische Behandlung der Nutztiere könnten insbesondere Dungfliegen (Diptera) und Dungkäfer (Coleoptera) gefördert werden (Lüth et al., 2022). Müller stellte fest, dass auf ökologisch bewirtschafteten Weiden nochmals mehr Arten von Laufkäfern, Zikaden und Schwebfliegen zu finden waren als auf Weiden in konventionell bewirtschafteten Betrieben. Bei Zikaden und Schwebfliegen galt das auch für die Individuenzahlen (Müller, 1998). Auf den Einfluss der Bewirtschaftungsintensität haben viele Autoren hingewiesen. Im Regelfall profitieren Insektentaxa von einer extensiven Nutzung. Arten- und Individuenzahlen gehen bei intensiver Nutzung oder Brachfallen zurück (z. B. Neff et al., 2021). Die Artenvielfalt von Dungkäfern wird vor allem durch die Weidekontinuität bestimmt. Dabei steigt auch die Käferbiomasse an. Die Empfehlung von Buse et al. (2021) lautet daher, Weideflächen möglichst lang im Jahr sowie über mehrere Jahre kontinuierlich zu beweiden. Am ehesten ist das auf großflächigen Ganzjahresweiden gewährleistet (z. B. VNS-GL Vertragsmuster 10.1.7.3), auf denen darüber hinaus vielfältige Beweidungsstrukturen entstehen (Geilstellen, Hochstauden, Verbuschungen, Offenbodenstellen), die für viele weitere Insektentaxa förderlich sind.

¹² Außerdem muss bei dem Weidegang von Milchkühen das Melken arbeitsorganisatorisch zu bewältigen sein.

Tabelle 21: Wirkungen der Sommerweidehaltung auf Insekten

Für Insekten i. d. R. förderliche Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	5 Monate Weidehaltung von Milchkühen und Färsen
Für Insekten ggf. nachteilige Maßnahmenbestandteile (Wirkfaktoren)	Rechnerisch mit 5 GVE/ha Beweidungsfläche eine sehr hohe Besatzdichte zulässig Keine Festlegung der täglichen Beweidungszeit Keine Regelungen zur Grünlandpflege, -düngung etc. Keine Regelungen zum Einsatz von Antiparasitika
Voraussichtlich profitierende Insektentaxa	Nicht generell vorhersagbar wegen der zu unterschiedlichen Ausgangsbedingungen und Umsetzung auf den teilnehmenden Betrieben; ggf. viele Arten, darunter möglicherweise auch Arten aus den Ordnungen Coleoptera und Diptera mit Bindung an Dung
Output [ha]	2020: 47.134
Flächenanteil 2020 [%]	Anteil an der LF: 3,2 %, an der Grünlandfläche: 11,9 %
Gesamtbewertung für Insekten	keine (0) bis stark positiv (+++)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Zusammenfassend lässt sich für die Sommerweidehaltung festhalten, dass die lokale Wirkung für den Insektenschutz vermutlich stark von den Grünlandausgangsbständen abhängt. Für den Blütenreichtum spielt z. B. die Frage nach narbenechtem Grünland oder Einsaatgrünland sowie die Nutzungsintensität (eiweißreiches Futter für Milchvieh oder Färsenweide) eine wesentliche Rolle. Für die zukünftige Entwicklung des Blütenreichtums spielen Beweidungs-/Mahdintensität, Düngenniveau und Düngerart, Narbenpflege usw. eine wesentliche Rolle. Hinzu kommen Faktoren wie der Einsatz von Arzneimitteln und die Lage im Flächenverbund (Randeinflüsse intensiver Ackernutzung) und im Landschaftskontext (Refugialhabitate, Vernetzung). Mögliche Wirkungen auf Insekten könnten somit von „nicht vorhanden“ bis „stark positiv“ reichen.

5.3 Auswertungen mit Daten der Ökologischen Flächenstichprobe: Zusammenhänge zwischen Maßnahmen- und Insektenvorkommen

Die Auswertungen auf den Stichprobenflächen der ÖFS und den dort gelegenen AUKM-/ÖKO-Flächen (Verpflichtungsjahr 2021) erfolgte für die Artengruppen der Tagfalter und Widderchen im gesamten Landschaftskontext (Bezug zum Anteil von Maßnahmenflächen an der LF) sowie für die Heuschrecken im Habitatkontext (Bezug zu Grünlandflächen mit und ohne Maßnahmen) (vgl. Kapitel 3).

Ergebnisse für Tagfalter und Widderchen

Die Regressionsanalyse zum Zusammenhang zwischen dem Anteil von AUKM/ÖKO an der LF innerhalb der ÖFS-Untersuchungsgebiete (ÖFS-UG) und der Anzahl festgestellter **Tagfalterarten/Widderchen** ergab für alle drei betrachteten Gruppen signifikante Ergebnisse sowohl innerhalb der originären ÖFS-UG als auch unter Einbeziehung des 2 km-Puffers im direkten Umfeld der ÖFS-UG (vgl. Tabelle 22). Der in dem Regressionsmodell geschätzte Regressionskoeffizient B beschreibt, wie sich die Artenzahl verändert, wenn der Maßnahmenanteil an der LF steigt oder sinkt. Da dieser Wert in seiner Größe schwer zu interpretieren ist, kommt der Signifikanz eine große Bedeutung zu. Die signifikanten Ergebnisse zeigen, dass mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eine Beziehung zwischen dem Maßnahmenanteil an der LF und den Artenvorkommen besteht. Eine zusätzliche Interpretationshilfe bietet das Bestimmtheitsmaß R^2 , das angibt, wie stark der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tagfalterarten und der Maßnahmenanteile ist. Ein R^2 von 0,181 bedeutet beispielsweise, dass 18,1 %

der Varianz der Tagfalter-Artenzahlen durch den Maßnahmenanteil an der LF im erweiterten ÖFS-UG erklärt werden kann. Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass weitere Faktoren einen Einfluss auf die Artvorkommen haben, wie in Kapitel 5.1 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen also durchgängig eine positive Reaktion der Artenzahlen auf einen zunehmenden Anteil von AUKM/ÖKO an der LF. Außerdem wird deutlich, dass Rote-Liste-Arten noch stärker auf diese Maßnahmenflächen angewiesen sind, da sie deutlich höhere Bestimmtheitsmaße zeigen.

Tabelle 22: Regressionsanalyse zum Anteil von Maßnahmenflächen (AUKM, ÖKO) innerhalb der ÖFS-UG und der Anzahl der Tagfalter-/Widderchenarten

Tagfalter/Widderchen Artenzahl	B	R ²
innerhalb der ÖFS-UG		
Alle Arten	0,060 *	0,091
Alle Arten ohne Wanderfalter	0,053 *	0,107
Rote-Liste-Arten	0,025 *	0,199
im erweiterten ÖFS-UG mit 2 km-Puffer		
Alle Arten	0,108 *	0,181
Alle Arten ohne Wanderfalter	0,085 *	0,168
Rote-Liste-Arten	0,034 *	0,267

B = Regressionskoeffizient, R² = Bestimmtheitsmaß, * = Signifikanzwert $p \geq 0,9$.

Quelle: Komanns et al. (2023).

Die gleiche Analyse wie für die oben dargestellte Artenzahl von Tagfalter/Widderchen wurde auch für deren **Individuenzahl** durchgeführt. Dabei gab es in beiden UG-Abgrenzungen lediglich für die Gruppen „Alle Arten ohne Wanderfalter“ signifikante Ergebnisse, bei denen jedoch die Bestimmtheitsmaße sehr niedrig waren. Das heißt, die Varianz der Individuenzahlen kann nur zu sehr geringen Anteilen (3,1 % in ÖFS-UG bzw. 4,7 % in den erweiterten ÖFS-UG) durch Maßnahmenanteile in der Landschaft erklärt werden. Das ist insofern von Relevanz, als dass die Insektenbiomasse auch eine wichtige Bedeutung in Nahrungsnetzen hat. Diese LANUV-Ergebnisse müssen nicht unbedingt den Angaben der Literatur widersprechen (Kapitel 5.1), in der häufig andere oder mehrere Insekten-Ordnungen untersucht und selten ganze Landschaftsvergleiche, sondern häufiger Einzelflächenvergleiche durchgeführt wurden. Darüber hinaus müssen Modellwerte (Schätzwerte) nicht unbedingt mit Kartierergebnissen übereinstimmen. Andererseits zeigen die Ergebnisse sicherlich auch, wie komplex die Zusammenhänge sein können, und wie schwierig es daher ist, eine insektenfreundliche Landschaft zu gestalten.

Darauf deuten auch die zusätzlichen Untersuchungen im Hinblick auf die Wirkungen der **Weidehaltung** hin. Stellvertretend für die Maßnahme Sommerweidehaltung wurden die beweideten Grünlandbiotoptypen der ÖFS in eine Regressionsanalyse einbezogen. Dabei ist zu beachten, dass wegen der Stichprobengrößen nicht zwischen intensiv oder extensiv beweideten Biotoptypen unterschieden werden konnte und aus den Tagfalterarten nicht nur typische Grünlandarten einbezogen werden konnten. Die Regressionsanalyse zum Zusammenhang zwischen dem Anteil an Weideflächen am Grünland und der Arten- und Individuen-Zahl von Tagfaltern erbrachte kein signifikantes Ergebnis. Außerdem lagen die R²-Werte lediglich zwischen 0,0 und 0,016, was belegt, dass der Anteil der Weideflächen am Gesamtgrünland keine hinreichend erklärende Variable für die Varianz in den Artenzahlen und Individuendichten von Tagfaltern ist. Wie aussagekräftig dieses Ergebnis vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen für die durchgeführte Analyse ist, kann nicht eingeschätzt werden. Darüber hinaus wurde in Kapitel 5.2.10 dargelegt, dass evtl. andere Insekten-Ordnungen stärker als Tagfalter von der Weidehaltung profitieren.

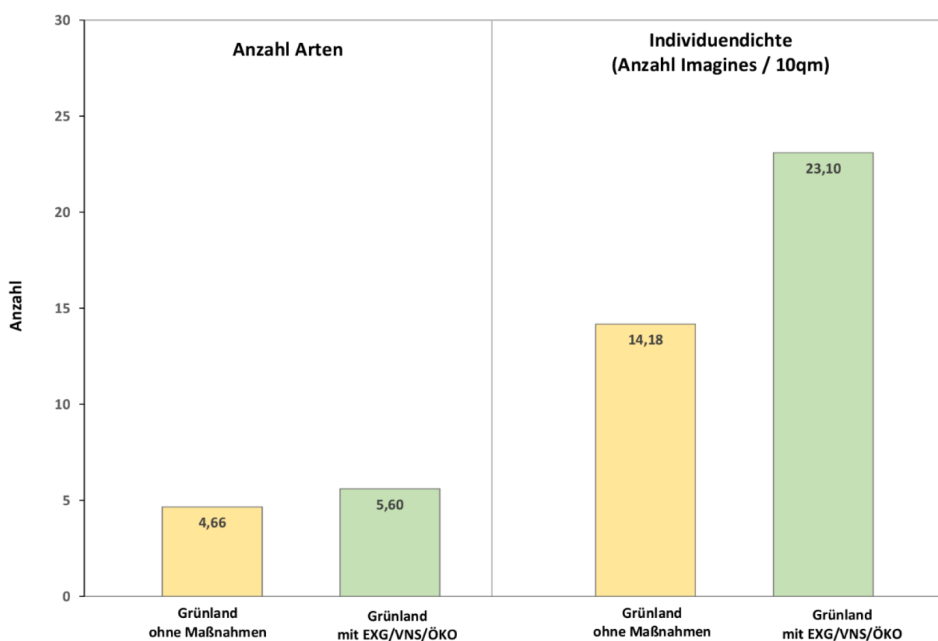
Ergebnisse für Heuschrecken

Die Mit-Ohne-Auswertungen für Heuschrecken wurden auf Grünland durchgeführt, das zum Teil im Rahmen der Verpflichtungen von EXG, VNS oder ÖKO bewirtschaftet wurde. Die Ergebnisse zeigen sowohl für die Gruppe aller Heuschreckenarten und deren Individuendichte (vgl. Abbildung 26) als auch für die Teilgruppe der Rote-Liste-Arten und deren Individuendichte einen positiven Zusammenhang zwischen der Maßnahmendurchführung und den untersuchten Heuschrecken-Parametern.

Zwar kam auf den Flächen mit AUKM/ÖKO im Schnitt nur knapp eine Art mehr vor, die Individuendichte war mit 23,1 Ind./10 m² jedoch deutlich höher als auf Flächen ohne Maßnahmen, auf denen im Schnitt nur 14,2 Ind./10 m² vorkamen. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Habitat- und Lebensbedingungen für Heuschrecken auf den Maßnahmenflächen mit AUKM deutlich besser sind (Komanns et al., 2023: S. 53). Bei der Teilgruppe der Rote-Liste-Arten fallen die Werte deutlich geringer, aber immer noch positiv aus: 0,39 Heuschreckenarten und 1,57 Individuen mehr auf Maßnahmenflächen im Vergleich zum Grünland ohne Maßnahmen. Somit zeigen die Untersuchungen der Heuschreckenvorkommen im Grünland einen positiven Einfluss der Maßnahmen.

Der LANUV-Bericht kommt daher insgesamt zu folgendem Fazit (Komanns et al., 2023: S. 54): Die Ergebnisse deuten auf einen positiven Zusammenhang zwischen Insektenvielfalt und -häufigkeit und der Maßnahmenfläche hin. Die Analysen zu den Tagfaltern und Widderchen zeigen, dass mit zunehmender Fläche von AUKM/VNS/Ökolandbau die Anzahl an Tagfalter-/Widderchenarten und in geringerem Maße auch die Individuendichte von Tagfaltern/Widderchen positiv beeinflusst werden. Auch wenn die Bestimmtheitsmaße insgesamt relativ niedrig sind und darauf hindeuten, dass die Maßnahmendichte nicht die einzige Einflussgröße auf die Tagfaltervorkommen ist, unterstreichen die Ergebnisse die Bedeutung der Maßnahmen für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität in landwirtschaftlich geprägten Landschaften. Das zeigt sich auch für die grünlandbewohnenden Heuschrecken, wenngleich keine Signifikanztests durchgeführt werden konnten.

Abbildung 26: Vergleich der Artenzahlen (pro 30 m²) und der Individuendichte (Anz./10 m²) von Heuschrecken auf Grünlandflächen ohne und mit Maßnahmen



Quelle: Komanns et al. (2023) (Biodiversitätsmonitoring NRW ÖFS 05/2023).

Die Ergebnisse der ÖFS-Auswertungen für Tagfalter und Heuschrecken bestätigen somit im Wesentlichen, trotz der kleinen Arten-Auswahl aus der sehr großen Ordnung der Insekten, die Aussagen der Literatur. Die

Auswertungen der Tagfalter berücksichtigten den gesamten Landschaftskontext, d. h. auch nicht landwirtschaftliche Nutzungen sowie natürliche und halbnatürliche Flächen. Letztere spielen beim Insektenschutz eine wichtige Rolle, wie in Kapitel 5.1 gezeigt wurde. Sie beeinflussen daher auch die Aussagen im Hinblick auf die Zusammenhänge zwischen Insektenvorkommen und Maßnahmenanteilen in der Landschaft. Die natürlichen und halbnatürlichen Flächen in der Agrarlandschaft, sofern sie nicht mit Flächenmaßnahmen des NRW-Programms belegt sind, können in den weiteren Kapiteln leider nicht berücksichtigt werden, obwohl sie wesentlicher Teil einer insektenfreundlichen Landschaftsmatrix sind.

5.4 Versuch einer Ergebnissynthese für NRW

Tabelle 23 fasst die Wirkungsbewertungen aus Kapitel 5.2 und 5.3 zusammen und summiert die erreichte Nettofläche für die Maßnahmengruppen auf Ackerland, auf Grünland sowie für die betrachteten AUKM und Ökolandbau zusammen (grau hinterlegt). Die Sommerweidehaltung wird separat betrachtet. Wie zum Ende des Kapitels 5.3 bereits angemerkt, konnten dabei nur die Maßnahmenflächen, aber nicht sonstige natürliche und halbnatürliche insektenfreundliche Flächen berücksichtigt werden. Über die Größenordnung solcher Flächen ohne Maßnahmenabdeckung liegen keine Informationen vor. Sie dürften in grünlandgeprägten Regionen wesentlich häufiger auftreten, als in vorrangig ackerbaulich geprägten Landschaften. Diese Einschränkungen sind bei den folgenden Berechnungen zu berücksichtigen. Die Werte geben somit grobe Größenordnungen wieder und deuten auf vorrangige Handlungsfelder.

Insgesamt werden fast 13 % der LF (netto, bei Herausrechnen der Maßnahmenkombinationen) in NRW mit wirksamen Maßnahmen (AUKM, ÖKO) erreicht, davon ein Großteil im Grünland (rd. 27 % des Dauergrünlands). Sowohl der Ökolandbau, als auch die Grünlandextensivierung und der Vertragsnaturschutz leisten hierzu maßgebliche Flächenbeiträge, mit häufig hohen Wirkungspotenzialen für den Insektenschutz. Wenngleich durch die ÖFS-Auswertungen des LANUV keine Wirkung der Beweidung und damit im Analogieschluss auch der Sommerweidehaltung für Tagfalter nachgewiesen werden konnte, können im Idealfall weitere 12 % des Grünlands mit Sommerweidehaltung positive Wirkungen für Insekten entfalten. Vorrangig könnten z. B. Zweiflügler und Käfer profitieren. Zu berücksichtigen ist, dass die Sommerweidehaltung mit EXG, VNS-GL und ÖKO kombiniert wird und damit Flächenüberschneidungen aufweisen kann. Mit nur knapp 8 % wird das Ackerland in deutlich geringerem Umfang erreicht, wovon die größten Wirkungsbeiträge einerseits vom Ökolandbau (2,6 % des Ackerlandes) mit hohen Wirkungspotenzialen, andererseits von den Vielfältigen Kulturen im Ackerbau und dem Zwischenfruchtanbau (zusammen 4,2 % des Ackerlandes) mit geringen Wirkungspotenzialen ausgehen.

Bei den meisten Maßnahmen können erhebliche Wirkungsspannen angenommen werden, je nach Ausgangszustand der Flächen (insbesondere im Grünland), Landschaftskontext (Vernetzung, hochwertige Refugialhabitate in der Umgebung) und natürlich der Maßnahmenumsetzung (verwendete Blümmischungen, Standzeiten der Maßnahmen, eingesetzte Praktiken im Ökolandbau). Außerdem wurde in Kapitel 5.2 deutlich, dass sehr unterschiedliche Insektentaxa von den Maßnahmen profitieren. Häufig werden überwiegend oder ausschließlich Generalisten profitieren, die daher nicht vorrangig zur Erhaltung der Insektenartenvielfalt beitragen, aber zur Individuenhäufigkeit und damit der im Ökosystem verfügbaren Insektenbiomasse.

