

## **Einheitlicher Methodenleitfaden „Insektenmonitoring“**

mit weiterentwickelter Methodik für die Erfassung von Insekten und Umweltvariablen  
(Kapitel 7, Bearbeitungsstand: Januar 2023)

### **Inhalt**

<b>Vorbemerkung .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Hintergrund .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Zielstellung des Insektenmonitorings.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Inhalte und allgemeiner Aufbau des Insektenmonitorings .....</b>	<b>5</b>
3.1 Monitoring häufiger Insekten.....	5
3.2 Monitoring seltener Insekten .....	6
3.2.1 Monitoring von Insekten seltener Lebensräume .....	7
3.2.2 Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten .....	7
<b>4. Einzelbausteine des Insektenmonitorings .....</b>	<b>8</b>
4.1 Empfehlungen für Bausteine des Minimalprogramms .....	10
4.1.1 Bausteine der 1. Säule .....	10
4.1.2 Bausteine der 2. Säule .....	16
4.2 Empfehlungen für Erweiterungsbausteine .....	16
<b>5. Umsetzung des Insektenmonitorings.....</b>	<b>18</b>
5.1 Umsetzungsstufen .....	18
5.2 Einbindung in bestehende Naturschutz-Monitoringprogramme.....	19
5.3 Einbindung von Fachverbänden und Museen/wissenschaftlichen Sammlungen.....	20
<b>6. Ausblick und Forschungsbedarf.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Anhang – Methodenbeschreibungen .....</b>	<b>21</b>
7.1 Kriterien zur Auswahl von Artengruppen.....	21
7.2 Übergreifende Aspekte .....	22
7.2.1 Empfehlungen zur Auswahl der Stichprobenflächen für ein Monitoring auf Landschaftsebene in der 1. Säule .....	22
7.2.2 Empfehlungen zur Auswahl der Stichprobenflächen für ein Monitoring auf Einzelflächenebene in der 1. Säule .....	22
7.2.3 Daten mit Raumbezug.....	24
7.3 Erfassungsmethoden .....	25
7.3.1 Baustein 1A: Tagfalter & Widderchen auf der Landschaftsebene .....	25
7.3.2 Baustein 1B: Heuschrecken im Grünland.....	34
7.3.3 Baustein 1C: Laufkäfer & bodenlebende Spinnen in Grünland, Acker und Wald.....	44
<b>8. Literatur.....</b>	<b>61</b>

## **Vorbemerkung**

Hiermit wird der „einheitliche Methodenleitfaden ‘Insektenmonitoring’“ gemäß Beschluss der 89. UMK am 17. November 2017 zu TOP 40 vorgelegt. Dieser Methodenleitfaden ermöglicht Bund und Ländern einen Einstieg in das nationale Monitoringprogramm für die Erfassung der Insektenfauna in Deutschland. Dieser Methodenleitfaden beschreibt die Grundstruktur des Insektenmonitorings und enthält Methodenbeschreibungen für erste Bausteine des Minimalprogramms.

Für den Aufbau des gemäß UMK-Beschluss geforderten „nationalen Monitoringprogramms für die Erfassung der Insektenfauna in Deutschland“ sind weitere Arbeiten erforderlich. Dazu gehört i) die Fortschreibung des Methodenleitfadens durch Ergänzung weiterer Monitoringmodule, ii) die Durchführung von Forschungsvorhaben und Umsetzungsprojekten zum Insektenmonitoring sowie iii) die Klärung der Organisation, der Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure und der Finanzierung. Der vorliegende Methodenleitfaden stellt somit einen wichtigen, ersten Meilenstein hin zu einem bundesweit abgestimmten Insektenmonitoring dar.

Grundlage für die Erarbeitung dieses Methodenleitfadens waren zwei Bund-Länder Fachgespräche, die abgestimmten Eckpunkte für das Insektenmonitoring, die Einrichtung einer Bund-Länder AG Methodenleitfaden sowie Projekte zum Insektenmonitoring, die von Bund und Ländern aufgesetzt wurden. In dem laufenden F+E-Vorhaben „Konzeptentwicklung zum bundesweiten Insektenmonitoring“ werden die in diesem Methodenleitfaden benannten, noch offenen Fragen weiter bearbeitet.

Die Analyse- und Monitoringergebnisse des Insektenmonitorings sollen zukünftig von den Naturschutzfachbehörden der Länder und des Bundes so aufbereitet werden, dass die notwendigen Maßnahmen und Instrumente zu einem wirksamen Schutz der Insektenfauna entwickelt, effektiv umgesetzt und gesteuert werden können. Um die Potenziale des Insektenmonitorings für die Beantwortung von Fragen des Biodiversitätsschutzes umfassend zu erschließen, sind ergänzende wissenschaftliche Analysen der Monitoringdaten notwendig.

## **1. Hintergrund**

Aktuelle Veröffentlichungen haben belegt, dass langfristige starke Rückgänge der Abundanz und Biomasse von Insekten stattgefunden haben (Deutsche Bundesregierung 2017, Hallmann et al. 2017), bei insektenfressenden Wirbeltieren wurden dementsprechende Rückgänge nachgewiesen (Wahl et al. 2015). Dies hat zu einer gesteigerten Wahrnehmung des Insektenrückgangs in der Öffentlichkeit geführt und den Bedarf zur Umsetzung wirksamer Maßnahmen zum Schutz der Insektenfauna in Deutschland offengelegt. Zudem wurde deutlich, dass für die über 33.000 Insektenarten Deutschlands der Wissensstand zu Vorkommen, Verbreitung und Bestandsentwicklung und deren Ursachen verbessert werden muss. Bislang fehlt jedoch ein bundesweit einheitliches Monitoring der Insektenfauna, um wissenschaftlich belastbare Angaben zum Zustand und zur langfristigen Entwicklung von Insektenbeständen mit standardisierten Methoden auf repräsentativen Flächen zu ermitteln,

bundesweit auswerten und damit auch umgesetzte Maßnahmenpakete zum Insektenschutz evaluieren zu können. Vor diesem Hintergrund hat die 89. Umweltministerkonferenz (UMK) am 17. November 2017 in Potsdam in ihrem Beschluss zu Top 40 die Bundesregierung darum, das BfN mit der Erarbeitung eines einheitlichen Methodenleitfadens „Insektenmonitoring“ zu beauftragen und ein nationales Monitoringprogramm für die Erfassung der Insektenfauna in Deutschland zu installieren. Damit sollen fundierte Ergebnisse zur Bestandsentwicklung der einheimischen Insektenfauna erzielt und gleichzeitig die unterschiedlichen Ursachen für den Rückgang der Insekten erforscht werden.

Wie bereits bei bestehenden bundesweiten Monitoringprogrammen praktiziert, soll auch ein bundesweit einheitliches Insektenmonitoring auf der engen Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern basieren. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Aktivitäten zur standardisierten Erfassung von Insekten zwischen Bund und Ländern harmonisiert und die Ergebnisse der Erhebungen bundesweit zusammengeführt und ausgewertet werden können. Daher wurden im August 2018, basierend auf den Ergebnissen verschiedener Sitzungen (Bund-Länder Gespräch zum Insektensterben am 21. März 2018, Bund-Länder Fachgespräch zum Insektenmonitoring am 19. April 2018), wesentliche Eckpunkte für das einheitliche Insektenmonitoring zwischen Bund und Ländern festgelegt.

Aufbauend auf diesen Eckpunkten wurde der einheitliche Methodenleitfaden „Insektenmonitoring“, der den Bundesländern bis spätestens 1. März 2019 vorliegen sollte, gemeinsam von Fachbehörden des Bundes und der Länder erarbeitet. Ziel des vorliegenden Methodenleitfadens ist es, den Ländern, die 2019 mit Erfassungen des Insektenmonitorings beginnen, eine geeignete, harmonisierte Methodik für erste ausgewählte Organismengruppen zur Verfügung zu stellen. Der Methodenleitfaden umfasst zum einen konzeptionelle Festlegungen zum Insektenmonitoring wie die Ziele, den Aufbau und die Struktur der Säulen des Insektenmonitorings sowie Empfehlungen für die Umsetzung des bundesweiten Insektenmonitorings. Zum anderen enthält der Methodenleitfaden erste, detailliert ausgearbeitete Methodenbeschreibungen für die Erfassung ausgewählter Artengruppen. Die zur Installierung eines bundesweiten Insektenmonitorings notwendigen weiteren Arbeiten sollen auf diesem Methodenleitfaden aufsetzen. Durch ein laufendes und ein weiteres geplantes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundes (mit der Laufzeit von Mitte 2018 bis Anfang 2020 bzw. mit der Laufzeit von drei Jahren ab Ende 2019) werden die Konzepte und die Erprobung des bundesweiten Insektenmonitorings weiter vorangetrieben und unterstützt.

Bei der Erstellung des vorliegenden Methodenleitfadens wurden folgende Fragen für den weiteren Aufbau des Insektenmonitorings aufgeworfen, die zukünftig bearbeitet werden sollen:

- Ergänzung, Entwicklung und Optimierung der für den Methodenleitfaden ausgearbeiteten Bausteine, unter anderem hinsichtlich der Probenflächenkulissen, der Erfassungsfrequenz und der Aufbewahrung des Probenmaterials;
- Festlegung der Kopf- und Umweltdaten, die standardisiert beim Insektenmonitoring zu erheben sind. Dabei ist zu prüfen, inwieweit Daten bereits über andere Datenquellen zur Verfügung stehen und genutzt werden können (z. B. Verwendung von Angaben aus laufenden oder im Aufbau befindlichen Monitoringprogrammen);
- Prüfung alternativer Vorgehensweisen für die Auswertung von Proben und die Datenanalyse, zum Beispiel die Berechnung von Biomassen für Laufkäfer mithilfe

artspezifischer Gewichtsangaben statt der Ermittlung von Biomassen mit Laborverfahren;

- Prüfung, Ausarbeitung und Ergänzung weiterer Bausteine für das Minimal- und Erweiterungsprogramm beider Säulen des Insektenmonitorings; dabei werden die im vorliegenden Methodenleitfaden enthaltenen Erweiterungsbausteine wie auch die Möglichkeiten zur Einbeziehung vergleichsweise artenreicher Ökotope der Normallandschaft und von Wildbienen in Obstkulturen besonders berücksichtigt;
- Ermittlung des Aufwands und Abschätzung von Kosten für die Umsetzung der Bausteine des Insektenmonitorings.

Unterstützt durch ein geplantes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sollen in einer Pilotphase gemeinsam mit den Ländern ausgewählte, prioritäre Bausteine des bundesweiten Insektenmonitorings erprobt und eine Umsetzung vorbereitet werden.

Bund und Länder werden bei der Umsetzung des Insektenmonitorings die abgestimmten Methoden des einheitlichen Methodenleitfadens anwenden. Die Ergebnisse der weiteren Konzeptentwicklung in Forschungsvorhaben haben für die geplante Umsetzung des bundesweiten Insektenmonitorings eine hohe Bedeutung. Die Fortsetzung der Abstimmung zwischen Bund und Ländern ist grundlegende Voraussetzung für die Harmonisierung der zukünftigen Arbeiten zum Insektenmonitoring. Der vorliegende Methodenleitfaden bildet somit einen Meilenstein zum Aufbau eines bundesweit harmonisierten Insektenmonitorings.

## **2. Zielstellung des Insektenmonitorings**

Durch § 6 des Bundesnaturschutzgesetzes sind Bund und Länder gesetzlich verpflichtet, die Veränderungen von Natur und Landschaft zu beobachten. Die Beobachtung dient nach § 6 BNatSchG der gezielten und fortlaufenden Ermittlung, Beschreibung und Bewertung des Zustands von Natur und Landschaft und ihrer Veränderungen einschließlich der Ursachen und Folgen dieser Veränderungen.

Das Insektenmonitoring verfolgt nicht nur in diesem Zusammenhang verschiedene, breit gefächerte Naturschutzziele. Es schließt eine bestehende Lücke, indem wissenschaftlich belastbare Angaben zum Zustand und zur Entwicklung von Insektenbeständen in Deutschland mit reproduzierbaren und standardisierten Methoden auf repräsentativen Flächen ermittelt und bundesweit ausgewertet werden.

Wesentliche fachliche Zielstellungen des bundesweit einheitlichen Insektenmonitorings sind:

- die Darstellung der Auswirkungen des Landschaftswandels, der Intensivierung der Landnutzung, des Klimawandels und ggfs. weiterer Wirkfaktoren auf die Insektenfauna;
- die Ermittlung der Wirksamkeit von Programmen und Instrumenten zum Schutz der Insektenfauna;
- die Ermittlung der Ursachen von Bestandsveränderungen bei Insekten sowie die Bereitstellung von Grundlagen für die Analyse der Folgen der Rückgänge von Insekten für andere Bestandteile der biologischen Vielfalt;
- die Bereitstellung von Beiträgen zur Erfüllung von internationalen Berichtspflichten;
- die Berechnung und Weiterentwicklung naturschutzbezogener Indikatoren;

- die Bereitstellung von Datengrundlagen für die Aktualisierung Roter Listen;
- die Quantifizierung von Ökosystemleistungen.

Das bundesweit einheitliche Insektenmonitoring ist Teil des „Aktionsprogramm Insektenschutz“, mit dem die Bundesregierung die Lebensbedingungen für Insekten und die biologische Vielfalt in Deutschland verbessern will, um dem Insektensterben entgegenzuwirken. Überregionale Wirkungen dieser Maßnahmen zum Schutz der Insektenfauna sollen durch das Insektenmonitoring ermittelt und ggf. weitergehender Handlungsbedarf aufgezeigt werden. Das Insektenmonitoring ist grundsätzlich für einen dauerhaften und langfristigen Betrieb konzipiert. Um bereits kurz- bis mittelfristig das Insektenmonitoring nutzen zu können, sind flankierende Arbeiten notwendig, beispielsweise Analysen mit Raum-für-Zeit-Ansätzen, weitere Aufbereitungen vorhandenen Materials oder Literaturanalysen. Damit können die Entwicklungen für Artengruppen, die in diesen Methodenleitfaden aufgenommen wurden, rückwirkend besser nachgezeichnet werden. Sein volles Potenzial kann das Insektenmonitoring bei gleichzeitiger Umsetzung eines umfassenden Biodiversitätsmonitorings entfalten.

### **3. Inhalte und allgemeiner Aufbau des Insektenmonitorings**

Bei der Entwicklung eines bundesweiten Insektenmonitorings sind verschiedene Aspekte einzubeziehen. Dies betrifft neben der Konzentration auf drängende Naturschutzfragestellungen auch konzeptionelle Fragen, die Verfügbarkeit von standardisierten Methoden für die Ermittlung von Zeitreihen, die Praktikabilität von Erfassungsmethoden, die Verfügbarkeit von qualifizierten Personen, die Aussicht auf eine erfolgreiche Organisation, die Kosteneffizienz und die Einbindung in laufende oder im Aufbau befindliche Monitoringprogramme des Naturschutzes. Das zukünftig geplante bundesweite, umfassende Insektenmonitoring soll die in diesem Methodenleitfaden beschriebenen Bestandteile einschließen und darauf aufbauen.

Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden zwei konzeptionelle Säulen beschrieben, die für das Insektenmonitoring zu berücksichtigen sind. In die Konzepte zum Insektenmonitoring werden Spinnen und ggf. weitere Arthropodengruppen einbezogen. Die Spinnen weisen den Insekten ähnliche Lebensweisen auf, sind eine vergleichsweise artenreiche Artengruppe, besitzen wichtige ökologische Funktionen (z. B. als Nahrung für Vögel), werden bei der Erfassung von Insekten oft mitgefangen und sind gute Indikatoren für die Zielstellungen des Biodiversitätsmonitorings.

#### **3.1 Monitoring häufiger Insekten**

Für die Zielstellungen mit Bezug auf die Gesamtlandschaft in Deutschland sind für das bundesweite Insektenmonitoring repräsentative Stichprobenflächen erforderlich, deren Monitoring-Ergebnisse Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit (Deutschland, Bundesländer, Standorttypen) zulassen. Mit Insektenerfassungen auf derartigen Stichprobenflächen kann ein wesentlicher Teil des Insektenmonitorings in der Normallandschaft<sup>1</sup> geleistet werden, mit

---

<sup>1</sup> Die Normallandschaft umfasst für die bundesweite Gesamtlandschaft repräsentative Flächen, also insbesondere die genutzte und nicht besonders geschützte Landschaft, die in Deutschland über 90% der Gesamtfläche ausmacht.

dem der Einfluss des Landschaftswandels, insbesondere der von Faktoren wie Landnutzungswandel, Intensivierung land- und forstwirtschaftlicher Nutzungen, Siedlungsentwicklung oder Klimawandel, auf die Insektenfauna dargelegt und Trends in diesem Bereich ermittelt werden können. Im Rahmen weiterer, bereits etablierter oder in der Erprobung befindlicher Monitoringprogramme (Brutvogel-, HNV-Farmland- und Ökosystem-Monitoring) wurden bundesweit repräsentative Stichprobenflächen in der Normallandschaft bereits festgelegt (Mitschke et al. 2005) und erfolgreich gemeinsam genutzt. Sie sollen auch der Säule „Monitoring häufiger Insekten“ des Insektenmonitorings als Flächenkulisse dienen. Dazu muss das Methodendesign der Insektenerfassungen einen geeigneten Raumbezug und ggf. eine aussagekräftige Unterstichprobe berücksichtigen. Neben den organisatorischen Vorteilen können so erhebliche inhaltliche Synergien zwischen den verschiedenen, auf diesen Flächen durchgeführten Monitoringprogrammen erschlossen werden.

Das Monitoring häufiger Insekten umfasst diejenigen Arten, die auf den bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen ausreichend genau beobachtet werden können. Auf den bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen in der Normallandschaft sollen verschiedene, sich in ihren ökologischen Ansprüchen ergänzende Artengruppen erfasst werden, anhand derer beispielhaft Aussagen zu Auswirkungen des Landschaftswandels und anderer Einflüsse auf die Insektenfauna getroffen werden können. Kriterien für die Auswahl der Artengruppen sind neben der Eignung als Indikator für die Qualität von Lebensräumen und für andere Zielstellungen des Biodiversitätsmonitorings auch Gesichtspunkte der Praktikabilität, wie zum Beispiel die Verfügbarkeit geeigneter Erfassungsmethoden und qualifizierten Personals (s. Kapitel 4).

### **3.2 Monitoring seltener Insekten**

Das Monitoring seltener Insekten beinhaltet die Arten, die auf Zufallsstichproben in der Normallandschaft nicht in ausreichender Menge und Genauigkeit erfasst werden können. Dazu gehören beispielsweise auch mittelhäufige Arten, die geklumpt vorkommen oder nur regional verbreitet sind. Um die Entwicklung dieser Arten zu analysieren und Rückschlüsse auf die Ursachen von Veränderungen ziehen zu können, sind spezifische Kulissen von für die jeweilige Fragestellung geeigneten, bundesweit repräsentativen Erfassungseinheiten erforderlich, die von den oben genannten bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen in der Normallandschaft deutlich abweichen. Bei Betrachtung derselben Artengruppe auf unterschiedlichen Probenflächenkulissen wird eine Harmonisierung der Erfassungsmethoden angestrebt, um einen Vergleich von Daten einer Insektengruppe (Ordnung, Familie, Gattung) über verschiedene Lebensräume vornehmen und Synergien zwischen den Säulen bzw. Teilbereichen des Insektenmonitorings erschließen zu können.

Das Monitoring seltener Insekten wird in zwei Teilbereiche gegliedert:

- Viele Insektenarten sind auf besondere Habitatstrukturen und Lebensräume angewiesen, die in Deutschland nur relativ selten oder regional konzentriert anzutreffen sind. Dazu gehören beispielsweise Trocken- und Halbtrockenrasen oder totholzreiche Laubwälder ebenso wie ehemals häufige, mittelintensiv genutzte Biotoptypen, die auf der Roten Liste gefährdeter Biotoptypen geführt werden (Finck et al. 2017). Die Entwicklung der Insektenfauna dieser Lebensräume wird mit dem Monitoring von Insekten seltener Lebensräume ermittelt.

- Den zweiten Teilbereich im Monitoring seltener Insekten bilden solche Arten, die aus Naturschutzsicht besonders wertvoll sind. Dazu gehören natürlicherweise seltene Arten, gefährdete Arten sowie solche, für deren Erhaltung Deutschland eine besondere Verantwortlichkeit hat (vgl. Benzler 2001). Die Entwicklung dieser Arten wird mit dem Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten ermittelt.

### **3.2.1 Monitoring von Insekten seltener Lebensräume**

Nach den Roten Listen gefährdeter Biotoptypen sind viele Grünlandlebensräume in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen, betroffen sind aber auch natürliche und naturnahe Fließgewässer oder Auenwälder (Finck et al. 2017). Dieser Rückgang von Trocken- und Halbtrockenrasen, frischem, artenreichem Grünland, totholzreichen Altwäldern und Freiflächen mit dörflicher Ruderalvegetation betrifft auch die Habitate von mittelhäufigen und seltenen Insektenarten, die an diese Biotoptypen gebunden sind. Darüber hinaus hat sich die Qualität der Lebensräume in vielen Fällen verschlechtert, indem Mikrostrukturen und Habitatrequisiten (z. B. wie vegetationsfreie Stellen, standörtliche Feuchteunterschiede) wegfielen oder nivelliert wurden. Das Monitoring von Insekten seltener Lebensräume dient dazu, die Entwicklung der Insektenfauna in solchen selten gewordenen Lebensräumen und in natürlicherweise seltenen Lebensräumen zu ermitteln. Darüber hinaus trägt das Monitoring von Insekten seltener Lebensräume dazu bei, Änderungen der qualitativen Ausprägung dieser Lebensräume zu ermitteln: Durch ihre enge Bindung an seltene oder gefährdete Lebensräume und an eine hohe Lebensraumqualität haben die Insekten dieses Monitoring-Teilbereichs eine Indikatorfunktion für Zustands- und Prozessqualität der jeweiligen Lebensräume sowie Stellvertreterfunktion für die Vielfalt der dort vorkommenden Arten. Sie können die Analysen zur Entwicklung funktionaler Veränderungen von Lebensgemeinschaften unterstützen. Damit kann ein wichtiger Beitrag zur Bewertung von Lebensraumtypen nach FFH-Richtlinie geliefert werden, da datenbasierte Einschätzungen zur Entwicklung von charakteristischen Arten dieser Lebensraumtypen vorgenommen werden.

### **3.2.2 Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten**

Zu dieser Gruppe der aus Naturschutzsicht wertvollen Insekten gehören natürlicherweise seltene Arten, durch menschliche Einwirkung gefährdete Arten sowie Arten mit besonderer Verantwortlichkeit Deutschlands (z. B. endemische Arten oder Unterarten, Arten mit isolierten Vorposten in Deutschland oder weltweit seltene oder gefährdete Arten). Seltene und gefährdete Arten sowie Arten mit besonderer Verantwortlichkeit Deutschlands stehen im Fokus von Naturschutzprogrammen und -instrumenten. Schutzgebietsausweisungen zielen oft auf die Erhaltung seltener und gefährdeter Insektenarten sowie Arten mit besonderer Verantwortlichkeit Deutschlands, Artenhilfsprogramme und auch der Aktionsplan Insektenschutz sind auf ihre Erhaltung ausgerichtet, um die Artenvielfalt in Deutschland zu erhalten. Mit dem Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten sollen solche Arten gezielt erfasst werden, um die Entwicklung der Gefährdung und die Wirksamkeit von Schutzanstrengungen nachweisen und steuern zu können.

Das Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten liefert durch regelmäßige, repräsentative Erfassungen mit reproduzierbaren und standardisierten Methoden einen wichtigen Beitrag zur Einschätzung der Entwicklung von Insekten in Deutschland und ist eine wichtige Ergänzung zur Erfassung der Insekten der Normallandschaft (Monitoring häufiger

Insekten). Darüber hinaus haben insbesondere die seltenen und gefährdeten Arten aufgrund ihres relativ großen Anteils an der Gesamtartenzahl der Insekten Deutschlands bei vergleichsweise geringer Individuenzahl einen großen Einfluss auf die Gesamtdiversität (Gamma-Diversität) der Insektenfauna in Deutschland. Die Berücksichtigung dieser Arten im Insektenmonitoring kann daher auch von großem Wert für den Schutz ihrer spezifischen Lebensräume und deren Flora und Fauna sein.

Kriterien für die Auswahl vordringlich zu beobachtender seltener und gefährdeter Arten sowie Arten mit besonderer Verantwortlichkeit Deutschlands sollten zusätzlich die Indikator- und/oder Stellvertreterfunktion dieser Arten sein. Mit der Artenauswahl soll ein möglichst breites Spektrum gefährdeter und seltener Lebensräume von besonderer Bedeutung für Insekten repräsentiert werden, ein enges Ineinandergreifen mit dem Monitoring von Insekten seltener Lebensräume ist zu beachten. Wie auch beim Monitoring häufiger Insekten müssen bei der Auswahl verschiedene Gesichtspunkte der Praktikabilität mit einfließen, wie zum Beispiel die Verfügbarkeit geeigneter Erfassungsmethoden für die Ermittlung belastbarer Zeitreihen und das Vorhandensein qualifizierten Personals.

#### **4. Einzelbausteine des Insektenmonitorings**

Die Säulen „Monitoring häufiger Insekten“ und „Monitoring seltener Insekten“ werden mit auf konkrete Arten oder Artengruppen bezogenen Einzelbausteinen ausgefüllt (s. Abb. 1). Der modulare Aufbau mit einem aus verschiedenen Einzelbausteinen bestehenden Minimalprogramm als zentralem Element, das verbindliche Vorgaben für die Umsetzung in Deutschland enthält, und Erweiterungsbausteinen für die inhaltliche Ergänzung des Insektenmonitorings über das Minimalprogramm hinaus gewährleistet die Flexibilität und Eigenständigkeit der Länder sowie gleichzeitig ein bundesweit harmonisches Vorgehen. Dies ist dann möglich, wenn die Länder sich dazu bekennen, bei der Umsetzung von Einzelbausteinen die abgestimmten methodischen Vorgaben einzusetzen. Bundesweite Aussagen werden durch die breite Umsetzung des Insektenmonitorings ermöglicht. Mit den im Folgenden beschriebenen Bausteinen der einzelnen Säulen wurden erste Komponenten des Insektenmonitorings festgelegt, die im Rahmen der weiterführenden Konzeption und Erprobung des Insektenmonitorings (weiter-)entwickelt und ergänzt werden sollen (s. Kapitel 1 „Hintergrund“ und Kapitel 5.1 „Umsetzungsstufen“). Für einige der Bausteine werden mit dem vorliegenden Methodenleitfaden den Ländern erste konkrete Methodenbeschreibungen für die erste Umsetzungsstufe des Insektenmonitorings zur Verfügung gestellt.

Für die Empfehlung von Bausteinen des Minimalprogramms wurde zunächst eine große Zahl von Insektengruppen anhand der folgenden, in Kapitel 7.1 detaillierter beschriebenen, wissenschaftlich-fachlichen und praktischen Kriterien hinsichtlich ihrer Eignung für das bundesweite Monitoring bewertet:

- guter Kenntnisstand bezüglich Lebensweise und Ökologie;
- Vorliegen geeigneter Daten zur Verbreitung der Arten;
- hohe Indikator- und Stellvertreterfunktion, die gut dokumentiert ist;
- wichtige ökologische Funktion;
- Standardisierbarkeit der Erfassungsmethode;
- Verfügbarkeit etablierter Erfassungsmethoden;
- Erfüllung praktischer Anforderungen an die Erfassungsmethode;
- Erfassungsmethoden erlauben räumliche Zuordnung der Nachweise;
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse;
- Möglichkeit quantitativer Aussagen;
- möglichst geringe Invasivität der Erfassungsmethode;
- begrenzter zeitlicher und finanzieller Aufwand;
- Möglichkeit mittelfristiger Ausweisung von Ergebnissen / Aktualität der Ergebnisse;
- Verfügbarkeit von Experten und Expertinnen;
- Sympathiegrad der Artengruppe.