Tabelle 23: Wirksame Anteile von insektenfördernden Maßnahmen

Code	Kürzel	Insektenschutzwirkung	Anteile an Landnutzungen [%]
Wirksame AUKM im Ackerland			
10.1.1	VKA nur Leguminosenanteil	+	2,5 AL
10.1.2	ZWF	+	1,7 AL
10.1.3	BLÜ	+ bis ++	0,6 AL
10.1.4	UFE/ERO	+ bis ++	0,3 AL
10.1.6	VNS-AL	+ bis +++	0,6 AL
Nettofläche Insektenschutzwirkung AUKM Ackerland			5,6 AL
Wirksame AUKM im Grünland			
10.1.5	EXG	+ bis ++	10,0 GL
10.1.7	VNS-GL	+ bis +++	7,3 GL
10.1.8	Streuobst/Hecken	+++	0,2 GL
Nettofläche Insektenschutzwirkung AUKM Grünland			15,9 GL
Wirksamer Ökologischer Landbau			
11.1/2	ÖKO		5,3 LF
	davon rd. 35 % AL	+++	2,6 AL
	davon rd. 63 % GL	+++	12,1 GL
	davon rd. 2 % DK/Rest	+++	9,6 DK
Nettofläche Insektenschutzwirkung AUKM und ÖKO			
	Landwirtschaftlich genutzte Fläche		12,9 LF
	davon Ackerland		7,8 AL
	davon Grünland		26,8 GL
Wirksame Sommerweidehaltung von Michkühen und Färsen			
14.11	SoWeide ¹⁾	0 bis +++	11,9 GL

1) Geförderte Flächen in NRW laut InVeKoS-Auszahlungstabelle.

In den Flächenangaben fehlen rd. 2.330 ha Vertragsnaturschutz, die nicht auf der LF liegen. Dazu zählen die Nutzungscodes 583 und 924. Für alle Maßnahmen gilt: Förderflächen außerhalb von NRW werden nicht mitgerechnet.

Quelle: Eigene Auswertungen; InVeKoS 2020.

Die Darstellungen und Analysen aus den Kapiteln 5.1, 5.2 und 5.3 haben verdeutlicht, dass die Wirkungen von Flächenmaßnahmen auf Insekten kaum unabhängig von der sonstigen Landnutzung und der Landschaftsausstattung mit naturnahen Flächen und Elementen beurteilt werden kann. In diesem Syntheserversuch werden daher soweit wie möglich weitere Einflussfaktoren dargestellt. Verfügbare Daten gibt es für Ökologische Vorrangflächen (ÖVF), die durch die Vorgaben des Greenings umzusetzen sind sowie gemeldete Landschaftselemente (LE). Beide werden im InVeKoS erfasst. Diese Auswertung erfolgte rein statistisch und kann daher keine tatsächlichen räumlichen Anordnungen berücksichtigen, die in den genannten Kapiteln als wesentlich herausgearbeitet wurden. Weitere halbnatürliche oder natürliche Biotope können nicht berücksichtigt werden, da dazu keine flächendeckenden Daten vorliegen.

Ökologische Vorrangflächen (ÖVF)

Nach den Vorgaben des Greenings müssen Betriebe, die mehr als 15 ha Ackerfläche besitzen, auf 5 % ihrer Brutto-Ackerfläche ÖVF einrichten. Ausgenommen davon sind demnach reine Grünlandbetriebe, aber auch Kleinerzeuger und insbesondere die Ökobetriebe. ÖVF-Optionen und Inanspruchnahme sind Tabelle 24 zu entnehmen.

Im Jahr 2020 wurden rd. 157.400 ha ÖVF eingerichtet. Sie erreichten 15 % des Ackerlands auf knapp 11 % der LF. ÖVF auf Grünland spielen keine Rolle. NRW-weit von Flächenrelevanz ist insbesondere der Anbau von Zwischenfrüchten in den Herbst-/Wintermonaten auf Ackerflächen (91 % der ÖVF und 13,6 % des Ackerlands). Dabei entstehen allerdings nur geringe Insektenschutzwirkungen. Gemessen an der Inanspruchnahme von

ähnlichen AUKM (6.000 ha Blühstreifen) spielen auch ÖVF-Brachen und -Pufferstreifen mit zusammen fast 10.200 ha (rd. 1 % des Ackerlands) eine nicht unerhebliche Rolle. In vielen Fällen sind Kombinationsmöglichkeiten mit AUKM zu berücksichtigen, auf die im weiteren Verlauf der Synthese eingegangen wird.

Die potenzielle Insektenschutzwirkung der ÖVF hängt u. a. von ihrer ein- oder mehrjährigen Umsetzung (Brachen, Pufferstreifen) sowie von den gewählten Saatgutmischungen ab (Brachen, Pufferstreifen, Untersaaten, Leguminosen). Darüber liegen im InVeKoS keine Informationen vor. Bei einer flächengewichteten Wirkungsbetrachtung sind geringe Wirkungen vorherrschend (vgl. Tabelle 24). Die ÖVF, als ein wesentlicher Bestandteil des Greenings, tragen daher nur unwesentlich zu einer insektenfreundlicheren Agrarlandschaft bei.

Tabelle 24: ÖVF-Typen, Insektenschutzwirkung und Inanspruchnahme im Jahr 2020

ÖVF-Typ	Wirkungszeitraum	Begrünung, Pflanzarten	Auflagen	Wirkung ¹⁾	Fläche [ha]	Anteile an Landnutzungen [%]
Stilllegung (Acker)	Einsaat bis 31.03.; Folgekultur ab 01.08. möglich; auch mehrjährig	Gräsermischungen, Wildblumen, krautartige Futterpflanzen	keine PSM und Dünger	+ bis ++ ²⁾	6.881	0,7 AL
ÖVF-Streifen (Puffer, Wald-, Feldrand) (Acker)				+ bis ++ ²⁾	2.230	0,2 AL
Pufferstreifen (Grünland)	Einsaat bis 01.10.; Folgekultur ab 01.01./16.02.	Grünland nach Liste, mind. 2 Arten, max. 60 % einer Art, max. 60 % Grasanteil	"normale" Bewirtsch. zulässig; nach Ernte Hauptkultur: keine PSM und N-Mineraldünger	+ bis ++ ²⁾	17	0,0 GL
Zwischenfrüchte (Acker)				+	142.973	13,6 AL
Untersaaten (Acker)	Folgekultur ab 01.01./16.02.	Gras, Leguminosen, Gemenge daraus	keine PSM	+ bis ++	2.204	0,2 AL
Leguminosen (Acker)	Einsaat bis 15.05.; großkörn. Legum. bis 15.08. belassen mehrjährig	nach Liste (ausschl. Legum.); groß-/kleinkörnige Leguminosen	keine PSM	+	1.708	0,2 AL
Kurzumtriebsplantagen	mehrjährig	nach Liste	keine PSM und Mineraldünger	++ bis +++	51	0,0 LF
Nachwachsende Rohstoffe	mehrjährig	Miscanthus, durchwachs. Silphie	keine Mineraldünger	+ bis ++ ³⁾	241	0,0 AL
Brache mit Honigpflanzen	Einsaat bis 31.05.; Folgekultur ab 01.10. möglich; auch mehrjährig	nach Liste	keine PSM und Dünger	+ bis ++ ²⁾	1.056	0,1 AL

Kurzumtriebsplantagen, Aufforstungsflächen und Nachwachsende Rohstoffe als ÖVF wurden im Förderjahr 2020 nicht angemeldet.

1) Grobe Abschätzung auf Grundlage der Ergebnisse der Kapitel 5.1 und 5.2.

2) Bei mehrjähriger Stilllegung und mehrjährigen Streifen sowie geeigneter Einsaatmischung auch Wirkung +++ möglich.

3) Bei Durchwachsener Silphie Wirkung stark vom Erntezeitpunkt abhängig (Blütenangebot) sowie ggf. vom Unterwuchs.

Quelle: Eigene Auswertungen; InVeKoS 2020.

Landschaftselemente (LE)

LE werden im InVeKoS nur erfasst, wenn sie im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit dem landwirtschaftlich genutzten Schlag stehen und damit beihilfeberechtigt sind. Die tatsächliche Ausstattung der Agrarlandschaft mit Landschaftselementen kann örtlich sehr viel größer sein. Alle LE sind Cross-Compliance-relevant, d. h., sie dürfen nicht beseitigt werden, andernfalls müssen sie wiederhergestellt werden. Allerdings besteht keine Verpflichtung zu ihrer Pflege. Im InVeKoS sind fast ausschließlich LE in konventionellen Betrieben dokumentiert. Vermutlich werden sie von den Betrieben nur im Flächenverzeichnis eingetragen, wenn sie gleichzeitig als ÖVF beantragt werden, wovon z. B. Ökobetriebe ausgenommen sind. Die Werte in Tabelle 25 geben somit ein (sehr) unvollständiges Bild wieder.

Die größte Gruppe innerhalb der LE sind Hecken. Von den rd. 1.200 ha als LE gemeldeten Hecken liegen über 95 % im nordrhein-westfälischen Tiefland, allein 86 % in der Münsterländischen Tiefebene. Alle anderen gemeldeten LE spielen flächenmäßig keine Rolle.

Die meisten LE haben potenziell eine sehr hohe Bedeutung für Insekten; allerdings können bei schmalen Elementen negative Randeinflüsse sehr stark sein. Unter den Profiteuren sind häufig auch Nützlinge (Fressfeinde, Parasitoide), deren positive Wirkung in die angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen reicht. Die Zusammenhänge zwischen Landschaftsausstattung, Nützlingsvorkommen und Ertrag scheinen jedoch so komplex zu sein, dass nicht immer eindeutige Win-win-Situationen entstehen (Karp et al., 2018). Die Bedeutung der gemeldeten LE für Insekten ist NRW-weit wegen ihrer geringen Flächenanteile sehr gering. Regional sind jedoch hohe Heckendichten bekannt, die für den Insektenschutz von Bedeutung sein können.

Tabelle 25: Umfang der gemeldeten Landschaftselemente

Landschaftselement	Ausprägung	Insekten- ¹⁾ schutzwirkung	Output 12/2020 [ha]	Anteile an LF [%]
Hecken, Knicks	ab einer Länge von 10 m, im Durchschnitt max. 15 m breit	für alle LE: ++ bis +++	1.193	0,08
Baumreihen	mind. 5 Bäume und eine Länge von mind. 50 m		185	0,01
Feldgehölze	Größe von mind. 50 qm bis max. 2.000 qm		227	0,02
Feuchtgebiete	Größe von max. 2.000 qm		3	0,00
Einzelbäume	freistehende Bäume		0,04	0,00
Tümpel, Sölle, Moore, Dolinen und vergleichbare Feuchtgebiete	Größe von max. 2.000 qm		25	0,00
Trocken- und Natursteinmauern, Lesesteinwälle	Länge von mind. 5 m		0,01	0,00
Fels- und Steinriegel sowie naturversteinte Flächen	Größe von max. 2.000 qm		0,37	0,00
Feldraine	Gesamtbreite mind. 2 m und max. 10 m		11	0,00
Terrassen	künstlich angelegte Struktur zur Reduzierung der Hangneigung		0,02	0,00
Gräben in anderen Bundesländern	[in anderen BL als LE anerkannt]		0,04	0,00

1) Grobe Abschätzung auf Grundlage der Ergebnisse der Kapitel 5.1 und 5.2.

Quelle: Eigene Auswertungen; InVeKoS 2020.

Einordnung der Einzelwirkungen der Maßnahmen, ÖVF, LE

Um die Gesamtwirkungen abzuschätzen, bedarf es einer aufwendigen Nettoflächenbetrachtung, da unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten aus AUKM und ÖVF (sowie LE) in Anspruch genommen werden. Darüber hinaus ist in NRW mit der klaren landschaftlichen Trennung in Hügelregionen und Mittelgebirge mit vergleichsweise hohen Grünlandanteilen und Tieflagen mit hohen bis sehr hohen Ackeranteilen eine regionalisierte Betrachtung sinnvoll.

Viele **ÖVF** können, teilweise unter Kürzung der AUKM-Prämie, mit AUKM kombiniert werden, sodass dadurch die Netto-Wirkungsfläche geringer als die Summe beider Flächen ausfällt. Eine Prämienkürzung ist dann zwingend, wenn ÖVF- und AUKM-Flächen lage- und zeitgleich liegen. Ein Teil des Wirkungsbeitrags ist formal gesehen der 1. Säule der Agrarpolitik (ÖVF) und ein anderer Teil der 2. Säule (AUKM) zuzuordnen. Im Regelfall ist die (höhere) Wirkung den AUKM (mit weitergehenden Auflagen) zuzurechnen.¹³ 93 % (rd. 27.000 ha) der ÖVF-Kombinationsflächen entfallen auf die ÖVF-Zwischenfrüchte, fast alle in Kombination mit Vielfältigen Kulturen im Ackerbau (VKA).¹⁴ Jeweils weitere 2 bis 3 % entfallen auf die ÖVF-Kombinationsflächen Pufferstreifen, Brachen und Leguminosen (740 bis 520 ha). Damit sind AUKM-ÖVF-Kombinationen flächenmäßig fast ausschließlich auf geringe (+) Insektenschutzwirkungen beschränkt.

Des Weiteren können **LE** als ÖVF beantragt werden. Im Falle der Hecken ist beispielsweise gleichzeitig eine Pflege durch Vertragsnaturschutzmaßnahmen möglich. Auch bei diesen Kombinationen verringert sich die Netto-Wirkungsfläche entsprechend ihrer Schnittmenge. Aufgrund des relativ geringen Umfangs der gemeldeten Landschaftselemente einerseits sowie ihres Schwerpunkts bei Gehölzen andererseits (73 % oder rd. 1.200 ha der LE sind Hecken, 14 % Feldgehölze und 11 % Baumreihen) wurde auf eine Kombinationsauswertung mit ÖVF und AUKM verzichtet. Gehölzstrukturen sind nicht als ÖVF vorgesehen (Kurzumtriebsplantagen zählen nicht dazu) und die Heckenpflege im Vertragsnaturschutz umfasst lediglich 76 ha. Mögliche Insektenschutzwirkungen von LE werden im Regelfall also (fast) vollständig anzurechnen sein.

¹³ Die Evaluierung beschäftigt sich mit den Wirkungen der EPLR, also der 2. Säule der Agrarpolitik.

¹⁴ Im Regelfall werden die ÖVF-Zwischenfrüchte somit in die Fruchtfolge nach der Hauptfrucht integriert, eine Prämienkürzung ist nicht erforderlich. Die ÖVF-Wirkung entsteht vollumfänglich, da es keine Überschneidung zu den VKA-Auflagen gibt.

Tabelle 26 gibt einen Überblick über die erreichten Nettoflächen mit insektenwirksamen Maßnahmen und ÖVF differenziert nach Acker-, Grünland und LF insgesamt. Demnach wird gut ein Viertel der LF mit 2.-Säule-Maßnahmen und ÖVF erreicht, darunter der größte Anteil durch ÖVF mit geringen Wirkungen (10,8 % der LF) und mit rd. 122.000 ha folgend die sehr heterogenen AUKM mit einem breiten Wirkungsspektrum auf 8,3 % der LF. Die flächenmäßig größten Beiträge stammen aus der Grünlandextensivierung, dem Vertragsnaturschutz im Grünland und aus dem Leguminosenanbau der Vielfältigen Kulturen. Der Ökolandbau leistet mit knapp 77.000 ha ebenfalls erhebliche Beiträge. Die einjährigen ÖVF sind auf rd. 157.300 ha überwiegend gering wirksam.

Tabelle 26: Netto-Wirkungsfläche von insektenfördernden Maßnahmen

Code	Kürzel	Insekten- schutzwirkung	Netto-Fläche ¹⁾	
			Fläche [ha]	Anteile an Landnutzungen [%]
Ackerland (AL)				
10.1	AUKM ²⁾	+ bis +++	58.623	5,6
11.1/2	ÖKO	+++	27.473	2,6
-/-	ÖVF ³⁾	+	157.292	15,0
Nettofläche Ackerland gesamt			234.805	22,3
Grünland (GL)				
10.1	AUKM	+ bis +++	63.154	15,9
11.1/2	ÖKO	+++	48.186	12,2
14.11	SoWeide	0 bis +++	47.134	11,9
-/-	ÖVF	+ bis ++	17	0,0
Nettofläche Grünland gesamt			142.531	35,9
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)				
10.1	AUKM ³⁾	+ bis +++	121.779	8,3
11.1/2	ÖKO	+++	76.919	5,3
14.11	SoWeide	0 bis +++	47.134	3,2
-/-	ÖVF ⁴⁾	+	157.292	10,8
LF-Nettofläche gesamt			376.547	25,7

1) InVeKoS-Förderdaten 2020. Vom Jährlichen Durchführungsbericht abweichender Erfassungszeitraum.

2) AUKM inkl. VNS. Bei Vielfältigen Kulturen im Ackerbau nur Leguminosenanteil angerechnet.

3) Der Gesamtwert für AUKM wurde hier als Nettofläche berechnet.

4) Wirkungsschwerpunkt der ÖVF bei + (91 % Zwischenfrüchte); potenzielle Wirkungsspanne von + bis ++ (Ausnahme bis +++).

In den Flächenangaben fehlen rd. 2.330 ha Vertragsnaturschutz, die nicht auf der LF liegen. Dazu zählen die Nutzungscodes 583 und 924. Für alle Maßnahmen gilt: Förderflächen außerhalb von NRW werden nicht mitgerechnet.

Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020 und der Förderdaten.

Mit einer Nettowirkungsfläche von 35,9 % haben die insektenfördernden Maßnahmen einen Schwerpunkt im Grünland. ÖVF spielen hier keine Rolle. Grünland umfasst jedoch nur 27 % der LF und liegt zu größeren Anteilen in stärker strukturierten Landschaften, also in einem für Insekten vorteilhafterem Umfeld. Das Ackerland wird auf 22,3 % der Fläche mit insektenwirksamen Maßnahmen erreicht; davon zu zwei Dritteln durch ÖVF.

Regionalisierte Betrachtung der Maßnahmenwirkungen

Die Maßnahmen und Wirkungen verteilen sich nicht gleichmäßig über die landwirtschaftlich genutzte Fläche. Es gab einen deutlichen Schwerpunkt der überwiegend gering wirksamen Maßnahmen in tendenziell ackerbaulich dominierten **Tieflandregionen** NRWs, während die sehr stark wirksamen Maßnahmen in den **Berglandregionen** vorherrschten (komprimierte Darstellung in Tabelle 27; ausführliche Darstellung in Tabelle A3 im Anhang). Zur Einordnung: Gut 54 % der LF in NRW sind Ackerflächen im Tiefland (entspricht 77 % des Ackerlandes in den Naturräumen), während nur 16 % der LF dem Grünland in den Bergregionen zuzuordnen ist, welches aber 57 % des Dauergrünlands entspricht (vgl. Tabelle A2 im Anhang).

Tabelle 27: Geförderte Flächen: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland

			Maßnahmenwirkungen ¹⁾		
			+	+ bis +++	Summe
Tiefland	Anteil an der Förderfläche	[%]	39,4	12,8	52,2
	Anteil an der LF	[%]	10,1	3,3	13,3
Bergland	Anteil an der Förderfläche	[%]	17,7	30,1	47,8
	Anteil an der LF	[%]	4,5	7,7	12,2

1) Bruttoflächen AUKM und ÖKO; Kombinationsflächen nicht herausgerechnet.
Weitere Hinweise bei der Langfassung der Tabelle im Anhang.

Quelle: Eigene Auswertung auf Grundlage des InVeKoS 2020, der Förderdaten und der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Die Klasse der geringen (+) Maßnahmenwirkungen im Tiefland wird maßgeblich durch den Anbau Vielfältiger Kulturen (VKA) sowie den Zwischenfruchtanbau (ZWF) bestimmt, während die Wirkungsklassen gering bis stark (+ bis +++) und stark (+++) im Bergland durch Vertragsnaturschutz (VNS) und Ökolandbau (ÖKO) dominiert werden. Beide erstere Maßnahmen werden ausschließlich im Ackerbau eingesetzt, beide letztere Maßnahmen haben im Bergland einen deutlichen Schwerpunkt im Grünland.

Ein ebenfalls klares naturräumliches Verteilungsbild ergibt die Analyse der ÖVF (vgl. Tabelle 28). Mit über drei Viertel der ÖVF-Flächen liegen die geringen (+) Wirkungen im Tiefland. Höhere Wirkungen sind ohnehin nur in geringem ÖVF-Flächenumfang zu verzeichnen. Auch diese sind stärker im Tiefland vertreten als im Bergland. Insgesamt sind 81,4 % aller ÖVF im Tief- und 18,6 % der ÖVF-Flächen im Bergland gelegen.

Tabelle 28: Verteilung der ÖVF-Wirkungen auf das Tief- und Bergland

			ÖVF-Wirkungen		
			+	+ bis +++	Summe
Tiefland	Fläche	[ha]	121.438	8.608	130.046
	Anteil an ÖVF gesamt	[%]	76,0	5,4	81,4
Bergland	Fläche	[ha]	25.107	4.589	29.696
	Anteil an ÖVF gesamt	[%]	15,7	2,9	18,6

Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020 und der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Die Maßnahmenwirkungen verteilen sich daher naturräumlich sehr unterschiedlich und gleichzeitig auf verschiedene Landnutzungen. Vor dem Hintergrund der zu vermutenden Insektenvorkommen in Abhängigkeit unterschiedlicher Landschaftsausstattung (vgl. die Unterschiede zwischen Acker- und Grünland in Kapitel 5.1.1) ist ein Schwerpunkt der hoch wirksamen Maßnahmen (AUKM, ÖKO) in Regionen zu verzeichnen, in denen geringerer Handlungsbedarf besteht, während die gering wirksamen Maßnahmen (AUKM, ÖVF) einen Schwerpunkt in Regionen haben, in denen höherer Handlungsbedarf besteht.

Tabelle 29 verdeutlicht diese Verteilung mit Hilfe einer überschlägigen Berechnung der im Jahr 2020 verausgabten öffentlichen Mittel für AUKM/ÖKO auf das Tief- und Bergland (Langfassung der Tabelle im Anhang: Tabelle A5). Im Tiefland wurden für wenig wirksame (+) Maßnahmen knapp 20 % der öffentlichen Mittel eingesetzt, die sich rechnerisch auf 16 Euro/ha LF summieren. Über alle Wirkungsgruppen betrachtet waren es im Tiefland 48 % der öffentlichen Mittel für AUKM/Ökolandbau oder 39 Euro/ha LF. Im Bergland stellt sich die Situation anders dar: Dort wurden im Schnitt 89 Euro/ha LF eingesetzt. Es flossen 43 % der im Jahr 2020 verausgabten öffentlichen Mittel in die besseren Wirkungsklassen, während es im Tiefland nur 28 % der Mittel

waren. Die Betrachtung der Finanzströme unterstreicht somit die zuvor flächenbasierten Analysen und bestätigt tendenziell eine Schieflage zwischen Handlungsbedarf und Flächen-/Mittleinsatz.

Tabelle 29: Verausgabte öffentliche Mittel für AUKM/ÖKO: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland

			Maßnahmenwirkungen ¹⁾		
			+	+ bis +++	Summe
Tiefland	Anteil öff. Mittel	[%]	19,8	28,0	47,7
	öff. Mittel/Hektar LF	[Euro]	16	23	39
Bergland	Anteil öff. Mittel	[%]	9,2	43,1	52,3
	öff. Mittel/Hektar LF	[Euro]	16	74	89

1) Ausgezahlte öffentliche Finanzmittel auf Grundlage des Jährlichen Durchführungsberichts 2020 in Kombination mit der Verteilung von Maßnahmen auf die Wirtschaftsregionen. Daraus ergeben sich Näherungswerte für den Finanzmittelfluss in das Tief- und Bergland.

Quelle: Eigene Auswertung auf Grundlage des InVeKoS 2020, der Förderdaten, der Auszahlungsdaten für das Jahr 2020 (MULNV, 2020) sowie der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Unter Berücksichtigung der Sommerweidehaltung wird dieses Bild noch verstärkt, da sie überwiegend in den grünlandreichen Mittelgebirgsregionen in Anspruch genommen wurde; dort lagen 72 % der geförderten GVE in 63 % der geförderten Betriebe bei einer Allokation von 71 % der für die Sommerweide verausgabten öffentlichen Mittel.

6 Diskussion der Ergebnisse

Die Synthese aus Kapitel 5.4 hat gezeigt, dass ein Förderschwerpunkt der wenig insektenwirksamen Maßnahmen im Tiefland liegt, wo ein höherer Handlungsbedarf zu vermuten ist (vgl. Kapitel 5.1). Dazu werden erhebliche Anteile der öffentlichen Mittel für AUKM und Ökolandbau eingesetzt. Im Kontrast dazu ist ein Schwerpunkt der höher und hoch insektenwirksamen Maßnahmen im Bergland zu verzeichnen. Sie erreichen vergleichsweise weniger Anteile der LF bei einem hohen Finanzmitteleinsatz.

Bei der folgenden Einordnung dieser Befunde ist zu berücksichtigen, **dass nur ein geringer Teil der Maßnahmen ein explizites Ziel zum Schutz der Insekten formuliert**. Es dominieren allgemeine Zielformulierungen (vgl. Kapitel 4), breite Zielartenspektren oder einzelne gefährdete Arten als Zielgegenstände. In diesem Sinne ist keine „Zielerfüllung“ oder „Zielverfehlung“ der Maßnahmen zu konstatieren, sondern lediglich ein Befund ihrer Eignung zum Insektenschutz vor dem Hintergrund ihrer potenziellen Wirkung je Flächeneinheit, ihrer Flächenumfänge und ihrer räumlichen Verteilung. Darüber hinaus ist bei der weiteren Einordnung der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass mit den hier betrachteten Maßnahmen nur ein gewisser Teil der Landschaftsausstattung mit insektenrelevanten Flächen und Strukturen berücksichtigt werden konnte.

Anhaltspunkt für eine NRW-weite Wirkungseinschätzung können Zielvorstellungen für einen effektiven Insektenschutz aus einer Expertenbefragung¹⁵ sein. Die Expertenbefragung umfasste u. a. eine Mengenabschätzung unterschiedlicher Maßnahmentypen in Abhängigkeit unterschiedlicher Landschaftsausstattungen (Oppermann et al., 2019; Oppermann et al., 2020). Die Abschätzung erfolgte anhand von ausgewählten Maßnahmen und Leitarten/-gruppen (vgl. Tabelle 30). Unterschieden wurden sog. Hotspotgebiete (zur ausführlichen Beschreibung der zwei Landschaftskategorien vgl. Tabelle A6 im Anhang), in

¹⁵ Die Umfrage unter den Expert:innen war nicht ausschließlich auf Insekten fokussiert. Es wurden Einschätzungen zu 24 Leitarten/-gruppen der Agrarlandschaft von 30 Artenexpert:innen einbezogen.

denen die Arten gute Bedingungen zur Erhaltung ihrer Population und zur Bildung von Quellpopulationen haben, von Normallandschaften, in denen tendenziell eine intensive Nutzung vorherrscht, wo aber z. B. Generalisten ebenfalls stabile Populationen aufbauen können sollten. Es werden nur Maßnahmen dargestellt, die von einer überwiegenden Mehrheit der Experten genannt wurden. Das schließt aber nicht aus, dass weitere Maßnahmen für einzelne Arten vorteilhaft sein können (z. B. Nisthilfen, Blühende Zwischenfrüchte, Kleingewässer, alte Getreidesorten) (Oppermann et al., 2020).

Tabelle 30: Übersicht über den Umfang (Prozent) geeigneter Fördermaßnahmen für ausgewählte Leitartengruppen der Insekten

	Ackerland						Gesamtwert-Schätzung Ackerflächen	Grünland					Gesamtwert-Schätzung Grünlandflächen	Landschaftselemente				Gesamtwert-Schätzung Landschaftselemente
	Selbstbegrünte Ackerbrache	Mehrlj. Blühflächen/-streifen	Ackerrandstreifen	Artenreiche Acker säume	Extensive Äcker/Lichtäcker	Ackerwildkraut-Schutzäcker		Extensive Wiesen	Extensive Weiden	Uferland-/Pufferstreifen	Algrasstreifen	Streuobstwiesen		Bäume, Baumreihen	Totholz-, Steinhäufen	Hecken, Ufer-, Feldgehölze	Erd- und Grasfeldwege	
Heuschrecken	HSp		5		5		15	40	40	10	10	10				10	10	
	NLa		2		3		10	20	20	3	5	5				5	5	
Schwebfliegen	HSp	5	10	2	12,5	6,5	35	25	20	10	5			2	9	8	12,5	
	NLa	3	5	2	5	2	20	20	15	5	5		1	5	4,5		10	
Tagfalter	HSp	5	10		5		25	30	20	5	5	5			4	4	7	
	NLa	2	4		4		13	11	11	2	5	5			3	2	5	
Wildbienen	HSp	6,5	10	3	5	5	40	35	30	5	7,5				8	5	12,5	
	NLa	4	5	2	4	2,5	17,5	14	13	2	3			4	2,5		7,5	

Geschätzte Gesamtwerte auf Grundlage der sechs (AL) bzw. fünf (GL) wichtigsten Maßnahmen für alle 24 bewerteten Leitarten/-artengruppen (Feldhase, Vögel, Insekten, Flora) in der Normallandschaft

NLa

15 bis 20 %

15 bis 30 %

HSp = Hotspotgebiete für die jeweilige Leitart. NLa = Normallandschaften ohne herausragende Eignung für die jeweilige Leitart. Medianwerte für den Maßnahmenanteil (in %) sind nur angegeben, wenn mind. 80 % der Experten die Maßnahme auswählten. Ergänzende Maßnahmen und Maßnahmen, die nur selten ausgewählt wurden, sind nicht aufgeführt.

Quelle: Gekürzt und neu zusammengestellt nach Oppermann et al. (2020).

In der Normallandschaft schwanken die Gesamtschätzungen erforderlicher Maßnahmenumfänge für Insekten-Leitartengruppen auf Ackerflächen zwischen 10 und 20 %, im Grünland zwischen 15 und 30 %. Erforderliche Ergänzungen durch Landschaftselemente liegen bei 5 bis 10 % der offenen Agrarlandschaft. Diese Empfehlungen beziehen sich jeweils auf den Gesamtumfang notwendiger hochwertiger Flächen/Landschaftselemente, also auf die Summe bereits vorhandener und ggf. zusätzlicher Flächen/Maßnahmen in der Agrarlandschaft (Oppermann et al., 2020). Da zum Bestand der Landschaftselemente keine vollständigen Daten vorliegen, kann ein ggf. zusätzlicher Bedarf in der nordrhein-westfälischen Agrarlandschaft nicht quantifiziert werden. Für Heuschrecken und Tagfalter sehen die Experten einen Handlungsschwerpunkt im Grünland, für Schwebfliegen und Wildbienen auch in den Ackerlandschaften. Insbesondere für beide letztere sind auch höhere Anteile spezifischer Landschaftselemente erforderlich. In den Hotspotgebieten liegen die Erfordernisse häufig annähernd doppelt so hoch. Alle Einschätzungen sind laut Oppermann et al. (2020) als Orientierungswerte zu verstehen, die landschaftsbedingt angepasst werden müssen. Sie setzen immer eine optimale Umsetzung der Maßnahmen voraus. Laut Oppermann et al. scheiden z. B. Einjährige Blühstreifen grundsätzlich als sinnvolle Maßnahmen aus (mögliche ökologische Fallenwirkung für Insekten) und stark vergraste Mehrjährige Blühstreifen können ihr Potenzial nicht entfalten. Auch bei einer extensiven Wiesen-/Weidenutzung können, je nach Ausgangszustand, hochwertige Lebensräume unter Umständen erst nach Jahren reduzierter Düngung und angepasster Nutzung entstehen.

Stellt man diese aus fachlicher Sicht grob geschätzten Zielwerte den in NRW erreichten Flächenumfängen gegenüber, ergibt sich das in Tabelle 31 erkennbare Bild für die Ackerflächen in NRW. Soweit möglich wurden die Maßnahmen des NRW-Programms den Kernmaßnahmen bei Oppermann et al. zugeordnet. So kann der in NRW modular aufgebaute VNS-AL einem ganzen Maßnahmenbündel zugeordnet werden. Für dieses Maßnahmenbündel wurden Flächenanteile von mind. 2 bis max. 5 % in der Normallandschaft als Voraussetzung für ausreichende Insektenvorkommen geschätzt. Diese Angaben gelten bei Oppermann et al. allerdings je betrachteter Maßnahme (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 31: Gegenüberstellung der Maßnahmenflächen in NRW und Zielwertschätzungen für die Normallandschaft im Ackerland

Ackerland		Zielwert ¹⁾ [% des AL]	Istwert
Ackermaßnahmen mit vergleichbaren Maßnahmen bei Oppermann et al. (2020)			
Blühstreifen/-flächen	Mehrjährige Blühstreifen/-flächen	2 bis 5	0,6
Vertragsnaturschutz AL	Ackerbrache/-randstreifen/artenreiche Säume/Extensiv- und Lichtäcker/ Ackerwildkrautschutz	2 bis 5	0,6
Teilsomme für vergleichbare Maßnahmen und Insekten-Artengruppen		10 bis 20	1,2
Ackermaßnahmen ohne vergleichbare Maßnahmen bei Oppermann et al. (2020)			
Leguminosen in Vielfältigen Kulturen		/	2,5
Zwischenfruchtanbau		/	1,7
Ökolandbau Ackerland		/	2,6

1) Zielwerte von 2 bis 5 Prozent gelten für jede der bei Oppermann gelisteten Maßnahmen.

Quelle: Eigene Zusammenstellung unter Verwendung der Ergebnisse aus Kapitel 5.4 und Oppermann et al. (2020).

In NRW erreichte der VNS-AL, der, wie in Kapitel 5.2 geschildert, auch andere Maßnahmenvarianten enthält, lediglich 0,6 % des Ackerlandes. Damit liegt je nach Maßnahme und betrachteter Leitartengruppe eine Differenz von 1,4 bis 3,4 Prozentpunkten des Ackerlandes zu den von Oppermann et al. vorgeschlagenen Zielwerten vor. Das sind als Fläche ausgedrückt 15.000 bis 47.000 ha zusätzlich an insektenwirksamer VNS-AL-Förderfläche (das 2,5- bis 8-fache der derzeitigen Förderfläche). Die schwach wirksamen Maßnahmen ZWF und VKA können nach Oppermann et al. keinen qualitativen Ausgleich schaffen; das gilt auch für entsprechende ÖVF. Andererseits wird bei den Autoren darauf hingewiesen, dass mit einer Erhöhung des Anteils des Ökolandbaus sich der Maßnahmenbedarf für einige Arten verringern kann.

Im Grünland stellte sich die Situation etwas besser dar (vgl. Tabelle 32). Summarisch wurde, bei vergleichbaren Maßnahmen, mit 15,9 % des Dauergrünlands die Untergrenze der Zielwertspanne von 15 bis 30 % je nach Landschaft erreicht. Den größten Beitrag lieferten die Grünlandextensivierung und qualitativ noch höherwertigere Beiträge des VNS-GL. Um die Maximal-Zielwerte von 20 % Extensive Wiesen/Weiden zu erreichen, müsste entweder der VNS-GL um mehr als ein Drittel oder die Grünlandextensivierung um mehr als ein Viertel ausgeweitet werden (Zuwachs jeweils rund 11.000 ha). Voraussetzung ist, dass es sich nicht um Kombinationsflächen handelt, was zwischen VNS-GL und EXG jedoch in gewissem Umfang der Fall ist.

Tabelle 32: Gegenüberstellung der Maßnahmenflächen in NRW und Zielwertschätzungen für die Normallandschaft

Grünland		Zielwert [% des GL]	Istwert
Grünlandmaßnahmen mit vergleichbaren Maßnahmen bei Oppermann et al. (2020)			
Uferr.-/Erosions.-Streifen	Uferrand-/Pufferstreifen	2 bis 5	0,3
Grünlandextensivierung Vertragsnaturschutz GL	Extensive	11 bis 20	10
	Wiesen & Weiden		7,3
Streuobstwiesen/Hecken	Streuobstwiesen	5	0,2
Teilsomme für vergleichbare Maßnahmen und Insekten-Artengruppen		15 bis 30	15,9
Grünlandmaßnahmen ohne vergleichbare Maßnahmen bei Oppermann et al. (2020)			
Ökolandbau Grünland		/	12,1
Sommerweidehaltung		/	11,9

Quelle: Eigene Zusammenstellung unter Verwendung der Ergebnisse aus Kapitel 5.4 und Oppermann et al. (2020).

Im Grünland können der Ökolandbau und die Sommerweidehaltung in erheblichem Umfang zum wirksamen Maßnahmenpool beitragen, wenn sie auf den Wirtschaftsflächen hohe Lebensraumqualitäten für Insekten erzielen. Das ist in beiden Maßnahmen nicht grundsätzlich gewährleistet, wie die Diskussionen in den Kapiteln 5.2.9 und 5.2.10 zeigen. Ausschlaggebend ist u. a. die tatsächlich realisierte Bewirtschaftungsintensität und die Ausgangssituation, insbesondere auf Grünlandflächen.

Für Streuobstbestände wird ein Zielwert von 5 % Anteil am Grünland, das entspricht rd. 20.000 ha, von den Experten vorgeschlagen. In NRW waren im Jahr 2005 noch ca. 18.000 ha Streuobstbestände zu finden, die jedoch in weiten Teilen überaltert waren (MUNLV, 2009). Theoretisch könnte mit diesem Bestand, sofern er noch vorhanden ist, der Zielwert in der Normallandschaft annähernd erfüllt werden. Wenngleich alte Streuobstbestände in besonderer Weise Lebensraumansprüche von Insekten erfüllen können (z. B. für Totholzbewohner), stellt die Überalterung kurz- bis mittelfristig ein Problem dar, wenn dadurch ganze Bestände verloren gehen. Nachpflanzungen können erst nach vielen Jahren vergleichbare Funktionen erfüllen. Diese sollten daher sukzessive erfolgen. Der derzeitige Förderumfang von rd. 791 ha Streuobstbeständen im Vertragsnaturschutz müsste daher vermutlich enorm gesteigert werden. Da keine Kenntnis über die Besitzverteilung der Streuobstbestände besteht, der Vertragsnaturschutz aber nur landwirtschaftlichen Betrieben zugänglich ist (siehe Kapitel 5.2.8), können zu den Zielgrößen für den Vertragsnaturschutz keine genaueren Angaben gemacht werden.

Schlussfolgerung

Mit der literaturbasierten Bewertung der Maßnahmen des NRW-Programms, den Ergebnissen der ÖFS-Auswertung und den geschätzten Bedarfswerten aus der Expertenbefragung (siehe Oppermann et al., 2020) war eine grobe Abschätzung der Maßnahmenwirkungen auf Insektenpopulationen im Programmgebiet möglich. Aufgrund der Datenlage bieten die Ergebnisse eine Orientierung, aber keine mathematische Genauigkeit, auch wenn mit Zahlen- und Anteilswerten gearbeitet wurde. Letztendlich kann eine tatsächliche Wirksamkeit immer nur vor Ort auf der Einzelfläche und im bestehenden Landschaftskontext beurteilt werden, da die wichtigen Faktoren Flächenlage und -zuschnitt, Ausgangszustand, tatsächliche inhaltliche Maßnahmenumsetzung, Vernetzung oder Verinselung, umgebende Nutzungsart und -intensität nicht mit den vorhandenen Daten hinreichend bestimmt werden können. Insbesondere müssten auch weitere vorhandene halbnatürliche und naturnahe Flächen in die Nettoflächen-Betrachtung einbezogen werden, für die in dieser Studie keine ausreichenden Daten vorlagen. Vor diesem Hintergrund sind folgende Kernergebnisse festzuhalten:

- Die untersuchten Maßnahmen sind (unterschiedlich) wirksam, aber wenig zielgerichtet auf Insekten ausgerichtet.
- Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Maßnahmen für einen langfristig und in die Breite wirkenden Insektenschutz zu wenig Fläche erreichen. Insbesondere im Ackerland sind die Maßnahmenanteile sehr gering.
- Für einen wirksamen Insektenschutz sind viele Maßnahmen nicht hochwertig genug („dark green“ im Sinne des Insektenschutzes). Diese Qualitätsmängel gelten sowohl für das Acker- als auch das Grünland.