Auf der Grundlage der oben aufgeführten Kriterien erfolgte eine Vorauswahl von grundsätzlich für das Monitoring geeigneten Artengruppen. Aufbauend darauf wurden die Empfehlungen für erste Bausteine des Minimalprogramms der ersten Säule (Monitoring häufiger Insekten) ausgearbeitet sowie Vorschläge für weitere Bausteine als Erweiterungsbausteine der ersten Säule benannt. Letztere sollen im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ausgearbeitet und ihre mögliche Zuordnung zum Minimalprogramm geprüft werden. Auch wird in Abhängigkeit von der Ausprägung der Habitatqualität alternativ oder ergänzend eine Zuordnung zum Teilbereich „Monitoring von Insekten seltener Lebensräume“ der zweiten Säule geprüft.

Wegen ihrer aus fachlicher und praktischer Sicht hohen Eignung für das Monitoring wurden Tagfalter & Widderchen, Heuschrecken, Laufkäfer und bodenlebende Spinnen in die Empfehlungen für Bausteine des Minimalprogramms aufgenommen. Diese Auswahl soll zukünftig ergänzt und erweitert werden. Die Begründungen für die Auswahl dieser Gruppen finden sich in den Ausführungen zu den jeweiligen Bausteinen (Kapitel 4.1.1).

Darüber hinaus muss für weitere Artengruppen zukünftig geprüft werden, welche ergänzend in das Insektenmonitoring aufgenommen werden sollen. Zu diesen Artengruppen mit hoher Eignung für das Monitoring gehören Nachtfalter, Totholzkäfer, Wildbienen, Libellen, Steinfliegen, Eintagsfliegen und Köcherfliegen, Schwimm- und Wasserkäfer sowie artengruppenübergreifend tagaktive Fluginsekten. Wichtige Gründe für die Benennung dieser Artengruppen sind die ihnen beigemessene fachliche Eignung, vor allem aufgrund ihrer indikatorischen Qualität für die Darstellung von Änderungen der Habitatqualität und für andere Zielstellungen des Biodiversitätsmonitorings (Nachtfalter, Totholzkäfer, Wildbienen, Libellen, Stein-, Eintags- und Köcherfliegen, Schwimm- und Wasserkäfer) und ihrer ökologischen Bedeutung für andere Bestandteile der Biodiversität und Ökosystemfunktionen (insbesondere Wildbienen und andere Fluginsekten). Im Unterschied zu den Artengruppen, die dem Minimalprogramm bereits zugeordnet wurden, stehen für die bundesweite Bearbeitung dieser Artengruppen deutlich geringere Zahlen von Experten und Expertinnen zur Verfügung. Zusätzlich zeichnen sie sich zumeist durch einen hohen Erfassungs- und/oder Bestimmungsaufwand aus. Bei vielen dieser Artengruppen besteht darüber hinaus ein hoher Bedarf, Aspekte wie die spezifische Erfassungsmethodik oder Möglichkeiten der Nutzung

von Synergien mit anderen Monitoringprogrammen auszuarbeiten. Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Konzeptentwicklung zum bundesweiten Insektenmonitoring“ soll die Eignung dieser Artengruppen für das Monitoring wie auch ihre mögliche Zuordnung zu den einzelnen Bausteinen geprüft werden. So wäre es wünschenswert, das Minimalprogramm für den Wald durch Aufnahme einer weiteren Artengruppe dieses Lebensraums (Nachtfalter oder Totholzkäfer) zu ergänzen und damit ein breiteres ökologisches Spektrum der untersuchten Artengruppen abzudecken.

## **4.1 Empfehlungen für Bausteine des Minimalprogramms**

### **4.1.1 Bausteine der 1. Säule**

Für das Minimalprogramm zum Monitoring häufiger Insekten werden nachfolgend drei Bausteine beschrieben, durch die zum einen die Normallandschaft Deutschlands auf Landschaftsebene sowie die drei flächenmäßig bedeutsamsten Landnutzungstypen – Grünland, Acker und Wald – auf Biotopebene und zum anderen vier Artengruppen mit sehr unterschiedlichen biologischen Eigenschaften und Lebensraumansprüchen repräsentiert sind. Die Artengruppen werden regelmäßig und standardisiert erfasst. Die Beobachtungen auf Biotopebene finden in einzelnen in sich einheitlich bewirtschafteten Flächen der jeweiligen Nutzungstypen statt (im Folgenden „Bewirtschaftungseinheit“ genannt, entspricht im Wesentlichen dem landwirtschaftlichen Begriff „Schlag“ bzw. dem forstlichen Begriff „Bestand“). Darüber hinaus werden die Tagfalter und Widderchen nutzungstypenübergreifend auf der Landschaftsebene erfasst. Im Einzelnen werden für das Minimalprogramm der ersten Säule folgende Bausteine vorgeschlagen (Auswahlkriterien s. Kapitel 7.1):

- 1A: Tagfalter & Widderchen auf der Landschaftsebene
- 1B: Heuschrecken im Grünland
- 1C: Laufkäfer & bodenlebende Spinnen in Grünland, Acker und Wald

Im Folgenden werden die Bausteine 1 A bis 1 C in ihren Grundzügen erläutert. Detaillierte Angaben zur Probenflächenauswahl, zu den vorgesehenen Erfassungsmethoden und den ergänzend aufzunehmenden Umweltparametern zu diesen Bausteinen finden sich in Kapitel 7. Weitere Vorschläge für Bausteine des Minimalprogramms der 1. Säule sollen im Rahmen des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhabens erarbeitet und ergänzt werden.

#### **Baustein 1A: Tagfalter & Widderchen auf der Landschaftsebene**

##### *Charakteristika der Artengruppe und Einschätzung ihrer Eignung für das Monitoring*

Die Gruppe der Tagfalter wird von sechs nahe verwandten Familien (Papilionidae, Hesperidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae) aus der Ordnung der Lepidoptera gebildet und ist in Deutschland aktuell mit 187 etablierten Arten vertreten (Reinhard & Bolz 2011). Die Widderchen (Zygaenidae) sind eine Familie der Spinnerartigen Nachtfalter mit 24 in Deutschland vorkommenden Arten (Rennwald et al. 2011). Trotz ihrer deutlich anderen systematischen Stellung werden die Widderchen sehr oft zusammen mit den Tagfaltern bearbeitet, da sie letzteren in ihrer Lebensweise und ihrem Verhalten sehr ähnlich sind (vgl. Fartmann & Hermann 2006).

Ein wichtiges Kriterium für die Eignung dieser Artengruppe für Zwecke des

Biodiversitätsmonitorings ist die Tatsache, dass sie die bezüglich ihrer Ökologie am besten untersuchte Insektengruppe Europas sind und für viele europäische Länder weit überdurchschnittlich gute Verbreitungsdaten verfügbar sind, teilweise auch für die Vergangenheit (vgl. z. B. Thomas 2005, Kudrna et al. 2011, Merckx et al. 2013). Viele Tagfalter und Widderchen sind eng an bestimmte Pflanzenarten oder -familien sowie bestimmte Habitateigenschaften (vor allem Vegetationsstruktur und Mikroklima) gebunden und reagieren empfindlich auf Veränderungen der Umweltbedingungen und der Landnutzung. Darüber hinaus ist für das dauerhafte Vorkommen einiger Arten eine bestimmte Mindestgröße des Habitats und/oder eine gute landschaftsweite Vernetzung ihrer lokalen Populationen unerlässlich (z. B. Fartmann & Hermann 2006, Thomas et al. 2011, Fartmann 2017). Der enge Zusammenhang zwischen der Tagfalter- und der Phytodiversität und die große Zahl stenöker Arten machen die Tagfalter und Widderchen zu einer besonders sensiblen Indikatorgruppe für Veränderungen der Habitatqualität und für andere Zielstellungen im Naturschutz. So werden konkrete Aussagen zu Auswirkungen des Landschaftswandels und anderer Einflüsse auf die Insektenfauna am Beispiel der Tagfalter und Widderchen ermöglicht. Zudem sind die meisten Tagfalter- und Widderchenarten im Gelände bestimmbar. Nur in wenigen Gattungen gibt es Arten, die sich äußerlich so ähnlich sind, dass unter Umständen eine Entnahme von Belegexemplaren für genitalmorphologische Untersuchungen erforderlich sein kann (Settele 1999). Die relativ einfache Bestimmbarkeit der Tagfalter und Widderchen ist nicht invasiv, wenig kosten- und zeitintensiv. Die Zahl der Experten und Expertinnen für diese Artengruppe in Deutschland übersteigt wahrscheinlich die aller anderen Insektengruppen. Es gibt in Deutschland und in Europa etablierte, standardisierte Monitoringmethoden mit räumlichem Bezug, die reproduzierbare Ergebnisse und semiquantitative Aussagen ermöglichen (s.u.). Vorteilhaft ist außerdem, dass die Tagfalter und Widderchen eine bekannte und attraktive Insektengruppe sind. Somit trägt die Aufnahme dieser Artengruppe in das Monitoring dazu bei, seine öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz in der Gesellschaft zu steigern. Der einzige größere Nachteil der Tagfalter und Widderchen in Bezug auf die praktischen Aspekte eines Monitorings sind die über die gesamte Vegetationsperiode verteilten und meist nur wenige Wochen dauernden Flugzeiten der verschiedenen Arten. Für eine einigermaßen vollständige Erfassung des Artenspektrums einer Fläche oder eines Landschaftsausschnitts sind daher mehrere Begehungen unumgänglich (Hermann 1992, Mühlhofer 1999, Lang et al. 2016).

Tagfalter und Widderchen können sowohl im Offenland als auch im Wald in artenreichen Zönosen vorkommen. Voraussetzung hierfür sind jedoch eine hohe Phytodiversität und – für die Mehrzahl der Arten – ein warmes Mikroklima während der Vegetationsperiode (Fartmann & Hermann 2006). Solche Bedingungen sind im Offenland vor allem in eher nährstoffarmen Habitaten mit niedriger bis mittlerer Nutzungsintensität und in Wäldern mit lichter Bestandstruktur (z. B. in Hude-, Nieder- und Mittelwäldern und in Wäldern mit einer hohen Dichte an Kahlschlag- oder Windwurfflächen) gegeben (Settele et al. 2009). Bei Düngung und intensiver Nutzung von Offenland-Habitaten, wie sie für das Acker- und Grünland der Normallandschaft typisch sind, und Bewirtschaftung der Wälder als Altersklassenwälder kommt daher Saumstrukturen und Ökotonen oft eine hohe Bedeutung als Habitat zu (Settele et al. 2009). Intensivgrünland, Äcker und geschlossene Altersklassenwälder können nur von sehr wenigen Arten oder gar nicht mehr besiedelt werden (vgl. z. B. Fartmann 2004, Fartmann 2006, Settele et al. 2009).

### *Zusammenfassung der Erfassungsmethode unter dem Gesichtspunkt ihrer Eignung für das Monitoring*

Die mit Abstand am häufigsten verwendete Methode zur standardisierten Erfassung im Monitoring von Tagfaltern und Widderchen sind Transektzählungen von Imagines (vgl. Pollard & Yates 1993, Kühn et al. 2014, van Swaay et al. 2008, Hintermann & Weber AG 2009). Bei Transektzählungen wird eine festgelegte Route in einem langsamen und gleichmäßigen Tempo abgesprochen. Alle Individuen, die dabei innerhalb eines bestimmten Bereichs links, rechts, vor und oberhalb der erfassenden Person entlang des Transekts beobachtet werden, werden mit ihrer Artidentität punktgenau erfasst. Bei der Interpretation der so gewonnenen Individuendichten ist zu beachten, dass es sich um Aktivitätsdichten handelt (Settele 1999).

Da in der Normallandschaft Saumstrukturen und Ökotonen im Allgemeinen eine größere Bedeutung als Habitat zukommt als der eigentlichen land- und forstwirtschaftlichen Nutzfläche, wird für die Erfassung der Tagfalter und Widderchen auf der Landschaftsebene empfohlen, pro Stichprobenfläche ein 1,5 km langes Transekt bevorzugt entlang von Randstrukturen anzulegen und dieses annähernd diagonal durch die Stichprobenfläche verlaufen zu lassen. Diese Vorgehensweise liefert Ergebnisse, die die Vielfalt und die Wertigkeit aus Naturschutzsicht sowohl der Saumstrukturen als auch (mit Abstrichen) der angrenzenden Land- und Forstwirtschaftsflächen im beprobten Landschaftsausschnitt widerspiegeln.

Damit die Transektzählungen verschiedener Jahre miteinander vergleichbar sind, müssen sie immer entlang derselben Routen vorgenommen werden. Um einen gleichbleibenden Routenverlauf bestmöglich sicherzustellen, empfiehlt es sich, sich bei der Einrichtung der Transekte am bestehenden Wegenetz zu orientieren.

### **Baustein 1B: Heuschrecken im Grünland**

#### *Charakteristika der Artengruppe und Einschätzung ihrer Eignung für das Monitoring*

Die Ordnung der Heuschrecken (Orthoptera) ist in Deutschland mit 85 etablierten Arten vertreten (Maas et al. 2011). Heuschrecken kommen in einem breiten Spektrum von Offenlandhabitaten vor. Lediglich Äcker werden in Mitteleuropa aufgrund der dort herrschenden hohen Nutzungsintensität heutzutage in der Regel nicht mehr besiedelt. Hinsichtlich der Ernährungsweise sind sowohl rein herbivore Arten als auch Gemischtköstler und überwiegend carnivore Arten vertreten (Ingrisch & Köhler 1998). Nicht selten treten Heuschrecken in hohen Dichten auf und können daher als Nahrung für insektivore Tiere (z. B. diverse Vogelarten; Bauer et al. 2005, Wilson et al. 1999) große Bedeutung erlangen. Heuschrecken gehören zu den am besten untersuchten Insektengruppen, so dass der Kenntnisstand bezüglich der ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten mittlerweile sehr gut ist (Detzel 1998, Schlumprecht & Waeber 2003). Sie sind hervorragende Indikatoren für Veränderungen der Habitatqualität und für andere naturschutzbezogene Zielstellungen im Hinblick auf Umweltbedingungen, Landnutzungsintensität, Vegetationsstruktur und Mikroklima von Grünland- und vielen anderen Offenland-Habitaten (Kratochwil & Schwabe 2001, Krüß & Tschardt 2002, Poniowski & Fartmann 2008, Fartmann et al. 2012, Schirmel et al. 2017). Heuschrecken sind in Offenlandökosystemen eng mit der Biodiversität anderer Artengruppen und mit Umweltveränderungen korreliert (Sauberer et al. 2004, Allan

et al. 2014). Die Artengruppe stellt somit ein für diese Parameter geeignetes Surrogat-Taxon dar. Zur aktuellen und historischen Verbreitung der Heuschreckenarten in Deutschland gibt es vergleichsweise gute Daten (Poniatowski et al. 2018), so dass die im Rahmen des Insektenmonitorings erhobenen Daten mit Verbreitungsmustern aus früheren Zeiten verglichen werden können. Bundesweit gibt es zahlreiche Experten und Expertinnen für diese Artengruppe, die, wie auch solche anderer mitteleuropäischer Länder, in einer Fachgesellschaft, der DGfO (Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie e.V.), organisiert sind. Die allermeisten Heuschreckenarten erreichen ihr Populationsmaximum im Hochsommer, so dass eine lokale Zönose meist schon mit einer einzigen Begehung annähernd vollständig erfasst werden kann (z. B. Fartmann et al. 2012). Zudem sind alle Heuschreckenarten im Gelände bestimmbar, sowohl optisch als auch – mit Ausnahme weniger Arten – anhand des „Gesangs“ (Fischer et al. 2016). Die leichte Bestimmbarkeit und phänologische Ähnlichkeit der allermeisten Arten machen die Heuschrecken zu einer Insektengruppe, die mit vergleichsweise geringem Aufwand erfasst werden kann.

#### *Zusammenfassung der Erfassungsmethode unter dem Gesichtspunkt ihrer Eignung für das Monitoring*

Die am besten standardisierbare Methode zur Erfassung von Heuschrecken ist die Verwendung des sogenannten Isolationsquadrats (z. B. Ingrisch & Köhler 1998, Behrens & Fartmann 2004a, Gardiner & Hill 2006, Helbing et al. 2014), die auch bei ungünstigen Wetterbedingungen reproduzierbare, quantitative Ergebnisse mit exaktem räumlichen Bezug ermöglicht. Es besteht aus einem Rahmen aus zusammensteckbaren Aluminiumstangen, zwischen denen zur Stabilisierung Spanngurte verspannt werden. Seine Grundfläche beträgt 2 m<sup>2</sup>. Unten und oben ist es offen, die 80 cm hohen Seiten werden von einer Bahn aus stabilem Stoff gebildet.

Zur Erfassung der Heuschrecken wird das Isolationsquadrat mehrere Male in der zu untersuchenden Fläche aufgesetzt, und jedes Mal werden alle Individuen, die sich innerhalb des Quadrats befinden, bestimmt, notiert und aus dem Quadrat herausgesetzt. Ingrisch & Köhler (1998) berichten über Studien in unterschiedlichen Biotoptypen (Glatthaferwiese, Kalkmagerrasen, Feuchtgrünland), in denen getestet wurde, wie viele m<sup>2</sup> beprobt werden müssen, um das Arteninventar einer Fläche vollständig zu erfassen. Dabei ergaben sich Werte zwischen 9 und 28 m<sup>2</sup>, die meisten davon lagen bei 10 - 15 m<sup>2</sup>. In vielen neueren Studien (z. B. Poniatowski & Fartmann 2008, Fartmann et al. 2012, Helbing et al. 2014, Löffler & Fartmann 2017) wurden standardmäßig 20 m<sup>2</sup> beprobt, in wenigen anderen Untersuchungen 40 m<sup>2</sup> (Gardiner & Hill 2006, Kormann et al. 2015). Im intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland sind die Individuendichten erfahrungsgemäß recht niedrig, so dass im Rahmen dieses Monitoring-Bausteins sicherheitshalber eine relativ große Fläche (30 m<sup>2</sup>, entspricht 15 „Würfen“ mit dem Isolationsquadrat) beprobt werden soll. Im Anschluss an die erste Feldsaison sollen anhand der erhobenen Daten Arten-Areal-Kurven erstellt werden um zu prüfen, ob der Wert von 30 m<sup>2</sup> ausreichend war oder in Zukunft sogar reduziert werden kann, ohne dass die Erfassungsgenauigkeit beeinträchtigt wird.

Die Isolationsquadrat-Methode ist die einzige praktikable Erfassungsmethode, mit der vollquantitative Daten zu Heuschrecken-Abundanzen ermittelt werden können (Ingrisch & Köhler 1998, Badenhäusser et al. 2009). Zum einen ist der Flächenbezug bei der Isolationsquadrat-Methode exakter als bei anderen Methoden wie Transekt- oder Punkt-

Stopp-Zählungen. Zum anderen können mittels Keschern und Verhören ermittelte Individuenzahlen strenggenommen nur als Aktivitätsdichten interpretiert werden, da die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Individuum von der kartierenden Person registriert wird, von der momentanen Bewegungs- und Gesangsaktivität des Individuums abhängt. Darüber hinaus beeinflussen auch Höhe und Dichte der beprobten Vegetation die Entdeckungswahrscheinlichkeit und damit das Ergebnis von Methoden, die auf Keschern und Verhören basieren. Beim systematischen Absuchen der Vegetation innerhalb des Isolationsquadrats hingegen werden auch wenig aktive und versteckt sitzende Individuen (z. B. die unauffälligen Dornschröcken und Beißschröcken, die sich bei Störung zu Boden fallen lassen) entdeckt.

### **Baustein 1C: Laufkäfer & bodenlebende Spinnen in Grünland, Acker und Wald**

Unter den Artengruppen, die für ein bundesweites Monitoring als geeignet angesehen wurden, sind Laufkäfer und bodenlebende Spinnen die einzigen, die sowohl im Grünland als auch im Acker und im Wald mit vergleichsweise artenreichen Zönosen vorkommen und biotopspezifisch erfasst werden können. Wenn beide Gruppen immer mit der gleichen Methodik erfasst werden, können Zustand und zeitliche Entwicklung der Arthropodenfauna ganz unterschiedlicher Lebensräume anhand derselben Artengruppen (und damit besonders präzise) verglichen werden. Daher ist im Minimalprogramm eine Erfassung beider Gruppen in den drei Nutzungstypen Grünland, Acker und Wald vorgesehen.

#### *Charakteristika der Artengruppe „Laufkäfer“ und Einschätzung ihrer Eignung für das Monitoring*

Die Familie der Laufkäfer (Carabidae), die auch die früher als eigene Familie angesehenen Sandlaufkäfer als Unterfamilie (Cicindelinae) umfasst, ist in Deutschland mit 566 etablierten Arten vertreten (Schmidt et al. 2016). Laufkäfer kommen in vielen verschiedenen Lebensraum- und Landnutzungstypen vor, sogar im Ackerland können hohe Individuendichten erreicht werden (Trautner 2017). Die Imagines der meisten Laufkäferarten leben auf der Bodenoberfläche (epigäisch) oder in den obersten Bodenschichten. Die meisten Arten sind carnivor, manche Spezies ernähren sich jedoch zum Teil oder sogar in erster Linie vegetarisch. Laufkäfer sind sowohl als Konsumenten als auch als Beute für etliche Vertreter anderer Tiergruppen (z. B. Arten der Vögel, Kleinsäuger, Spinnen, Fledermäuse) von Bedeutung (Trautner 2017). Die Gruppe der Laufkäfer ist gut untersucht und zeichnet sich durch große interspezifische Unterschiede bezüglich der Habitatansprüche, viele stenöke Arten und einen guten Kenntnisstand ihrer Biologie und Ökologie aus. Dies macht sie zu sensiblen und gut interpretierbaren Indikatoren für Veränderungen der Habitatqualität und für andere naturschutzbezogene Zielstellungen, die in vielen verschiedenen Zusammenhängen eingesetzt werden (Trautner 1992, Trautner & Aßmann 1998, Trautner & Fritze 1999, Bernotat et al. 2002). Zur aktuellen und historischen Verbreitung der Laufkäferarten in Deutschland bzw. Baden-Württemberg sind in jüngster Zeit zwei Zusammenstellungen erschienen (Trautner et al. 2014 bzw. Trautner 2017), so dass die im Rahmen des Insektenmonitorings erhobenen Daten mit Verbreitungsmustern aus früheren Zeiten verglichen werden können. Für die Erfassungen haben sich weitgehend standardisierte Erfassungsmethoden etabliert, die reproduzierbare Ergebnisse mit semiquantitativen Aussagen erlauben. Den wenig aufwändigen Erfassungen über längere Zeiträume mittels Bodenfallen steht eine zeitintensivere Bestimmungsarbeit der abgetöteten Tiere durch qualifiziertes Personal im

Labor gegenüber. Für Laufkäfer ist der Bestimmungsaufwand deutlich höher als für weitgehend im Gelände bestimmbare Gruppen wie Heuschrecken und tagaktive Schmetterlinge. Das liegt vor allem an ihrer hohen Diversität, an zum Teil schwer unterscheidbaren Arten und den oft großen Zahlen von Individuen, die mit Bodenfallen (der wichtigsten Erfassungsmethode für Laufkäfer) gefangen werden (Trautner & Fritze 1999). Die Anzahl der Experten und Expertinnen für diese Artengruppe wird als geringer eingeschätzt im Vergleich zu den Tagfaltern und Heuschrecken, sie liegt jedoch deutlich höher als bei den meisten anderen Insektengruppen. Vorteilhaft ist auch, dass es für die Laufkäfer eine bundesweite Fachgesellschaft gibt (Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V.).

#### *Charakteristika der Artengruppe „bodenlebende Spinnen“ und Einschätzung ihrer Eignung für das Monitoring*

Die Ordnung der Spinnen (Araneae) ist in Deutschland mit 992 etablierten Arten vertreten (Blick et al. 2016). Spinnen kommen in allen terrestrischen und semiterrestrischen Lebensräumen in hoher Arten- und Individuenzahl vor (Blick 1999). Besiedelt werden alle Straten – vom Boden über die Krautschicht bis zur Strauch- und Baumschicht. Der Großteil der Spinnen lebt räuberisch und ernährt sich überwiegend von erbeuteten Gliedertieren (Arthropoden), besonders Insekten. In der Gruppe der Spinnen findet sich ein breites Spektrum unterschiedlicher ökologischer Anspruchstypen, so dass sie zur Charakterisierung aller (semi-) terrestrischen Biotoptypen und zur Dokumentation von Änderungen bestimmter Biotop-Parameter gut geeignet ist (Kiechle 1992, Blick 1999). Für einen Großteil der Arten liegen zahlreiche Informationen zu Lebensraumsansprüchen und Verbreitung in Deutschland vor (z. B. der *Atlas der Spinnentiere Europas* der Arachnologischen Gesellschaft e.V., online unter <https://arages.de/de/arachnologie-vernetzt/atlas-der-spinnentiere.html>), so dass sie für unterschiedlichste naturschutzbezogene Fragestellungen als Indikatorgruppe verwendet werden (Blick 1999). Wegen der hohen Diversität der Spinnen, vielen schwer unterscheidbaren Arten und den oft großen Zahlen von Individuen, die mit den üblichen Erfassungsmethoden gefangen werden, ist die Bestimmung jedoch zeitaufwendig. Da die etablierte Methodik zur Erfassung bodenlebender Spinnen der Einsatz standardisierter Bodenfallen analog zu den Laufkäfern ist (mit ähnlichen Vor- und Nachteilen), werden diese beiden Artengruppen oft gemeinsam erfasst. Zu beachten sind dabei Unterschiede hinsichtlich der optimalen Erfassungszeiträume im Jahresverlauf sowie die Wahl einer für beide Artengruppen geeigneten Fangflüssigkeit. Die Anzahl der Experten und Expertinnen für die bodenlebenden Spinnen wird wie bei den Laufkäfern als niedriger im Vergleich zu Tagfaltern und Heuschrecken, aber dennoch höher als bei den meisten anderen grundsätzlich für das Insektenmonitoring geeigneten Gruppen eingeschätzt. Vorteilhaft ist, dass es auch für die Spinnen eine bundesweite Fachgesellschaft gibt (Arachnologische Gesellschaft e.V.).

#### *Zusammenfassung der Erfassungsmethode unter dem Gesichtspunkt ihrer Eignung für das Monitoring*

Für die standardisierte Erfassung sowohl der Laufkäfer als auch der bodenlebenden Spinnen haben sich Bodenfallen bewährt (Kiechle 1992, Blick 1999, Trautner & Fritze 1999, Trautner 2017). Der bei Weitem am häufigsten verwendete Typ ist die sogenannte Barberfalle, die aus kleinen in den Boden eingegrabenen Gefäßen mit einer Tötungs- und Konservierungsflüssigkeit besteht. Barberfallen ermöglichen es, über längere Zeiträume

integrierend (d. h. unabhängig von tageszeitlichen oder witterungsbedingten Aktivitätsschwankungen der Arten) zu arbeiten. Der Arbeitsaufwand steht in der Regel in einem günstigen Verhältnis zur Aussagekraft der mit dieser Methode gewonnenen Daten (Trautner & Fritze 1999). Zu allen Aspekten der Arbeit mit Barberfallen gibt es umfangreiche Erfahrungswerte, die auch bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten (z. B. Trautner 1992, Trautner & Fritze 1999, Trautner 2017). Insbesondere ist zu beachten, dass die mit Bodenfallen ermittelten Abundanzen Aktivitätsdichten darstellen. Neben Laufkäfern und bodenlebenden Spinnen enthalten Bodenfallen-Fänge immer auch zahlreiche Individuen anderer Arthropoden-Gruppen. Die Diversitäts- und Biomassedaten dieser weiteren Gruppen sollten nur dann ausgewertet werden, wenn bekannt ist, dass Bodenfallen aussagekräftige Daten für die jeweilige Gruppe liefern können. Als Artengruppen des Beifangs von Laufkäfer- und Spinnenerfassungen, für die eine Auswertung sinnvoll erscheint, werden in der Literatur Kurzflügelkäfer (Staphylinidae), Weberknechte (Opiliones), Pseudoskorpione (Pseudoscorpiones), Tausendfüßer (Myriapoda) und Asseln (Isopoda) genannt (Blick 1999).