7 Empfehlungen

Die Empfehlungen adressieren eher den Aufbau einer insektenfördernden Landnutzung und Förderstruktur als die Defizite bestehender Maßnahmen. Das ist dem Umstand geschuldet, dass das bestehende Maßnahmenportfolio nur in Ausnahmefällen explizit und ausschließlich auf die Förderung von Insekten ausgerichtet ist. Dennoch wurde deutlich, dass auch die bestehenden Maßnahmen im Sinne des Insektenschutzes optimiert werden könnten. Allerdings muss dabei geprüft werden, inwieweit das mit den bestehenden Förderzielen vereinbar ist, insbesondere wenn es um spezielle Zielarten des Vertragsnaturschutzes geht. In naturnahen Lebensräumen werden im Regelfall Synergien zwischen dem Schutz von Insekten und anderen Tier- oder Pflanzenarten bestehen, da arten- und individuenreiche Insektenpopulationen eine vielfältige, gut vernetzte Landschaft indizieren, die hohe Anteile von un- oder wenig gestörten sowie extensiv genutzten Landwirtschaftsflächen hat. Eine deutliche Verbesserung des Insektenschutzes wird nur teilweise mit freiwilligen Maßnahmen zu erzielen sein. Daher beziehen sich einige Empfehlungen auch auf Veränderungen im Ordnungsrecht.

Generelle Empfehlungen

Die Haupttreiber des Insektenrückgangs (1) Habitatverluste, eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und Verstädterung, (2) Belastungen mit Pestiziden und Düngemitteln (siehe Kapitel 2) müssen großräumig und insbesondere in Kerngebieten des Naturschutzes angesprochen werden. Empfehlungen dazu sind:

- Der Anteil von dauerhaften und temporären hochwertigen Flächen für den Insektenschutz in der Agrarlandschaft muss deutlich erhöht werden. Das gilt sowohl für naturnahe/natürliche Biotope als auch für entsprechende Maßnahmenanteile im Grün- und Ackerland. Für vorherrschend sehr intensiv genutzte Landschaften ($\geq 95\%$ ausschließlich intensive landwirtschaftliche Nutzung) wird ein Flächenanteil von 10 bis 40 % gefordert, im Mittel 20 bis 30 %, um Populationen typischer Agrararten langfristig das Überleben zu sichern (Oppermann et al., 2019).
- Es sollte eine weitläufige Vernetzung von Habitaten durch ihre Neuanlage (Raine, Hecken, Feldgehölze, Kleingewässer, Steinmauern, offene Bodenstellen, Totholz) und Qualitätssteigerung (breitere, nährstoffärmere Landschaftselemente; angepasste Pflegeregime; breitere Wegerandstreifen; grüne Feldwege) angestrebt werden. Ein Ansatz wäre z. B. die Wiedergewinnung von unter den Pflug genommenen Wegerandstreifen, deren Aushagerung (Abschub von Oberboden) und Einsaat mit regionalem Saatgut. Ein weiterer Ansatzpunkt sind Flurbereinigungsverfahren, um eine insektenfreundliche Landschaftsmatrix (Lage, Größe und Vernetzung insektenfreundlicher Landschaftselemente und Nutzungen) (wieder) zu etablieren.
- Agroforstsysteme in Ackerbaulandschaften können zur horizontalen und vertikalen Strukturierung und pflanzlichen Diversifizierung der Landschaft beitragen. Derzeit werden viele Systeme erprobt, die einen gleichzeitigen Anbau von z. B. Nutzholz und Feldfrucht zulassen. Je nach System kann auch die biologische Schädlingskontrolle verbessert bzw. überhaupt erst wieder ermöglicht werden.
- In Naturschutzgebieten, Nationalparks, gesetzlich geschützten Biotopen sowie relevanten anderen Bestandteilen von FFH- und Vogelschutzgebieten sollte der Einsatz von PSM generell, aber Insektizide im Besonderen, verboten werden. Das Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG NRW) verbietet seit dem 1.1.2022

auf Dauergrünland in Naturschutzgebieten den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Für weitergehende Regelungen, insbesondere auch auf Ackerland, müssten ggf. weitere Bestimmungen im LNatSchG NRW aufgenommen, die Schutzgebietsverordnungen und/oder die Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (PflSchAnwV 2022) angepasst werden. Die bisherigen Regelungen der PflSchAnwV gelten für eine begrenzte Auswahl von Schutzgebieten sowie PSM-Wirkstoffen. Insbesondere Ackerflächen in Vogelschutzgebieten, die im Regelfall nicht als Naturschutzgebiet ausgewiesen werden, werden derzeit nicht berücksichtigt. Ein Monitoring der Wirkungen ist zu empfehlen, um ggf. nachsteuern zu können, z. B. hinsichtlich Herbizidanwendungen.

- Insbesondere um kleine oder schmale Schutzgebiete sollten PSM-freie oder mindestens insektizidfreie Pufferflächen ausgewiesen werden. Aufgrund der weitreichenden Abtriftdistanzen von PSM sind mind. 100 m breite Pufferzonen zu empfehlen.
- In Naturschutzgebieten sollte der Einsatz stickstoffhaltiger chem.-synth. Düngemittel generell verboten werden. Auch für organische Düngemittel sollte eine Obergrenze festgelegt werden.
- Wenn der kooperative Naturschutz Vorrang vor ordnungspolitischen Maßnahmen haben soll (siehe Landtag Nordrhein-Westfalen, 2022), müssen dafür erhebliche zusätzliche Finanzmittel und Kapazitäten in den Bereichen Beratung, Betreuung, Verwaltung und Planung vorgesehen werden. Die Akzeptanz bestehender und neuer AUKM muss erheblich gesteigert und räumlich sinnvoll gelenkt werden.
- Der Ökolandbau sollte weiter ausgebaut werden. Durch den Verzicht auf chem.-synth. PSM und Dünger bietet er einen Grundschutz für Insekten auf den Produktionsflächen. Außerdem werden angrenzende (halb-) natürliche Lebensräume nicht durch Abtritt von Dünger und PSM belastet. In diesem Sinne sorgt der Ökolandbau für eine grundlegende „Entstressung“ der Landschaft. Um die Wirkungspotenziale voll auszuschöpfen, müssen allerdings, analog zum konventionellen Landbau, zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden.
- Die Verringerung von Feldgrößen erhöht die Feldrandlänge mit entsprechenden Randstrukturen wie Säumen und Hecken oder auch (grünen) Feldwegen. Studien haben gezeigt, dass in Landschaften mit kleineren Feldern die Artenvielfalt (von Insekten und Spinnen) genauso stark ausgeprägt ist, wie in Landschaften mit deutlich erhöhten Anteilen von naturnahen Flächen. Demnach könnte die Reduktion einer durchschnittlichen Feldgröße von 5 auf 2,8 ha genauso wirksam sein wie der Anstieg naturnaher Flächen von 0,5 auf 11 % (Tscharntke, 2021). Eine Mindestanforderung an Flurbereinigungsverfahren wäre daher, Feldzuschnitte nicht weiter zu vergrößern und zu begradigen, sondern ggf. zu verkleinern und vernetzte Randstrukturen gezielt neu anzulegen, da deren Wirkungen durch temporäre AUKM offensichtlich nicht oder nur bedingt ersetzt werden können. Säume sollten insektenfreundlich gepflegt werden (LANUV, 2017a). In der Förderperiode 2023 bis 2027 ist die Förderung kleiner Ackerschläge bis max. 5 ha Größe möglich (RL AUM 2022). Positive Wirkungen dieser neuen AUKM sind insbesondere dann zu erwarten, wenn die Fruchtfolge diversifiziert wird (an einander angrenzend müssen unterschiedliche Hauptfruchtarten angebaut werden) und die Schläge mit zusätzlichen Strukturen (z. B. Buntbrachen) kombiniert werden.

Maßnahmen im Grünland

- Es sollte eine möglichst großflächige und möglichst ganzjährige Beweidung gefördert werden. Große Beweidungsflächen sind häufig extensiv bewirtschaftet, strukturreicher und bieten Insekten Nischen für Reproduktion und Ernährung. Eine ganzjährige Beweidung sichert darüber hinaus allen dunggebundenen Insektenarten eine durchgehende Nahrungsverfügbarkeit und Reproduktionsmöglichkeit.
- In AUKM mit Beweidung sollte geregelt werden, dass auf eine prophylaktische Behandlung der Weidetiere mit Antiparasitika zu verzichten ist. Das gilt insbesondere auch für Großbeweidungsprojekte. Behandelte Tiere sollten übergangsweise im Stall gehalten werden.
- In AUKM mit Wiesennutzung sollte eine insektenschonende Mahdtechnik verpflichtend angewendet werden, wie sie seit 2022 im Rahmen des Vertragsnaturschutzes als freiwillige Förderung angeboten wird (Pakte 5520

Einsatz schonender Technik) (Rahmen-RL VNS 2022). Techniken, die schnell rotierende Schneidewerkzeuge verwenden, verursachen hohe Insektenverluste. Daher sollte auf Mulchverfahren, Silageschnitt und Mähgutaufbereiter verzichtet werden. Auch die Gewinnung von Heu könnte gesondert honoriert werden. Weitere schonende Mahdtechniken sind: Mähen von innen nach außen, wie auf Grünland in Naturschutzgebieten bereits verpflichtend (§ 4 LNatSchG NRW), oder von einer zur anderen Seite sowie ein Anheben der Mindestschnitthöhe auf zehn Zentimeter. In Schutzgebieten kann entsprechend der RL investiver Naturschutz-Managementpläne 2022 auch eine Maschinenförderung für umweltfreundliche Mähtechnik erfolgen.

- Auf großen, zusammenhängenden Grünlandschlägen sollte die Mosaikmahd (auch Teil- oder Staffelmahd) als Fördervariante angeboten werden. Ein einheitlich bewirtschafteter Grünlandschlag wird dazu in kleinere Parzellen unterteilt, die dann gestaffelt nacheinander gemäht werden. So entsteht im Idealfall ein kleinräumiges Mosaik aus frisch gemähten, nachwachsenden und ungemähten Flächen mit unterschiedlichen Wachstumsstadien der Grünlandflora.
- Im Wiesen-Grünland sollten Teilflächen als Altgrasstreifen von der Mahd temporär ausgespart werden. Während im bestehenden Intensivgrünland kaum Wirkungen zu erwarten sind, ist in einem arten-/krautreichen Ausgangsbestand eine gute temporäre Wirkung durch Nektar-, Pollen- und Krautreichtum wahrscheinlich. Die Altgrasstreifen können bis zum nächsten Bewirtschaftungsdurchgang oder über Winter verbleiben. Bei überjährigen Altgrasstreifen werden Überwinterungs- und Reproduktionshabitate geschaffen. Im Regelfall gilt: Je breiter und je sonnenexponierter, desto besser.
- Intensivgrünländer, die in eine Extensivnutzung überführt werden, sollten floristisch aktiv aufgewertet werden. Dazu bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an, die jeweils Vor- und Nachteile haben: Einsaat mit gebietsheimischem Saatgut, Mahdgutübertragung aus regionalen artenreichen Beständen, Sodenverpflanzung usw.
- Die Inanspruchnahme des Vertragsnaturschutzes im Grünland und in besonderen Biotopen sollte weiter gesteigert werden. In den Bewirtschaftungspaketen können besonders flexibel insektenschonende und -fördernde Bewirtschaftungsweisen umgesetzt werden (Verzicht auf N-Düngung und PSM, angepasste Mahdtechnik und -termine, extensive Beweidung, Pflege von halbnatürlichen Biotopen wie Trockenrasen, Feuchtwiesen, Heiden, Stehenlassen von Altgrasstreifen etc.).
- Aufgrund des erheblichen Verlusts in der Vergangenheit sollten noch erhaltene Streuobstwiesen nicht nur gepflegt, sondern auch neu angelegt werden. Die Pflege wird über den Vertragsnaturschutz gefördert, während ihre Neuanlage über den investiven Naturschutz unterstützt wird. Entscheidend ist auch hier im Sinne des Insektenschutzes eine erhebliche Steigerung der Akzeptanz beider Maßnahmen. Eine besonders hohe Effektivität hat die Neuanlage von Streuobstwiesen in ackerbaulich intensiv genutzten Landschaften. Weitere Hinweise zur Ausgestaltung der Förderung von Streuobstwiesen gibt Bathke (2023).
- Vor dem Hintergrund der erheblichen Grünlandverluste in den vergangenen Jahrzehnten und den hohen Potenzialen von Grünland für die biologische Vielfalt insgesamt sollte die Umwandlung von Ackerland in extensiv genutztes Grünland (weiterhin) mit einem attraktiven Förderangebot gestärkt werden. Wo immer möglich sollte dabei eine sinnvolle Biotopvernetzung berücksichtigt werden.
- Die (Hüte-)Schafhaltung dient der Pflege bedrohter Lebensräume und Arten und kann ein wichtiger Vektor zur Verbreitung von Pflanzensamen und Insekten sein. Auf Naturschutzflächen kann sie nicht oder kaum produktionsorientiert durchgeführt werden. Daher bedarf sie einer besonderen logistischen (Triftkonzepte, Weideinfrastruktur) und finanziellen Unterstützung.

Maßnahmen im Ackerland

Hier erfolgt eine Unterscheidung von produktionsintegrierten Maßnahmen und solchen, die keine Produktion von Ackerfrüchten zulassen. Produktionsintegrierte Maßnahmenoptionen werden in vielen Fällen bereits

angeboten, häufig im Rahmen des Vertragsnaturschutzes. Für die Förderung von Insekten müssen sie mehr Verbreitung finden.

- Ackerrandstreifen und Ackerwildkrautäcker an Schlaggrenzen oder auf ganzen Schlägen, die Ackerwildkrautflora durch Verzicht auf Herbizide und Düngung fördern. Dadurch werden Ressourcen für Insekten bereitgestellt. Die Maßnahme wird im Vertragsnaturschutz in Bausteinen mit und ohne chem.-synth. Stickstoffdüngern in einer Kulisse angeboten.
- Förderung von Lichtäckern mit doppeltem oder erweitertem Saatreihenabstand von 25 bis 35 cm auf ganzen Schlägen. Dabei Verzicht auf Herbizide und Insektizide, während andere PSM erlaubt sein können. Optional ist keine oder eine reduzierte Düngung sinnvoll. Auch hierdurch werden Ressourcen (Blüten, Nahrungspflanzen) für Insekten bereitgestellt. Es profitieren auch Arten mit einem erhöhten Licht- oder Wärmebedürfnis (Oppermann et al., 2019; IFAB und KTBL, 2021; Fartmann et al., 2021a). Die Maßnahme wird im Vertragsnaturschutz ohne PSM und Düngung angeboten. In der Förderperiode 2023 bis 2027 wird eine AUKM Getreideanbau mit weiter Reihe angeboten, die einen doppelten Saatreihenabstand und eine Reduktion des PSM-Einsatzes vorsieht. Optional kann sich daran eine Stoppelbrache bis zum 1. Februar des Folgejahres anschließen (RL AUM 2022).
- Stoppelbrachen können spätblühende Ackerwildkräuter und Insekten fördern, wenn sie nicht mit Herbiziden und Insektiziden behandelt werden. Die Stoppel können für Insekten Reproduktions- und/oder Überwinterungsraum bieten. Im Optimum verbleiben die Stoppeln nach der Getreideernte daher bis zur Folgefrucht im Folgejahr auf der Fläche. Auch hier sind Streifenvarianten denkbar. Im Zusammenwirken mit einer in der Getreidehauptfrucht eingebrachten blühenden Untersaat (Leguminosen, Wildkrautarten) können zusätzliche Nektar- und Pollenquellen geschaffen werden. Die Maßnahme wird im Vertragsnaturschutz einerseits in der eng begrenzten Feldhamsterkulisse angeboten. Die Getreide- oder Rapsstoppeln müssen in diesem Zusammenhang nur bis zum 15. Oktober bis zur Winterfolgefrucht auf dem Feld verbleiben. Andererseits erfolgt das Angebot zur allgemeinen Förderung einer artenreichen Feldflur, wobei die Stoppeln über Winter bis zum 28. Februar verbleiben müssen.
- Der Anbau mehrjähriger Futterleguminosen schafft für die Generalisten unter den Insekten ein zusätzliches Futterangebot. Die Wirkungen sind eher als gering einzuschätzen, können unter bestimmten Voraussetzungen jedoch Synergien für andere Zielarten (Feldvögel, Feldhamster, Jagdrevier für Greifvögel) liefern. Dazu sollte ein später erster Schnitt im Juni erfolgen und das Mahdintervall mind. sieben Wochen betragen. Ein Hochschnitt mit mind. 10 bis 14 cm Schnitthöhe erhält die Eignung der Bestände als Deckung und schont Tiere im Pflanzenbestand. Über den Winter ungemähte Streifen bieten Überwinterungs- und Nahrungshabitate. Die Maßnahme wird im Vertragsnaturschutz in der eng begrenzten Feldhamsterkulisse angeboten, wobei allerdings im Regelfall nur mind. 6 m breite Streifen angebaut werden, die jährlich rotieren können. Der Einsatz von PSM ist erlaubt.
- Maßnahmen wie Vielfältige Kulturen im Ackerbau und Zwischenfruchtanbau sind aus Insektenschutzsicht wenig wirksam. Sie könnten entweder für den Insektenschutz optimiert oder durch wirksamere Maßnahmen ersetzt werden. Im Zwischenfruchtanbau müsste beispielsweise sichergestellt werden, dass Kulturarten wie Weißer Senf, Öl-Rettich, Sonnenblume oder kleinkörnige Leguminosen wie Klee und Luzerne durch rechtzeitige Aussaat noch zur Blütenbildung im Herbst gelangen, um die Maßnahmenwirkung zumindest für einige Generalisten unter den Insekten zu verbessern.

Nicht produktionsintegrierte und damit Produktionsfläche beanspruchende Maßnahmen sind:

- Selbstbegrünte Brachen/Brachestreifen sind z. B. für Heuschrecken optimal, da sie von höheren Grasanteilen profitieren, die jedoch nicht zu dichte Bestände ausbilden. Es profitieren genauso Schmetterlinge, Käfer, Haut- und Zweiflügler sowie diverse höhere Arten der Feldfauna. Ihr Anteil in der Agrarlandschaft hat mit

Ende des EU-Flächenstilllegungsprogramms (Laufzeit 1992 bis 2007¹⁶) deutlich abgenommen. Selbstbegrünte Brachen werden bereits im Vertragsnaturschutz angeboten. Sie hatten im Jahr 2020 mit 1.215 ha (0,1 % des Ackerlandes in NRW) wenig Akzeptanz.

- Mehrjährige Blühstreifen/-flächen werden sowohl nach der Richtlinie AUM als auch den Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz gefördert. In beiden Fällen sind auch einjährige bzw. rotierende Streifen/Flächen zulässig, während aus Insektenschutzsicht mehrjährige oder überjährige standorttreue Varianten zu bevorzugen sind. In jedem Fall sollten gebietseigene Blühmischungen (Regiosaatgut) gegenüber Kulturpflanzen bevorzugt werden. In der neuen Förderperiode 2023 bis 2027 werden als AUKM mehrjährige, lagetreue Buntbrachen (RL AUM 2022) sowie weiterhin Blühstreifen im Rahmen des Vertragsnaturschutzes (Rahmen-RL VNS 2022) angeboten, die durch einjährige Öko-Regelungen für Blühstreifen/-flächen ergänzt werden.
- Der Ernteverzicht von Getreidestreifen kann sowohl Insekten als auch andere Arten der Feldflur fördern (Vögel, Feldhase, Feldhamster). Die Flächen sollten jährlich rotieren. Als allgemein förderliche Maßnahme für Arten der Feldflur wie auch für den Feldhamster ist der Förderbaustein bereits im Vertragsnaturschutz implementiert.
- Insektenbänke oder Insektenwälle (beetle and bee banks) trennen idealerweise zwei nebeneinander liegende Feldfrüchte oder werden bei großen Schlägen innerhalb eines Schlages angelegt. Mit Hilfe des Pfluges werden ca. 40 cm hohe Erdwälle in (variabler, ca. 2 bis 8 Meter) Maschinenbreite angelegt. Sie können mit i. d. R. Knäulgras (*Dactylis glomerata*) oder einer autochthonen Blühmischung eingesät werden und verbleiben mehrere Jahre auf der Fläche. In Kombination mit parallel angelegten Blühstreifen bieten sie nicht nur Insekten gute Sommer- und Winterhabitate, sondern auch Rebhuhn, Feldhase usw.

¹⁶ Aussetzung im Jahr 2008, endgültige Abschaffung im Jahr 2009. Bereits von 2007 auf 2008 erfolgte in Deutschland eine Halbierung der Stilllegungsflächen.

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. *Ecol Appl* 30(6):e02138. doi: 10.1002/eap.2138
- ABU [Arbeitsgemeinschaft biologischer Umweltschutz] (ed) (2019) Naturnahe Beweidung und NATURA 2000: Ganzjahresbeweidung im Management von Lebensraumtypen und Arten im europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Bad Sassendorf, 291 p
- AID [Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V.] (2010) Fragen und Antworten zum Thema Ökolandbau, zu finden in <http://www.aid.de/landwirtschaft/oeko_produktion_faq.php> [zitiert am 23.2.2011]
- Albrecht C (1998) Krautstreifen als Lebensräume in Getreidefeldern. Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag
- Albrecht C, Esser T, Hille B (2008) Wirksamkeit und Fördermöglichkeiten von Zusatzstrukturen in der Landwirtschaft als Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt. Schriftreihe des Instituts für Landwirtschaft und Umwelt 16
- Alfoeldi T, Fliessbach A, Geier U, Kilcher L, Niggli U, Pfiffner L, Stolze M, Willer H (2002) Organic Agriculture and the Environment. In: El-Hage Scialabba N, Hattam C (eds) Organic agriculture, environment and food security, zu finden in <<http://orgprints.org/573>> [zitiert am 2.9.2019]
- ANL [Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege] (2014) Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz", zu finden in <<https://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm>> [zitiert am 29.7.2022]
- Aßmann T, Buse J, Drees C, Homburg K, Nolte D (2019) Was tun gegen das Insektensterben?: Empfehlungen für naturschutzfachlich wertvolle Flächen. *Natur und Landschaft* 94(6+7):289-293. doi: 10.17433/6.2019.50153709.289-293
- Bach M, Fabis J, Frede H-G (1997) Filterwirkung von Uferstreifen für Stoffeinträge in Gewässer in unterschiedlichen Landschaftsräumen. *DVWK-Mitteilungen* 28
- Batáry P, Báldi A, Kleijn D, Tscharnkte T (2011) Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proc Biol Sci* 278(1713):1894-1902. doi: 10.1098/rspb.2010.1923
- Batáry P, Dicks LV, Kleijn D, Sutherland WJ (2015) The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conserv Biol* 29(4):1006-1016. doi: 10.1111/cobi.12536
- Batáry P, Gallé R, Riesch F, Fischer C, Dormann CF, Mußhoff O, Császár P, Fusaro S, Gayer C, Happe A-K, Kurucz K, Molnár D, Rösch V, Wietzke A, Tscharnkte T (2017) The former Iron Curtain still drives biodiversity-profit trade-offs in German agriculture. *Nature Ecology & Evolution*(1):1279-1284
- Bathke M (2023) "Investiver Naturschutz" (7.6) und "Schutz- und Bewirtschaftungskonzepte Naturschutz" (7.1.3): Bericht im Rahmen der laufenden Bewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum 2014 bis 2022. 5-Länder-Evaluation, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2023/3-2023_Investiver_Naturschutz_NRW.pdf> [zitiert am 5.5.2023]
- BCE [Butterfly Conservation Europe] (2019) The EU Butterfly Indicator for Grassland species: 1990-2017: Technical report, zu finden in <[https://butterfly-monitoring.net/sites/default/files/Publications/Technical%20report%20EU%20Grassland%20indicator%201990-2017%20June%202019%20v4%20\(3\).pdf](https://butterfly-monitoring.net/sites/default/files/Publications/Technical%20report%20EU%20Grassland%20indicator%201990-2017%20June%202019%20v4%20(3).pdf)> [zitiert am 21.12.2021]

- BCE [Butterfly Conservation Europe] (2021) Grassland butterflies – population index, 1991-2018. European Environment Agency (EEA), zu finden in https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/8370462c76d24ca3935d974a82a0dcaa [zitiert am 21.12.2021]
- Becker N, Muchow T, Schmelzer M (2020) AgrarNatur-Ratgeber: Arten erkennen, Maßnahmen umsetzen, Vielfalt bewahren, hg. v. Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 220 p
- Bengtsson J, Ahnström J, Weibull A-C (2005) The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*(42):261-269
- Beulting A (2015) Schutz arten- und blütenreicher Säume in Münster: Ein Projekt der NABU-Naturschutzstation Münsterland in Zusammenarbeit mit der Stadt Münster. *Natur in NRW* 40(1):20-22
- Beyer N, Gabriel D, Kirsch F, Schulz-Kesting K, Dauber J, Westphal C (2020) Functional groups of wild bees respond differently to faba bean (*Vicia faba* L.) cultivation at landscape scale. *J Appl Ecol*(57):2499-2508. doi: 10.1111/1365-2664.13745
- BfN [Bundesamt für Naturschutz] (2015) Artenschutz-Report 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland. Bonn, 61 p, zu finden in https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2015/Dokumente/Artenschutzreport_Download.pdf [zitiert am 4.10.2021]
- BfN [Bundesamt für Naturschutz] (2021) Vogelschutzbericht 2019, zu finden in <https://www.bfn.de/vogelschutzbericht-2019> [zitiert am 18.2.2022]
- BLE [Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung] (ed) (2013) Schriftenreihe des Informations- und Koordinationszentrums: Agrobiodiversität 34
- BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2022) Tabellen zur Landwirtschaft: Düngemittel, Nährstoffbilanzen, Pflanzenschutz, Schädlingsbekämpfung: Nährstoffbilanz insgesamt von 1990 bis 2019 – in kg N/ha (MBT-0111260-0000), zu finden in <https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/MBT-0111260-0000.xlsx> [zitiert am 18.2.2022]
- BÖLW [Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e. V.] (2006) Nachgefragt: 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmitteln. Nachgefragt: 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmitteln
- Bunzel-Drüke M, Böhm C, Finck P, Kämmer G, Luick R, Reisinger E, Riecken U, Riedl J, Scharf M, Zimball O (2008) Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – "Wilde Weiden" – Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU). Bad Sassendorf-Lohne
- Buse J (2019) Bedeutung des Dungs von Weidetieren für wirbellose Tiere, insbesondere für koprophage Käfer. In: Arbeitsgemeinschaft biologischer Umweltschutz (ed) Naturnahe Beweidung und NATURA 2000: Ganzjahresbeweidung im Management von Lebensraumtypen und Arten im europäischen Schutzgebietssystem NATURA 2000. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Bad Sassendorf: pp 278-283
- Buse J, Illi M, Jetter K, Klotz A-K, Knödler S, Schütz N, Förchler MI (2021) Extensive Beweidung mit Rindern als Maßnahme des Insektenschutzes: Auswirkungen auf Dungkäfergemeinschaften im Nordschwarzwald. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 53(7):18-25. doi: 10.1399/NUL2021.07.02
- BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2021) Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland: Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz. Korrigierte Version Dezember 2021, 14 p, zu finden in <http://www.bvl.bund.de/psmstatistiken> [zitiert am 15.2.2022]

- BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2023) Harmonisierte Risikoindikatoren, zu finden in
<https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/05_HarmonisierteRisikoindikatoren/psm_HRI_node.html> [zitiert am 16.2.2023]
- BZL [Bundesinformationszentrum Landwirtschaft] (2024) Wie stark sind die Erträge von Nutzpflanzen seit 1950 gestiegen?, zu finden in <<https://www.praxis-agrar.de/service/infografiken/wie-stark-sind-die-ertraege-von-nutzpflanzen-seit-1950-gestiegen>> [zitiert am 9.1.2024]
- Cardoso P, Barton PS, Birkhofer K, Chichorro F, Deacon C, Fartmann T, Fukushima CS, Gaigher R, Habel JC, Hallmann CA, Hill MJ, Hochkirch A, Kwak ML, Mammola S, Ari Noriega J, Orfinger AB, Pedraza F, Pryke JS, Roque FO, Settele J, Simaika JP, Stork NE, Suhling F, Vorster C, Samways MJ (2020) Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation* 242:108426. doi: 10.1016/j.biocon.2020.108426
- Denys C, Thies C, Fischer R, Tschardt T (1997) Die Ökologische Bewertung von Ackerrandstreifen im integrierten Landbau. *Mitteilungen aus der NNA*(3):4-11
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (2011) Landwirtschaftszählung 2010: Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung – Fachserie 3 Heft 6 – 2010 (XLSX-Dateiformat), zu finden in
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/stallhaltung-weidehaltung-2032806109005.xlsx?__blob=publicationFile> [zitiert am 7.11.2023]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (2021a) Landwirtschaftszählung 2020: Bodennutzung der Betriebe (Struktur der Bodennutzung) – Fachserie 3 Reihe 2.1.2 – 2020 (XLSX-Dateiformat), zu finden in
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/bodennutzung-2030212207005.xlsx?__blob=publicationFile> [zitiert am 9.11.2023]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (2021b) Landwirtschaftszählung 2020: Stallhaltung, Weidehaltung – 2020 (XLSX-Dateiformat), zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/stallhaltung-weidehaltung-tb-5411404209005.xlsx?__blob=publicationFile> [zitiert am 7.11.2023]
- Dietzel S, Sauter F, Moosner M, Fischer C, Kollmann J (2019) Blühstreifen und Blühflächen in der landwirtschaftlichen Praxis – eine naturschutzfachliche Evaluation. *Anliegen Natur* 41(1):1-14
- EEA [European Environment Agency] (2013) The European Grassland Butterfly Indicator: 1990-2011. EEA Technical report
- EU-KOM [Europäische Kommission] (2022) Vom Hof auf den Tisch: neue Vorschriften zur Verringerung des mit Pestiziden einhergehenden Risikos und ihrer Verwendung in der EU: Fragen und Antworten, 22. Juni 2022. Brüssel, zu finden in <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_22_3694> [zitiert am 13.6.2023]
- Everwand G, Cass S, Dauber J, Williams M, Stout J (2017) Legume Crops and Biodiversity. In: Murphy-Bokern D, Stoddard FL, Watson CA (eds) *Legumes in cropping systems*. Wallingford, Oxfordshire, UK, Boston, MA: CABI: pp 55-69
- Fahrig L, Girard J, Duro D, Pasher J, Smith A, Javorek S, King D, Freemark Lindsay K, Mitchell S, Tischendorf L (2015) Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200:219-234

- Fartmann T, Jedicke E, Stuhldreher G, Streitberger M (2021a) Insektensterben in Mitteleuropa: Ursachen und Gegenmaßnahmen. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer
- Fartmann T, Poniatowski D, Stuhldreher G, Streitberger M (2019a) Insektenrückgang und -schutz in den fragmentierten Landschaften Mitteleuropas. *Natur und Landschaft* 94(6+7):261-270. doi: 10.17433/6.2019.50153703.261-270
- Fartmann T, Poniatowski D, Stuhldreher G, Streitberger M (2019b) Insektenrückgang und -schutz in den fragmentierten Landschaften Mitteleuropas. *Natur und Landschaft* 94(6+7):261-270
- Fartmann T, Stuhldreher G, Streitberger M, Helbing F (2021b) Die Bedeutung der Habitatqualität für den Schutz der Insektendiversität: Mikroklima, Phytodiversität, Habitatheterogenität und Totholz sind Schlüsselfaktoren für artenreiche Insektengemeinschaften. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 53(7):12-17
- Fluhr-Meyer G, Adelman W (2020) Blühstreifen und Pestizide – Falle oder Lebensraum?: Diskussionspapier. *Anliegen Natur* 42(2), zu finden in
<https://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an42205fluhr_meyer_et_al_2020_bluehstreifen_pestizide.pdf> [zitiert am 21.3.2022]
- Fournier E, Loreau M (1999) Effects of newly planted hedges on ground-beetle diversity (Coleoptera, Carabidae) in an agricultural landscape. *Ecography* 22(1):87-97
- Freier B, Krengel S, Kula C, Kühne S, Kehlenbeck H (2017) Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft, hg. v. Julius Kühn-Institut (JKI). Berichte aus dem Julius Kühn-Institut
- Fricke M, von Nordheim H (1992) Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsweisen des Grünlands auf Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria) in der Oker-Aue (Niedersachsen) sowie Bewirtschaftungsempfehlungen aus Naturschutzsicht: Effects of different farming methods and management of grasslands on grasshoppers (Saltatoria, Orthoptera) in the Oker valley (Lower Saxony, FRG) and management recommendations from the conservation view. *Braunschweiger naturkundliche Schriften* 4(1):59-89
- Gabriel D, Tschardt T (2007) Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118(1-4):43-48. doi: 10.1016/j.agee.2006.04.005
- Geppert C, Hass A, Földesi R, Donkó B, Akter A, Tschardt T, Batáry P (2020) Agri-environment schemes enhance pollinator richness and abundance but bumblebee reproduction depends on field size. *J Appl Ecol* 57(9):1818-1828. doi: 10.1111/1365-2664.13682
- Gerken B, Görner M (eds) (1999) Europäische Landschaftsentwicklung mit großen Weidetieren: Geschichte, Modelle und Perspektiven ; Referate und Ergebnisse des gleichnamigen Symposiums vom 21. bis 23. April 1998 in Neuhaus im Solling = The development of european landscapes with large herbivores, 1. Aufl. Höxter: Universität-Gesamthochschule Paderborn Abt. Höxter Lehrgebiet Tierökologie, 435 p. Natur- und Kulturlandschaft 3
- LNatSchG NRW: Gesetz zum Schutz der Natur in Nordrhein-Westfalen (Landesnaturenschutzgesetz – LNatSchG NRW)
- Gottwald F, Stein-Bachinger K (2016) Landwirtschaft für Artenvielfalt: Ein Naturschutzmodell für ökologisch bewirtschaftete Betriebe, hg. v. WWF Deutschland, 2. überarbeitete Auflage, 208 p
- Gunstone T, Cornelisse T, Klein K, Dubey A, Donley N (2021) Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment. *Front. Environ. Sci.* 9. doi: 10.3389/fenvs.2021.643847

- Haaland C, Naisbit RE, Bersier L-F (2011) Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity* 4(1):60-80. doi: 10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x
- Habel JC, Schmitt T, Gros P, Ulrich W (2022) Breakpoints in butterfly decline in Central Europe over the last century. *Sci Total Environ* 851(Pt 2):158315. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158315
- Habel JC, Segerer A, Ulrich W, Torchyk O, Weisser WW, Schmitt T (2016) Butterfly community shifts over two centuries. *Conservation Biology* 30(4):754-762. doi: 10.1111/cobi.12656
- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hören T, Goulson D, Kroon H de (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12(10):e0185809. doi: 10.1371/journal.pone.0185809, zu finden in <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>> [zitiert am 12.2.2021]
- Happe A-K, Riesch F, Rösch V, Gallé R, Tschardt T, Batáry P (2018) Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 254:92-98. doi: 10.1016/j.agee.2017.11.019
- Heinrich Böll Stiftung, BUND [Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.], PAN Germany [Pestizid Aktions-Netzwerk e.V.], Le Monde Diplomatique (2022) Pestizidatlas 2022: Daten und Fakten zu Giften in der Landwirtschaft, 1. Auflage, 50 p
- Heinrich-Böll-Stiftung, BUND [Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.], Le Monde Diplomatique (2020) Insektenatlas: Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge in der Landwirtschaft, 2. Aufl., zu finden in <https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/naturschutz/insektenatlas_2020.pdf> [zitiert am 12.2.2021]
- Heiringhoff Campos V (2015) Artenreiche Saumstrukturen durch landwirtschaftliche Beratung. *Natur in NRW* 40(1):23-26
- Herbrand N, Wurtz L (2020) Biodiversität und Insektenschutz in der Landwirtschaft, hg. v. Regierungspräsidium Stuttgart, 1. veröffentlichte Auflage
- Hering D, Olberg S, Beckert JM, Kail J (2021) Studie zu Insekten in Gewässerrandstreifen. Universität Duisburg-Essen, Abteilung Aquatische Ökologie, erstellt im Auftrag des NABU Bundesverbands, 25 p
- Hochberg H (2004) Auswirkung langjähriger Extensivierung auf die Biodiversität des Grünlands in Thüringen. *Agrarproduktion und Biodiversität*
- Hofmann F, Bär K, Kruse-Platz M, Vogt C, Holzheid F, Vengels J (2018) Vom Winde verweht. Messung von Pestiziden in der Luft im Vinschgau 2018, hg. v. Umweltinstitut München e.V., 78 p
- Hole DG, Perkins AJ, Wilson JD, Alexander IH, Grice PV, Evans AD (2005) Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*(122):113-130
- Holzschuh A, Steffan-Dewenter I, Tschardt T (2008) Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos* 117(3):354-361. doi: 10.1111/j.2007.0030-1299.16303.x
- Hundorf P, Hänel K, Joest R (2021) Heuschreckenfauna auf Vertragsnaturschutzbrachen: Eine aktuelle Untersuchung in der Hellwegbörde. *Natur in NRW* 46(3):29-33
- Hundorf P, Joest R (2022) Insektenschutz in der Agrarlandschaft: Tagfalter auf Vertragsnaturschutzflächen, Blühflächen und Anbaukulturen in der Hellwegbörde. *Natur in NRW* 47(3):20-25