#### **4.1.2 Bausteine der 2. Säule**

Vorschläge für Bausteine des Minimalprogramms zum Monitoring seltener Insekten (2. Säule) sollen im Rahmen des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ausgearbeitet werden.

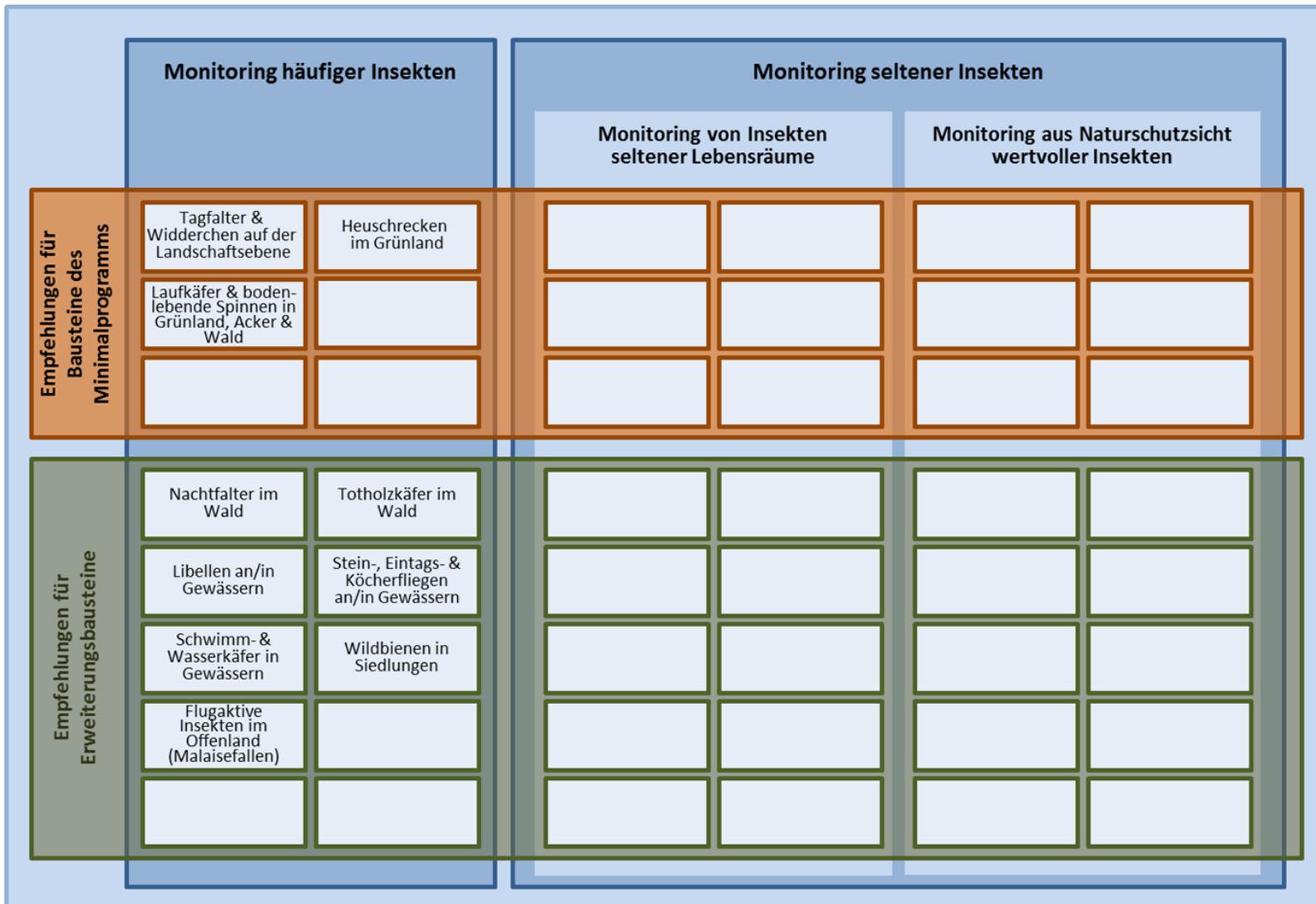
### **4.2 Empfehlungen für Erweiterungsbausteine**

Als Erweiterungsbausteine für die 1. Säule werden die nachfolgenden Bausteine vorgeschlagen, die im Rahmen des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhabens geprüft und ausgearbeitet werden sollen (Auswahlkriterien s. Kapitel 7.1):

- E1a: Nachtfalter im Wald
- E1b: Totholzkäfer im Wald
- E1c: Libellen an/in Gewässern
- E1d: Stein-, Eintags- & Köcherfliegen an/in Gewässern
- E1e: Schwimm- & Wasserkäfer in Gewässern
- E1f: Wildbienen in Siedlungen
- E1g: Flugaktive Insekten im Offenland (Malaisefallen)

Darüber hinaus soll eine mögliche Zuordnung der oben genannten Bausteine zum Minimalprogramm und mögliche Beiträge aus anderen Monitoringprogrammen (z. B. Monitoring nach WRRL) geprüft werden. In Abhängigkeit von der Ausprägung der Habitatqualität können einzelne Bausteine alternativ oder ergänzend zur ersten Säule auch dem Teilbereich „Monitoring von Insekten seltener Lebensräume“ der zweiten Säule zugeordnet werden.

Weitere Vorschläge für Erweiterungsbausteine des Monitorings häufiger Insekten (1. Säule) sowie für Erweiterungsbausteine des Monitorings seltener Insekten (2. Säule) sollen im Rahmen des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhabens erarbeitet werden.



**Abb. 1:** Schema zum modularen Aufbau des bundesweiten Insektenmonitorings. Zwei Säulen strukturieren das Insektenmonitoring in das Monitoring häufiger und seltener Insekten. Das Monitoring seltener Insekten setzt sich aus den Teilbereichen Monitoring von Insekten seltener Lebensräume und Monitoring aus Naturschutzsicht wertvoller Insekten zusammen. Die Säulen werden mit Einzelbausteinen zur Erfassung bestimmter Arten(gruppen) ausgefüllt, die einem Minimalprogramm zugeordnet sein oder ergänzenden Charakter haben können. Für das Minimalprogramm der ersten Säule wurden bereits erste Bausteine benannt und ausgearbeitet. Die hier aufgeführten Erweiterungsbausteine sollen weiter ausgearbeitet und eine mögliche Zuordnung zum Minimalprogramm geprüft werden. Auch ist in Abhängigkeit von der Ausprägung der Habitatqualität alternativ oder ergänzend eine Zuordnung zum Teilbereich „Monitoring von Insekten seltener Lebensräume“ der zweiten Säule möglich.

## **5. Umsetzung des Insektenmonitorings**

Im Folgenden wird die zeitliche Staffelung der Konzeption und Umsetzung des Insektenmonitorings beschrieben.

### **5.1 Umsetzungsstufen**

Dieser Methodenleitfaden beschreibt als Basis für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Einrichtung eines bundesweiten Insektenmonitorings die Zielstellung des Monitorings und liefert erste Komponenten und konkrete Methodenbeschreibungen für die Umsetzung.

Diese Komponenten sind zukünftig in der Praxis zu erproben und weiterzuentwickeln, um sie für die Zwecke und Anforderungen des Insektenmonitorings für den Naturschutz zu optimieren. Darüber hinaus ist das Set der Komponenten sukzessive zu ergänzen und zu vervollständigen. Von der Konzeptionierung bis zur Etablierung des bundesweiten Insektenmonitorings sollen verschiedene Umsetzungsstufen durchlaufen werden:

#### **Stufe 1 – Erste Schritte: Grundlegende Konzeptentwicklung und Erprobung**

Im Rahmen der grundlegenden Konzeptionierung werden in einem ersten Schritt die Fragestellungen konkretisiert. Darauf baut die Analyse fachlicher Aspekte auf, zum Beispiel zur Eignung verschiedener Insektengruppen und Erfassungsmethoden sowie zur raumzeitlichen Methodik der Datenaufnahme. Indem Bezüge zu bereits etablierten oder in der Erprobung befindlichen Programmen zum Biodiversitätsmonitoring berücksichtigt werden, sollen Synergien geschaffen werden. Im Anschluss daran werden konkrete Vorschläge zu Organisation, schrittweisem Aufbau und Umsetzung eines bundesweiten Insektenmonitorings entwickelt. In enger Zusammenarbeit mit Museen, wissenschaftlichen Sammlungen und ehrenamtlich getragenen Fachverbänden wird geprüft, wie eine Zusammenarbeit gestaltet werden könnte. Die Erarbeitung dieser umfassenden konzeptionellen Grundlagen für ein bundesweites Insektenmonitoring wird durch ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit einer Laufzeit von August 2018 bis Januar 2020 unterstützt. Forschungsnehmer ist die Universität Osnabrück, Projektpartner sind das Planungsbüro für angewandten Naturschutz in München (PAN), der Entomologische Verein Krefeld, die Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen Dresden sowie die Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen.

Die Länder – insbesondere Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg – haben bereits 2017 bzw. 2018 mit Erhebungen zum Insektenmonitoring begonnen und Bereitschaft signalisiert, zukünftig bundesweite Standards zu verwenden. Die Erfahrungen dieser Erhebungen fließen in die grundlegende Konzept- und Methodenentwicklung zum bundesweiten Insektenmonitoring ein. Nordrhein-Westfalen hat 2017 auf 20 Standorten Malaise-Fallen aufgestellt und wird dieses bis 2022 auf weiteren 100 Standorten tun, um tagaktive Fluginsekten mit der vom Entomologischen Verein Krefeld verwendeten Methode zur Ermittlung von Biomassen zu fangen. Auch in Baden-Württemberg werden seit 2018 Malaise-Fallen im Rahmen der Erhebungen zum Insektenmonitoring eingesetzt. Dies liefert zusammen mit den Ergebnissen des F+E-Vorhabens „Biodiversitätsverluste in FFH-Lebensraumtypen des Offenlandes“ einen Beitrag zur Analyse des möglichen Einsatzes von Malaise-Fallenuntersuchungen im bundesweiten Insektenmonitoring. In Baden-Württemberg werden darüber hinaus seit 2018 Tagfalter und Heuschrecken im Rahmen von

Transektbegehungen erfasst. Ab 2019 sind Erfassungen der bodenoberflächenaktiven Insekten (insb. Laufkäfer) mit Bodenfallen geplant. Zudem sollen über zwei Jahre Nachtfalter mittels Lichtfallen für einen Altdatenvergleich erfasst werden. Auch in Nordrhein-Westfalen sind Erfassungen von Tagfaltern und Heuschrecken für die Zukunft vorgesehen.

## **Stufe 2 – Weiterführende Konzeptionierung und Erprobung**

Basierend auf dem vorliegenden Methodenleitfaden und den Ergebnissen des F+E-Vorhabens zur Konzeptentwicklung (Stufe 1), sollen ausgewählte Bausteine des Insektenmonitorings erprobt und ggf. methodisch weiterentwickelt werden. Eine testweise Auswertung der erhobenen Daten unter Einbezug der Ergebnisse anderer Erfassungen (z. B. zu Vögeln oder Ökosystemen) soll die Möglichkeiten der Nutzung von Synergien mit anderen Biodiversitätsmonitoring-Programmen aufzeigen. Diese Arbeiten sowie die wissenschaftliche Begleitung des Aufbaus des Insektenmonitorings sollen durch ein weiteres F+E-Vorhaben unterstützt werden.

### **Weitere Umsetzung**

Anschließend sind weitere Stufen für den Aufbau eines umfassenden bundesweiten Insektenmonitorings erforderlich, die zukünftig konkretisiert werden müssen. Dazu gehören die Entwicklung eines Umsetzungskonzeptes für den Dauerbetrieb erster erprobter Monitoringbausteine (Stufe 3) und die Umsetzung und fortlaufende Weiterentwicklung des Insektenmonitorings (Stufe 4).

## **5.2 Einbindung in bestehende Naturschutz-Monitoringprogramme**

Durch die gezielte Nutzung von Synergien lässt sich die Aussagekraft der Ergebnisse einzelner Monitoringprogramme als Teil eines umfassenden Biodiversitätsmonitorings erheblich steigern. In Deutschland sind bundesweite naturschutzbezogene Monitoringprogramme für Vögel, FFH-Arten und -Lebensraumtypen, Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert sowie das marine Monitoring etabliert, weitere Elemente befinden sich im Aufbau (u. a. das bundesweite Ökosystem-Monitoring). Dabei werden fachliche Monitoringstandards umgesetzt, die Reproduzierbarkeit, Zuverlässigkeit und Repräsentativität gewährleisten. Diese Monitoringprogramme sind so organisiert, dass die Beteiligten von Bund, Ländern und Fachverbänden eingebunden sind und koordinative Strukturen für die Abstimmung funktionieren. Das Konzept zum Insektenmonitoring soll mit den bestehenden und im Aufbau befindlichen Monitoringprogrammen abgestimmt und zusammengebracht werden, um organisatorische und inhaltliche Synergien zwischen den Programmen bzw. den erhobenen Daten nutzen zu können.

Dies betrifft insbesondere auch die gemeinsame Nutzung der bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen in der Normallandschaft für Fragestellungen des Monitorings häufiger Insekten (s. Abbildung 1, erste Säule). Diese bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen wurden für das Monitoring häufiger Brutvögel ermittelt und werden darüber hinaus für das Monitoring von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert und das im Aufbau befindliche Ökosystem-Monitoring genutzt. Einige Länder haben bereits 2017 bzw. 2018 mit Insektenerfassungen auf einer Auswahl dieser Stichprobenflächen begonnen.

Auch im Hinblick auf das Monitoring seltener Insekten, also aus Naturschutzsicht besonders wertvoller Insekten und Insekten seltener Lebensräume (s. Abbildung 1, zweite Säule), sollen

Synergien mit bestehenden Programmen, zum Beispiel dem FFH-Monitoring genutzt werden. Konkrete Ansätze sollen im Rahmen der weiterführenden Konzeption des Insektenmonitorings erarbeitet werden (s. Kapitel 5.1 „Umsetzungsstufen“).

### **5.3 Einbindung von Fachverbänden und Museen/wissenschaftlichen Sammlungen**

Schon bei der Konzeptentwicklung kann das Potenzial des Monitorings durch die Zusammenarbeit mit Fachverbänden und Museen/wissenschaftlichen Sammlungen erheblich gesteigert werden. Ihre Expertise und ihr langfristiges Engagement können darüber hinaus bei der Umsetzung verschiedener Elemente des Insektenmonitorings von großem Wert sein. Daher ist eine Einbindung von geeigneten Fachverbänden und Museen/wissenschaftlichen Sammlungen bei verschiedenen Umsetzungsstufen zu begrüßen. Insbesondere die Aktivitäten von ehrenamtlich getragenen Fachverbänden können zu einem bundesweiten Insektenmonitoring beitragen, wenn die notwendigen organisatorischen und fachlichen Voraussetzungen geschaffen werden und eine Unterstützung durch die Fachbehörden erfolgt. Die Möglichkeiten der Einbindung von Fachverbänden und Museen/wissenschaftlichen Sammlungen werden in dem laufenden F+E-Vorhaben „Konzeptentwicklung zum bundesweiten Insektenmonitoring“ ausgelotet.

## **6. Ausblick und Forschungsbedarf**

Für eine Berücksichtigung funktionaler Aspekte im Rahmen von Bausteinen zur Datenerfassung sowie von gezielten Auswertungen, mit denen Ökosystemfunktionen bzw. -leistungen von Insekten systematisch erfasst und quantifiziert werden können, bedarf es weitergehender Konzepte. Bei deren Erarbeitung sowie bei der Schaffung weiterer wissenschaftlicher Grundlagen für das Insektenmonitoring, bei der Entwicklung und Operationalisierung von Methoden und bei der Entwicklung von Auswertungsverfahren kann Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen eine bedeutende Rolle zukommen.

## 7. Anhang – Methodenbeschreibungen

### 7.1 Kriterien zur Auswahl von Artengruppen

Ein **guter Kenntnisstand bezüglich der Lebensweise und Ökologie** der Arten einer Insektengruppe ist für die Interpretation der erhobenen Daten notwendig, zum Beispiel um Rückschlüsse auf die Ursachen von Bestandsveränderungen ziehen zu können oder Grundlagen für die Analyse der Folgen der Insektenrückgänge für andere Bestandteile der biologischen Vielfalt bereitzustellen. Die **Datenlage zur Verbreitung** der Arten einer Artengruppe ist ein weiteres Kriterium für die Einschätzung ihrer Eignung für das Monitoring: Liegen umfassende Daten zur aktuellen und historischen Verbreitung einer Art vor, können die im Zuge des Monitorings erhobenen Daten mit ihnen abgeglichen, potenzielle Arealveränderungen schneller erkannt und in einen größeren zeitlichen Kontext gestellt werden. Neben diesen Aspekten sind auch die **Indikator- und Stellvertreterfunktion** einer Artengruppe von großem Wert für die Aussagekraft der Monitoringergebnisse, da die Diversität dieser Arten eng mit der Ausprägung ihres Lebensraums bzw. der Diversität anderer Artengruppen im selben Habitat oder Gebiet korreliert ist und Veränderungen der Vielfalt schnell und präzise erkannt werden. Um ein breites Spektrum möglicher Aussagen durch das Insektenmonitoring zu gewährleisten, ist die Berücksichtigung nicht nur systematisch, sondern auch ökologisch unterschiedlicher Insektenartengruppen wichtig: Daher deckt die Artengruppenauswahl ein **breites Spektrum ökologischer Funktionen** ab, wie z. B. (trophischer) Interaktionen mit anderen Organismengruppen.

Um für die jeweilige Artengruppe repräsentative und vergleichbare Daten zu erhalten, ist die Verfügbarkeit geeigneter Erfassungsmethoden eine zwingende Voraussetzung. Wichtige Kriterien im Hinblick auf die Eignung von Erfassungsmethoden (und folglich im Hinblick auf die Eignung von Artengruppen) sind ein hohes Maß an **Standardisierbarkeit** der Methode, ihrer **Etablierung** (innerhalb und außerhalb Deutschlands) und **Praktikabilität** (v.a. hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit von Datenausfällen und Unabhängigkeit von der erfassenden Person) sowie an **Reproduzierbarkeit** und **räumlichem Bezug** der erzielten Ergebnisse. Methoden, die neben qualitativen auch **quantitative Aussagen** ermöglichen, lassen genauere Aussagen zur Bestandsentwicklung zu, als es allein anhand von Präsenz-/Absenz-Daten möglich wäre. Ein weiteres Kriterium im Hinblick auf die Eignung von Erfassungsmethoden für das Monitoring (und folglich im Hinblick auf die Eignung von Artengruppen) ist die **Invasivität** der Erfassungsmethode, da bei Artengruppen, die im Gelände lebend bestimmbar sind, keine Beeinträchtigung der Bestände auf den Probenflächen durch das Monitoring zu erwarten ist. Bei diesen Artengruppen ist meist der **Gesamtzeitaufwand** für Erfassung und Artbestimmung geringer, wenn die Daten direkt im Gelände erhoben werden und eine weitere Bearbeitung von Proben im Labor entfällt, was sich wiederum positiv auf die **Kosten**, die Möglichkeit des Treffens **zeitnaher Aussagen** und damit auf die **Aktualität der Ergebnisse** auswirkt (s.u.).

Neben fachlichen sind auch praktische Aspekte von Bedeutung für die Artengruppenauswahl. Die kurz- und langfristige Umsetzbarkeit des Insektenmonitorings ist, neben dem **zeitlichen und finanziellen Aufwand** der Datenerhebungen, in hohem Maße von der **Verfügbarkeit von Experten und Expertinnen** der zu untersuchenden Artengruppen abhängig. Diese sind für erfolgreiche Konzeption, Koordination, Qualitätsprüfung, Artbestimmung im Labor und

Datenaufnahme im Feld von großer Bedeutung. Würde das Monitoring, insbesondere das Minimalprogramm, die Bearbeitung von Artengruppen vorsehen, für die es zurzeit bundesweit nur wenige Experten und Expertinnen gibt, würde es in der Phase der Geländearbeit oder bei der Auswertung von Fallenfängen absehbar zu personellen Engpässen kommen und die Artengruppe wäre nicht effektiv zu bearbeiten. Aufgrund der Tatsache, dass bestimmte Artengruppen als Sympathieträger fungieren (v. a. Tagfalter und Wildbienen) und somit die öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz des Monitorings und der Ergebnisse fördern können, stellt auch der **Sympathiegrad**, den eine Artengruppe in der Bevölkerung genießt, ein praktisches Auswahlkriterium dar. Ein weiteres praktisches Kriterium bei der Artengruppen- und Methodenauswahl ist die Möglichkeit einer **mittelfristigen Ausweisung von Ergebnissen** bezüglich der Veränderungen in der Insektenfauna (innerhalb von fünf bis zehn Jahren nach Beginn der Erhebungen).

## **7.2 Übergreifende Aspekte**

Details zur Auswahl der Stichprobenflächen und ggf. der Unterstichprobenflächen für das Monitoring häufiger Insekten (1. Säule) und die beiden Teilbereiche des Monitorings seltener Insekten (2. Säule) werden im Rahmen des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ausgearbeitet. Dies gilt auch für weitere fachliche Aspekte wie z. B. den Erfassungsturnus der verschiedenen Bausteine (jährlich oder Aufteilung zu beprobender Stichprobenflächen über mehrere Jahre), die Erfassung von Umweltdaten, Anforderungen an das Datenmanagement oder die Archivierung von Probenmaterial.

Empfehlungen zur Auswahl der (Unter-)Stichprobenflächen und Bewirtschaftungseinheiten für die 1. Säule finden sich in den Abschnitten 7.2.1. und 7.2.2. Sie sollen bei Monitoring-Aktivitäten, die vor der Fertigstellung eines umfassenden Konzepts zur Flächenauswahl begonnen werden, eine harmonisierte Vorgehensweise ermöglichen. In Abschnitt 7.2.3 findet sich eine Empfehlung bezüglich des Koordinatensystems, das für Daten mit Raumbezug verwendet werden sollte.

### **7.2.1 Empfehlungen zur Auswahl der Stichprobenflächen für ein Monitoring auf Landschaftsebene in der 1. Säule**

Monitoringansätze der 1. Säule, die querschnittartige Beprobungen auf der Landschaftsebene vorsehen (z. B. Baustein 1A), sollen die Gesamtheit des Grundprogramms der bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen in der Normallandschaft (bundesweit insgesamt 1.000 Stichprobenflächen) miteinbeziehen. Hierfür soll nur die zwischen den unterschiedlichen Monitoringprogrammen (Monitoring häufiger Brutvögel, HNV-Farmland-Monitoring, Ökosystem-Monitoring) abgestimmte Stichprobenkulisse mit den vom BfN ab 2021 abgegebenen Geodaten verwendet werden.

### **7.2.2 Empfehlungen zur Auswahl der Stichprobenflächen für ein Monitoring auf Einzelflächenebene in der 1. Säule**

Das Monitoring auf Ebene von Einzelflächen in der 1. Säule (z. B. Bausteine 1B und 1C) soll immer in derjenigen Teilmenge der bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen des Grundprogramms durchgeführt werden, die dem jeweils zu beprobenden Nutzungstyp zugeordnet ist. Das heißt, dass beispielsweise das Monitoring der „Heuschrecken im Grünland“ (Baustein 1B) in Stichprobenflächen erfolgen soll, die dem Nutzungstyp

„Grünland“ zugeordnet sind. Analog soll das Monitoring von Artengruppen, die in Äckern bzw. im Wald erfasst werden, in denjenigen Stichprobenflächen stattfinden, die dem Nutzungstyp „Ackerland“ bzw. „Wald“ zugeordnet sind. Für Bausteine, in denen Insektengruppen in anderen Nutzungstypen untersucht werden, gilt Entsprechendes. Von den 1.000 Stichprobenflächen des Grundprogramms sind bundesweit insgesamt je 200 den Nutzungstypen „Grünland“, „Acker“, „Wald“ und „Sonderbiotope“ zugeordnet, 50 bzw. 150 den Typen „Sonderkultur“ bzw. „Siedlung“ (Sudfeldt et al. 2012).

Der Begriff „Bewirtschaftungseinheit“ bezieht sich im Folgenden auf einzelne, in sich einheitlich bewirtschaftete Flächen, zum Beispiel auf landwirtschaftliche Schläge, forstliche bewirtschaftete Bestände oder ungenutzte Waldflächen. Innerhalb der einzelnen Stichprobenflächen soll die Insektenerfassung nach Möglichkeit in der im Zentrum gelegenen Bewirtschaftungseinheit (in die der Mittelpunkt der Stichprobenfläche fällt) erfolgen. Aus verschiedenen Gründen kann jedoch ein Ausweichen auf eine andere Bewirtschaftungseinheit erforderlich sein. Hierzu zählen folgende Situationen:

- Die Nutzung der Bewirtschaftungseinheit hat sich seit der Festlegung der bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen grundlegend geändert, sodass sie jetzt einem anderen Nutzungstyp zuzurechnen ist als dem, dem die Stichprobenfläche ursprünglich zugeordnet wurde. Beispiele für solche Nutzungsänderungen sind Umwandlung von Grünland in Acker, Aufforstung von Offenland und Überbauung.
- Die zentrale Bewirtschaftungseinheit ist sehr klein, sodass eine relativ starke Beeinflussung der Ergebnisse durch Randeffekte nicht ausgeschlossen werden könnte. Die zu beprobende Bewirtschaftungseinheit sollte im Minimum so groß sein, dass bei der Beprobung immer ein Abstand von 20 m zu allen Rändern eingehalten werden kann, ohne den für eine bestimmte Methode geforderten Mindestabstand zwischen zwei Probennahmestellen (z. B. den Positionen von Bodenfallen oder „Würfen“ mit dem Isolationsquadrat) zu unterschreiten (vgl. Kapitel 7.2).
- Die Bewirtschaftungseinheit ist nicht oder nur mit unverhältnismäßig großem Zeitaufwand zugänglich oder die vorgesehene Erfassungsmethode ist nicht einsetzbar, zum Beispiel aufgrund eines Betretungsverbots durch Eigentümer und Eigentümerinnen der Bewirtschaftungseinheit oder aufgrund dauerhafter Überstauung, Lage an einem sehr steilen Hang oder starker natürlicher Dynamik.

Kommt die zentrale Bewirtschaftungseinheit aus einem der o.g. Gründe nicht infrage, soll die nächstgelegene Bewirtschaftungseinheit ausreichender Größe desselben Nutzungstyps (z. B. Grünland, Acker, Wald) verwendet werden, wobei die Ausprägung der Bewirtschaftungseinheit keinen Einfluss auf die Auswahl haben darf.

Gibt es mehrere Bewirtschaftungseinheiten desselben Nutzungstyps in gleicher Entfernung, soll die im Uhrzeigersinn gesehen erste ausgewählt werden, wobei die „Zählung“ im Norden der zentralen Bewirtschaftungseinheit begonnen wird. Als Ersatz sollen jedoch nach Möglichkeit nur solche Bewirtschaftungseinheiten ausgewählt werden, deren Mittelpunkt mindestens 200 m vom Rand der Stichprobenfläche entfernt ist. Falls es keine geeignete Fläche mit diesen Voraussetzungen gibt, können auch Flächen mit einem geringeren Abstand zum Rand herangezogen werden.

In dem Fall, dass sich in einer Stichprobenfläche keine einzige für die Beprobung geeignete Bewirtschaftungseinheit findet, fällt die Stichprobenfläche für die Beprobung aus.

Auch hierfür soll nur die zwischen den unterschiedlichen Monitoringprogrammen (Monitoring häufiger Brutvögel, HNV-Farmland-Monitoring, Ökosystem-Monitoring) abgestimmte Stichprobenkulisse mit den vom BfN ab 2021 abgegebenen Geodaten verwendet werden.