- IFAB [Institut für Agrarökologie und Biodiversität], KTBL [Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.] (2021) Weite-Reihe-Getreide mit blühender Untersaat: Zwischenergebnisse 2021. Erste Ergebnisse und Empfehlungen aus den Versuchsjahren 2020 und 2021 des Modell- und Demonstrationsvorhabens "Weite-Reihe-Getreide mit blühender Untersaat"
- IPBES [Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services] (2019) Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger des globalen Assessments der biologischen Vielfalt und Ökosystemleistungen der Zwischenstaatlichen Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen, 56 p
- IT.NRW [Landesbetrieb IT.NRW] (2022) Katasterfläche nach Nutzungsarten: Katasterfläche am 31.12.2021 nach Nutzungsarten, zu finden in <<https://www.it.nrw/statistik/eckdaten/katasterflaeche-nach-nutzungsarten-288>> [zitiert am 13.6.2023]
- Jenny M (2003) Vernetzung in drei Ackerbaugebieten des Klettgaus (SH) – Kantonales ÖQV-Projekt zur Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen: Bericht zuhanden des Planungs- und Naturschutzamtes des Kantons Schaffhausen
- Jenny M (2011) Wie viele ökologische Ausgleichsflächen braucht es zur Erhaltung und Förderung typischer Arten des Kulturlandes?: Internationaler Expertenworkshop am 28./29.11.2011 in Ladenburg. Perspektiven für die Biodiversität in der europäischen Agrarlandschaft ab 2014 – Die Gemeinsame Agrarpolitik, das Greening und die Erreichung von Biodiversitäts- und Umweltzielen, hg. v. M. Jenny
- Jenny M (2018) Landwirtschaft und Naturschutz – Gelebte Partnerschaft in der Modellregion Klettgau: Vortrag in der DO-G Fachgruppe Vögel der Agrarlandschaft am 23. März 2018, Stühlingen
- Jerrentrup JS, Wrage-Monnig N, Rover KU, Isselstein J, McKenzie A (2014) Grazing intensity affects insect diversity via sward structure and heterogeneity in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 51(4):968-977. doi: 10.1111/1365-2664.12244
- JKI [Julius Kühn-Institut] (2022) Statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis (PAPA), zu finden in <<https://papa.julius-kuehn.de/>> [zitiert am 10.3.2022]
- Jochmann R, Blanckenhorn WU (2016) Non-target effects of ivermectin on trophic groups of the cow dung insect community replicated across an agricultural landscape. *Basic and Applied Ecology* 17(4):291-299. doi: 10.1016/j.baae.2016.01.001, zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179116000037>>
- Joest R (2018) Wie wirksam sind Vertragsnaturschutzmaßnahmen für Feldvögel? Untersuchungen an Feldlerchenfenstern, extensivierten Getreideäckern und Ackerbrachen in der Hellwegbörde (NRW). *Vogelwelt*(138):109-121
- Karp DS, Chaplin-Kramer R, Meehan TD, Martin EA, DeClerck F, Grab H, Gratton C, Hunt L, Larsen AE, Martínez-Salinas A, O'Rourke ME, Rusch A, Poveda K, Jonsson M, Rosenheim JA, Schellhorn NA, Tscharrntke T, Wratten SD, Zhang W, Iverson AL, Adler LS, Albrecht M, Alignier A, Angelella GM, Zubair Anjum M, Avelino J, Batáry P, Baveco JM, Bianchi FJJA, Birkhofer K, Bohnenblust EW, Bommarco R, Brewer MJ, Caballero-López B, Carrière Y, Carvalheiro LG, Cayuela L, Centrella M, Četković A, Henri DC, Chabert A, Costamagna AC, La Mora A de, Kraker J de, Desneux N, Diehl E, Diekötter T, Dormann CF, Eckberg JO, Entling MH, Fiedler D, Franck P, van Frank Veen FJ, Frank T, Gagic V, Garratt MPD, Getachew A, Gonthier DJ, Goodell PB, Graziosi I, Groves RL, Gurr GM, Hajian-Forooshani Z, Heimpel GE, Herrmann JD, Huseeth AS, Inclán DJ, Ingrao AJ, Iv P, Jacot K, Johnson GA, Jones L, Kaiser M, Kaser JM, Keasar T, Kim TN, Kishinevsky M, Landis DA, Lavandero B, Lavigne C, Le Ralec A, Lemessa D, Letourneau DK, Liere H, Lu Y, Lubin Y, Luttermoser T, Maas B, Mace K, Madeira F, Mader V, Cortesero AM, Marini L, Martinez E, Martinson HM, Menozzi P, Mitchell MGE, Miyashita T, Molina GAR, Molina-Montenegro MA, O'Neal ME, Opatovsky I, Ortiz-Martinez S, Nash M, Östman Ö, Quin A, Pak D, Paredes D, Parsa S, Parry H, Perez-Alvarez R, Perović DJ, Peterson JA,

- Petit S, Philpott SM, Plantegenest M, Plećaš M, Pluess T, Pons X, Potts SG, Pywell RF, Ragsdale DW, Rand TA, Raymond L, Ricci B, Sargent C, Sarthou J-P, Saulais J, Schäckermann J, Schmidt NP, Schneider G, Schüepp C, Sivakoff FS, Smith HG, Stack Whitney K, Stutz S, Szendrei Z, Takada MB, Taki H, Tamburini G, Thomson LJ, Tricault Y, Tsafack N, Tschumi M, Valantin-Morison M, van Trinh M, van der Werf W, Vierling KT, Werling BP, Wickens JB, Wickens VJ, Woodcock BA, Wyckhuys K, Xiao H, Yasuda M, Yoshioka A, Zou Y (2018) Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proc Natl Acad Sci U S A* 115(33):E7863-E7870. doi: 10.1073/pnas.1800042115
- Kennedy CM, Lonsdorf E, Neel MC, Williams NM, Ricketts TH, Winfree R, Bommarco R, Brittain C, Burley AL, Cariveau D, Carvalheiro LG, Chacoff NP, Cunningham SA, Danforth BN, Dudenhöffer J-H, Elle E, Gaines HR, Garibaldi LA, Gratton C, Holzschuh A, Isaacs R, Javorek SK, Jha S, Klein AM, Krewenka K, Mandelik Y, Mayfield MM, Morandin L, Neame LA, Otieno M, Park M, Potts SG, Rundlöf M, Saez A, Steffan-Dewenter I, Taki H, Viana BF, Westphal C, Wilson JK, Greenleaf SS, Kremen C (2013) A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecol Lett* 16(5):584-599. doi: 10.1111/ele.12082
- Klausnitzer B (1999) Wollen wir wirklich Landschaften mit einer reichen Tierwelt, und denken wir bei Tieren auch an die Kleinen, besonders die Insekten? In: Gerken B, Görner M (eds) *Europäische Landschaftsentwicklung mit großen Weidetieren: Geschichte, Modelle und Perspektiven ; Referate und Ergebnisse des gleichnamigen Symposiums vom 21. bis 23. April 1998 in Neuhaus im Solling = The development of european landscapes with large herbivores*, 1. Aufl. Höxter: Universität-Gesamthochschule Paderborn Abt. Höxter Lehrgebiet Tierökologie: pp 118-131
- Kleijn D, Rundlöf M, Scheper J, Smith HG, Tscharntke T (2011) Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends in Ecology & Evolution* 26(9):474-481. doi: 10.1016/j.tree.2011.05.009
- Knapp M, González E, Štrobil M, Seidl M, Jakubíková L, Čížek O, Balvín O, Benda D, Teder T, Kadlec T (2022) Artificial field defects: A low-cost measure to support arthropod diversity in arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 325:107748. doi: 10.1016/j.agee.2021.107748
- Knauer N, Mander Ü (1989) Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 1. Mitteilung: Filterung von Stickstoff und Phosphor. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 30:365-376
- Köhler H-R, Triebkorn R (2013) Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? *Science* 341(6147):759-765. doi: 10.1126/science.1237591
- Komanns J, Oberhaus M, Grüneberg C, Rühl J (2023) Evaluation von Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen und ökologischem Landbau mit Daten der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS): Erlasse vom 15.02.2023, 04.07.2023 und 03.08.2023. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 63 p
- König H, Rühl J, Komanns J, Grüneberg C, Kolk J, Santora G (2019) Endbericht zur Evaluation von Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und ökologischem Landbau mit Monitoringdaten der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 40 p
- Königslöw V von, Fornoff F, Klein A-M (2022) Wild bee communities benefit from temporal complementarity of hedges and flower strips in apple orchards. *J Appl Ecol*(00):1-11. doi: 10.1111/1365-2664.14277
- Kruess A, Tscharntke T (2002) Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological Conservation* 106(3):293-302. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00255-5

- Kruse-Plaß M, Schlechtriemen U, Wosniok W (2020) Pestizid-Belastung der Luft: Eine deutschlandweite Studie zur Ermittlung der Belastung der Luft mit Hilfe von technischen Sammlern, Bienenbrot, Filtern aus Be- und Entlüftungsanlagen und Luftgüte-Rindenmonitoring hinsichtlich des Vorkommens von Pestizid-Wirkstoffen, insbesondere Glyphosat, hg. v. Bündnis für eine enkeltaugliche Landwirtschaft e.V. (BEL), Umweltinstitut München e.V., 140 p
- Kuhn K (2010) Kartierung der dungbewohnenden Käferarten im Beweidungsgebiet des NSG Stadtwald Augsburg. In: Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben 114. Augsburg: pp 102-115
- Landtag Nordrhein-Westfalen (2022) Gesundes Essen. Gesunde Umwelt. Gesunde Betriebe.: Zukunftschancen für die nordrhein-westfälische Landwirtschaft gestalten, mittelständische Betriebe stärken, hohe Standards in Ernährung und Umweltschutz gemeinsam sichern – Teil 2. Enquetekommission, hg. v. Der Präsident des Landtags Nordrhein-Westfalen
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2017a) Blühende Vielfalt am Wegesrand: Praxis-Leitfaden für artenreiche Weg- und Feldraine. LANUV-Info
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2017b) Daten zur Natur in Nordrhein-Westfalen 2016. LANUV-Fachbericht 83
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2018) Anwenderhandbuch Vertragsnaturschutz: Erläuterungen und Empfehlungen zur Handhabung der Bewirtschaftungspakete der Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz, 78 p. LANUV-Arbeitsblatt
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2023a) Ackerbrachen: Entwicklung der Flächengröße 2006-2021. Biodiversitätsmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen, zu finden in
<<https://www.biodiversitaetsmonitoring.nrw/monitoring/de/lebensraeume/agrar/b46/entwicklung>> [zitiert am 14.9.2023]
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2023b) Ackerwildkräuter: Stand und Trend 2006-2021. Biodiversitätsmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen, zu finden in
<<https://www.biodiversitaetsmonitoring.nrw/monitoring/de/themen/zustand/i0009>> [zitiert am 14.9.2023]
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2023c) Biodiversitätsmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen: Fachinformationen aus dem Biodiversitätsmonitoring NRW, zu finden in
<<https://www.biodiversitaetsmonitoring.nrw/monitoring/de/start>> [zitiert am 15.9.2023]
- LB [Der Direktor der Landwirtschaftskammer NRW als Landesbeauftragter – Der Leiter der EU-Zahlstelle] (2020) Antrag auf Auszahlung der Zuwendung für den Anbau von Zwischenfrüchten im Rahmen der Förderung von Agrarumweltmaßnahmen für das Verpflichtungsjahr 2019/2020: Merkblätter und Hinweise zur Antragstellung 2020, hg. v. Der Direktor der Landwirtschaftskammer NRW als Landesbeauftragter – Der Leiter der EU-Zahlstelle (LB), Geschäftsbereich 3
- LDS NRW [Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen], LWK Rheinland [Landwirtschaftskammer Rheinland], LWK Westfalen-Lippe [Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe] (2002) Vergleichsgebiete der Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe. Zuordnung von Gemeinde-Schlüsselnummern zu Vergleichsgebieten. Excel-Tabelle vom 2002
- Leopoldina [Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina], acatech [Deutsche Akademie der Technikwissenschaften], Akademieunion [Union der deutsche Akademien der Wissenschaften] (2020)

Biodiversität und Management von Agrarlandschaften – Umfassendes Handeln ist jetzt wichtig: Stellungnahme 2020. Halle (Saale). Schriftenreihe zur wissenschaftlichen Politikberatung

- LfL [Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft] (2017) Streuobst: erhalten – pflegen – nutzen, 20 p. LfL-Information
- LfL [Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft] (ed) (2020) Hecken und Feldgehölze mit ihren Säumen der Vielfalt, 1. Auflage
- LfL [Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft] (2022) Pflanzenbestände und Pflanzengesellschaften, zu finden in <<https://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/033057/index.php#:~:text=Der>> [zitiert am 28.9.2022]
- LfUG [Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz] (2002) Streuobstwiesen. Oppenheim, 56 p, zu finden in <<http://www.streuobstsortengarten-rlp.de/pages/download/Streuobstwiesen.pdf>> [zitiert am 30.9.2010]
- Liess M, Liebmann L, Lück M, Vormeier P, Weisner O, Foit K, Knillmann S, Schäfer RB, Schulze T, Krauss M, Brack W, Reemtsma T, Halbach K, Link M, Schreiner VC, Schneeweiss A, Möder M, Weitere M, Kaske O, Tümping W von, Gunold R, Ulrich N, Paschke A, Schüürmann G, Schmitt Jansen M, Küster E, Borchardt D (2022) Umsetzung des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP): Pilotstudie zur Ermittlung der Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen. Abschlussbericht. UBA-Texte(07), zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_07-2022_umsetzung_des_nationalen_aktionsplans_zur_nachhaltigen_anwendung_von_pflanzenschutzmittel_n.pdf> [zitiert am 15.8.2023]
- Liess M, Schulz R, Berenzen N, Nanko-Drees J, Wogram J (2001) Pflanzenschutzmittel-Belastung und Lebensgemeinschaften in Fließgewässern mit landwirtschaftlich genutztem Umland. Forschungsbericht 296 24 511, UBA-FB 000197, hg. v. Umweltbundesamt (UBA), 226 p. UBA-Texte
- LUBW [Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg] (2022) Landesweites Insektenmonitoring Baden-Württemberg: Ergebnisse unter Betrachtung der Landnutzung, 13 p, zu finden in <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10473-Ergebnisse_unter_Betrachtung_der_Landnutzung.pdf> [zitiert am 8.3.2023]
- LULG [Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie] (2009) Bericht zur laufenden Bewertung des EPLR. (SMUL-Auftrag vom 29.02.2009, AZ.: 23(33/64)8506.11)
- LUNG [Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern] (2002) Bodenerosion, 2. Aufl., 83 p. Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern
- Lüth E, Stein-Bachinger K, Glemnitz M, Schmitt T, Werner D, Wiemers M (2022) Maßnahmenkatalog für den Insektenschutz in Brandenburg – Kriterien für die Bewertung von Einzelmaßnahmen. Natur und Landschaft 97(6):273-281
- LWK NRW [Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen] (2019) Zeitreihen zur Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 1960 bis 2017, 55 p
- Marzinzig B, Brünjes L, Biagioni S, Behling H, Link W, Westphal C (2018) Bee pollinators of faba bean (*Vicia faba* L.) differ in their foraging behaviour and pollination efficiency. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 264:24-33. doi: 10.1016/j.agee.2018.05.003
- Meichtry-Stier K, Jenny M, Zellweger-Fischer J, Birrer S (2014) Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2014(189):101-109

- Merckx T, Feber RE, Riordan P, Townsend MC, Bourn NAD, Parsons MS, MacDonald DW (2009) Optimizing the biodiversity gain from agri-environment schemes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130(3-4):177-182
- MLUR [Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2004) Regeneration von Fließgewässern – Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein, zu finden in <http://www.wasser.sh/de/fachinformation/daten/nps/hinweise_pdf/Erlaeuterungen_RegenerationFlieess_gewaesser_mit%20Anlagen_Dez_09.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- MLUR [Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2014) Flächenbedarf und Umgang mit Flächen bei der Entwicklung von Fließgewässern und Seen – Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein (aktualisiert), zu finden in <http://www.wasser.sh/de/fachinformation/daten/nps/Erlaeuterungen_Flaechen_an_Gewaessern_Dez09.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- MOIN [Michael-Otto-Institut NABU] (2004) Naturschutz und Ökolandbau. Status quo und Empfehlungen. Flyer
- Montañez MN, Amarillo-Suárez Á (2014) Impact of organic crops on the diversity of insects: A review of recent research. *Revista Colombiana de Entomología* 40(2):131-142
- Muchow T, Becker A, Schindler M, Wetterich F (2007) Naturschutz in Börde-Landschaften durch Strukturelemente am Beispiel der Kölner-Bucht: Abschlussbericht
- Müller L (1998) Auswirkungen verschiedener Beweidungsintensitäten auf verschiedene Gruppen der Evertebraten. In: Faunistisch-ökologische Arbeitsgemeinschaft (ed) Der Einfluß der Beweidung auf die Wirbellosenfauna im Grünland. Kiel: pp 45-71
- MULNV [Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2020) Jährlicher Durchführungsbericht – Zeitraum 01/01/2019-31/12/2020: Germany – Rural Development Programme (Regional) – North Rhine-Westphalia, zu finden in <https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/landwirtschaft/jaehrlicher_durchfuehrungsbericht_2019_angenommen.pdf> [zitiert am 5.10.2020]
- MULNV [Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2021) Naturschutzbericht 2021: Zustand der biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen. [umwelt.nrw #naturschutz](https://www.umwelt.nrw.de/naturschutz)
- MULNV [Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (ed) (2022) Die Streuobstwiese – Naturnaher Lebensraum in der Kulturlandschaft: Anlage, Pflege und Produktvermarktung, zu finden in <www.umwelt.nrw.de>
- MUNLV [Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2009) Streuobstwiesenschutz in Nordrhein-Westfalen: Erhalt des Lebensraumes, Anlage, Pflege, Produktvermarktung, 52 p
- Neff F, Brändle M, Ambarlı D, Ammer C, Bauhus J, Boch S, Hölzel N, Klaus VH, Kleinebecker T, Prati D, Schall P, Schäfer D, Schulze E-D, Seibold S, Simons NK, Weisser WW, Pellissier L, Gossner MM (2021) Changes in plant-herbivore network structure and robustness along land-use intensity gradients in grasslands and forests. *Sci Adv* 7(20). doi: 10.1126/sciadv.abf3985
- Niggli U, Riedel J, Brühl C, Liess M, Schulz R, Altenburger R, Märländer B, Bokelmann W, Heß J, Reineke, Annette und Gerowitt, Bärbel (2020) Pflanzenschutz und Biodiversität in Agrarökosystemen. *Berichte über Landwirtschaft: Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 98(1):1-39

- Nijssen ME, WallisDeVries MF, Siepel H (2017) Pathways for the effects of increased nitrogen deposition on fauna. *Biological Conservation* 212:423-431. doi: 10.1016/j.biocon.2017.02.022
- Nitsch H, Röder N, Oppermann R, Baum S, Schramek J (2016) Naturschutzfachliche Ausgestaltung von Ökologischen Vorrangflächen: Praxishandbuch, 37 p
- Oppermann R, Buhk C, Pfister S (2019) Handlungsperspektiven für eine insektenfreundliche Landnutzung. *Natur und Landschaft* 94(6+7):279-288. doi: 10.17433/6.2019.50153707.279-288
- Oppermann R, Pfister S, Eirich A (2020) Sicherung der Biodiversität in der Agrarlandschaft: Quantifizierung des Maßnahmenbedarfs und Empfehlungen zur Umsetzung, hg. v. Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), 191 p
- Pe'er G, Zinngrebe Y, Hauck J, Schindler S, Dittrich A, Zingg S, Tschardt T, Oppermann R, Sutcliffe LM, Sirami C, Schmidt J, Hoyer C, Schleyer C, Lakner S (2016) Adding Some Green to the Greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for Biodiversity and Farmers. *Conservation Letters* 10(5):517-530. doi: 10.1111/conl.12333
- Peter M, Wohlrab B (1990) Auswirkungen landwirtschaftlicher Bodennutzung und kulturtechnischer Maßnahmen. In: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V (ed) Uferstreifen an Fließgewässern. Parey: pp 55-133
- Pfiffner L, Stöckli S (2022) Landwirtschaft und Biodiversität: Auswirkungen unterschiedlicher Anbausysteme auf die biologische Vielfalt, hg. v. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), 2. Aufl., 16 p. Faktenblatt
- Poschwitz H (2009) Hecken, Feldgehölze und Streuobstwiesen, schützenswerte Rückzugsgebiete für Pflanzen und Tiere
- Rahmann G (2012) Biodiversität – Mehr oder weniger. Forschungsreport Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz: Spezial 1(1):4-5
- Reike H-P, Enge D (2012) Dungbewohnende Käfer als Indikatoren für die Bedeutung extensiver Beweidung: Artenvielfalt am Beispiel einer Wasserbüffel-Weide. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44(2):56-58
- RL 2019/782/EU: Richtlinie (EU) 2019/782 der Kommission vom 15. Mai 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung harmonisierter Risikoindikatoren
- RL 2009/128/EG: Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden
- RL investiver Naturschutz-Managementpläne 2022: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendung zur Erhaltung, Wiederherstellung und Verbesserung des kulturellen und natürlichen Erbes und zur Erstellung von Schutz- und Bewirtschaftungskonzepten im Bereich Naturschutz (Richtlinien investiver Naturschutz-Managementpläne). RdErl. des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz -III-4.942.00.00 vom 29.7.2015. Zuletzt geändert durch Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr -III-1-63.06.09.03 vom 19. Dezember 2022 (MBL. NRW. 2022 S. 1073), zu finden in <https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=7&vd_id=20815&sg=0> [zitiert am 22.1.2024]
- RRL VNS 2017: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen im Vertragsnaturschutz (Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz) (2017)
- Rahmen-RL VNS 2022: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen im Vertragsnaturschutz (Rahmenrichtlinien Vertragsnaturschutz. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und

Verkehr – III-1-63.06.09.01.000011 vom 12. Dezember 2022. Ministerialblatt (MBL. NRW.) Ausgabe 2022 Nr. 44 vom 29.12.2022 Seite 1033 bis 1074, zu finden in
<https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=7&vd_id=20814> [zitiert am 22.1.2024]

RL AUM 2022: Richtlinien zur Förderung von Agrarumweltmaßnahmen. Runderlass des Ministeriums für Landwirtschaft und Verbraucherschutz II.4-63.03.11.03 – 001002 vom 6. Dezember 2022. MBL. NRW. 2022 S. 1003, geändert durch Runderlass vom 4. September 2023 (MBL. NRW. 2023 S. 1049), zu finden in
<https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=7&ugl_nr=7861&bes_id=50290&val=50290&ver=7&sg=0&aufgehoben=N&menu=0> [zitiert am 22.1.2024]

RL AUM 2015: Richtlinien zur Förderung von Agrarumweltmaßnahmen. Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz II A 4 – 62.71.30 vom 29. Oktober 2015, zu finden in <<https://www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/pdf/rl-aum.pdf>> [zitiert am 16.11.2022]

Ries M, Reinhardt T, Nigmann U, Balzer S (2019) Analyse der bundesweiten Roten Listen zum Rückgang der Insekten in Deutschland. *Natur und Landschaft* 94(6+7):236-244. doi: 10.17433/6.2019.50153697.236-244

Roberts PD, Pullin AS (2007) The effectiveness of land-based schemes (incl. agri-environment) at conserving farmland bird densities within the U.K. -Review Report. Systematic Review No. 11, Centre for Evidence-based Conservation CEBC, Birmingham, U.K.

Rosenkranz P, Ohe W von der, Moritz RFA, Genersch E, Büchler R, Berg S, Otten C (2014) Deutsches Bienenmonitoring – "DeBiMo": Schlussbericht. Projektzeitraum 01/2011 bis 12/2013, 65 p, zu finden in <<https://www.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenmonitoring/Dokumente/DEBIMO-Bericht-2011-2013.pdf>>

Roth T, Kohli L, Rihm B, Meier R, Amrhein V (2021) Negative effects of nitrogen deposition on Swiss butterflies. *Conservation Biology* 35(6):1766-1776. doi: 10.1111/cobi.13744

Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*(232):8-27, zu finden in
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718313636>> [zitiert am 13.2.2019]

Sander A, Bathke M, Franz K (2019) NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Beiträge zur Evaluation des Schwerpunktbereichs 4A Biologische Vielfalt. Hannover: entera – Umweltplanung & IT; Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR); Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (TI-WF), 5-Länder-Evaluation 10/2019, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/10_19_NRW_Schwerpunktbereich-Biodiversitaet.pdf> [zitiert am 12.5.2022]

Sanders J, Heß J (eds) (2019) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Braunschweig, Germany: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 1361 p. Thünen Report 65

Saure C (2016) Streuobstwiesen in Sachsen-Anhalt und ihre Bedeutung für Bienen, Wespen und Schwebfliegen (Hymenoptera part.; Diptera: Syrphidae). In: *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 53. Halle (Saale): pp 3-54

Scheper J, Bommarco R, Holzschuh A, Potts SG, Riedinger V, Roberts SPM, Rundlöf M, Smith HG, Steffan-Dewenter I, Wickens JB, Wickens VJ, Kleijn D (2015) Local and landscape-level floral resources explain effects of wildflower strips on wild bees across four European countries. *J Appl Ecol* 52(5):1165-1175. doi: 10.1111/1365-2664.12479

Scheper J, Holzschuh A, Kuussaari M, Potts SG, Rundlöf M, Smith HG, Kleijn D (2013) Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss -a meta-analysis. *Ecol Lett* 16(7):912-920. doi: 10.1111/ele.12128

- Scherber C, Reininghaus H, Brandmeier J, Everwand G, Gagic V, Greiwe T, Kormann UG, Meyer M, Nagelsdiek S, Rösch V, Sobek-Swant S, Thies C, Ott D (2019) Insektenvielfalt und ökologische Prozesse in Agrar- und Waldlandschaften. *Natur und Landschaft* 94(6+7):245-254. doi: 10.17433/6.2019.50153699.245-254
- Schindler M, Boller C (2014) Auswirkungen der extensiven Bewirtschaftung von Dauergrünland auf Heuschrecken und Hummeln (Präsentation zum Zwischenstand 7/2014). 37 Folien, Bonn (Uni Bonn – INRES & Biologische Station Bonn/Rhein-Erft)
- Schindler M, Boller C (2016) Auswirkungen der extensiven Bewirtschaftung von Dauergrünland auf Heuschrecken und Hummeln. (Präsentation zur Abschlussbesprechung und Kurzfassung des Abschlussberichts 10/2016). 36 Folien, Bonn (Uni Bonn – INRES & Biologische Station Bonn/Rhein-Erft)
- Schindler M, Schumacher W (2007) Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft (Literaturstudie), Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft" (Uni Bonn USL). Forschungsbericht
- Schindler M, Wittmann D (2011) Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft. Feldstudien an Blütenbesuchern und Bodenarthropoden. Bonn, 80 p. Forschungsbericht 167
- Schmidt T, Röder N, Dauber J, Klimek S, Laggner A, Witte T de, Offermann F, Osterburg B (2014) Biodiversitätsrelevante Regelungen zur nationalen Umsetzung des Greenings der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU nach 2013, 78 p. Thünen Working Paper, zu finden in <http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn053406.pdf> [zitiert am 2.6.2014]
- Schoof N, Luick R (2019) Antiparasitika in der Weidetierhaltung: Ein unterschätzter Faktor des Insektenrückgangs? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51(10):486-492
- Schuch S, Meyer S, Bock J, van Klink R, Wesche K (2019) Drastische Biomasseverluste bei Zikaden verschiedener Grasländer in Deutschland innerhalb von sechs Jahrzehnten. *Natur und Landschaft* 94(4):141-145
- Schulz H, Obergfell J, Heß J (2015) Impulse zur Verbesserung der Spätsommerversorgung der Honigbiene durch Kulturmaßnahmen im Ökologischen Landbau. In: Häring AM (ed) Am Mut hängt der Erfolg: Rückblicke und Ausblicke auf die ökologische Landbewirtschaftung ; Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, 17.–20. März 2015. Berlin: Köster, zu finden in <https://orgprints.org/id/eprint/27221/1/27221_schulz.pdf> [zitiert am 26.08.2022]
- Schulz K, Beyer N, Dauber J, Everwand G, Kerkhof F, Schäfer BC, Westphal C (2018) Ökosystemleistungen von Ackerbohne (*Vicia faba*): Nossener Fachgespräch Körnerleguminosen, 30.10.2018, 45 p
- Schwenninger HR (2013) Wildbienen in Streuobstwiesen. *Naturschutzinfo*(1):8-10
- Seibold S, Gossner MM, Simons NK, Blüthgen N, Müller J, Ambarlı D, Ammer C, Bauhus J, Fischer M, Habel JC, Linsenmair KE, Nauss T, Penone C, Prati D, Schall P, Schulze E-D, Vogt J, Wöllauer S, Weisser WW (2019) Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574(7780):671-674. doi: 10.1038/s41586-019-1684-3
- SRU [Sachverständigenrat für Umweltfragen], WBBGR [Wissenschaftlicher Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2018) Für einen flächenwirksamen Insektenschutz, 51 p. Stellungnahme
- Stein-Bachinger K, Gottwald F, Haub A, Schmidt E (2021) To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Org. Agr.* 11(1):1-12. doi: 10.1007/s13165-020-00279-2

- Stein-Bachinger K, Haub A, Gottwald F (2019) Biodiversität (Kapitel 5). In: Sanders J, Heß J (eds) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Braunschweig, Germany: Johann Heinrich von Thünen-Institut: pp 129-163
- Tscharntke T (2021) Bedeutung einer vielfältigen und kleinteiligen Agrarstruktur für die Biodiversität und ihre Förderung im Rahmen der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP): Studie im Auftrag der Fraktion Bündnis 90/Grüne im Deutschen Bundestag
- Tuck SL, Winqvist C, Mota F, Ahnström J, Turnbull LA, Bengtsson J (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J Appl Ecol* 51(3):746-755. doi: 10.1111/1365-2664.12219
- UBA [Umweltbundesamt] (2014) Reaktiver Stickstoff in Deutschland: Ursachen, Wirkungen, Maßnahmen, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/reaktiver_stickstoff_in_deutschland_0.pdf> [zitiert am 18.2.2022]
- UBA [Umweltbundesamt] (2017) Landwirtschaft, Tierarzneimittel, Umwelt – Wie kann die Tierhaltung Einträge vermindern?, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/tam_broschuere_tiermedizin_online.pdf> [zitiert am 7.3.2022]
- UBA [Umweltbundesamt] (2019) Einfluss von atmosphärischen Stickstoffeinträgen auf die Biodiversität von Insekten in terrestrischen Ökosystemen: Eine Literaturrecherche. Für Mensch & Umwelt – Hintergrund
- UBA [Umweltbundesamt] (2022) Pflanzenschutzmittelverwendung in der Landwirtschaft, zu finden in <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/pflanzenschutzmittelverwendung-in-der>> [zitiert am 15.2.2022]
- v. Oheimb G, Eiseid I, Finck P, Grell H, Härdtle W, Mierwald U, Riecken U, Sandkühler J (2006) Halboffene Weidelandschaft Höltigbaum. Perspektiven für den Erhalt und die naturverträgliche Nutzung von Offenlandlebensräumen – Ergebnisse und Erfahrungen aus dem gleichnamigen Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E) des Bundesamtes für Naturschutz. *Naturschutz und Biologische Vielfalt*(36)
- van de Poel D, Zehm A (2014) Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturschau für den Naturschutz. The impact of mowing on meadow fauna – a literature review for the purposes of nature conservation. *Anliegen Natur* 36(2):36-51
- van Elsen T, Reinert M, Ingensand T (2003) Statusbericht zur naturverträglichen Bodennutzung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen
- Verbücheln G (2019) Der Beitrag des Landes Nordrhein-Westfalen zum Erhalt der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft: Abschluss-Fachtagung „Biologische Vielfalt in der Landwirtschaft fördern – Grundlagen, Forschung und Ergebnisse“ am 13. Juni 2019 in Köln-Auweiler.
- VO (EU) 1305/2013: Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (2013)
- Vickery JA, Tallowin JR, Feber RE, Asteraki EJ, Atkinson PW, Fuller RJ, Brown VK (2001) The management of lowland neutral grasslands in Britain: Effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*(38):647-664, zu finden in <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118971343/PDFSTART>> [zitiert am 15.4.2010]

Wolfram J, Bub S, Petschick LL, 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. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.160074, zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722071741>>

Anhang

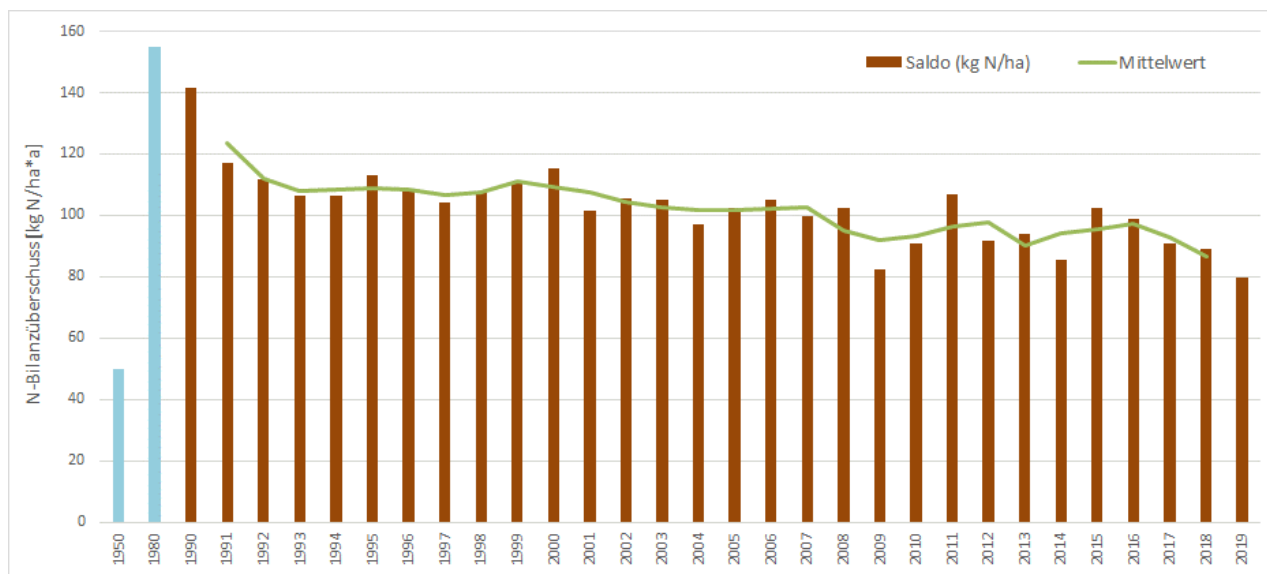
zu Kapitel 2

Tabelle A1: Toxizität verschiedener Insektizide auf Honigbienen im Vergleich zu DDT

Pflanzenschutzmittel	Rechtsmarke	Für	Dosis [g/ha]	Letale Dosis LD ₅₀ [ng/Biene]	Toxizität im Vergleich zu DDT
DDT	Dinocide	Insektizid	200,0–600,0	27.000	1,0
Thiaclopride	Proteus	Insektizid	62,5	12.600	2,1
Acetamiprid	Supreme	Insektizid	30,0–150,0	7.100	3,8
Methiocarb	Mesurol	Insektizid	150,0–2.200,0	230	117,0
Carbofurane	Curater	Insektizid	600,0	160	169,0
λ-Cyhalothrine	Karate	Insektizid	150,0	38	711,0
Thiamethoxam	Cruiser	Insektizid	69,0	5	5.400,0
Fipronil	Regent	Insektizid	50,0	4	6.475,0
Imidacloprid	Gaucho	Insektizid	75,0	4	7.297,0
Clothianidin	Poncho	Insektizid	50,0	3	10.000,0
Deltamethrin	Decis	Insektizid	7,5	3	10.800,0

Quelle: <https://www.moraybeedinosaur.co.uk/neonicotinoid.html> (J.-M. Bonmatin) zit. in Fluhr-Meyer und Adelman (2020).

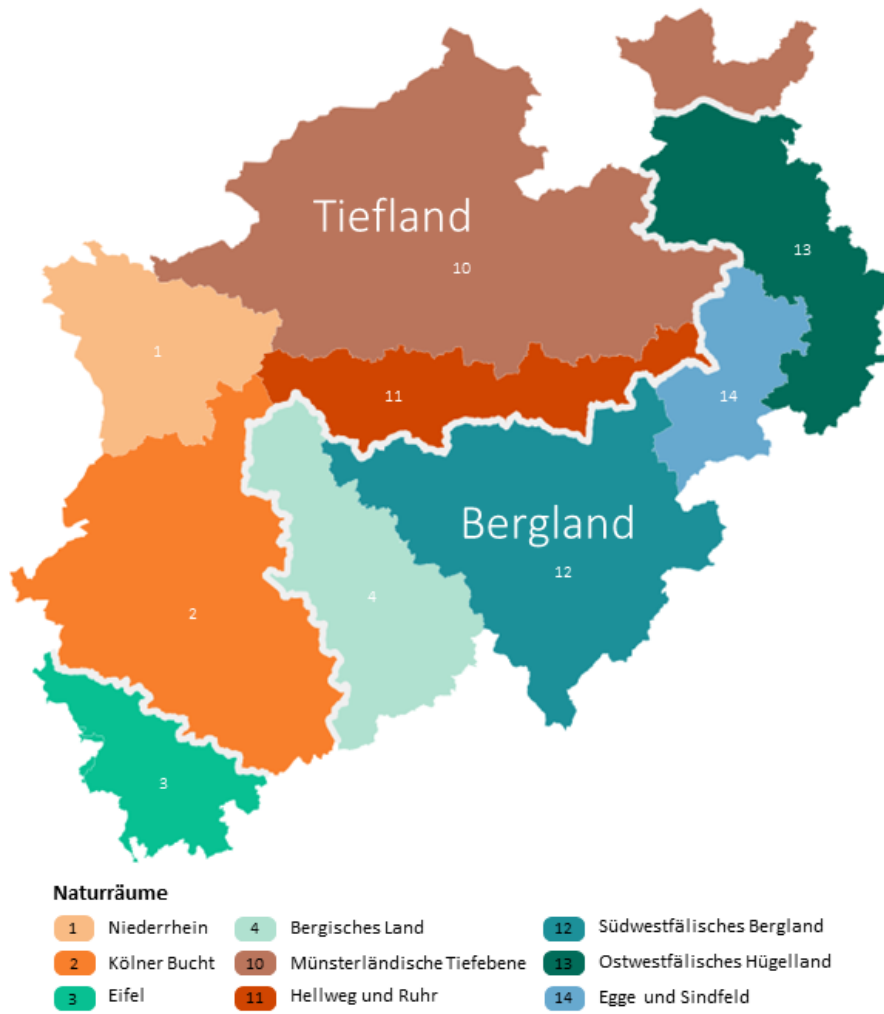
Abbildung A1: Nährstoffbilanzsaldo (Stickstoffbilanz insgesamt) in Deutschland von 1990 bis 2019



Quelle: BMEL (2022) und UBA (2014). Mittelwert als gleitendes dreijähriges Mittel. Werte von 1950 und 1980 wegen geänderter Berechnungsmethodik mit der aktuellen Zeitreihe nur bedingt vergleichbar.

zu Kapitel 3

Abbildung A2: Vergleichsgebiete bzw. Wirtschaftsregionen in NRW und ihre naturräumliche Zuordnung zum Tief- und Bergland



Quelle: LDS NRW et al. (2002).