### **7.2.3 Daten mit Raumbezug**

Für die Verortung von Daten mit Raumbezug sollte, dem Vorgehen im Rahmen anderer bundesweiter Monitoringprogramme entsprechend, das Koordinatensystem ETRS89 verwendet werden. Die Verwendung eines einheitlichen Koordinatensystems erleichtert auf Ebene der Bundesländer die Zusammenführung der Daten von verschiedenen Auftragnehmern, auf Bundesebene die Zusammenführung der Daten der Länder sowie der verschiedenen Monitoringprogramme.

## 7.3 Erfassungsmethoden

### 7.3.1 Baustein 1A: Tagfalter & Widderchen auf der Landschaftsebene

#### Arterfassung

##### Geräte und Hilfsmittel

- Kescher und Fanggläser
- Fernglas mit Nahfokussierung
- Kartenmaterial zu den Transekten
- GPS-fähiges Eingabegerät zur digitalen punktgenauen Erfassung der Koordinaten der Falter im Gelände
- Bestimmungsliteratur
- Glas mit Tötungsmittel für den Fall, dass Individuen für genitalmorphologische Untersuchungen entnommen werden müssen

##### Vorgehensweise (Allgemeines, Geländearbeit)

###### *Allgemeines*

- Die Erfassung der Tagfalter und Widderchen auf der Landschaftsebene soll in allen Stichprobenflächen des Grundprogramms (unabhängig von ihrer Zuordnung zu den verschiedenen Nutzungstypen) durchgeführt werden (vgl. Kapitel 7.2.1). Sie erfolgt durch die Zählung von Imagines entlang von Transekten, die innerhalb der 1 km<sup>2</sup> großen Stichprobenflächen angelegt werden. Um langfristige Entwicklungen standardisiert dokumentieren zu können, müssen die gleichen Transekte regelmäßig im Laufe des Monitorings beprobt werden. Eine genaue Einmessung der Transekte ist demnach für die Kontinuität des Monitorings eine wichtige Voraussetzung.
- Für eine standardisierte Erfassung ist eine einheitliche Methodik notwendig. Dabei müssen Standards vor allem hinsichtlich der folgenden Punkte definiert sein:
  - Transektgröße (d. h. Transektlänge und -breite),
  - Dauer der Transektbegehung (d. h. Schritttempo),
  - Lage des Transekts,
  - Anzahl der Erfassungsdurchgänge und -zeiträume,
  - Terminierung der Erfassungsdurchgänge,
  - Genauigkeit der Falterlokalisierung,
  - Wetterbedingungen für die Erfassung,
  - Nomenklatur der Arten.

###### *Transekteinrichtung*

- Für vergleichbare Ergebnisse muss die Transektlänge in allen Stichprobenflächen einheitlich sein, da die Anzahl der erfassten Arten stark abhängig von der Länge des Transekts ist (Lang et al. 2016). Für ein Monitoring von Tagfaltern in der Agrarlandschaft empfehlen Lang et al. (2016) eine Transektlänge von 1 bis 2 km, um Veränderungen der Tagfalterdiversität kosteneffizient nachweisen zu können. Auf Grundlage dieser Empfehlungen wird eine Transektlänge von 1,5 km für die Tagfaltererfassung auf der Landschaftsebene vorgeschlagen.

- Die ungefähre Orientierung der Transekte innerhalb der Stichprobenflächen sollte überall einem einheitlichen Prinzip folgen. Es wird vorgeschlagen, die Transekte immer so anzulegen, dass sie möglichst diagonal durch die Stichprobenflächen verlaufen. Nach Möglichkeit sollte sich der Transektverlauf am Wegenetz orientieren (Abb. 2). Dies ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass langfristig gesicherte Transekte zur Verfügung stehen, die im Laufe des Monitorings regelmäßig für die Falteruntersuchungen genutzt werden können. Vorteilhaft bei diesem Vorgehen ist außerdem, dass Absprachen mit beispielsweise Flächeneigentümern und -eigentümerinnen hinsichtlich einer Betretungsgenehmigung nicht notwendig sind.
- Üblicherweise sollte das Transekt zwischen der nordwestlichen und südöstlichen Ecke der Stichprobenfläche verlaufen, sofern das vorhandene Wegenetz dies zulässt. Andernfalls kann die Transektrichtung variiert werden. Das Transekt sollte nach Möglichkeit immer durchgehend verlaufen. In Einzelfällen kann es, wenn es aufgrund des vorhandenen Wegenetzes nicht anders möglich ist, unterbrochen werden.
- Da die Tagfaltererfassung einen gesamtlandschaftlichen, zufälligen Querschnitt durch die Stichprobenflächen darstellen soll, besteht keine Notwendigkeit, den Verlauf des Transekts an bestimmten Nutzungs- oder Biotoptypen auszurichten oder bestimmte Bestandteile der Landschaft zu meiden.
- Der Transektverlauf und die Begehungsrichtung werden langfristig beibehalten. Die kartierende Person (d. h. die Mittellinie des Transekts) läuft dabei entlang des linken Wegrandes. Als Grundlage für die Transektbegehungen werden die eingemessenen Transekte digitalisiert und kartografisch abgebildet.

#### *Faltererfassung*

- Die adulten Tagfalter und Widderchen werden entlang der Transekte während ausgewählter Zeiträume (s. u.) erfasst. Dabei wird das Transekt in einem einheitlichen Schrittempo abgegangen. Für eine genauere Ansprache der Tiere müssen ggf. einzelne Individuen mit Keschern gefangen und nach Möglichkeit lebend bestimmt werden. Eine Bestimmung des Geschlechts der beobachteten Individuen ist nicht erforderlich. Ggf. ist in Einzelfällen das Abtöten von Tieren für eine genitalmorphologische Präparation zur Artansprache erforderlich. Neben den erfassten Arten werden der Name der kartierenden Person, das Kürzel der Stichprobenfläche, ggf. Bemerkungen sowie das Datum und die Uhrzeit der Begehung dokumentiert.
- Die Erfassung der Tiere erfolgt auf einer Transektbreite von insgesamt 5 m, damit die im Rahmen des Insektenmonitorings erhobenen Tagfalter-Daten mit denen des ehrenamtlichen Tagfalter-Monitorings vergleichbar sind (vgl. Kühn et al. 2014). Die Tagfalter-Monitoringprojekte der anderen europäischen Länder (mit Ausnahme der Schweiz, vgl. Bundesamt für Umwelt 2014) arbeiten ebenfalls mit einer Transektbreite von 5 m. Außerdem erscheint dieser Wert unter dem Aspekt der Erfassungsgenauigkeit vorteilhafter als eine größere Transektbreite, da Individuen von kleinen und unauffällig gefärbten Arten (z. B. *Thymelicus* spp.), die sich weiter von der kartierenden Person entfernt aufhalten, sonst oft nicht entdeckt werden würden (v. a. in hochwüchsiger Vegetation).
- Nach Möglichkeit erfolgt die Erfassung in einem gedachten Quader, der sich ausgehend von der kartierenden Person 5 m nach vorne und nach oben sowie je 2,5 m nach rechts

und links erstreckt.

- Das Transekt wird in einem Zeitraum von 2,5 h abgelaufen. Dies entspricht einer Schrittggeschwindigkeit von 10 Metern pro Minute ( $\approx 0,6$  km/h), die auch im Tagfalter-Monitoring Deutschland vorgesehen ist (Kühn et al. 2014).
- Während des Fangens und der Bestimmung von Tieren wird die Begehungszeit unterbrochen. Weitere Tiere, die in dieser Zeit beobachtet werden, werden nicht mitaufgenommen.
- Die Fundpunkte jedes einzelnen adulten Falters (Ausnahmen siehe nachfolgender Absatz) werden im Gelände punktgenau in digitaler Form mit einem GPS-fähigen Eingabegerät aufgenommen, beispielsweise mit einem Smartphone und einer geeigneten App. Im Biodiversitätsmonitoring der Schweiz wird diese Art der Faltererfassung bereits eingesetzt. Die dabei verwendete App wurde im Tagfalter-Monitoring von Baden-Württemberg in 2018 bereits erfolgreich eingesetzt (M. Dolek, mündl. Mitteilung). Vorteile der punktgenauen digitalen Erfassung der Beobachtungen gegenüber einer analogen Erfassung mit Zuordnung der Falterbeobachtungen zu Transektabschnitten sind, dass die Falter auf feinerer Ebene den Biotoptypen zugeordnet werden können und die Daten bereits im Gelände digitalisiert werden (wodurch der Arbeitsschritt der nachträglichen Digitalisierung der Daten entfällt).
- Falls sich mehrere Individuen derselben Art gleichzeitig innerhalb des gedachten Quaders mit 5 m Kantenlänge befinden, kann für sie ein einziger GPS-Punkt gesetzt werden. In diesem Fall wird die Anzahl der beobachteten Individuen im entsprechenden Attributfeld des Eingabetools vermerkt.
- Für die Auswertung ist nur die Position der Individuen in Längsrichtung des Transekts wichtig. Eine exakte Verortung in Querrichtung ist also nicht erforderlich. Folglich kann die kartierende Person für alle seitlich von ihr befindlichen Individuen die Punkte dort setzen, wo sie sich gerade selbst befindet, und braucht nicht zum Aufenthaltsort des Falters hinzugehen. Falls jedoch mit einer Transektbreite  $> 5$  m gearbeitet werden sollte, sollte dokumentiert werden, ob sich der Falter im inneren 5 m Streifen aufgehalten hat oder jenseits davon. Dies gewährleistet die Zusammenführbarkeit der Daten mit anderen Daten, die auf der vorgegebenen Transektbreite von 5 m erhoben wurden.
- Grundsätzlich ist es das Ziel, möglichst alle in den Transekten erfassten Individuen auf Artniveau zu bestimmen. Treten allerdings Individuen in großer Zahl auf, die ggf. einander sehr ähnlichen Arten (z.B. derselben Gattung) angehören und nicht auf Anhib bis auf Artniveau bestimmt werden können, ist es als Ausnahmefall ausreichend, die Individuenzahl unter einem Arbeitsnamen als Artkomplex zu erfassen und stichprobenhaft Individuen des Artkomplexes zu fangen, um diese auf Artniveau zu bestimmen. Gehören alle stichprobenhaft bestimmten Individuen eines Artkomplexes derselben Art an, können die nicht bestimmten Individuen dieses Artkomplexes ebenfalls dieser Art zugeordnet werden (der Arbeitsname wird also durch den konkreten Artnamen ersetzt) – allerdings muss dokumentiert werden, dass für diese Individuen die Artzuordnung nicht auf ihrer Bestimmung beruht. Gehören die stichprobenhaft bestimmten Individuen eines Artkomplexes verschiedenen Arten an, können die nicht bestimmten Individuen des Artkomplexes den Arten des Artkomplexes entsprechend der jeweiligen relativen Häufigkeit in der bestimmten Stichprobe zugeordnet werden – auch hier muss dokumentiert werden, dass für diese Individuen die Artzuordnung nicht auf einer

Bestimmung beruht. Anhand dieser Daten lässt sich zwar nicht die Artidentität jedes einzelnen Individuums rekonstruieren. Für Auswertungen, bei denen die räumliche Verteilung der Arten und Individuen innerhalb der Transekte unerheblich ist, hat das aber keine Konsequenzen.

- Innerhalb von Siedlungen ist davon auszugehen, dass die Transekte nur eingeschränkt begangen werden können, da sie oftmals entlang von eingezäunten Bereichen oder Privatgrundstücken verlaufen und das Einholen von entsprechenden Betretungserlaubnissen unverhältnismäßig aufwändig wäre. Wegen der eingeschränkten Begehbarkeit der Transekte im Siedlungsbereich werden daher nicht alle Tiere gefangen bzw. von Nahem betrachtet werden können, so dass ein Fernglas mit Nahfokussierung die Artbestimmung erleichtern kann. Auch wenn davon auszugehen ist, dass in Siedlungen vor allem häufige, auch aus weiterer Entfernung gut unterscheidbare Arten vorkommen, und bestimmungskritische Gattungen wie *Pyrgus*, *Polyommatus*, *Melitaea* oder *Boloria* nur eine untergeordnete Rolle spielen, wird absehbar nicht in allen Fällen die Bestimmung der Tiere auf Artniveau möglich sein.
- Im Biodiversitätsmonitoring der Schweiz werden alle Falter auf dem Hin- und Rückweg erfasst (Lang et al. 2016). Damit die Abundanzwerte von Hin- und Rückweg vergleichbar sind, müsste das Transekt auf dem Rückweg allerdings im gleichen Tempo abgegangen werden wie auf dem Hinweg, wodurch sich der Zeitaufwand für die Transektbegehung deutlich erhöhen würde (bei 1,5 km langen Transekten würden somit 5 Stunden für ein Transekt benötigt werden). Daher wird auf die Aufnahme von Abundanzwerten auf dem Rückweg verzichtet und das Transekt im normalen Schrittempo begangen ( $\triangleq$  ca. 3 km/h bzw. 50 Meter pro Minute, also etwa der fünffachen Geschwindigkeit im Vergleich zum Hinweg). Falls dabei Imagines von Arten beobachtet werden, die auf dem Hinweg noch nicht erfasst wurden, werden die entsprechenden Arten zusätzlich (aber ohne Angabe von Individuenzahlen) aufgenommen und entsprechend gekennzeichnet. Dieses Vorgehen bedeutet keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand, da die kartierende Person nach Ablauf des Transekts ohnehin zurück zum Ausgangspunkt gehen muss.
- Eine gezielte Suche nach Präimaginalstadien (Eier, Raupen, Puppen) erfolgt weder auf dem Hinweg noch auf dem Rückweg. Artnachweise, die ausschließlich über Zufallsfunde von Präimaginalstadien erbracht wurden, sollten dennoch dokumentiert und entsprechend gekennzeichnet werden.
- Als wichtigste Bestimmungshilfen werden Settele et al. (2015) für die Tagfalter und Naumann et al. (1999) für die Widderchen empfohlen. Daneben kann es nötig sein, auf Spezialliteratur zurückzugreifen, zum Beispiel bei genitalmorphologischen Untersuchungen.
- Die Nomenklatur der Tagfalter und Widderchen richtet sich nach Reinhard & Bolz (2011) bzw. Rennwald et al. (2011).

## Wetter

- Die Erfassung von Tagfaltern und Widderchen ist wetterabhängig, da die Tiere nur unter günstigen Bedingungen aktiv sind. Die Festlegung der Wetterbedingungen für die Erfassung von Tagfaltern und Widderchen ist demnach eine wichtige Voraussetzung, um vergleichbare Daten zu erhalten.
- Die Erfassung von Tagfaltern und Widderchen erfolgt grundsätzlich nur im Zeitraum von

10 bis 17 Uhr MESZ. Eine Erfassung erfolgt nur, wenn die Temperaturen mind. 13 °C (bei Sonnenschein) bzw. mind. 17 °C bei Bewölkung (40 - 80 %) betragen (Kühn et al. 2014). Eine Erfassung während der Mittagsstunden an heißen Tagen sollte vermieden werden, da dann die Aktivität der Falter eingeschränkt ist (Kühn et al. 2014). Die Windstärke sollte bei höchstens 4 Beaufort liegen (nur kleine Äste bewegen sich, Papier und Laub wird aufgewirbelt; vgl. Kühn et al. 2014).

- Falls sich während der Begehung des Transekts das Wetter so verschlechtert, dass die Standardbedingungen nicht mehr erfüllt sind, muss die Erfassung unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt oder an einem anderen Tag an der entsprechenden Stelle fortgesetzt werden. Diese Abweichungen vom Standardvorgehen sind entsprechend zu dokumentieren.

### **Erfassungszeitraum und -häufigkeit**

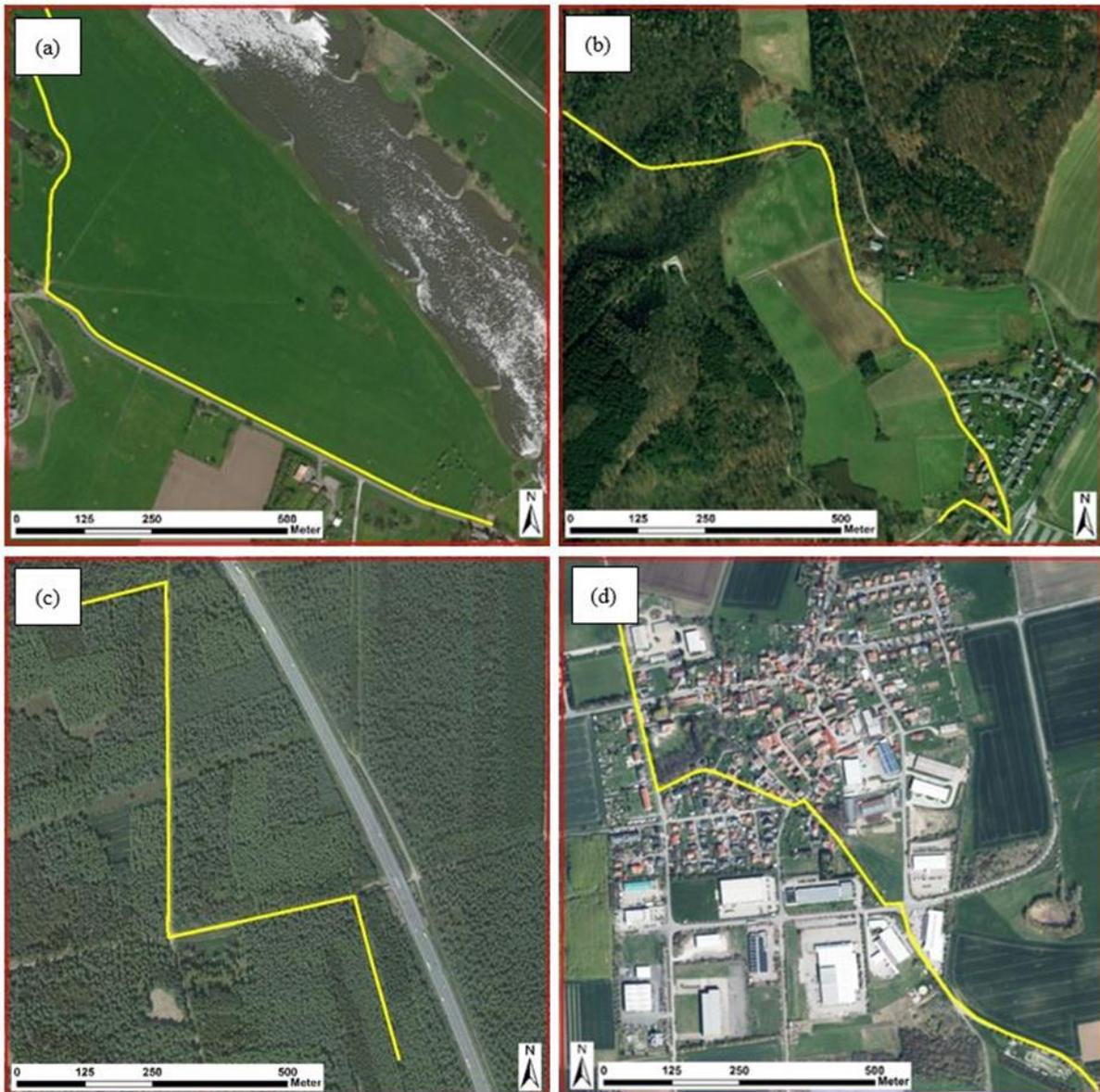
- Die Erfassung von Tagfaltern erfolgt im Rahmen anderer Projekte üblicherweise an mehreren Terminen während des Sommerhalbjahres, da die einzelnen Arten unterschiedliche Hauptflugzeiten aufweisen. Die genaue Anzahl der Begehungen ist dabei abhängig vom Biotoptyp. Für Biotope, die nur eine untergeordnete Bedeutung als Lebensraum für Falter haben wie etwa blütenarme Wiesen und Weiden, werden drei bis fünf Begehungen empfohlen (Mühlhofer 1999). Für blütenreiche Lebensräume bzw. aus Naturschutzsicht wertvolle Biotope sind hingegen bis zu sieben Begehungen für eine möglichst umfassende Ermittlung des Arteninventars und eine repräsentative Dichteschätzung erforderlich (Mühlhofer 1999). Die genaue Anzahl der Erfassungstermine ist außerdem abhängig von der Transektlänge (Lang et al. 2014). Bei kürzeren Transekten wird eine höhere Zahl an Durchgängen benötigt, um das Artenspektrum möglichst genau abzudecken.
- Für ein Monitoring der Tagfalterbestände in der Agrarlandschaft empfehlen Lang et al. (2016) bei einer Transektlänge von etwa 1 bis 2 km Erfassungen an vier bis fünf Terminen im Zeitraum von Mai bis August, wodurch etwa 80 bis 90 % der Arten erfasst werden (im Vergleich zu sieben Erfassungsdurchgängen von Mai bis Anfang September). Wichtig dabei ist allerdings, dass der Sommeraspekt ausreichend abgedeckt wird (Juli und August). Vor allem häufige Arten werden durch diese Anzahl von Begehungen ausreichend gut erfasst. Seltene und mobile Arten werden bei der Reduzierung der Erfassungen auf vier bis fünf Termine allerdings weniger genau erfasst. Roy et al. (2007) halten ein Monitoring häufiger Arten mit nur drei Erfassungsdurchgängen für möglich, sofern der Hauptflugzeitpunkt der meisten Arten (v. a. Juli, August) abgedeckt wird, wofür allerdings die Zahl der erforderlichen Stichprobenflächen deutlich über der eines Monitorings mit mehr Erfassungsdurchgängen liegen muss, um zu ähnlichen Aussagen zu gelangen.
- Im Rahmen der ersten Säule stehen vor allem die Normallandschaft und somit eher häufige Arten im Vordergrund des Monitorings. Für diese Säule wird daher eine Begehung an fünf Terminen als ausreichend und unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Stichprobenkulisse als erforderlich eingestuft.
- Die Transektbegehungen erfolgen im Zeitraum von Anfang Mai bis Mitte August in fünf Erfassungsperioden, die jeweils eine Länge von 21 Tagen haben und gleichmäßig über den Gesamt-Zeitraum verteilt sind. In jeder der fünf Erfassungsperioden wird pro

Stichprobenfläche eine Begehung durchgeführt. Die Erfassungsperioden sind wie folgt terminiert:

- Periode 1: 01. bis 21. Mai,
- Periode 2: 22. Mai bis 11. Juni,
- Periode 3: 12. Juni bis 02. Juli,
- Periode 4: 03. bis 23. Juli,
- Periode 5: 24. Juli bis 13. August.

Zwei Begehungen derselben Stichprobenfläche sollten optimalerweise zwei bis vier Wochen auseinander liegen, mindestens jedoch eine Woche und höchstens fünf Wochen.

- Innerhalb der einzelnen Erfassungsperioden sollten Stichprobenflächen im Tiefland nach Möglichkeit zuerst beprobt werden, die höchstgelegenen Flächen jeweils zum Ende der Erfassungsperioden. Diese Vorgehensweise trägt dem in Abhängigkeit vom regionalen Klima unterschiedlich weiten Fortgang der phänologischen Entwicklung der Schmetterlingsfauna Rechnung.
- In den höchsten Lagen Deutschlands (über ca. 1.000 m NN), wo die Vegetationsperiode am spätesten beginnt, sollte im Einzelfall geprüft werden, ob ein Verzicht auf die erste Erfassungsperiode mangels Falteraktivität sinnvoll ist. Da jedoch alle Stichprobenflächen fünf Mal im Jahr begangen werden sollen, sollte bei einem Verzicht auf eine Begehung in der ersten Periode eine weitere Begehung im Spätsommer unmittelbar anschließend an die andernorts letzte Erfassungsperiode erfolgen, also zwischen dem 14. August und 3. September. Wenn aufgrund von Vorerfahrungen mit den betroffenen Standorten klar absehbar ist oder sich während der Umsetzung des Monitorings herausstellt, dass eine Begehung nach Mitte August auch nicht sinnvoll ist, weil die Falteraktivität dann schon wieder sehr gering ist, sollten die fünf Begehungen eines Jahres zeitlich enger gestaffelt werden (Abstand zwischen den Begehungen < 3 Wochen). In jedem Fall sollte auch für Höhenlagen angestrebt werden, die Tagfalter und Widderchen fünfmal im Jahr zu erfassen. Der so für die jeweilige Hochlagen-Stichprobenfläche optimierte Begehungsrhythmus sollte im Rahmen des weiteren Monitorings beibehalten werden.
- Wenn eine Transektbegehung nicht innerhalb des vorgesehenen Zeitfensters durchgeführt werden konnte (z. B. wegen andauerndem Schlechtwetter oder krankheitsbedingten Ausfällen der kartierenden Personen), soll die ausgefallene Begehung so bald wie möglich nachgeholt werden. Eine nicht termingerechte Begehung beeinträchtigt die Qualität des Datensatzes einer Stichprobenfläche weniger stark als eine fehlende. Die auf den Nachholtermin folgende Begehung der nächsten Erfassungsperiode sollte innerhalb des für sie vorgesehenen Zeitfensters und nach Möglichkeit frühestens eine Woche nach der verspäteten vorherigen Begehung erfolgen. In Ausnahmefällen darf dieser zeitliche Abstand zur vorherigen Begehung aber unterschritten werden.



**Abb. 2:** Beispieltransekte (gelbe Linie, 1,5 km Länge) für unterschiedliche Stichprobenflächentypen (Größe: 1 km<sup>2</sup>). (a) Grünland, (b) Acker, (c) Wald, (d) Siedlung.

### Erfassung von Umweltvariablen

Um in der Analyse der Daten zu Tagfaltern und Widderchen die lokal bzw. in der Stichprobenfläche herrschenden Umweltbedingungen berücksichtigen zu können, sind Daten zu den für Tagfalter und Widderchen potenziell bedeutenden Umweltvariablen erforderlich. Die für die Tagfalter und Widderchen relevanten Umweltbedingungen lassen sich durch verschiedene Parameter auf unterschiedlichen räumlichen Betrachtungsebenen innerhalb der Stichprobenflächen charakterisieren. Hierzu gehören in erster Linie die Biotopausstattung der Transekte und deren unmittelbarer Umgebung sowie die Landschaftsstruktur, die Flächenanteile von artenreichen bzw. extensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen und von Schutzgebieten als Indikatoren für die Ausdehnung von aus Naturschutzsicht wertvollen Lebensräumen und das Klima im Bereich der Stichprobenfläche. In Bezug auf die Umweltbedingungen werden daher drei verschiedene räumliche Ebenen unterschieden. Die

unterste Ebene ist der Bereich, den der 5 m breite Transektstreifen einnimmt. Darüber folgt die unmittelbare Umgebung des Transekts, die als zwei 25 m breite Streifen zu beiden Seiten des Transekts definiert wird. Die oberste räumliche Ebene umfasst die gesamte Stichprobenfläche und damit die Landschaft, in die das Transekt eingebettet ist (Abb. 3). Mithilfe dieser Biotop-, Landschafts- und Klimadaten der verschiedenen Ebenen können die Daten zu Tagfaltern und Widderchen zielführend ausgewertet und interpretiert werden.

Aus Effizienzgründen sollten vorrangig Daten aus anderen Umweltüberwachungsprogrammen genutzt werden, insbesondere aus dem Ökosystem-Monitoring (ÖSM), welches unter anderem Daten zur Biotopausstattung der Stichprobenflächen liefert (Kartieranleitung s. Ackermann et al. 2020), dem High-Nature-Value-Farmland-Monitoring (Kartieranleitung s. BfN 2020) und der Wetter- und Klimabeobachtung des Deutschen Wetterdienstes. Falls die zur Verfügung stehenden Umweltdaten aus dem ÖSM älter sind als die Insektendaten (also nicht im selben Jahr erhoben wurden), sollten sie im Idealfall durch die Tagfalter-Kartierenden auf ihre Aktualität geprüft und erhebliche Veränderungen (z. B. Umwandlung von Grünland in Acker, massive Intensivierung der Grünlandnutzung) mindestens für die beiden unteren räumlichen Ebenen (Transektstreifen und unmittelbare Transektumgebung) dokumentiert werden. Diese Prüfung kann in grober Form erfolgen, beispielsweise auf der zweiten hierarchischen Ebene des ÖSM-Kartierschlüssels (Ackermann et al. 2020), und ist nicht obligatorisch. Informationen zum Vorkommen und zu Flächenanteilen von Schutzgebieten können den entsprechenden Katastern entnommen werden.

#### **Geräte und Hilfsmittel für die Erfassung von Umweltvariablen**

- Ergebnisse der aktuellsten ÖSM-Kartierungen zur Prüfung auf Aktualität durch die Tagfalter-Kartierenden
- Sofern ergänzende Kartierungen im Gelände erforderlich sind: Luftbilder (analog oder digital), in denen der Verlauf des Transekts und die Abgrenzungen des Umgebungstreifens eingetragen sind.



**Abb. 3:** Für die Erfassung und spätere Auswertung der für Tagfalter potenziell bedeutenden Umweltvariablen sollen drei verschiedene räumliche Ebenen unterschieden werden. Die unterste Ebene ist der Bereich, den der 5 m breite Transektstreifen einnimmt (gelbe Linie). Darüber folgt die unmittelbare Umgebung des Transekts, die als zwei 25 m breite Streifen zu beiden Seiten des Transekts definiert wird (rote Markierung). Die oberste räumliche Ebene umfasst die gesamte Stichprobenfläche und damit die Landschaft, in die das Transekt eingebettet ist (weißes Quadrat).

## 7.3.2 Baustein 1B: Heuschrecken im Grünland

### Arterfassung

#### Quantitative Erfassung

---

##### Geräte und Hilfsmittel

- Die Erfassung erfolgt mit Hilfe eines standardisierten, unten und oben offenen Isolationsquadrats (IQ), das eine Grundfläche von 2 m<sup>2</sup> und eine Höhe von 80 cm hat (z. B. Ingrisch & Köhler 1998, Behrens & Fartmann 2004a, Gardiner & Hill 2006, Helbing et al. 2014).
- Das IQ besteht aus einem Rahmen aus zusammensteckbaren Aluminiumstangen, zwischen denen zur Stabilisierung Spanngurte verspannt werden. Die Seiten des IQ bildet eine Bahn aus stabilem Stoff.
- Bei der Artbestimmung können eine Lupe mit ca. 10facher Vergrößerung sowie eine Schieblehre (Genauigkeit: 0.1 mm) sehr hilfreich sein. Die Schieblehre ist vor allem bei der Bestimmung von morphologisch ähnlichen Arten der Gattung *Chorthippus* zur Messung der Flügellänge erforderlich.
- Für die Bestimmung wird Fischer et al. (2020) empfohlen.
- Die Nomenklatur der Heuschrecken richtet sich nach Maas et al. (2011).

##### Vorgehensweise

- Die Erfassung erfolgt in einem 2.500 m<sup>2</sup> großen (i. d. R. quadratischen, also 50 × 50 m messenden) Bereich der ausgewählten Grünland-Bewirtschaftungseinheit (dieser Bereich wird im Folgenden als „Plot“ bezeichnet), welcher möglichst zentral in der Bewirtschaftungseinheit platziert werden sollte. Zur Minimierung von Randeffekten sollten zwischen den Grenzen des Plots und den Rändern der Grünland-Bewirtschaftungseinheit überall mindestens 20 m liegen (Schirmel et al. 2010). Lässt sich dieser Abstand nicht einhalten (was z. B. bei schmalen, langgestreckten Bewirtschaftungseinheiten der Fall sein kann), kann von der quadratischen Form des Plots abgewichen werden und seine Form den lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Bei der erstmaligen Beprobung wird die Lage der Ecken des Plots in ein Luftbild eingezeichnet und mit GPS möglichst genau eingemessen, um eine Beprobung desselben Plots in den Folgejahren sicherzustellen.
- Innerhalb des Plots wird das IQ 15 Mal aufgesetzt, so dass insgesamt eine Fläche von 30 m<sup>2</sup> beprobt wird. Dabei sollten die einzelnen „Würfe“ innerhalb des Plots räumlich so gleichmäßig wie möglich verteilt werden. Da die „Würfe“ einen zufälligen Querschnitt durch den Plot darstellen sollen, besteht keine Notwendigkeit sie an bestimmten Strukturen auszurichten oder bestimmte Strukturen innerhalb des Plots zu meiden.
- Die einzelnen „Würfe“ des IQ sollten immer mindestens 10 m auseinander liegen.
- Das Aufsetzen des IQ sollte, falls die Erfassung bei sonnigem Wetter stattfindet, nach Möglichkeit gegen die Sonne erfolgen, sonst könnte der Schatten des IQ die Heuschrecken vorzeitig flüchten lassen.
- Sofort nach dem Aufsetzen wird das Quadrat einmal fest auf den Boden gedrückt, um Lücken zwischen dem unteren Rand der Seitenwände und der Bodenoberfläche, durch die

Heuschrecken entkommen könnten, zu schließen.

- Nach jedem Wurf werden für alle adulten Heuschrecken-Individuen, die sich innerhalb des IQ befinden, die Art und das Geschlecht<sup>2</sup> bestimmt, notiert und aus dem IQ rausgesetzt. Dabei sollten zunächst die Individuen, die bereits an die Seitenwände gesprungen sind, abgesammelt werden, da bei ihnen die „Fluchtgefahr“ besonders groß ist. Anschließend wird die Vegetation innerhalb des IQ gründlich durchsucht, bis keine Heuschrecken mehr im IQ zu finden sind.
- Falls bei einem Individuum einer vorherrschend kurzflügeligen Art Langflügeligkeit (Makropterie) festgestellt wird, wird dies notiert. Auf diese Weise kann später für die einzelnen Arten der prozentuale Anteil makropterer Individuen berechnet werden. Da Makropterie durch hohe Populationsdichten und den damit verbundenen „Dichtestress“ ausgelöst wird (Behrens & Fartmann 2004b, Poniatowski & Fartmann 2009), ist ein erhöhter Anteil makropterer Individuen ein Hinweis darauf, dass die Lebensbedingungen für die beprobte Population im betreffenden Jahr überdurchschnittlich gut sind (Gardiner 2009, Poniatowski & Fartmann 2011b). Da makroptere Individuen eine höhere Ausbreitungsfähigkeit besitzen als normalflügelige (Hochkirch & Damerau 2009, Poniatowski & Fartmann 2011a), ist ein verstärktes Auftreten langflügeliger Tiere zudem ein Hinweis darauf, dass möglicherweise aktuell eine Arealerweiterung der jeweiligen Art stattfindet (Simmons & Thomas 2004, Gardiner 2009, Poniatowski et al. 2012).
- Die Artidentität von Larven wird ebenfalls so genau wie möglich bestimmt – die taxonomische Zugehörigkeit im Idealfall bis auf Artebene, oder, wenn das nicht möglich ist, auf höherer systematischer Ebene (mindestens jedoch auf Ebene der Unterordnung: Langfühlerschrecken/Kurzfühlerschrecken). Bei einigen Arten ist die sichere Bestimmung der Larven auf Artniveau unmöglich oder zumindest so schwierig, dass sie viel Erfahrung voraussetzt. Daher sollten die Vertreter der folgenden Artengruppen im Larvenstadium nicht auf Artniveau, sondern nur bis auf das Niveau der jeweiligen Gruppe bestimmt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die Individuenzahlen dieser zum Teil in hohen Dichten auftretenden Arten zwischen verschiedenen Datensätzen vergleichbar bleiben:
  - *Chorthippus-biguttulus*-Gruppe (*Chorthippus biguttulus*, *C. brunneus*, *C. mollis*);
  - „Parallelus-Gruppe“ (*Pseudochorthippus parallelus*, *P. montanus*, *Chorthippus albomarginatus*, *C. dorsatus*);
  - Gattung *Tetrix*.
- In jedem Fall werden die Larven getrennt von den Imagines notiert. Arten, von denen sich sowohl Imagines als auch Larven im IQ befinden, werden also wie zwei verschiedene Arten behandelt.
- Die Daten der einzelnen IQ-Würfe werden getrennt notiert, um möglichst vielfältige statistische Auswertungen zu ermöglichen (vgl. Abb. 4).

---

<sup>2</sup> Die Bestimmung des Geschlechts ist bei den allermeisten Heuschreckenarten sehr einfach (zum Teil sogar einfacher als die optische Unterscheidung nahe verwandter Arten) und hat folgenden Zweck: Durch Multiplikation der mittleren Gewichte der Männchen und Weibchen der verschiedenen Arten mit der entsprechenden Individuenzahl könnte die Heuschrecken-Biomasse einer Fläche ermittelt werden. Da sich Männchen und Weibchen bei den meisten Arten in Größe und Gewicht deutlich unterscheiden, würden geschlechtsspezifische Individuenzahlen die Genauigkeit der Biomassenberechnung deutlich erhöhen.

## Wetter

- Die Heuschrecken-Erfassung mit dem IQ kann auch bei Wetterbedingungen erfolgen, die für einige anderen Methoden (z. B. Artnachweis anhand von Lautäußerungen) und Insektengruppen (z. B. Tagfalter) suboptimal sind, da beim Absuchen der Vegetation innerhalb des IQ auch wenig aktive Individuen recht zuverlässig gefunden werden. Während eines Regenereignisses und der anschließenden mindestens 15 Minuten sollte jedoch nicht erfasst werden, ebenso nicht bei Temperaturen unter 15 °C.

## Erfassungszeitraum und -häufigkeit

- 1 Begehung zwischen Mitte Juli und Ende August. In diesem Zeitraum hat bei den meisten Arten der größte Teil der Individuen das Imaginalstadium erreicht (Detzel 1998, Schlumprecht & Waerber 2003). Einige wenige Arten, zum Beispiel die Feldgrille (*Gryllus campestris*), lassen sich ausschließlich oder zumindest besser früher im Jahr nachweisen. Da diese phänologisch frühen Arten aber meist nur einen kleinen Teil des Artenspektrums ausmachen, kann bei einem Monitoring auf Zönoseebene auf eine Begehung im späten Frühjahr verzichtet werden.
- Die Reihenfolge, in der die Stichprobenflächen bearbeitet werden, sollte sich an ihrer Höhenlage bzw. ihrem Lokalklima orientieren. Im Tiefland bzw. in besonders warmen Gegenden gelegene Stichprobenflächen sollten zuerst bearbeitet werden, da hier das Populationsmaximum früher erreicht wird als in höheren Lagen (Ingrisch & Köhler 1998).
- Falls eine Bewirtschaftungseinheit kurz vor der Beprobung gemäht oder intensiv beweidet wurde und die Vegetation noch deutliche Spuren des Störungsereignisses aufweist, sollte die Begehung auf einen späteren Termin innerhalb des Erfassungszeitraums verschoben werden (idealerweise auf mindestens zwei Wochen nach der Mahd oder Beweidung). Immer wenn eine solche Verschiebung der Begehung notwendig wird, sollte dies von der kartierenden Person dokumentiert werden, ebenso der ungefähre zeitliche Abstand zwischen Störungsereignis und Begehung.

## Zu beprobende Grünlandtypen

- Bepробt werden sollen alle Arten von aktuell landwirtschaftlich genutztem oder brachliegendem Grünland im weiteren Sinne, unabhängig von der Feuchte- und Trophiestufe. Unter „Grünland“ werden hier also sowohl das Wirtschaftsgrünland im engeren Sinne (pflanzensoziologische Klasse Molinio-Arrhenatheretea inklusive der manchmal als eigene Klasse [Agrostietea stoloniferae] angesehenen Flutrasen) als auch anthropo-zoogene Magerrasen auf sauren und basischen Substraten (pflanzensoziologische Klassen Koelerio-Corynephoretea, Festuco-Brometea und Violetea calaminariae sowie Ordnung Nardetalia) gefasst.
- Von der Beprobung ausgeschlossen werden sollen folgende Arten von Grünland:
  - Rasen, die sehr oft (ca. jede Woche) gemäht werden (z. B. Golfplätze, Sportplätze, Parkplätze, Straßenbegleitgrün, Zierrasen in Parks);
  - „Grasäcker“ (d. h. Grünland, das regelmäßig umgebrochen und wieder neu eingesät wird): erkennbar daran, dass das Gras in Reihen gesät ist (teilweise mit offenem Boden dazwischen), und dass die Vegetation (fast) nur aus 1–2 (Gras-)Arten besteht;
  - Sonderkulturen/Plantagen wie Obst-, Wein-, Hopfen- und Weihnachtsbaumkulturen; Streuobstwiesen (auch brachliegende) sollen hingegen beprobt werden;

- Streuobstwiesen und andere mit Gehölzen durchsetzte Grünländer (z. B. alte Grünland-Brachen) mit einer Gehölzdeckung der Kronen > 75 %;
- Grünland-Brachen mit einer Feldschichthöhe von > 1 m, da hier das Arbeiten mit dem Isolationsquadrat nicht mehr praktikabel ist; alle niedrigeren Bestände werden beprobt.
- Sollte es sich bei der nach dem in Kapitel 7.2.2 beschriebenen Auswahlprozedere zu beprobenden Bewirtschaftungseinheit (also der zentralen Bewirtschaftungseinheit der Stichprobenfläche) um entsprechend auszuschließendes Grünland handeln, wird verfahren, als wenn es sich hierbei nicht um Grünland, sondern z. B. um eine Ackerfläche handeln würde.

## **Ergänzende qualitative Erfassung**

---

### **Vorgehensweise**

- Alle innerhalb des 2.500 m<sup>2</sup>-Plots vorkommenden Vegetationsstrukturen (inkl. Offenboden) werden insgesamt ca. 10 min lang durch Sichtbeobachtung, Verhören (ohne Zuhilfenahme eines Frequenzwandlers) und Keschern nach weiteren Arten abgesucht.
- Es wird nur das Vorkommen der evtl. gefundenen weiteren Arten notiert, nicht ihre Abundanz.

### **Erfassungszeitraum und -häufigkeit**

- 1 Mal zwischen Mitte Juli und Ende August, in der Regel direkt im Anschluss an die quantitative Erfassung.

### **Erfassung von Umweltvariablen**

Um in der Analyse der Heuschreckendaten die lokal bzw. in der Stichprobenfläche herrschenden Umweltbedingungen berücksichtigen zu können, sind Daten zu den für Heuschrecken potenziell bedeutenden Umweltvariablen erforderlich. Dies sind in erster Linie die Vegetationsstruktur, das Mikroklima, Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und der Biototyp der beprobten Grünländer sowie die Landschaftsstruktur (v. a. die Biotopausstattung), die Flächenanteile von artenreichen bzw. extensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen und Schutzgebieten als Indikatoren für die Ausdehnung von aus Naturschutzsicht wertvollen Lebensräumen und das Klima im Bereich der Stichprobenfläche. In Bezug auf die Umweltbedingungen werden daher zwei verschiedene räumliche Ebenen unterschieden. Die untere Ebene ist der Plot, in dem die Heuschreckenerfassung erfolgt; sie wird im Folgenden als Habitatebene bezeichnet. Die obere räumliche Ebene umfasst die gesamte Stichprobenfläche und damit die Landschaft, in die das beprobte Grünland eingebettet ist. Sie wird im Folgenden als Landschaftsebene bezeichnet. Mithilfe dieser Habitat-, Landschafts- und Klimadaten der verschiedenen Ebenen können die Heuschreckendaten zielführend ausgewertet und interpretiert werden.

Für die Habitatebene ist eine flächenspezifische Erfassung der Vegetationsstruktur und der Topografie, die das Mikroklima stark beeinflussen, innerhalb des Plots erforderlich. Angaben zum Biototyp bzw. zur Nutzung des beprobten Grünlands können zum Teil dem Ökosystem-

Monitoring (ÖSM), welches unter anderem Daten zur Biotopausstattung der Stichprobenflächen liefert, und dem High-Nature-Value-Farmland-Monitoring entnommen werden. Durch die kartierende Person sollen die Daten soweit wie möglich präzisiert werden (s. u.).

Für Analysen auf der Landschaftsebene ist es ausreichend, auf Daten aus dem ÖSM, dem High-Nature-Value-Farmland-Monitoring und der Wetter- und Klimabeobachtung des Deutschen Wetterdienstes zurückzugreifen. Falls die zur Verfügung stehenden Daten des ÖSM älter sind als die Insektendaten (also nicht im selben Jahr erhoben wurden), sollten sie durch die Kartierenden auf ihre Aktualität geprüft und erhebliche Veränderungen (z. B. Umwandlung von Grünland in Acker, massive Intensivierung der Grünlandnutzung) mindestens für die Habitatebene dokumentiert werden (Kartieranleitung des ÖSM s. Ackermann et al. 2020). Informationen zum Vorkommen und zu Flächenanteilen von Schutzgebieten können den entsprechenden Katastern entnommen werden.

### **Geräte und Hilfsmittel für die Erfassung von Umweltvariablen**

- Maßband und Markierungen (z. B. farblich markierte Zeltheringe) zum Abmessen und Abstecken der Bereiche, in denen die Vegetationsstruktur aufgenommen wird (im Folgenden als „Subplots“ bezeichnet)
- Zollstock zum Messen der Feldschichthöhe und der Mächtigkeit der Streuschicht
- Ergebnisse der aktuellsten ÖSM-Kartierungen zur Prüfung auf Aktualität durch die Heuschrecken-Kartierenden

### **Vorgehensweise**

- Auf der Habitatebene sind vor allem folgende Parameter für Heuschrecken von Bedeutung: Biotoptyp, Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung, Vegetationsstruktur sowie (wegen ihres großen Einflusses auf das Mikroklima einer Fläche) Exposition und Inklination (vgl. Hjermand & Ims 1996, Poniatowski & Fartmann 2008, Fartmann et al. 2012). Mit Ausnahme der beiden letztgenannten können sich diese Parameter von einem Erfassungsturnus zum nächsten erheblich verändern. Daher müssen sie in jedem Erfassungsturnus aufgenommen werden. Dies sollte immer mit derselben Methodik erfolgen, um eine Vergleichbarkeit der Daten über die gesamte Laufzeit des Monitorings hinweg zu gewährleisten.
- Der Biotoptyp, die Art der Nutzung des beprobten Grünlands sowie seine HNV-Farmland-Qualitätsstufe sollen aus den Daten des Ökosystem- (Kartieranleitung s. Ackermann et al. 2020) und High-Nature-Value-Farmland-Monitorings (Kartieranleitung s. BfN 2020) abgeleitet werden. Die so ermittelten Angaben sollen – soweit das bei der nur einmaligen Begehung der Flächen möglich ist – von der kartierenden Person anhand des Geländeeindrucks auf Aktualität geprüft und bei Bedarf entsprechend der jeweiligen Kartieranleitung angepasst werden. In der Auswertung könnten bei diesen Parametern jeweils einige wenige Kategorien unterschieden und mit den Heuschrecken-Daten verschnitten werden. Beispielsweise könnten bezüglich der Nutzungsart die folgenden drei Typen unterschieden werden:
  - Wiesen (Heuwiesen, bei denen das Mähgut auf der Wiese trocken gelassen wird, und Silage-Wiesen, bei denen das Mähgut sofort abgeräumt wird),

- Weiden und Mähweiden (die Fläche wird im selben Jahr sowohl gemäht als auch beweidet),
- Grünlandbrachen.
- Für die Aufnahme der Vegetationsstruktur werden parallel zur Heuschreckenerfassung innerhalb des 2.500 m<sup>2</sup> großen Plots drei 9 m<sup>2</sup> (3 m × 3 m) große Subplots in der Nähe des vierten, achten und zwölften Isolationsquadrat-Wurfes in noch nicht durch die Erfassungstätigkeit gestörten Bereichen platziert (vgl. auch Abb. 4). Auf jedem der Subplots werden die unten aufgeführten Parameter aufgenommen und getrennt nach Subplot festgehalten (im Rahmen der Auswertung kann aus diesen Angaben später für jeden Parameter der arithmetische Mittelwert der drei Subplots berechnet werden).

Die Aufnahme der Vegetationsstruktur erfolgt in Anlehnung an Behrens & Fartmann (2004a). Dabei werden die folgenden Parameter aufgenommen:

- Deckungsgrade der Vegetationsschichten (Baumschicht [sofern vorhanden], Strauchschicht [sofern vorhanden], Feldschicht, Gräser, Kräuter, Moose/Flechten), der Streuschicht sowie der Offenbodenstellen;
- Höhe der Feldschicht;
- Mächtigkeit der Streuschicht.

Die Aufnahme der Deckungsgrade der einzelnen Schichten erfolgt durch Schätzung (vgl. Behrens & Fartmann 2004a, Fartmann et al. 2012). Dabei werden Abstufungen von 5 % verwendet. Oberhalb von 90 % und unterhalb von 10 % erfolgt die Schätzung feiner in 2,5 %-Stufen. Die Baumschicht umfasst alle Gehölze mit einer Wuchshöhe größer als 6,0 m. Die Strauchschicht umfasst alle Gehölze mit einer Wuchshöhe zwischen 0,3 m und 6,0 m (Fartmann 2004). Die Feldschicht umfasst alle Gräser, Kräuter, Farne und Zwergsträucher (unabhängig von ihrer Wuchshöhe) sowie alle Gehölze mit einer Wuchshöhe kleiner als 0,3 m. Zur Streuschicht zählen alle Formen von abgestorbenem, aber noch nicht oder kaum zersetztem Pflanzenmaterial (L-Horizont im Sinne der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 5. Auflage, S. 298–310 [Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005]). Zur Ermittlung der Deckungsgrade der einzelnen Vegetationsschichten und der Streuschicht wird der gesamte Anteil der Fläche des Subplots geschätzt, der durch die jeweilige Schicht bedeckt ist. Aufgrund von Überlappungen darf die Summe z. B. aus Gräser- und Kräuterdeckung größer sein als die Feldschichtdeckung oder die Summe aller Vegetationsschichten über 100 % liegen. Offenboden ist definiert als der Anteil der Fläche des Subplots, der von keinerlei Vegetation der Feld- oder Strauchschicht überschirmt wird, nicht von Streu bedeckt ist und somit bei senkrechter Aufsicht sichtbar ist. In diesem Sinne vegetations- und streufreie Bereiche werden auch dann als Offenboden gewertet, wenn sie durch das Blätterdach von Bäumen überschirmt werden.

- Je Subplot werden die Höhe der Feldschicht und die Mächtigkeit der Streuschicht an fünf Stellen mit einem Zollstock gemessen. Je eine der fünf Messstellen sollte in den vier Ecken (mit einem Abstand von ca. 50 cm zu den beiden nächstgelegenen Rändern) und im Zentrum des Subplots liegen. Für den abzulesenden Wert der Feldschichthöhe ist maßgeblich, wo sich der Höhenbereich befindet, in dem im Vergleich zu den darüber- und darunterliegenden Bereichen überproportional viel der eintreffenden solaren Strahlung absorbiert wird (Behrens & Fartmann 2004a, vgl. Abb. 5a). Lässt sich ein solcher Bereich nicht eindeutig abgrenzen, weil die Vegetation von der Bodenoberfläche ausgehend nach

oben gleichförmig ausdünn, wird als Höhe der Feldschicht der Wert angegeben, unterhalb dessen sich ca. 95 % der Biomasse der Feldschicht befinden (vgl. Abb. 5b). Die Messung der Feldschichthöhe erfolgt mit einer Genauigkeit von 1 cm, die Messung der Mächtigkeit der Streuschicht mit einer Genauigkeit von 0,5 cm (für sehr geringmächtige Streuschichten kann der Wert 0,25 cm vergeben werden). Die jeweils fünf Werte der Feld- bzw. Streuschicht werden getrennt notiert (sie können im Zuge der späteren Auswertung je Subplot sowie über alle drei Subplots gemittelt werden).

- Für den gesamten 2.500 m<sup>2</sup> großen Plot werden die vorherrschende Exposition und Inklination mit einem Spiegelkompass mit integriertem Neigungsmesser (oder anderen geeigneten technischen Hilfsmitteln) mit einer Genauigkeit von 2° ermittelt. Falls im Plot unterschiedliche Expositionen und/oder Inklinationen in nennenswerter Ausdehnung vorkommen, werden zwei oder mehr Wertepaare notiert. Für jedes Wertepaar sollte zusätzlich der ungefähre Flächenanteil des Plot-Bereichs, der die entsprechende Exposition und Inklination aufweist, notiert werden. Im Zuge der Auswertung können diese Mehrfachangaben unter Berücksichtigung ihrer Flächenanteile zu einem Wert pro Plot verrechnet werden, z. B. mithilfe des Heat-Load-Indexes (McCune & Keon 2002, McCune 2007).
- Bei nennenswertem Gehölzaufwuchs und beim Vorhandensein einer Baumschicht im Plot, wie es in verbuschten Magerrasen bzw. Streuobstwiesen der Fall sein kann, können die Angaben des Ökosystem-Monitorings zum Gesamtdeckungsgrad der Gehölze für die Fläche, in der der Plot liegt, für die Auswertung verwendet werden.

**Abb. 4:** Auf den beiden folgenden Seiten wird ein Beispiel für ein Formular gezeigt, wie es für die Erfassung der Heuschrecken und Umweltvariablen im Baustein 1B verwendet werden könnte. Dargestellt sind nur die ersten zwei Seiten des Formulars mit den Spalten, die für die Dokumentation der in den ersten fünf von insgesamt 15 Würfeln mit dem Isolationsquadrat erfassten Arten sowie der ersten von insgesamt drei Strukturaufnahmen benötigt werden.

<b>Name des Bearbeiters</b>		<b>Kürzel der Stichprobenfläche</b>					
<b>Schlag</b>	Untersuchungsfläche <input type="checkbox"/> Ersatzfläche <input type="checkbox"/>	<b>Datum</b>		<b>Beginn der Beprobung (Uhrzeit)</b>			
<b>Bemerkungen</b>		<b>Inklination [°]</b>		<b>Exposition [°]</b>			
Hinweis: Falls im Plot Bereiche mit deutlich unterschiedlicher Inklination und/oder Exposition vorkommen, werden für jeden Bereich ein Wertepaar und der ungefähre Flächenanteil des Bereichs notiert.							
<b>Arten</b>	<b>Individuenzahlen</b>						
	<b>Wurf 1</b>		<b>Wurf 2</b>		<b>Wurf 3</b>		
1	W	M	L	W	M	L	
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Name des Bearbeiters	Kürzel der Stichprobenfläche			Strukturaufnahme Subplot 1 (anzufertigen in der Nähe von Wurf 4)	Individuenzahlen		
	Individuenzahlen				Individuenzahlen		
Arten	Wurf 4			Deckungsgrade [%] Abstufungen: 0 2,5 5 7,5 10 15 ... 90 92,5 95 97,5 100	Wurf 5		
	W	M	L		W	M	L
1							
2							
3				Baumschicht (> 6 m)			
4				Strauchschicht (0,3–6 m)			
5				Feldschicht <sup>1</sup>			
6				Gräser <sup>2</sup>			
7				Kräuter <sup>2</sup>			
8				Streuschicht <sup>3</sup>			
9				Kryptogamenschicht (Moose & Flechten)			
10				Offenboden <sup>4</sup>			
11							
12							
13							
14				<b>Höhenangaben [cm]</b>			
15				Feldschichthöhe <sup>5</sup> (5 Werte)			
16							
17				Streuschichtdicke <sup>6</sup> (5 Werte)			
18							

<sup>1</sup> Die Feldschicht wird definiert als die Gesamtheit der Farne, Gräser, Kräuter, Zwergsträucher (unabhängig von ihrer Wuchshöhe) und Gehölze mit Wuchshöhe < 0,3 m.