Tabelle A2: Verteilung der Landnutzungen in den Wirtschaftsregionen NRW

Naturräume	Zuordnung Tief-/Bergland	Landnutzung [ha]		
		LF	AL	GL
Niederrhein	T	124.113	81.994	41.020
Kölner Bucht	T	247.051	208.409	32.183
Eifel	B	55.716	15.461	40.235
Bergisches Land	B	87.803	23.717	63.666
Münsterländische Tiefebene	T	545.243	445.209	95.749
Hellweg und Ruhr	T	93.780	77.995	15.389
Südwestfälisches Bergland	B	120.183	32.196	87.986
Ostwestfälisches Hügelland	B	158.116	127.349	30.091
EGge und Sindfeld	B	65.067	44.148	20.715
Summe		1.497.072	1.056.479	427.034
Tiefland (T)	Fläche [ha]	1.010.187	813.608	184.342
	Anteil an der Landnutzung [%]		77,0	43,2
	Anteil an der LF [%]	67,5	54,3	12,3
Bergland (B)	Fläche [ha]	486.885	242.871	242.693
	Anteil an der Landnutzung [%]		23,0	56,8
	Anteil an der LF [%]	32,5	16,2	16,2

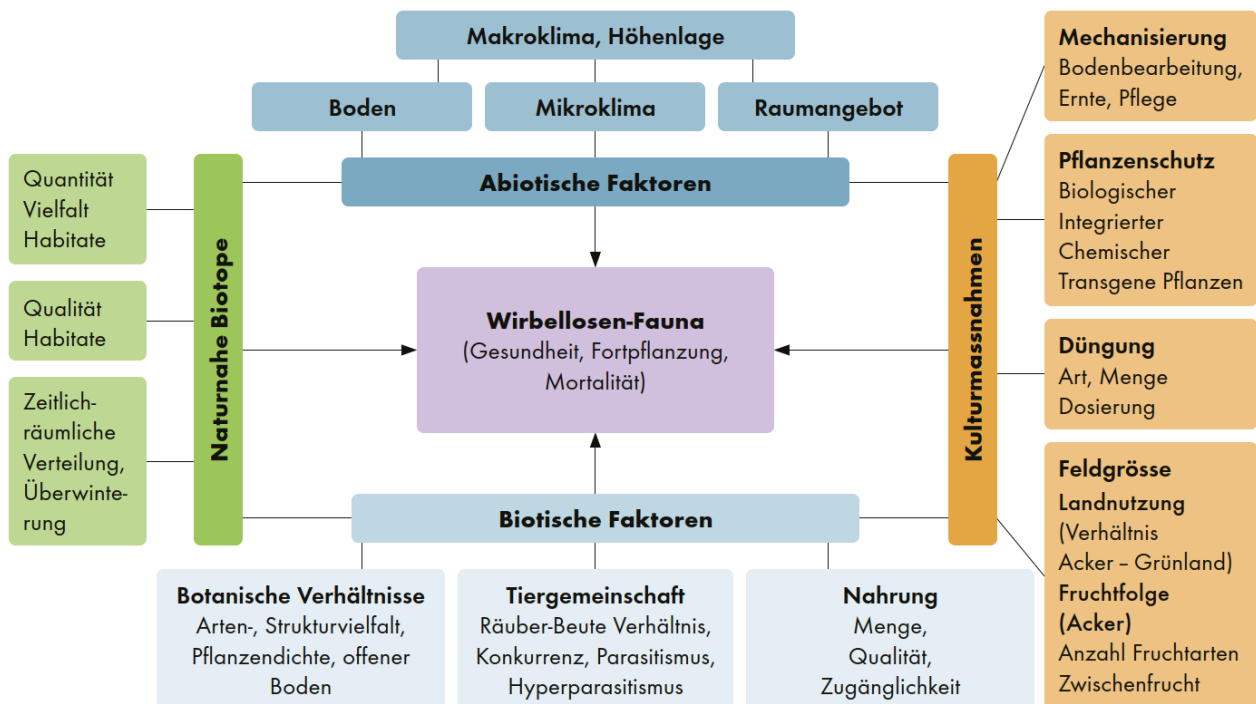
Die Berechnung der Landnutzungen erfolgte durch die Zuordnung von Betrieben zu Naturräumen entsprechend ihres Flächenschwerpunkts. Quelle für die Landnutzung sind die Flächen- und Nutzungsnachweise (InVeKoS-FNN 2020).

Hinweis: Die besonders flächenstarken Regionen Ostwestfälisches Hügelland und Egge und Sindfeld umfassen auch größere Anteile hügeliger Gebiete, die nicht zwingend dem Bergland zugeordnet werden müssen. Dort ist auch der Ackeranteil wesentlich größer, sodass im Mittel der hier abgegrenzten Berglandregionen rechnerisch ein weitgehend ausgewogenes Acker-Grünlandverhältnis zu verzeichnen ist.

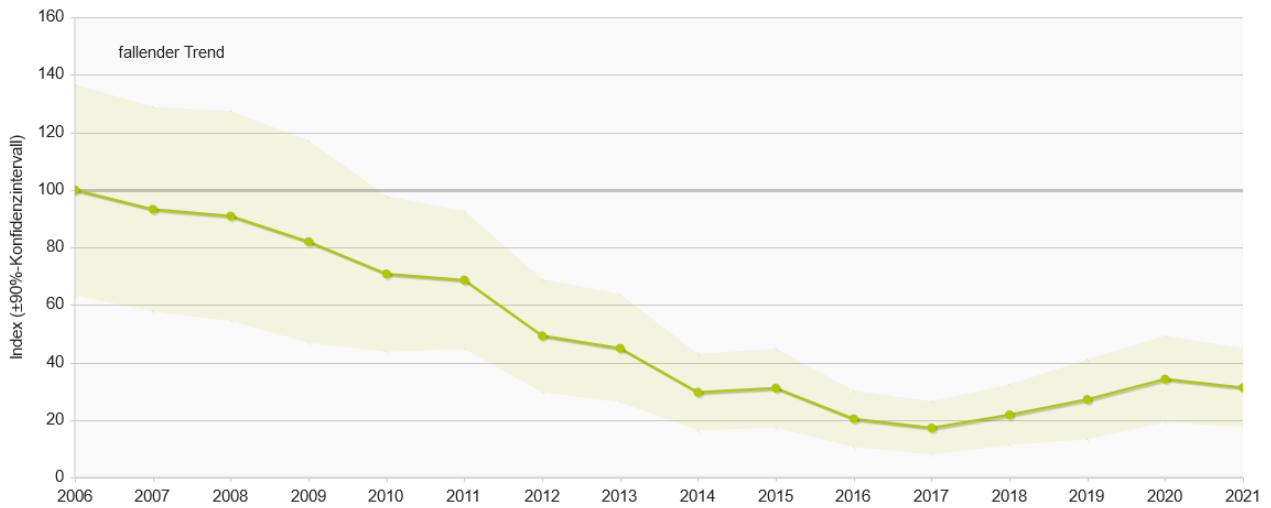
Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020, der Flächen- und Nutzungsnachweise der Betriebe (FNN) und der naturräumlichen Gliederung NRW (LDS NRW et al., 2002).

zu Kapitel 5

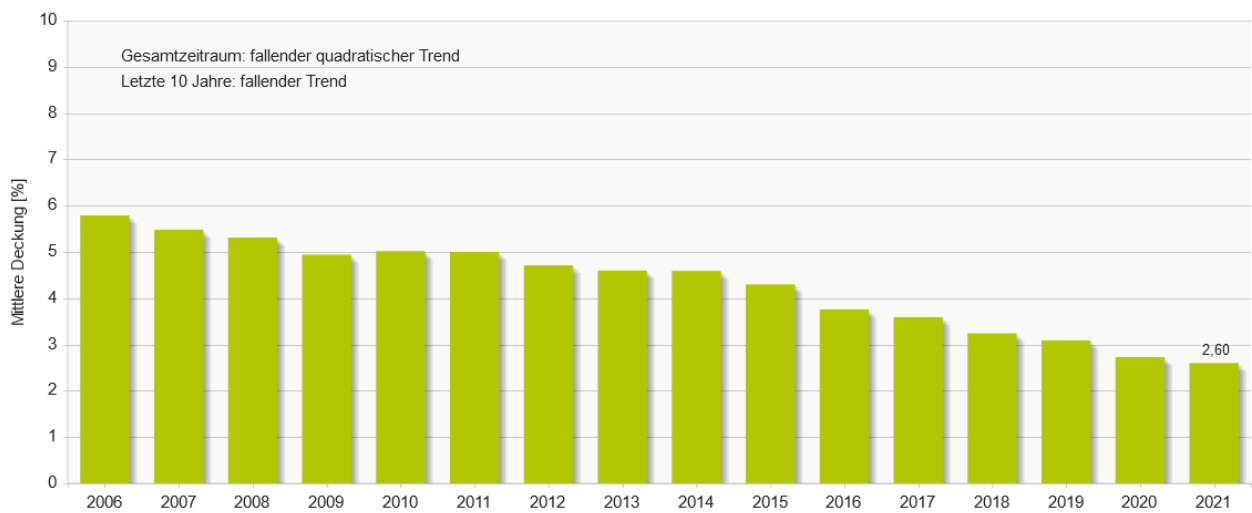
Abbildung A3: Ausgewählte Einflussfaktoren auf Wirbellose



Quelle: Pfiffner und Stöckli (2022).

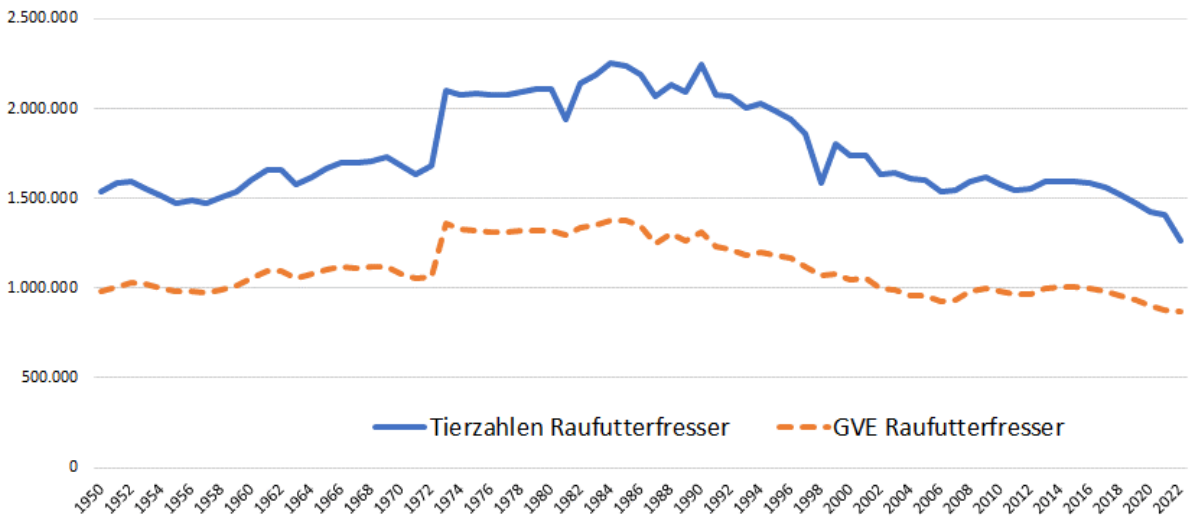
Abbildung A4: Entwicklung der Flächengröße von Ackerbrachen 2006 bis 2021 als Indexwert (%)

Quelle: Biodiversitätsmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV, 2023a).

Abbildung A5: Entwicklung von Ackerwildkräutern von 2006 bis 2021 als mittlere Deckung (%)

Quelle: Biodiversitätsmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV, 2023b).

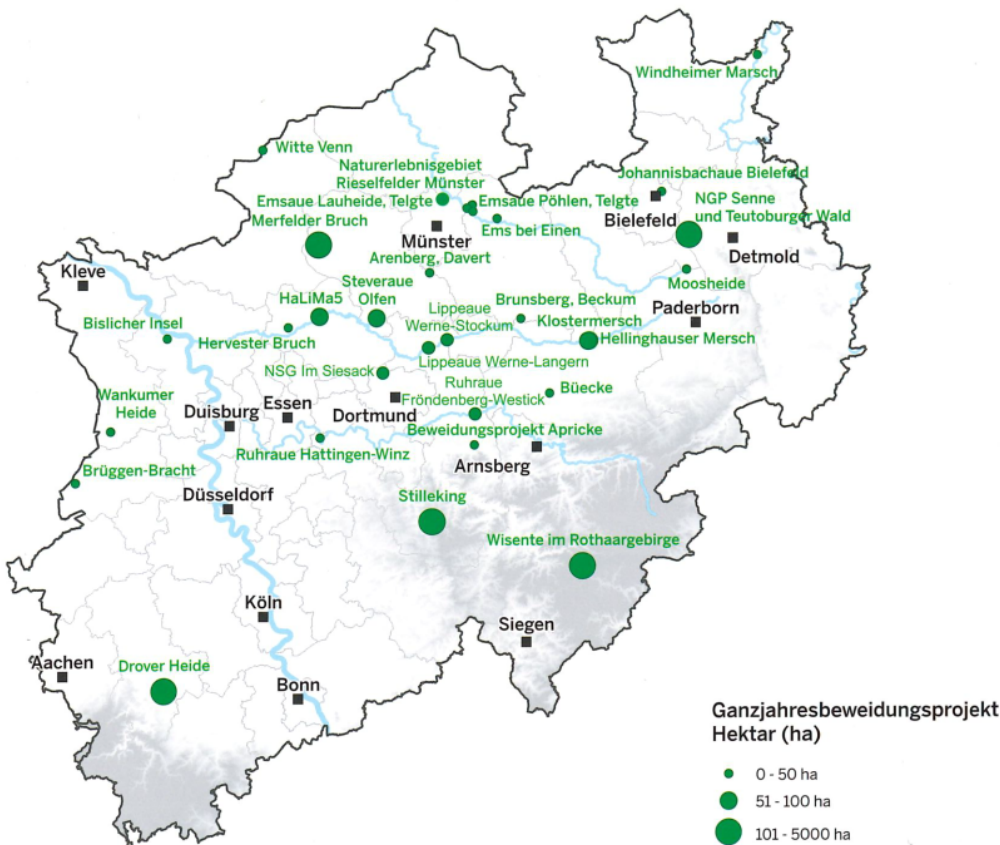
Abbildung A6: Entwicklung der Tierzahlen und der GVE der Raufutterfresser von 1950 bis 2022



Als Raufutterfresser wurden Rinder, Schafe und Ziegen berücksichtigt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (DESTATIS), GENESIS-online, Code 41311, Allgemeine und Repräsentative Erhebung über die Viehbestände.

Abbildung A7: Naturschutzprojekte zum Prozessschutz durch Ganzjahresbeweidung in NRW



Quelle: LANUV (2017b). Datenstand 2016.

Tabelle A3: Geförderte Flächen: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland (Langfassung)

			Maßnahmenwirkungen ¹⁾				
			+	+ bis ++	+ bis +++	+++	Summe
Tiefland	Förderfläche (brutto)	[ha]	147.782	10.693	14.828	22.476	195.780
	Anteil an der Förderfläche	[%]	39,4	2,9	4,0	6,0	52,2
	Anteil an der LF	[%]	10,1	0,7	1,0	1,5	13,3
Bergland	Förderfläche (brutto)	[ha]	66.339	38.472	19.848	54.336	178.995
	Anteil an der Förderfläche	[%]	17,7	10,3	5,3	14,5	47,8
	Anteil an der LF	[%]	4,5	2,6	1,4	3,7	12,2

1) Bruttoflächen AUKM und ÖKO; Kombinationsflächen nicht herausgerechnet. Sommerweide in dieser Auswertung nicht berücksichtigt. AUKM im Umfang von rd. 5.000 ha lassen sich keinen Wirtschaftsregionen innerhalb von NRW zuordnen. Diese Förderflächen von NRW-Betrieben liegen z. T. außerhalb von NRW oder können auch Flächen von Betrieben aus anderen Bundesländern sein, die aber Förderflächen innerhalb von NRW haben.

Quelle: Eigene Auswertung auf Grundlage des InVeKoS 2020, der Förderdaten und der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Tabelle A4: Verteilung der ÖVF-Wirkungen auf das Tief- und Bergland (Langfassung)

			ÖVF-Wirkungen				
			+	+ bis ++	+ bis +++	++ bis +++	Summe
Tiefland	Fläche	[ha]	121.438	7.767	808	32	130.046
	Anteil an ÖVF gesamt	[%]	76,0	4,9	0,5	0,0	81,4
Bergland	Fläche	[ha]	25.107	4.264	306	19	29.696
	Anteil an ÖVF gesamt	[%]	15,7	2,7	0,2	0,0	18,6

Zuordnung Tief-/Bergland auf Grundlage der Vergleichsgebiete/Wirtschaftsregionen (vgl. Anhang).

Quelle: Eigene Auswertungen auf Grundlage des InVeKoS 2020 und der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Tabelle A5: Verausgabte öffentliche Mittel für AUKM/ÖKO: Verteilung der Maßnahmenwirkungen auf das Tief- und Bergland (Langfassung)

			Maßnahmenwirkungen ¹⁾				
			+	+ bis ++	+ bis +++	+++	Summe
Tiefland	öff. Mittel	[Mio. Euro]	16,1	8,1	7,9	6,7	38,9
	Anteil öff. Mittel	[%]	19,8	10,0	9,8	8,2	47,7
	öff. Mittel/Hektar LF	[Euro]	16	8	8	7	39
Bergland	öff. Mittel	[Mio. Euro]	7,5	8,3	10,6	16,2	42,5
	Anteil öff. Mittel	[%]	9,2	10,2	13,1	19,9	52,3
	öff. Mittel/Hektar LF	[Euro]	16	17	22	34	89

1) Ausgezählte öffentliche Finanzmittel auf Grundlage des Jährlichen Durchführungsberichts 2020 in Kombination mit der Verteilung von Maßnahmen auf die Wirtschaftsregionen. Daraus ergeben sich Näherungswerte für den Finanzmittelfluss in das Tief- und Bergland.

Quelle: Eigene Auswertung auf Grundlage des InVeKoS 2020, der Förderdaten, der Auszahlungsdaten für das Jahr 2020 (MULNV, 2020) sowie der Zuordnung der Betriebe zu Wirtschaftsregionen.

Tabelle A6: Definition der Landschaftskategorien „Normallandschaft“ und „Hotspot-Gebiet“ im Sinner der Studie von Oppermann et al.

Normallandschaft	Hotspot-Gebiet
<p>Die Normallandschaft wird tendenziell intensiv genutzt. Hier steht die landwirtschaftliche Produktion im Vordergrund, während die Biodiversität eine „Nebenrolle“ spielt. Dennoch ist es wichtig, sich auch in der Normallandschaft nicht von der Biodiversität zu verabschieden. Die Leitarten/-gruppen benötigen auch außerhalb ihres Hotspot-Gebietes passende Strukturen (z. B. zum Durchzug oder zum Populationsaustausch). Im Weiteren ist dies wichtig, um die Ökosystemfunktionen auch in der Normallandschaft zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Des Weiteren soll es Arten mit geringeren Ansprüchen an ihren Lebensraum (Generalisten) möglich sein, auch in der Normallandschaft ein stabiles Populationsniveau zu erreichen oder zu erhalten (z. B. Generalisten der Insekten in der Normallandschaft halten, während umfangreichere Maßnahmen für die Spezialisten in den Hotspot-Gebieten stattfinden).</p>	<p>In den Hotspot-Gebieten finden die Leitarten/-gruppen der Agrarlandschaft gute Bedingungen zur Erhaltung ihrer Population und zur Bildung von Quellpopulationen, welche wiederum in die Normallandschaft abwandern können und dort zur Erhaltung der Populationen oder Neubildung von Populationen sorgen.</p> <p>In Hotspot-Gebieten finden nicht nur Generalisten ihren Lebensraum, sondern auch bedrohte und gefährdete Arten. In Hotspot-Gebieten sind dementsprechend umfangreichere Maßnahmen notwendig.</p> <p>Hotspot-Gebiete sind die Landschaftsräume, in denen eine Leitart/Leitartengruppe ihren Verbreitungsschwerpunkt hat bzw. noch vorkommt.</p>

Quelle: Oppermann et al. (2020).