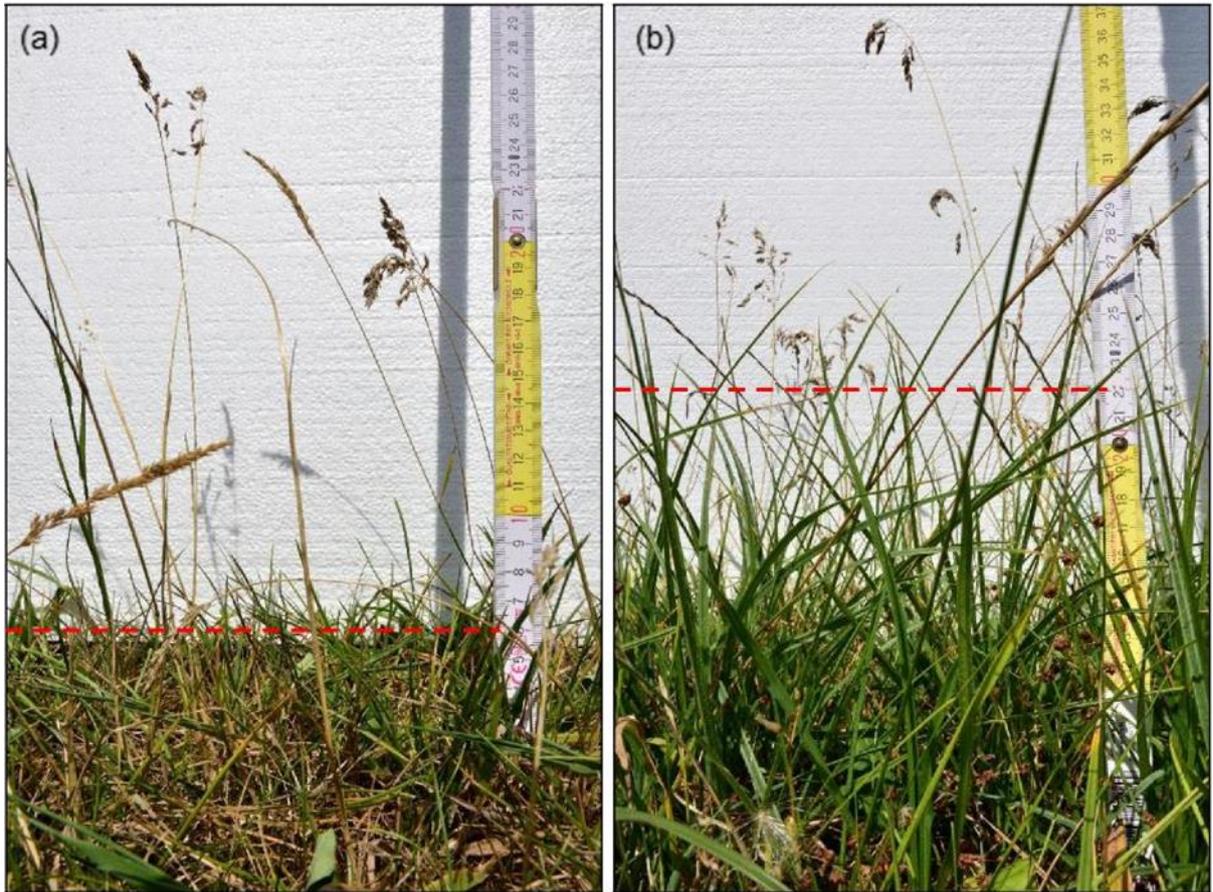
<sup>2</sup> Die Summe aus Gräser- und Kräuterddeckung darf größer sein als die Deckung der Feldschicht, da sich Pflanzenteile in der Aufsicht häufig überlappen. Analog dazu darf auch die Summe der Feld-, Streu- und Kryptogamenschicht deutlich über 100 % liegen.

<sup>3</sup> Totes Pflanzenmaterial

<sup>4</sup> Anteil der Fläche des Subplots, der von keinerlei Vegetation der Feld- oder Strauchschicht überschirmt wird, nicht von Streu bedeckt ist und somit bei senkrechter Aufsicht sichtbar ist. In diesem Sinne vegetations- und streufreie Bereiche werden auch dann als Offenboden gewertet, wenn sie durch das Blätterdach von Bäumen überschirmt werden.

<sup>5</sup> Je eine der fünf Messstellen sollte in den vier Ecken (mit einem Abstand von ca. 50 cm zu den beiden nächstgelegenen Rändern) und im Zentrum des Subplots liegen. Messgenauigkeit: 1 cm

<sup>6</sup> Je eine der fünf Messstellen sollte in den vier Ecken (mit einem Abstand von ca. 50 cm zu den beiden nächstgelegenen Rändern) und im Zentrum des Subplots liegen. Messgenauigkeit: 0,5 cm; für sehr geringmächtige Streuschichten wird 0,25 cm eingetragen



**Abb. 5:** Messung der Feldschichthöhe: (a) Abgelesen wird in der Regel der Wert des Höhenbereichs, in dem im Vergleich zu den darüber- und darunterliegenden Bereichen überproportional viel der eintreffenden solaren Strahlung absorbiert wird (hier 6 cm). (b) Lässt sich ein solcher Bereich nicht eindeutig abgrenzen, weil die Vegetation von der Bodenoberfläche ausgehend nach oben gleichförmig ausdünn, wird als Höhe der Feldschicht der Wert angegeben, unterhalb dessen sich 95 % der Biomasse der Feldschicht befinden (hier 22 cm).

### 7.3.3 Baustein 1C: Laufkäfer & bodenlebende Spinnen in Grünland, Acker und Wald

#### Arterfassung

#### Geräte und Hilfsmittel

##### *Einrichten der Bodenfallen*

- Schmale Handschaufel, Bodenbohrer oder ähnliches zum Einlassen der Fanggefäße in den Boden
- GPS-Gerät zum Einmessen der Bodenfallen
- Markierungen für die Bodenfallen (z. B. Tonkinstäbe [Bambusstäbe aus dem Baumarkt])

##### *Bodenfalle und Zubehör*

- Ein standardisierter farblos-transparenter, glattwandiger Mehrweg-Plastiktrinkbecher mit einem Öffnungsdurchmesser von 8 cm und einem Fassungsvermögen von 0,3–0,5 Litern je Falle.
- Standardisierte Metallgitter (Maschenweite 2 cm, Kantenlänge 20 cm) zum Schutz vor Laubeintrag (nur bei Fallen in Wäldern) und Nägel oder Gewindestangen zum Fixieren der Gitter im Boden
- Standardisierte Fangflüssigkeit: unverdünntes Propylenglykol + parfümfreies Spülmittel. Für das Spülmittel sollte bundesweit und in jedem Erfassungsjahr das gleiche Fabrikat verwendet werden.

##### *Leerung der Bodenfallen*

- GPS-Gerät zum Auffinden der Bodenfallen (zusätzlich gegebenenfalls weitere Hilfsmittel, z. B. Kompass und Luftbilder/Kartenmaterial und ausführliche Skizzen zur Lage der Bodenfallen)
- Trichter zum Umfüllen der Falleninhalte in Transportgefäße
- PE-Flaschen oder andere dicht verschließbare Behälter als Transportgefäße
- Utensilien zur Beschriftung der Transportgefäße: z. B. wasserfester Filzstift oder Klebeetiketten für die Beschriftung von außen und mit Bleistift oder Laserdrucker beschriftete Etiketten (am besten aus stabilem, 200 g schwerem Papier), die in die Transportgefäße hineingegeben werden
- Standardisierte Fangflüssigkeit zum erneuten Befüllen der Fanggefäße für die nächste Fangperiode und zur provisorischen Konservierung der entnommenen Proben (bis zur Sortierung nach Artengruppen)

##### *Probenaufbereitung und -konservierung*

- Empfehlungen für Material und Hilfsmittel zum Sortieren der Artengruppen sind eine flache Plastikschiene (wie sie zum Selbstentwickeln von Papierfotos verwendet wird), Federstahlpinzette, Binokular und Petrischalen (8 bis 9 cm Durchmesser aus Plastik oder Glas mit Rasteraufdruck oder untergelegtem Raster auf Papier, z. B. Millimeterpapier)
- Standardisierte Konservierungssubstanzen: Scheerpeltz-Lösung (70 % Ethanol, 5 % Essigsäure, 25 % Wasser, vgl. Teichmann 1994) für die Laufkäfer (und ggf. die Kurzflügelkäfer, falls diese morphologisch bestimmt werden); vergälltes Ethanol (96 %,

1 Vol.-% MEK) für Spinnen und alle weiteren Arthropoden

- Für die Lagerung der separierten Zielartengruppen (Laufkäfer, Spinnen, Kurzflügelkäfer, übrige Arthropoden sowie optional zu separierende Artengruppen) werden PE-Flaschen (unterschiedliche Größen je nach Menge der Tiere) empfohlen. Pro Bewirtschaftungseinheit und Jahr sind jeweils erforderlich:
  - Eine Flasche pro Bodenfalle und Fangperiode für Laufkäfer ( $\cong$  bis zu 36 Flaschen)
  - Eine Flasche pro Bodenfalle und Fangperiode für Spinnen ( $\cong$  bis zu 36 Flaschen)
  - Eine Flasche für Kurzflügelkäfer pro Erfassungszeitraum ( $\cong$  bis zu 2 Flaschen)
  - Eine Flasche für alle übrigen Arthropoden pro Erfassungszeitraum ( $\cong$  bis zu 2 Flaschen)
  - Optional können auch weitere Artengruppen wie Weberknechte, Pseudoskorpione, Tausendfüßler und Asseln separiert, separat gelagert und gewogen werden: jeweils eine Flasche pro Erfassungszeitraum ( $\cong$  bis zu 2 Flaschen pro Artengruppe)
- Utensilien zur Beschriftung der PE-Flaschen: z. B. wasserfester Filzstift oder Klebeetiketten für die Beschriftung von außen und mit Bleistift oder Laserdrucker beschriftete Etiketten (am besten aus stabilem, 200 g schwerem Papier), die in die Flaschen hineingegeben werden

*Ermittlung der Biomasse (Abtropfgewicht nach Ssymank et al. 2018)*

- Standardisiertes Edelstahl-Feinsieb (Durchmesser 10 cm, Maschendrahtweite = 0,5 mm) und Gefäß zum Auffangen der Konservierungsflüssigkeit
- Trichter zum Halten des Siebs und Glaskolben
- Gefäß zum Halten des Siebs während der Wiegung
- Waage mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,1 g (oder feiner, falls erforderlich)

*Bestimmung*

- Bestimmungsliteratur
- Binokular
- Pinzetten

**Allgemeines**

- Die Standarderfassung für Laufkäfer (inkl. der Unterfamilie Sandlaufkäfer [Cicindelinae]) und bodenlebende Spinnen ist der Fang der Tiere mit Bodenfallen (Blick 1999, Trautner & Fritze 1999, Trautner 2017). Mithilfe einer Fangflüssigkeit werden die Tiere in den Bodenfallen abgetötet und konserviert. Die Erfassung erfolgt üblicherweise im Frühjahr/Sommer und Spätsommer/Herbst innerhalb jeweils mehrerer Fangperioden (Trautner 1992). Die Geländearbeit besteht demnach aus dem Ausbringen der Fallen und der regelmäßigen Leerung bzw. Entnahme der Fallen in definierten Abständen. Für Sonderbiotope wie Feuchtbiotope, rohbodenreiche Flächen, Magerrasen, Heiden und Felsstandorte werden zusätzlich Handfänge für eine vollständige Erfassung des Artenspektrums empfohlen (Trautner & Fritze 1999). Für das Monitoring im Rahmen der ersten Säule wird hierauf verzichtet, da diese Biotope nicht im Fokus dieser Säule stehen. Die im Nachfolgenden aufgeführte Methodik beschreibt das Vorgehen und den Versuchsaufbau zur Erfassung der Laufkäfer und bodenlebenden Spinnen für die Grünland-, Acker- und Waldprobenflächen der ersten Säule. Neben der vorgestellten

Methodik zur Erfassung der Tiere wird auch eine Methodik zur Ermittlung der Biomasse der epigäischen Insektenfauna aufgeführt. Für aussagekräftige Ergebnisse zu einzelnen Artengruppen muss sich die Auswertung allerdings auf Artengruppen beschränken, die repräsentativ mithilfe von Bodenfallen erfasst werden können. Neben Laufkäfern (Carabidae) und bodenlebenden Spinnen (Araneae) trifft dies zum Beispiel auf Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) (Duelli et al. 1999, s. auch Hoffmann et al. 2016, Jahnová et al. 2016) sowie Asseln (Isopoda) und Tausendfüßer (Myriapoda) sowie weitere Spinnentiere (Pseudoskorpione [Pseudoscorpiones] und Weberknechte [Opiliones]) zu (Blick 1999). Während die Laufkäfer und Spinnen der Barberfallenfänge auf Artniveau bestimmt werden sollen, ist für die Kurzflügelkäfer und die übrigen Arthropoden im Rahmen dieses Bausteins nur die Bestimmung der Biomasse vorgesehen – die Bestimmung auch dieser Individuen auf Artniveau sowie die differenzierte Biomasse- oder Artbestimmung weiterer der oben genannten Arthropodengruppen (Asseln, Tausendfüßer, Pseudoskorpione, Weberknechte) kann optional erfolgen. Jedoch sollen alle Proben dauerhaft aufbewahrt werden, um die Möglichkeit der Ergebnisüberprüfung und der taxonomischen Bearbeitung der Artengruppen des Beifangs zu einem späteren Zeitpunkt zu ermöglichen.

- Für das Monitoring ist es besonders wichtig, die Methodik der Erfassung genauestens zu standardisieren, um miteinander vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Dabei müssen Standards vor allem hinsichtlich der folgenden Punkte definiert sein:
  - Bodenfallentyp (u. a. Größe und Farbe der Becher),
  - Fangflüssigkeit,
  - Anzahl der Bodenfallen pro Bewirtschaftungseinheit,
  - Anlage der Bodenfallen (Abstand der Bodenfallen zueinander; zufällige oder lineare Anordnung),
  - Zeitraum der Erfassung, das heißt Anzahl, Dauer und Terminierung der Fangperioden und Erfassungszeiträume,
  - Aufbereitung und Konservierung der Fänge,
  - Methode der Biomassebestimmung,
  - Nomenklatur der Arten.

### **Bodenfallentyp**

- Die Vielfalt unterschiedlicher Bodenfallentypen ist sehr hoch, da es keine standardisierte Vorgabe gibt. Allerdings gibt es Mindeststandards bezüglich der Größe der Falle. Bodenfallen sollten einen Öffnungsdurchmesser von etwa 6 bis 7 cm und eine Höhe von mindestens 10 cm aufweisen (Blick 1999, Trautner & Fritze 1999, Trautner 2017). Als Materialien werden üblicherweise Gläser oder Plastikbecher verwendet. Für vergleichbare Ergebnisse ist es besonders wichtig, dass bundesweit und im Laufe des Monitorings in jedem Erfassungsjahr die gleichen Bodenfallentypen verwendet werden.
- Für das Monitoring werden 0,3–0,5 Liter große, farblos-transparente und glattwandige Mehrweg-Plastiktrinkbecher mit einer Höhe von mindestens 10 cm und einem Öffnungsdurchmesser von 8 cm verwendet. Dieser relativ große Öffnungsdurchmesser von 8 cm geht auf die Verfügbarkeit von Mehrweg-Plastiktrinkbechern mit dem erforderlichen Fassungsvermögen zurück: Die Becher sind preiswert und können von

verschiedenen Herstellern bezogen werden, was für ein groß angelegtes Monitoringvorhaben besonders wichtige Voraussetzungen sind.

- Auf das Anbringen von Dächern als Regenschutz soll im Rahmen des Insektenmonitorings verzichtet werden, da Regendächer das Mikroklima im Bereich der Bodenfalle verändern, wodurch die Fängigkeit ggf. beeinflusst wird (Blick 1999). Ohnehin sind Regendächer nach umfangreichen Erfahrungen nicht notwendig, wenn die Fangperioden nicht mehr als etwa zwei Wochen betragen (J. Rietze & M.-A. Fritze, mündl. Mitteilung). Der direkte Niederschlagseintrag ist nämlich weniger problematisch als das Volllaufen der Bodenfallen durch Oberflächenabfluss, das vor allem bei Starkregenereignissen vorkommen kann und sich auch durch Regendächer nicht verhindern lässt (J. Rietze & M.-A. Fritze, mündl. Mitteilung). Eine Kontrolle der Bodenfallen nach Starkregenereignissen sollte daher immer unternommen werden.
- Ebenso sollte darauf verzichtet werden, die Öffnung der Bodenfalle mit einem Gitter abzudecken. Solche Gitter-Abdeckungen werden manchmal angebracht, um die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass kleine Wirbeltiere in das Fanggefäß fallen. Sie reduzieren aber auch die Fängigkeit der Fallen für große Laufkäfer- und Spinnenarten, ohne vollständigen Schutz vor Wirbeltier-Beifang zu bieten (Blick 1999, Trautner 2017).
- Zum Schutz vor Laubeintrag wird an Waldstandorten immer ein Gitter (Maschenweite 2 cm, Kantenlänge 20 cm) oberhalb der Bodenfalle angebracht. Dieses wird mit Nägeln oder Gewindestangen im Boden verankert und mit einem Abstand von 10 cm zum Boden sicher fixiert, sodass die Fängigkeit für große Laufkäfer- und Spinnenarten nicht beeinträchtigt wird (Abb. 6).
- Als Fangflüssigkeit soll eine nicht-lockende Substanz verwendet werden, um zu verhindern, dass das erfasste Artenspektrum zugunsten von Taxa, die stärker als andere angelockt werden, verschoben wird. Darüber hinaus soll eine Flüssigkeit verwendet werden, die sowohl morphologische Bestimmungen als auch genetische Analysen des Probenmaterials ermöglicht, d. h. die DNA konserviert. Nach den derzeitigen Entwicklungen ist davon auszugehen, dass genetische Analysen in Zukunft eine höhere Bedeutung im Rahmen von Insektenerfassungen erlangen werden, so dass dieser Aspekt bei der Konzipierung des Bausteins mitbedacht werden muss. Nach Befragung von ExpertInnen zur Eignung verschiedener Fangflüssigkeiten unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien hat sich Propylenglykol als am besten geeignet herausgestellt, um die Ansprüche des bundesweiten Insektenmonitorings zu erfüllen. Propylenglykol hat höchstens eine geringe Lockwirkung, ist für Wirbeltiere und Menschen nicht toxisch und konserviert die DNA gut, sodass die Möglichkeit, genetische Analysen wie Metabarcoding durchzuführen, erhalten bleibt. Andere Fangflüssigkeiten wie etwa gesättigte Kochsalzlösung oder Renner-Lösung sind aufgrund ihres Wasseranteils bzw. der enthaltenen Essigsäure im Zusammenhang mit genetischen Analysen potenziell problematisch und noch nicht ausreichend erprobt.

### **Stichprobendesign**

- Die Erfassung der Laufkäfer und bodenlebenden Spinnen erfolgt (wie auch bei den Heuschrecken) nutzungstypenspezifisch auf einzelnen Bewirtschaftungseinheiten im Grünland, Acker und Wald (vgl. Kapitel 7.2.2).
- Für die repräsentative Erfassung dieser Artengruppen ist eine Mindestanzahl von 6 - 10

Bodenfallen je Bewirtschaftungseinheit erforderlich (Trautner & Fritze 1999). Da der Bearbeitungsaufwand mit jeder zusätzlichen Falle deutlich ansteigt, wird im bundesweiten Monitoring mit 6 Bodenfallen pro Bewirtschaftungseinheit gearbeitet.

- Im Rahmen nutzungstypenspezifischer Erfassungen muss darauf geachtet werden, dass Randeffekte vermieden werden, damit die Erfassung auf die für den jeweiligen Nutzungstyp typische Fauna beschränkt ist. Somit ist es empfehlenswert einen Mindestabstand zum Randbereich der zu beprobenden Bewirtschaftungseinheit bei der Erfassung einzuhalten (Schirmel et al. 2010). Aus diesem Grund findet die Erfassung analog zur Heuschreckenerfassung (Baustein 1B) in einem 2.500 m<sup>2</sup> großen Plot im Zentrum der Bewirtschaftungseinheit aller zu untersuchenden Nutzungstypen (Acker, Grünland, Wald) statt, der so gewählt wird, dass seine Außengrenzen mindestens 20 m vom Rand der Bewirtschaftungseinheit entfernt sind (Hülsmann et al. 2019). Idealerweise sollte die Erfassung der Laufkäfer und bodenlebenden Spinnen im Grünland innerhalb desselben 2.500 m<sup>2</sup> Plots erfolgen, in dem auch die Heuschreckenerfassung stattfindet. So könnten Synergien bei der Erhebung der Umweltparameter genutzt werden. Innerhalb dieses Bereichs werden die sechs Bodenfallen entlang zweier kurzer Transekte mit je drei Fallen angelegt (Abb. 7). Um gegenseitige Beeinflussungen der Fallen (Interferenz) zu minimieren, werden diese in einem Mindestabstand von 10 m zueinander aufgestellt (Trautner & Fritze 1999).

#### **Erfassungszeitraum und -häufigkeit**

- Für das Monitoring werden die Fallen in Anlehnung an die Standardvorgaben (Trautner 1992) für insgesamt sechs 14-tägige Fangperioden während zwei Erfassungszeiträumen (Frühjahr und Spätsommer/Herbst) exponiert, das heißt es gibt drei Fangperioden je Erfassungszeitraum. Es sollte angestrebt werden, dass jede Bodenfalle in jeder Fangperiode für genau 14 Fangtage exponiert ist. Eventuelle Abweichungen davon sind so genau wie möglich zu dokumentieren.
- Die Frühjahrserfassung (erster Erfassungszeitraum) erfolgt in dem neunwöchigen Zeitraum zwischen dem 21. April und 22. Juni, die Spätsommer-/Herbsterfassung (zweiter Erfassungszeitraum) in dem ebenfalls neunwöchigen Zeitraum zwischen dem 28. August und 24. Oktober. Dadurch, dass die Zeitfenster drei Wochen länger sind als die eigentlichen Fangperioden, kann der Beginn der Erfassungen an die Wärmegunst des jeweiligen Standorts angepasst werden. Beispielsweise könnten die Fallen an besonders wärmebegünstigten Standorten direkt zu Beginn der Zeitfenster ausgebracht werden, an Standorten mit mäßiger Wärmegunst ca. 10 Tage nach Beginn der Zeitfenster, und in besonders kühlen Hochlagen so spät, dass das Ende der Fangperiode mit dem Ende des Zeitfensters zusammenfällt. Die Expositionszeit der Fallen sollte allerdings nicht mehr als 3 mal 14 Tage jeweils in Frühjahr und Spätsommer umfassen (s.o.).
- Während der Pause zwischen dem ersten und zweiten Erfassungszeitraum werden die Fallen entfernt und die Löcher im Boden verfüllt oder anderweitig verschlossen, um eine unbeabsichtigte Fallenwirkung zu verhindern (die Markierungsstäbe bleiben stehen, wenn möglich). Bei der zweiten Erfassung erfolgt die Anlage an den gleichen Stellen wie bei der vorherigen Erfassung. Somit müssen die entsprechenden Koordinaten beim Anlegen der Fallen zu Beginn des ersten Zeitraums mittels GPS-Gerät möglichst genau eingemessen werden.

## Wetter

- Die Methode ist weitestgehend wetterunabhängig. Lediglich nach Starkregenerereignissen empfiehlt sich eine Kontrolle der Bodenfallen.

## Richtlinien für die Auswahl zu beprobender Grünland-Flächen

- Für die Untersuchung von Laufkäfern und bodenlebenden Spinnen im Grünland sollen dieselben Richtlinien gelten wie für die Untersuchung von Heuschrecken im Grünland (Baustein 1B): Beprobte werden sollen alle Arten von aktuell landwirtschaftlich genutztem oder brachliegendem Grünland im weiteren Sinne, unabhängig von der Feuchte- und Trophiestufe. Unter „Grünland“ werden hier also sowohl das Wirtschaftsgrünland im engeren Sinne (pflanzensoziologische Klasse Molinio-Arrhenatheretea inklusive der manchmal als eigene Klasse [Agrostietea stoloniferae] angesehenen Flutrasen) als auch anthro-po-zoogene Magerrasen auf sauren und basischen Substraten (pflanzensoziologische Klassen Koelerio-Corynephoretea, Festuco-Brometea und Violetea calaminariae sowie Ordnung Nardetalia) gefasst.
- Von der Beprobung ausgeschlossen werden sollen folgende Arten von Grünland:
  - Rasen, die sehr oft (ca. jede Woche) gemäht werden (z. B. Golfplätze, Sportplätze, Parkplätze, Straßenbegleitgrün, Zierrasen in Parks);
  - „Grasäcker“ (d. h. Grünland, das regelmäßig umgebrochen und wieder neu eingesät wird): erkennbar daran, dass das Gras in Reihen gesät ist (teilweise mit offenem Boden dazwischen), und dass die Vegetation (fast) nur aus 1–2 (Gras-)Arten besteht;
  - Sonderkulturen/Plantagen wie Obst-, Wein-, Hopfen- und Weihnachtsbaumkulturen; Streuobstwiesen (auch brachliegende) sollen hingegen beprobt werden;
  - Streuobstwiesen und andere mit Gehölzen durchsetzte Grünländer (z. B. alte Grünland-Brachen) mit einer Gehölzdeckung der Kronen  $> 75\%$ ;
  - Grünland-Brachen mit einer Feldschichthöhe von  $> 1$  m; alle niedrigeren Bestände werden beprobt.
- Sollte es sich bei der nach dem in Kapitel 7.2.2 beschriebenen Auswahlprozedere zu beprobenden Bewirtschaftungseinheit (also der zentralen Bewirtschaftungseinheit der Stichprobenfläche) um entsprechend auszuschließendes Grünland handeln, wird verfahren, als wenn es sich hierbei nicht um Grünland, sondern z. B. eine überbaute Fläche handeln würde.

## Geländearbeiten

- Die Geländearbeit bei der Erfassung der Laufkäfer und bodenlebenden Spinnen besteht aus dem Ausbringen der Bodenfallen und der Leerung der Fallen nach den einzelnen Fangperioden (s. o.).
- Das erstmalige Ausbringen der Bodenfallen muss durch eine Person mit entsprechenden Fachkenntnissen durchgeführt werden, damit repräsentative Standorte ausgewählt werden. Die regelmäßig erforderlichen Leerungen und Neuaktivierungen der Bodenfallen können hingegen auch durch geschulte Hilfskräfte durchgeführt werden.
- Zur Erleichterung des Auffindens der Bodenfallen ist es empfehlenswert, die Transekte zu markieren. Die Markierung erfolgt zum Beispiel mit farblich gestalteten Tonkinstäben, die in einem Abstand von 10 bis 15 cm zu den Fallen an den Enden der einzelnen Transekte aufgestellt werden. Zusätzlich werden die einzelnen Fallen durchnummeriert

und deren Koordinaten möglichst genau mittels GPS-Gerät eingemessen. In Ackerflächen können Markierungen überflüssig sein, wenn man die Fallen parallel zu den Bearbeitungsgassen installiert und sich an der exakten Schrittzahl (Entfernung zwischen den Fallen) orientiert (J. Rietze & M.-A. Fritze, schriftl. Mitteilung). Zusätzlich zur GPS-Einmessung der Bodenfallen können weitere Markierungen/Geländefixpunkte bzw. Orientierungsmöglichkeiten zum Auffinden der Bodenfallen verwendet werden. In genutztem Grünland haben sich zum Beispiel das Einmessen der Fallen mit einem Kompass ausgehend von einem fixen Punkt außerhalb der genutzten Bewirtschaftungseinheit und die Anpeilung eines Geländepunktes bewährt. Wichtig sind gute Skizzen mit Angabe exakter Schrittzahlen oder die Benutzung eines Maßbandes (J. Rietze & M.-A. Fritze, schriftl. Mitteilung).

- Beim Einlassen der Bodenfallen in den Boden muss ein überstehender Rand der Fanggefäße unbedingt vermieden werden, da ansonsten die Fängigkeit beeinflusst wird. Somit ist es besonders wichtig, dass die Bodenfalle bündig mit der Bodenoberkante abschließt. Die Becher werden bis zu einem Drittel mit der Fangflüssigkeit (unverdünntes Propylenglykol) befüllt. Zur Verringerung der Oberflächenspannung müssen der Fangflüssigkeit außerdem wenige Tropfen eines parfümfreien Spülmittels hinzugefügt werden. Für eine Standardisierung sollte bundesweit und nach Möglichkeit über die gesamte Laufzeit des Monitorings ein einheitliches Fabrikat (s. Abschnitt „Geräte und Hilfsmittel“) verwendet werden.
- Jeweils nach Ende einer Fangperiode werden die Becher entnommen und ihr Inhalt in andere, fest verschließbare Transportgefäße überführt. Für jede der 6 Fallen wird ein separates Transportgefäß verwendet, um während der späteren Auswertung für jedes gefangene Laufkäfer- und Spinnenindividuum eindeutig nachvollziehen zu können, aus welcher Falle und Fangperiode es stammt, und um auf dieser Grundlage standardisierte Arten- und Individuenzahlen und Biomasse-Werte berechnen zu können. Somit werden pro Fangperiode 6 Transportgefäße für das Leeren der Fallen einer Bewirtschaftungseinheit benötigt.
- Die Transportgefäße werden doppelt beschriftet: Außen mit einem wasserfesten Stift oder Etikett, innen mit einem Etikett aus festem (ca. 200 g/m<sup>2</sup>) Papier (Beschriftung mit Bleistift). Zu vermerken sind mindestens die Nummer der Stichprobenfläche, in der sich die Bewirtschaftungseinheit befindet, die Fangperiode und die jeweilige Nummer der Falle.
- Eventuelle Beeinträchtigungen, Beschädigungen, Ausfälle und sonstige Besonderheiten, die im Rahmen der Fallenleerung bemerkt oder vermutet werden, müssen mit Angabe der Fallenummer und Fangperiode dokumentiert werden. Beispiele für dokumentationswürdige Besonderheiten sind:
  - Die Falle ist randvoll mit hineingefallenen Tieren, sodass anzunehmen ist, dass sie über einen mehr oder weniger langen Zeitraum am Ende der jeweiligen Fangperiode nicht mehr in der Lage war, weitere Individuen aufzunehmen.
  - Die Falle ist ausgegraben, anderweitig beschädigt oder ganz entfernt worden (Vandalismus oder durch Wild- oder Weidetiere).
  - In der Falle befinden sich ein oder mehrere tote Wirbeltiere, sodass zu vermuten ist, dass der Verwesungsgeruch das Fangergebnis beeinflusst hat.
- Anschließend werden die Becher mit frischer Fangflüssigkeit befüllt und für die nächste

Fangperiode exponiert (d. h. in den Boden eingelassen; dabei muss wieder zwingend darauf geachtet werden, dass die Becher bündig mit der Bodenoberkante abschließen).

### **Aufbereitung und Konservierung des Probenmaterials**

- Nach der Leerung einer Falle wird das Probenmaterial so bald wie möglich für die Biomasse-Ermittlung aufbereitet. Insbesondere bei durch Regenwasser verdünnter Fangflüssigkeit sollte dies innerhalb weniger Tage geschehen, um keine Verschlechterung des Erhaltungszustandes von morphologischen Merkmalen und DNA des Probenmaterials zu riskieren. Aufgrund der oft starken Verschmutzung der Bodenfallen-Proben mit Dreck, Laub u. ä. ist es nicht sinnvoll, die Biomasse des Probenmaterials ohne vorherige Aufbereitung der Probe zu ermitteln. Um aussagekräftige, nicht verfälschte Biomasse-Werte für die Zielorganismen dieses Bausteins zu ermitteln, müssen vor den Wägungen zwingend alle sonstigen Bestandteile aus der Probe entfernt bzw. die Zielorganismen separiert werden.
- Im Zuge der zwingend notwendigen sorgfältigen Entfernung aller Verunreinigungen (Dreck, Laub u. a.) wird das Probenmaterial in vier taxonomische Gruppen sortiert, die getrennt gelagert werden: Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Spinnen und übrige Arthropoda. Jegliches Probenmaterial wird nach der Sortierung in Konservierungsflüssigkeit überführt.
- Je nach Artengruppe sind unterschiedliche Konservierungsflüssigkeiten notwendig. Für die Laufkäfer und ggf. für weitere morphologisch zu bestimmende Coleoptera wie Kurzflügelkäfer sollte die oben genannte Scheerpeltz-Lösung verwendet werden, um eine Verhärtung der Tiere (wie sie bei der Lagerung in Alkohol eintritt) zu vermeiden, wodurch z. B. Genitalpräparationen erschwert würden (Teichmann 1994). Für Spinnen und die übrigen Artengruppen ist eine Konservierung mit 96 %igem Alkohol notwendig. Wichtig ist, dass die Flaschen nicht bis zum Rand mit Tieren befüllt sind, sondern ein deutlicher Überstand der Konservierungsflüssigkeiten in den Flaschen gegeben ist (J. Rietze & M.-A. Fritze, schriftl. Mitteilung).
- Für die Sortierung nach Artengruppen (Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Spinnen, übrige Arthropoden; optional können weitere Artengruppen wie Weberknechte, Pseudoskorpione, Asseln oder Tausendfüßer separiert werden) empfiehlt es sich, die einzelnen Proben in eine flache mit Propylenglykol gefüllte Fotoschale einzulassen. Grobes Material (Blätter, Äste, Wirbeltierfell, Steine etc.) wird aussortiert und die Tiere werden durch intensives Schwenken in der mit Propylenglykol gefüllten Schale abgespült. Größere Tiere werden direkt aus der Schale getrennt nach Artengruppen separiert. Für kleinere Zielorganismen (z. B. Linyphiidae) ist die Verwendung eines Binokulars erforderlich. Hierfür eignen sich Petrischalen aus Glas oder Plastik mit einem Durchmesser von 8 bis 9 cm und mit Rasteraufdruck oder untergelegtem Raster auf Papier, z. B. Millimeterpapier. Somit ist es möglich, die Probe systematisch nach Zielorganismen abzusuchen, indem das Material Gitterzelle für Gitterzelle durchsucht wird. Dabei ist darauf zu achten, dass die Schale nicht zu voll ist. Man sollte den Schalenboden immer noch durch das Fallenmaterial sehen können. In der Petrischale sollte sich nur so viel Flüssigkeit befinden, dass sowohl die Oberfläche der Flüssigkeit als auch der Boden der Schale innerhalb der Schärfentiefe des Binokulars liegen. Sonst wird die Bearbeitung unsicher bzw. dauert länger, weil dann mehrere Schichten getrennt scharfgestellt und abgesucht werden

müssen. Die Füllung einer Petrischale muss je nach Füllmenge zwei- bis dreimal durchsucht werden. Es ist wichtig zwischen jedem Kontrolldurchgang die Petrischale leicht zu schwenken, um Lageveränderung der Zielorganismen zu erreichen (Vermeidung eines Gewöhnungseffektes).

- Bei der Sortierung wird wie folgt vorgegangen:
  - Alle Laufkäfer und alle Spinnen einschließlich ihrer Präimaginalstadien (Larven, Puppen und Jungtiere) werden getrennt nach Fallnummern (6 verschiedene) und Fangperiode (6 verschiedene) in PE-Flaschen überführt, die je nach Tiermenge unterschiedliche Größen haben können. Für die Lagerung der Laufkäfer- und Spinnenfänge eines Jahres werden pro Bewirtschaftungseinheit somit für jede der beiden Artengruppen bis zu  $6 \text{ Fangperioden} \times 6 \text{ Fallen} = 36$  Flaschen benötigt.
  - Kurzflügelkäfer und die übrigen Arthropoden einschließlich ihrer Präimaginalstadien (Larven, Puppen und Jungtiere) werden ebenfalls getrennt voneinander aufbewahrt. Die Fänge der einzelnen Fallen und der jeweils 3 Fangperioden eines Erfassungszeitraums (Frühjahr bzw. Spätsommer/Herbst) können aber zusammengeführt werden. Gleiches gilt für weitere optional zu separierende Artengruppen wie Weberknechte, Pseudoskorpione, Asseln oder Tausendfüßer. Für die Lagerung der Beifänge eines Jahres werden pro Bewirtschaftungseinheit somit mindestens bis zu 2 Artengruppen (Kurzflügelkäfer, übrige Arthropoden)  $\times 2$  Erfassungszeiträume = 4 Flaschen benötigt. Für jede optional separat zu lagernde Artengruppe werden bis zu 2 weitere Flaschen benötigt.
- Die Behälter werden außen z. B. mit einem wasserfesten schwarzen Stift oder laserbedruckten Klebeetiketten beschriftet. Zusätzlich erfolgt eine innere Etikettierung durch Bleistift- oder Laserdruckbeschriftung auf z. B. 200 g schweren Papier.

### **Bestimmung der Biomasse**

- Für die Bestimmung der Biomasse soll auf eine vorherige Trocknung der Proben verzichtet werden, weil die Bestimmung von Laufkäfern und Spinnen im trockenen Zustand weniger gut bis gar nicht mehr möglich ist und im Fall der Spinnen in der Regel einer Zerstörung des Probenmaterials gleichkommt (C. Muster, mündl. Mitteilung).
- Nach der Aufbereitung des Probenmaterials sollten alle Proben für einen längeren Zeitraum (mindestens vier Wochen) in den oben genannten Konservierungssubstanzen eingelagert gewesen sein, damit eine annähernd vollständige Flüssigkeitssättigung des Körpergewebes gewährleistet ist. Andernfalls könnten für Individuen gleicher Biomasse unterschiedliche Gewichte gemessen werden.
- Die Bestimmung der Biomasse erfolgt in Anlehnung an Ssymank et al. (2018) (s. auch <http://www.entomologica.org/vd/biomass01.mp4>), und zwar getrennt nach den separierten Artengruppen (mindestens Laufkäfer, Spinnen, Kurzflügelkäfer und übrige Arthropoden). Bei allen Artengruppen wird zwischen den beiden Erfassungszeiträumen (Frühjahr und Spätsommer/Herbst) getrennt, bei den Laufkäfern und Spinnen darüber hinaus auch zwischen Fallen und Fangperioden. Dadurch ergeben sich für die Laufkäfer und Spinnen jeweils bis zu 36 Biomasse-Werte pro Bewirtschaftungseinheit und Jahr, für die Kurzflügelkäfer und die übrigen Arthropoden sowie für jede der optional zu separierenden Artengruppen jeweils bis zu 2 Biomasse-Werte pro Bewirtschaftungseinheit und Jahr.

- Eventuell im Probenmaterial befindliche Präimaginalstadien werden mitgewogen.
- Vor dem Wiegen wird das Material über ein standardisiertes Edelstahl-Sieb abgeschüttet (Durchmesser 10 cm, Maschenweite = 0,5 mm). Dabei hängt das Sieb in einem Trichter, der in einen Glaskolben eingelassen ist. Nach Ssymank et al. (2018) wird das Probenmaterial mit einer Genauigkeit von 0,1 g gewogen, wenn die Tropfenfolge mehr als 10 Sekunden beträgt. Diese Tropfenfolge hat sich bei der Verwendung von 80 %igem Alkohol als Konservierungsflüssigkeit bewährt (Ssymank et al. 2018), die hier verwendeten Flüssigkeiten haben aber nur unwesentlich höhere bzw. niedrigere Alkoholgehalte. Daher soll hier die gleiche Vorgehensweise verwendet werden, d. h. die Biomassewiegung findet statt, wenn die Tropfenfolge mehr als 10 Sekunden beträgt. Für die Messung wird das Sieb in eine auf der Waage stehende Schale gehängt. Die Gewichte von Sieb und Schale müssen vom Messergebnis abgezogen werden.
- Danach werden die gewogenen Tiere in die beschrifteten Aufbewahrungsgefäße zurückgefüllt und es wird so viel frische Konservierungsflüssigkeit zugegeben, dass ein deutlicher Flüssigkeitsüberstand entsteht.

### **Artbestimmung**

- Die Artbestimmung sollte erst stattfinden, nachdem die Biomasse ermittelt wurde, da sie in vielen Fällen eine Präparation der Individuen (z. B. zum Freilegen der Genitalien) erfordert und dies das Handling der Proben beim Wiegen erschweren kann.
- Präimaginalstadien müssen nicht näher bestimmt, aber in jedem Fall für jede separierte Artengruppe gezählt werden.
- Für jede Bewirtschaftungseinheit wird eine Dokumentation der Bestimmungsergebnisse der Laufkäfer und Spinnen erstellt, die Angaben zu den identifizierten Arten und deren Abundanzen (differenziert nach Adulten/Präimaginalstadien) pro Falle und Fangperiode enthält.
- Die Bestimmung der Laufkäfer erfolgt nach Müller-Motzfeld (2004) und Hürka (1996).
- Die Bestimmung der Spinnen erfolgt nach Nentwig et al. (2018).
- Die Nomenklatur der Laufkäfer und Spinnen richtet sich nach Schmidt et al. (2016) bzw. Blick et al. (2016).

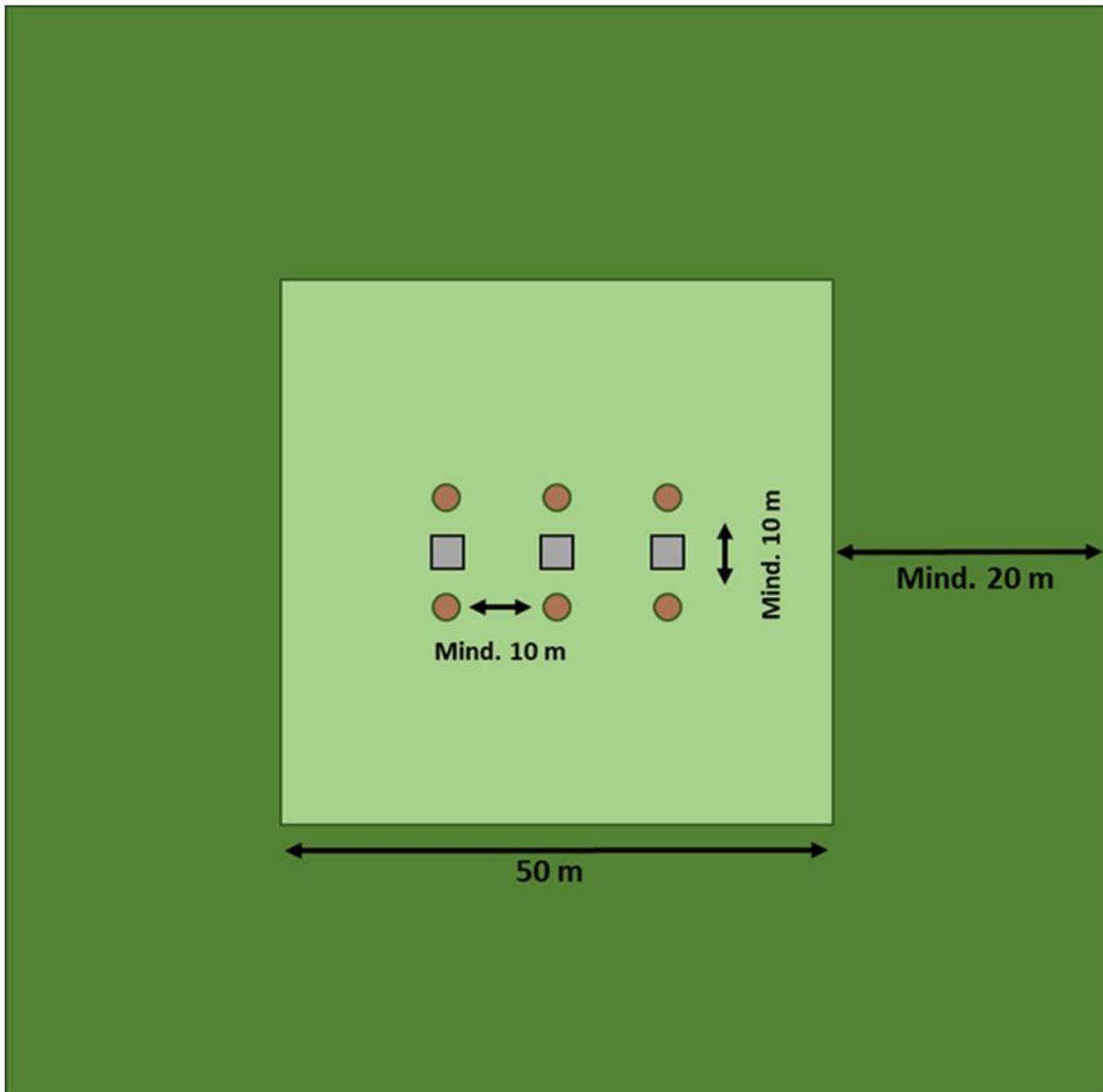
### **Sonstiges**

- Für die Erfassung der Laufkäfer und bodenlebenden Spinnen müssen neben den allgemeinen naturschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigungen (artenschutzrechtliche Ausnahme- bzw. Fanggenehmigung, ggf. Betretungsgenehmigung für Schutzgebiete) die Erlaubnisse der Flächeneigentümer und -eigentümerinnen bzw. Bewirtschaftenden für die Untersuchung eingeholt werden. Wichtige Grundlage hierfür ist eine entsprechende Übersicht zu den ausgewählten Bewirtschaftungseinheiten.
- Innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Bewirtschaftungseinheiten muss die Exposition der Bodenfallen den Nutzungsterminen angepasst werden. Die Nutzung der Bewirtschaftungseinheit sollte durch die Untersuchung nicht eingeschränkt werden. Erfolgt eine Nutzung während der Fangperiode, muss die Fangperiode für den Zeitraum der Nutzung unterbrochen werden und nach der Nutzung entsprechend der ausgefallenen Tage verlängert werden. Muss die Fangperiode aufgrund von Nutzung unterbrochen

werden, sollte die Unterbrechung aber nur wenige Tage lang sein, da durch eine längere Unterbrechung und die Verlängerung der Fangperiode um die fehlenden Tage Verfälschungen der Ergebnisse entstehen können. Jede Unterbrechung ist zu dokumentieren. Enge Absprachen mit den Flächenbewirtschaftenden sind demnach notwendig, um die genauen Nutzungszeitpunkte zu erfahren. Zusätzlich sollten die Bewirtschaftenden über die genaue Lage der Bodenfallen innerhalb des Transekts informiert werden. Eine gemeinsame Begehung des Transektbereichs ist demnach zwingend notwendig.



**Abb. 6:** In Waldstandorten ist zum Schutz vor Laubeintrag ein Gitter oberhalb der Fallen anzubringen (Foto: F. Borchard).



**Abb. 7:** Versuchsdesign der Erfassung von Laufkäfern und bodenlebenden Spinnen in Acker, Grünland und Wald. Das helle Quadrat repräsentiert den Plot (2.500 m<sup>2</sup>), der für die faunistischen Erfassungen (Heuschrecken [nur im Grünland] sowie Laufkäfer und bodenlebende Spinnen) im Zentrum der zu untersuchenden Grünland-, Acker- oder Wald-Bewirtschaftungseinheit angelegt wird. Die braunen Kreise repräsentieren die Bodenfallen, die kleinen grauen Quadrate die Subplots für die Aufnahme der Vegetationsstruktur.

### Erfassung von Umweltvariablen

Um in der Analyse der Laufkäfer- und Spinnendaten die lokal bzw. in der Stichprobenfläche herrschenden Umweltbedingungen berücksichtigen zu können, sind Daten zu den für diese beiden Artengruppen potenziell bedeutenden Umweltvariablen erforderlich. Dies sind in erster Linie die Vegetationsstruktur, das Mikroklima, Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und der Biotyp der beprobten Flächen sowie die Landschaftsstruktur, die Flächenanteile von artenreichen bzw. extensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen und Schutzgebieten als Indikatoren für die Ausdehnung von aus Naturschutzsicht wertvollen Lebensräumen und das Klima im Bereich der Stichprobenfläche. In Bezug auf die Umweltbedingungen werden daher zwei verschiedene

räumliche Ebenen unterschieden. Die untere Ebene ist der Plot, in dem die Laufkäfer- und Spinnenerfassung erfolgt; sie wird im Folgenden als Habitatebene bezeichnet. Die obere räumliche Ebene umfasst die gesamte Stichprobenfläche und damit die Landschaft, in die der beprobte Plot eingebettet ist. Sie wird im Folgenden als Landschaftsebene bezeichnet. Mithilfe dieser Habitat-, Landschafts- und Klimadaten der verschiedenen Ebenen können die Daten zu Laufkäfern und bodenlebenden Spinnen zielführend ausgewertet und interpretiert werden.

Für die Habitatebene ist eine flächenspezifische Erfassung der Vegetationsstruktur und der Topografie, die das Mikroklima stark beeinflussen, innerhalb des Plots erforderlich. Angaben zum Biotoptyp des beprobten Grünlands, Ackers oder Walds können zum Teil den Daten des Ökosystem-Monitorings (ÖSM), welches unter anderem Daten zur Biotopausstattung der Stichprobenflächen liefert, und dem High-Nature-Value-Farmland-Monitoring entnommen werden. Durch die kartierende Person sollen die Daten soweit wie möglich präzisiert werden (s. u.).

Für Analysen auf der Landschaftsebene ist es ausreichend, auf Daten aus dem ÖSM, dem High-Nature-Value-Farmland-Monitoring und der Wetter- und Klimabeobachtung des Deutschen Wetterdienstes zurückzugreifen. Falls die zur Verfügung stehenden Umweltdaten aus dem ÖSM älter sind als die Insektendaten (also nicht im selben Jahr erhoben wurden), sollten sie durch die Kartierenden auf ihre Aktualität geprüft und erhebliche Veränderungen (z. B. Umwandlung von Grünland in Acker, massive Intensivierung der Grünlandnutzung) mindestens für die Habitatebene dokumentiert werden (Kartieranleitung des ÖSM s. Ackermann et al. 2020). Informationen zum Vorkommen und zu Flächenanteilen von Schutzgebieten können den entsprechenden Katastern entnommen werden.

### **Geräte und Hilfsmittel für die Erfassung von Umweltvariablen**

- Maßband und Markierungen (z. B. farblich markierte Zeltheringe) zum Abmessen und Abstecken der Bereiche, in denen die Vegetationsstruktur aufgenommen wird (im Folgenden als „Subplots“ bezeichnet)
- Zollstock zum Messen der Wuchshöhe der Feldfrucht (im Acker) bzw. der Feldschichthöhe (im Grünland und im Wald) sowie der Mächtigkeit der Streuschicht
- Ergebnisse der aktuellsten ÖSM-Kartierungen zur Prüfung auf Aktualität durch die Kartierenden

### **Vorgehensweise**

Auf der Habitatebene sind vor allem folgende Parameter für Laufkäfer und Spinnen von Bedeutung: Biotoptyp, Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung, Vegetationsstruktur, Standortverhältnisse (v. a. Bodenazidität und Bodenfeuchte) sowie (wegen ihres großen Einflusses auf das Mikroklima einer Fläche) Exposition und Inklination (vgl. Toïgo et al. 2013, Borchard et al. 2014, Irmeler 2018). Mit Ausnahme der drei letztgenannten können sich diese Parameter von einem Erfassungszeitraum zum nächsten erheblich verändern. Daher müssen sie in jedem Erfassungszeitraum, d. h. bis zu einmal jährlich, aufgenommen werden. Dies sollte immer mit derselben Methodik erfolgen, um eine Vergleichbarkeit der Daten über die gesamte Laufzeit des Monitorings hinweg zu gewährleisten.

- Aus den Daten des Ökosystem-Monitorings (Kartieranleitung s. Ackermann et al. 2020)

und des High-Nature-Value-Farmland-Monitorings (Kartieranleitung s. BfN 2020) sollen folgende Informationen für die Habitatabene abgeleitet werden:

- Biotoptyp (für Grünländer, Äcker und Wälder);
- Art der Nutzung (für Grünländer) bzw. Art der Feldfrucht (für Äcker); nach der Kartieranleitung des ÖSM werden bei Äckern mindestens die folgenden Kategorien unterschieden: frisch bearbeitet/abgeerntet/Schwarzbrache, Grünbrache, Getreide ohne Mais, Mais, Blattgemüse, Chinaschilf, Erdbeeren, Gründüngung, Gurken, Kürbis, Kartoffeln, Kohl, Kräuter, Leguminosen, Raps, Rüben, Sonnenblumen, Spargel, Wurzelgemüse, Zierpflanzen, Zwiebeln, Sonstiges;
- HNV-Farmland-Qualitätsstufe (für Grünländer und Äcker).

Die so ermittelten Angaben sollen von der kartierenden Person anhand des Geländeeindrucks auf Aktualität geprüft und bei Bedarf entsprechend der jeweiligen Kartieranleitung angepasst werden. In der Auswertung könnten bei diesen Parametern jeweils einige wenige Kategorien unterschieden und mit den Insekten-Daten verschnitten werden. Beispielsweise könnten bezüglich der Nutzungsart die folgenden drei Typen der Grünlandnutzung unterschieden werden:

- Wiesen (Heuwiesen, bei denen das Mähgut auf der Wiese trocken gelassen wird, und Silage-Wiesen, bei denen das Mähgut sofort abgeräumt wird),
  - Weiden und Mähweiden (die Fläche wird im selben Jahr sowohl gemäht als auch beweidet),
  - Grünlandbrachen.
- Die Aufnahme der Vegetationsstruktur sollte in beiden Erfassungszeiträumen jeweils einmal erfolgen, und zwar am Ende der zweiten bzw. fünften Fangperiode. Für die Aufnahme der Vegetationsstruktur werden innerhalb des 2.500 m<sup>2</sup> großen Plots drei Subplots eingerichtet. Im Acker und Grünland sollen diese 9 m<sup>2</sup> (3 m × 3 m) groß sein, im Wald dagegen 100 m<sup>2</sup> (10 m × 10 m), da Waldlebensräume in der Regel „grobkörniger“ strukturiert sind als Offenlandlebensräume. Die Subplots werden in gleichmäßigen Abständen zwischen den beiden Fallentransekten angelegt (s. Abb. 7). Auf jedem der Subplots werden die unten aufgeführten Parameter aufgenommen und getrennt nach Subplot festgehalten (im Rahmen der Auswertung kann aus diesen Angaben später für jeden Parameter der arithmetische Mittelwert der drei Subplots berechnet werden).

Die Aufnahme der Vegetationsstruktur erfolgt in Anlehnung an Behrens & Fartmann (2004a). Dabei werden in Wäldern die folgenden Parameter aufgenommen:

- Deckungsgrade der Vegetationsschichten (Baumschicht, Strauchschicht, Feldschicht, Gräser, Kräuter, Moose/Flechten), der Streuschicht sowie der Offenbodenstellen;
- Höhe der Feldschicht;
- Mächtigkeit der Streuschicht;
- Humusform nach Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, S. 298–310 (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005) für eine grobe Einstufung der Bodenazidität (dieser Parameter braucht nur im ersten der beiden Erfassungszeiträume aufgenommen zu werden);
- Anzahl der Totholz-Elemente, getrennt nach stehendem und liegendem sowie starkem und schwachem Totholz. Die Mindestabmessungen und Kriterien zur Klassifikation von Totholz wurden aus dem ÖSM übernommen und befinden sich in Tab. 1.

Totholzelemente, die die Mindestabmessungen unterschreiten, werden zur Streuschicht gerechnet. Die Totholz-Erfassung braucht nur im ersten der beiden Erfassungszeiträume zu erfolgen.

Im Grünland werden folgende Parameter aufgenommen:

- Deckungsgrade der Vegetationsschichten (Baumschicht [sofern vorhanden], Strauchschicht [sofern vorhanden], Feldschicht, Gräser, Kräuter, Moose/Flechten), der Streuschicht sowie der Offenbodenstellen;
- Höhe der Feldschicht;
- Mächtigkeit der Streuschicht.

In Äckern werden folgende Parameter aufgenommen:

- Deckungsgrade der Feldfrucht, der Gräser (zu den Gräsern gehörende Feldfrüchte ausgenommen), der Kräuter (zu den Kräutern gehörende Feldfrüchte ausgenommen), der Moose/Flechten, der Streuschicht sowie der Offenbodenstellen;
- Höhe der Feldfrucht;
- Mächtigkeit der Streuschicht.

Die Aufnahme der Deckungsgrade der einzelnen Schichten erfolgt durch Schätzung (vgl. Behrens & Fartmann 2004a, Fartmann et al. 2012). Dabei werden Abstufungen von 5 % verwendet. Oberhalb von 90 % und unterhalb von 10 % erfolgt die Schätzung feiner in 2,5 %-Stufen. Die Baumschicht umfasst alle Gehölze mit einer Wuchshöhe größer als 6,0 m. Die Strauchschicht umfasst alle Gehölze mit einer Wuchshöhe zwischen 0,3 m und 6,0 m (Fartmann 2004). Die Feldschicht umfasst alle Gräser, Kräuter, Farne und Zwergsträucher (unabhängig von ihrer Wuchshöhe) sowie alle Gehölze mit einer Wuchshöhe kleiner als 0,3 m. Zur Streuschicht zählen alle Formen von abgestorbenem, aber noch nicht oder kaum zersetztem Pflanzenmaterial außer Totholz (L-Horizont im Sinne der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 5. Auflage, S. 298–310 [Ad-hoc-AG Boden 2005]). Eventuell vorhandenes Totholz, das die in Tab. 1 genannten Mindestabmessungen überschreitet, wird nicht zur Streuschicht gerechnet, sondern als separater Parameter aufgenommen (Anzahl der Totholz-Elemente). Totholzelemente, die die Mindestabmessungen unterschreiten, werden zur Streuschicht gerechnet.

Zur Ermittlung der Deckungsgrade der einzelnen Vegetationsschichten und der Streuschicht wird der gesamte Anteil der Fläche des Subplots geschätzt, der durch die jeweilige Schicht bedeckt ist. Aufgrund von Überlappungen darf die Summe z. B. aus Gräser- und Kräuterdeckung größer sein als die Feldschichtdeckung oder die Summe aller Vegetationsschichten über 100 % liegen. Offenboden ist definiert als der Anteil der Fläche des Subplots, der von keinerlei Vegetation der Feld- oder Strauchschicht überschirmt wird, nicht von Streu bedeckt ist und somit bei senkrechter Aufsicht sichtbar ist. In diesem Sinne vegetations- und streufreie Bereiche werden auch dann als Offenboden gewertet, wenn sie durch das Blätterdach von Bäumen überschirmt werden.

Je Subplot werden die Höhe der Feldschicht und die Mächtigkeit der Streuschicht an fünf Stellen mit einem Zollstock gemessen. Je eine der fünf Messstellen sollte in den vier Ecken (mit einem Abstand von ca. 50 cm zu den beiden nächstgelegenen Rändern) und im Zentrum des Subplots liegen. Für den abzulesenden Wert der Feldschichthöhe ist maßgeblich, wo sich der Höhenbereich befindet, in dem im Vergleich zu den darüber- und

darunterliegenden Bereichen überproportional viel der eintreffenden solaren Strahlung absorbiert wird (Behrens & Fartmann 2004a, vgl. Abb. 5a). Lässt sich ein solcher Bereich nicht eindeutig abgrenzen, weil die Vegetation von der Bodenoberfläche ausgehend nach oben gleichförmig ausdünn, wird als Höhe der Feldschicht der Wert angegeben, unterhalb dessen sich 95 % der Biomasse der Feldschicht befinden (vgl. Abb. 5b). Die Messung der Feldschichthöhe erfolgt mit einer Genauigkeit von 1 cm, die Messung der Mächtigkeit der Streuschicht mit einer Genauigkeit von 0,5 cm (für sehr geringmächtige Streuschichten kann der Wert 0,25 cm vergeben werden). Die jeweils fünf Werte der Feld- bzw. Streuschicht werden getrennt notiert (sie können im Zuge der späteren Auswertung je Subplot sowie über alle drei Subplots gemittelt werden).

- Für den gesamten 2.500 m<sup>2</sup> großen Plot werden die vorherrschende Exposition und Inklination mit einem Spiegelkompass mit integriertem Neigungsmesser (oder anderen geeigneten technischen Hilfsmitteln) mit einer Genauigkeit von 2 ° ermittelt. Falls im Plot unterschiedliche Expositionen und/oder Inklinationen in nennenswerter Ausdehnung vorkommen, werden zwei oder mehr Wertepaare notiert. Für jedes Wertepaar sollte zusätzlich der ungefähre Flächenanteil des Plot-Bereichs, der die entsprechende Exposition und Inklination aufweist, notiert werden. Im Zuge der Auswertung können diese Mehrfachangaben unter Berücksichtigung ihrer Flächenanteile zu einem Wert pro Plot verrechnet werden, z. B. mithilfe des Heat-Load-Indexes (McCune & Keon 2002, McCune 2007).
- Bei nennenswertem Gehölzaufwuchs und beim Vorhandensein einer Baumschicht in Grünland-Plots, wie es in verbuschten Magerrasen bzw. Streuobstwiesen der Fall sein kann, können die Angaben des Ökosystem-Monitorings zum Gesamtdeckungsgrad der Gehölze für die Fläche, in der der Plot liegt, für die Auswertung verwendet werden.
- Zur Charakterisierung der Baumartenzusammensetzung in Wald- und Grünland-Plots können die entsprechenden Daten des Ökosystem-Monitorings für die Fläche, in der der Plot liegt, verwendet werden.

**Tab. 1:** Kriterien zur Klassifikation von Totholz.

Totholz-Fraktion	Holzart	Durchmesser	Länge bzw. höhe	weitere Kriterien
Schwachtotholz liegend	alle	≥ 10 cm	≥ 3 m	zu mehr als $\frac{3}{4}$ seiner Länge direkt der Bodenoberfläche aufliegend oder höchstens 10 cm Abstand zu letzterer
Starktotholz liegend	Hartlaubholz <sup>1</sup> , Nadelholz	≥ 50 cm	≥ 3 m	zu mehr als $\frac{3}{4}$ seiner Länge direkt der Bodenoberfläche aufliegend oder höchstens 10 cm Abstand zu letzterer
	Weichlaubholz <sup>2</sup>	≥ 30 cm	≥ 3 m	
	Zuordnung nicht mehr möglich	≥ 30 cm	≥ 3 m	
Schwachtotholz stehend	alle	≥ 10 cm	≥ 3 m	–
Starktotholz stehend	Hartlaubholz <sup>1</sup> , Nadelholz	≥ 50 cm	≥ 3 m	–
	Weichlaubholz <sup>2</sup>	≥ 30 cm	≥ 3 m	
	Zuordnung nicht mehr möglich	≥ 30 cm	≥ 3 m	

<sup>1</sup> Zu den Hartlaubhölzern werden u. a. Vertreter der Gattungen *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Malus*, *Quercus*, *Prunus* (nur „Pflaumen“), *Robinia* und *Ulmus* gezählt.

<sup>2</sup> Laubgehölze, deren Holz eine Darrdichte von 0,55 g/cm<sup>3</sup> unterschreitet. Dies trifft z. B. auf Arten der Gattungen *Alnus*, *Castanea*, *Populus*, *Prunus* (nur „Kirschen“), *Salix* und *Tilia* zu.

## 8. Literatur

- Ackermann, W., Fuchs, D. & Tschiche, J. (2020): Ökosystem-Monitoring auf bundesweit repräsentativen Stichprobenflächen (ÖSM-I). BfN-Skripten 586, 95 S. <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript586.pdf>. (aufgerufen am 15.04.2021).
- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 438 Seiten.
- Allan, E., Bossdorf, O., Dormann, C. F., Prati, D., Gossner, M. M., Tschirntke, T., Blüthgen, N., Bellach, M., Birkhofer, K., Boch, S., Böhm, S., Börschig, C., Chatzinotas, A., Christ, S., Daniel, R., Diekötter, T., Fischer, C., Friedl, T., Glaser, K., Hallmann, C., Hodac, L., Hölzel, N., Jung, K., Klein, A. M., Klaus, V. H., Kleinebecker, T., Krauss, J., Lange, M., Morris, E. K., Müller, J., Nacke, H., Pašalić, E., Rillig, M. C., Rothenwöhrer, C., Schally, P., Scherber, C., Schulze, W., Socher, S. A., Steckel, J., Steffan-Dewenter, I., Türke, M., Weiner, C. N., Werner, M., Westphal, C., Wolters, V., Wubet, T., Gockel, S., Gorke, M., Hemp, A., Renner, S. C., Schöning, I., Pfeiffer, S., König-Ries, B., Buscot, F., Linsenmair, K. E., Schulze, E. D., Weisser, W. W. & Fischer, M. (2014): Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (1), S. 308–313.
- Badenhausser, I., Amouroux, P., Lerin, J., & Bretagnolle, V. (2009): Acridid (Orthoptera: Acrididae) abundance in Western European Grasslands: sampling methodology and temporal fluctuations. *Journal of Applied Entomology* 133 (9–10), S. 720–732.
- Bauer, H.-G., Bezzel, E., Fiedler, W. (2005): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Nonpasseriformes – Nichtsperlingsvögel. Aula-Verlag, Wiebelsheim, 808 S.
- Behrens, M. & Fartmann, T. (2004a): Habitatpräferenzen und Phänologie der Heidegrashüpfer *Stenobothrus lineatus*, *Stenobothrus nigromaculatus* und *Stenobothrus stigmaticus* in der Medebacher Bucht (Südwestfalen/Nordhessen). *Articulata* 19 (2), S. 141–165.
- Behrens, M. & Fartmann, T. (2004b): Sind hohe Populationsdichten die Ursache der Makropterie beim Gemeinen Grashüpfer (*Chorthippus parallelus* Caelifera: Acrididae)? *Articulata* 19 (1), S. 91-102.
- Benzler, A. (2001): Seltene, bedrohte und endemische Tier- und Pflanzenarten – Auswahl von Artengruppen und Arten für ein bundesweites Naturschutzmonitoring. *Natur und Landschaft* 76 (2), S. 49 – 57.
- Bernotat D., Schlumprecht, H., Brauns, C., Jebram, J., Müller-Motzfeld, G., Riecken, U., Scheuerlen, K. & Vogel, M. (2002): Gelbdruck „Verwendung ökologischer Daten“. In: Plachter, H., Bernotat, D., Müssner, R. & Riecken, U. (Hrsg.): Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 70, S. 109–217, Bonn-Bad Godesberg.
- Blick, T. (1999): Spinnentiere. In: VUBD (Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V.) (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung, S. 147-160. Selbstverlag der VUBD, Nürnberg.
- Blick, T., Finch, O.-D., Harms, K. H., Kiechle, J., Kielhorn, K.-H., Kreuels, M., Malten, A., Martin, D., Muster, C., Nährig, D., Platen, R., Rödel, I., Scheidler, M., Staudt, A., Stumpf, H. & D. Tolke (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Spinnen (Arachnida: Araneae)

- Deutschlands (3. Fassung). In: Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4): Wirbellose Tiere (Teil 2), S. 379–510, Bonn-Bad Godesberg.
- Borchard, F., Buchholz, S., Helbing, F. & Fartmann, T. (2014): Carabid beetles and spiders as bioindicators for the evaluation of montane heathland restoration on former spruce forests. *Biological Conservation* 178, S. 185–192.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (2020): Erfassungsanleitung für den HNV-Farmland-Indikator. Version 11. Stand 2020. [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/Erfassungsanleitung\\_HNV\\_V11\\_2020\\_barrierefrei.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/Erfassungsanleitung_HNV_V11_2020_barrierefrei.pdf) (aufgerufen am 15.04.2021).
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) (2014): Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM – Beschreibung der Methoden und Indikatoren. Umwelt-Wissen Nr. 1410 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/biodiversitaetsmonitoring.html>, aufgerufen am 06.12.2018.
- Detzel, P. (Hrsg.) (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 580 S..
- Deutsche Bundesregierung (2017): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lemke, Harald Ebner, Bärbel Höhn, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/12859 – Insekten in Deutschland und Auswirkungen ihres Rückgangs. Deutscher Bundestag. Drucksache 18/13142, 18.07.2017.
- Duelli, P., Obrist, M. K. & Schmatz, D. R. (1999): Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, S. 33–64.
- Fartmann, T. (2004): Die Schmetterlingsgemeinschaften der Halbtrockenrasen-Komplexe des Diemeltales – Biozönologie von Tagfaltern und Widderchen in einer alten Hudelandschaft. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 66 (1), 256 S. Münster.
- Fartmann, T. (2006): Welche Rolle spielen Störungen für Tagfalter und Widderchen? In: Fartmann, T. & Hermann, G. (Hrsg.): *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa*. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 68 (3/4), S. 259-270. Münster.
- Fartmann, T. (2017): Überleben in fragmentierten Landschaften. Grundlagen für den Schutz der Biodiversität Mitteleuropas in Zeiten des globalen Wandels. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (9), S. 277–282.
- Fartmann, T. & Hermann, G. (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa – von den Anfängen bis heute. In: Fartmann, T. & Hermann, G. (Hrsg.): *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa*. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*, Band 68 (3/4), S. 11-57. Münster.
- Fartmann, T., Krämer, B., Stelzner, F. & Poniatowski, D. (2012): Orthoptera as ecological indicators for succession in steppe grassland. *Ecological Indicators* 20, S. 337–344.
- Fartmann, T., Müller, C. & Poniatowski, D. (2013): Effects of coppicing on butterfly communities of woodlands. *Biological Conservation* 159, S. 396–404.
- Fischer, J., Steinlechner, D., Zehm, A., Poniatowski, D., Fartmann, T., Beckmann, A. & Stettmer, C. (Hrsg.) (2016): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols: Bestimmen

- Beobachten – Schützen. Verlag Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 367 S.
- Fischer, J., Steinlechner, D., Zehm, A., Poniatowski, D., Fartmann, T., Beckmann, A. & Stettmer, C. (Hrsg.) (2020): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols: Bestimmen – Beobachten – Schützen, 2. Aufl. Verlag Quelle & Meyer, Wiebelsheim, 372 Seiten.
- Finck, P., Heinze, S., Raths, U., Riecken, U. & Ssymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands – dritte fortgeschriebene Fassung 2017. Naturschutz und Biologische Vielfalt 156, Bonn-Bad Godesberg, 637 S.
- Gardiner, T. (2009): Macropterism of Roesel’s bushcricket *Metrioptera roeselii* in relation to climate change and landscape structure in eastern England. *Journal of Orthoptera Research* 18 (1), S. 95-102.
- Gardiner, T. & Hill, J. (2006): A comparison of three sampling techniques used to estimate the population density and assemblage diversity of Orthoptera. *Journal of Orthoptera Research* 15 (1), S. 45–51.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D. & de Kroon, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12 (10), e0185809.
- Helbing, F., Blaeser, T. P., Löffler, F. & Fartmann, T. (2014): Response of Orthoptera communities to succession in alluvial pine woodlands. *Journal of Insect Conservation* 18, S. 215–224.
- Hermann, G. (1992): Tagfalter und Widderchen – Methodisches Vorgehen bei Bestandsaufnahmen zu Naturschutz- und Eingriffsplanungen. In: Trautner, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 5, S. 219–238, Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- Hintermann & Weber AG (2009): Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM). Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator „Z7-Tagfalter“. Unveröffentlichte Anleitung für Kartierer und Kartiererinnen (Stand 30.03.2009), Reinach, 31 S.
- Hjermann, D. O. & Ims, R. A. (1996): Landscape ecology of the wart-biter *Decticus verrucivorus* in a patchy landscape. *Journal of Animal Ecology* 65 (6), S. 768-780, <https://doi.org/10.2307/5675>.
- Hochkirch, A. & Damerau, M. (2009): Rapid range expansion of a wing-dimorphic bush-cricket after the 2003 climatic anomaly. *Biological Journal of the Linnean Society* 97 (1), S. 118-127, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2008.01199.x>.
- Hoffmann, H., Michalik, P., Görn, S. & Fischer, K. (2016): Effects of fen management and habitat parameters on staphylinid beetle (Coleoptera: Staphylinidae) assemblages in north-eastern Germany. *Journal of Insect Conservation* 20, S. 129–139.
- Hülsmann, M., Boutaud, E., Buse, J., Schuldt, A. & Assmann, T. (2019): Land-use legacy and tree age in continuous woodlands: weak effects on overall ground beetle assemblages, but strong effects on two threatened species. *Journal of Insect Conservation*, <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00156-8>
- Hürka, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Ing. Vit Kabourek, Zlín, 565 S.
- Ingrisch, S. & Köhler, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. Die Neue Brehm-

- Bücherei 629, Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M., 460 S.
- Irmeler, U. (2018): Which carabid species (Coleoptera: Carabidae) profit from organic farming after a succession of 15 years? *Agriculture Ecosystems & Environment* 263, S. 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.02.019>.
- Jahnová, Z., Knapp, M., Boháč, J. & Tulachová, M (2016): The role of various meadow margin types in shaping carabid and staphylinid beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) in meadow dominated landscapes. *Journal of Insect Conservation* 20, S. 59–69.
- Kiechle, J. (1992): Die Bearbeitung landschaftsökologischer Fragestellungen anhand von Spinnen. In: Trautner, J. (Hrsg.): *Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. Ökologie in Forschung und Anwendung* 5, S. 119–134. Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- Kormann, U., Rösch, V., Batáry, P., Tschardt, T., Orci, K. M., Samu, F. & Scherber, C. (2015): Local and landscape management drive trait-mediated biodiversity of nine taxa on small grassland fragments. *Diversity and Distributions* 21 (10), S. 1204–1217.
- Kratochwil, A. & Schwabe, A. (2001): *Ökologie der Lebensgemeinschaften*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 756 S.
- Krüß, A., & Tschardt, T. (2002): Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 16 (6), S. 1570–1580.
- Kudrna, O., Harpke, A., Lux, K., Pennerstorfer, J., Schweiger, O., Settele, J. & Wiemers, M. (2011): *Distribution atlas of butterflies in Europe*. Gesellschaft für Schmetterlingsschutz, Halle, 576 S.
- Kühn, E., Musche, M., Harpke, A., Feldmann, R., Betzler, B., Wiemers, M., Hirneisen, N. & Settele, J. (2014): *Tagfalter-Monitoring Deutschland*. *Oedippus* 27, S. 1–47.
- Lang, A., Bühler, C., Roth, T. & Dolek, M. (2014): Nutzungsmöglichkeiten des Tagfalter-Monitorings Deutschland (TMD) für das Monitoring der Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen. *BfN-Skripten* 383, 96 S.
- Lang, A., Bühler, C., Dolek, M., Roth, T. & Züghart, W. (2016): Estimating sampling efficiency of diurnal Lepidoptera in farmland. *Journal of Insect Conservation* 20, S. 35–48.
- Löffler, F., & Fartmann, T. (2017): Effects of landscape and habitat quality on Orthoptera assemblages of pre-alpine calcareous grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 248, S. 71–81.
- Maas, S., Detzel, P. & Staudt, A. (2011) Rote Liste und Gesamtartenliste der Heuschrecken (Saltatoria) Deutschlands (2. Fassung). In: Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (3): Wirbellose Tiere (Teil 1), S. 167–194, Bonn-Bad Godesberg.
- McCune, B. & Keon, D. (2002): Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science* 13 (4), S. 603–606, <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02087.x>.
- McCune, B. (2007): Improved estimates of incident radiation and heat load using non-parametric regression against topographic variables. *Journal of Vegetation Science* 18 (5), S. 751–754, <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02590.x>.
- Merckx, T., Huertas, B., Basset, Y. & Thomas, J. A. (2013): A global perspective on

- conserving butterflies and moths and their habitats. In: Macdonald, D. W. & Willis, K. J. (Hrsg.): Key topics in conservation biology 2, S. 237–257. Verlag Wiley-Blackwell, Oxford.
- Mitschke, A., Sudfeldt, C., Heidrich-Riske, H., Dröschmeister, R. (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. *Vogelwelt* 126, S. 127 – 140.
- Mühlhofer, G. (1999): Tagfalter. In: VUBD (Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V.) (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung, S. 248–257. Selbstverlag der VUBD, Nürnberg.
- Müller-Motzfeld, G. (2004): Band 2, Adepaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: Freude, H., Harde, K.W. & Lohse, G.A. (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, 2. (erweiterte) Auflage, 521 S. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Naumann, C. M., Tarmann, G. M. & Tremewan, W. G. (1999): The Western Palaearctic Zygaenidae (Lepidoptera). Apollo Books, Stenstrup, 303 S.
- Nentwig, W., Blick, T., Gloor, D., Hänggi, A. & Kropf, C. (2018): araneae Version 12.2018. <https://www.araneae.nmbe.ch>, aufgerufen am 06.12.2018.
- Pollard, E. & Yates, T.J. (1993): Monitoring butterflies for ecology and conservation: The British Butterfly Monitoring Scheme. Chapman and Hall, London, 274 S.
- Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2008): The classification of insect communities: lessons from orthopteran assemblages of semi-dry calcareous grasslands in central Germany. *European Journal of Entomology* 105 (4), S. 659–671.
- Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2009): Experimental evidence for density-determined wing dimorphism in two bush-crickets. *European Journal of Entomology* 106 (4), S. 599-605, <https://doi.org/10.14411/eje.2009.075>.
- Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2011a): Does wing dimorphism affect mobility in *Metrioptera roeselii* (Orthoptera: Tettigoniidae)? *European Journal of Entomology* 108 (3), S. 409-415, <https://doi.org/10.14411/eje.2011.052>.
- Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2011b): Weather-driven changes in population density determine wing dimorphism in a bush-cricket species. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 145 (1), S. 5-9, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.10.006>.
- Poniatowski, D., Heinze, S. & Fartmann, T. (2012): The role of macropters during range expansion of a wing-dimorphic insect species. *Evolutionary Ecology* 26 (3), S. 759-770, <https://doi.org/10.1007/s10682-011-9534-2>.
- Poniatowski, D., Münsch, T., Helbing, F. & Fartmann, T. (2018); Arealveränderungen mitteleuropäischer Heuschrecken als Folge des Klimawandels. *Natur und Landschaft* 93 (12), S. 553–561.
- Reinhard, R. & Bolz, R. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Tagfalter (Rhopalocera) (Lepidoptera: Papilionoidea et Hesperioidea) Deutschlands. Bearbeitungsstand: 4. Fassung. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Tier und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): Wirbellose Tiere (Teil 1), S. 167–194, Bonn-Bad Godesberg.
- Rennwald, E., Sobczyk, T. & Hofmann, A. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Spinnerartigen Falter (Lepidoptera: Bombyces, Sphinges s.l.) Deutschlands. In:

- Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Tier und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): Wirbellose Tiere (Teil 1), S. 243–283, Bonn-Bad Godesberg.
- Roy, D. B., Rothery, P. & Brereton, T. (2007): Reduced-effort schemes for monitoring butterfly populations. *Journal of Applied Ecology* 44, S. 993–1000.
- Sauberer, N., Zulka, K. P., Abensperg-Traun, M., Berg, H. M., Bieringer, G., Milasowszky, N., Moser, D., Plutzer, C., Pollheimer, M., Storch, C., Tröstl, R., Zechmeister, H. & Grabherr, G. (2004): Surrogate taxa for biodiversity in agricultural landscapes of eastern Austria. *Biological Conservation* 117 (2), S. 181–190.
- Schirmel, J., Blindow, I. & Fartmann, T. (2010): The importance of habitat mosaics for Orthoptera (Caelifera and Ensifera) in dry heathlands. *European Journal of Entomology* 107 (1), S. 129–132.
- Schirmel, J., Gerlach, R. & Buhk, C. (2017): Disentangling the role of management, vegetation structure, and plant quality for Orthoptera in lowland meadows. *Insect Science*, <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12528>
- Schlumprecht, H. & Waeber, G. (Bearb.) (2003): Heuschrecken in Bayern. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 515 S.
- Schmidt, J., Trautner, J. & Müller-Motzfeld, G. (2016) Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands (3. Fassung). In: Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Tier und Pilze Deutschlands, Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4):Wirbellose Tiere (Teil 2), S. 137–204, Bonn-Bad Godesberg.
- Settele, J. (1999): Zur Bedeutung von Systematik und Belegsammlungen im Kontext von Ökologie und Naturschutz, erläutert am Beispiel der Tagfalter. In: Settele J., Feldmann, R. & Reinhardt, R. (Hrsg.): Die Tagfalter Deutschlands – ein Handbuch für Freilandökologen, Umweltplaner und Naturschützer, S. 34-59. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Settele, J., Dover, J., Dolek, M. & Konvička, M. (2009): Butterflies of European ecosystems: impact of land use and options for conservation management. In: Settele, J., Shreeve, T., Konvička, M. & Van Dyck, H. (Hrsg.): Ecology of butterflies in Europe, S. 353–370. Cambridge University Press, Cambridge.
- Settele, J., Steiner, R., Reinhardt, R., Feldmann, R. & Hermann, G. (2015): Schmetterlinge: Die Tagfalter Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 256 S.
- Simmons, A. D. & Thomas, C. D. (2004): Changes in dispersal during species' range expansions. *American Naturalist* 164 (3), S. 378-395, <https://doi.org/10.1086/423430>.
- Ssymank, A., Sorg, M., Doczkal, D., Rulik, B., Merkel-Wallner, G. & Vischer-Leopold, M. (2018): Praktische Hinweise und Empfehlungen zur Anwendung von Malaisefallen für Insekten in der Biodiversitätserfassung und im Monitoring. *Series Naturalis* 1, S. 1–12.
- Sudfeldt, C., Dröschmeister, R., Wahl, J., Berlin, K., Gottschalk, T., Grüneberg, C., Mitschke, A. & Trautmann, S. (2012): Vogelmonitoring in Deutschland – Programme und Anwendungen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 119, Bonn-Bad Godesberg, 257 S.
- Teichmann, B. (1994): Eine wenig bekannte Konservierungsflüssigkeit für Bodenfallen. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 38, S. 25–30.
- Thomas, J. A. (2005): Monitoring change in the abundance and distribution of insects using

- butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B–Biological Sciences* 360 (1454), S. 339–357.
- Thomas, J. A., Simcox, D. J. & Hovestadt, T. (2011): Evidence based conservation of butterflies. *Journal of Insect Conservation* 15 (1–2), S. 241–258.
- Toïgo, M., Paillet, Y., Noblecourt, T., Soldati, F., Gosselin, F. & Dauffy-Richard, E. (2013): Does forest management abandonment matter more than habitat characteristics for ground beetles? *Biological Conservation* 157, S. 215–224, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.025>.
- Tonkin, J. D., Stoll, S., Jähnig, S. C. & Haase, P. (2016): Contrasting metacommunity structure and beta diversity in an aquatic-floodplain system. *Oikos* 125, S. 686–697.
- Trautner, J. (1992): Laufkäfer – Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanungen. In: Trautner, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 5, S. 145–162. Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- Trautner, J. (Hrsg.) (2017): Die Laufkäfer Baden-Württembergs, Band 1. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 416 S.
- Trautner, J. & Aßmann, T. (1998): Bioindikation durch Laufkäfer – Beispiele und Möglichkeiten. *Laufener Seminarbeiträge* (8), S. 169–182.
- Trautner, J. & Fritze, M.-A. (1999): Laufkäfer. In: VUBD (Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V.) (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung, S. 184–195. Selbstverlag der VUBD, Nürnberg.
- Trautner, J., Fritze, M.-A., Hannig, K. & Kaiser, M. (Hrsg.) (2014): Verbreitungsatlas der Laufkäfer Deutschlands (Distribution atlas of ground beetles in Germany). Books on Demand, Norderstedt, 348 S.
- van Swaay, C. A. M., Nowicki, P., Settele, J. & van Strien, A. J. (2008): Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation* 17 (14), S. 3455–3469.
- Wahl, J., Dröschmeister, R., Gerlach, B., Grüneberg, C. Langgemach, T., Trautmann, S. & Sudfeldt C. (2015): Vögel in Deutschland — 2014. DDA, BfN, LAG VSW, Münster, 71 S.
- Wilson, J. D., Morris, A. J., Arroyo, B. E., Clark, S. C. & Bradburry, R. B. (1999): A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75, S. 13–30.
- Woodcock, B.A. (2005): Pitfall trapping in ecological studies. In: Leather, S. R. (Hrsg.): *Insect sampling in forest ecosystems*, S. 37–57. Blackwell Publishing, Oxford.