

Entwicklung transformativer Zielbilder zur Förderung der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften

Diana Sietz, Maren Birkenstock, Burkhard Golla, Christine Krämer, Martin Pingel, Lisa Holz, Norbert Röder, Sebastian Klimek

Thünen Working Paper 280

Die Förderung erfolgte aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank.



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

Dr. Diana Sietz, Dr. Sebastian Klimek

Thünen-Institut für Biodiversität

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Bundesallee 65

D-38116 Braunschweig

Tel: +49 531 596 – 2503

Fax: +49 531 596 – 2599

E-Mail: diana.sietz@thuenen.de

M.Sc. Maren Birkenstock (bis Januar 2025), Dr. Christine Krämer, M.Sc. Lisa Holz (bis März 2022), Dr.

Norbert Röder

Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen

Dr. Martin Pingel, Dr. Burkhard Golla

Julius Kühn-Institut

Institut für Strategien und Folgenabschätzung

Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Thünen Working Paper 280

©2026 the authors, Thünen Institute. This is an open access publication distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license

Vorwort

Der vorliegende Bericht gehört zu einer Reihe von vier Berichten, die zusammen den Abschlussbericht „Typologie von Agrarräumen und angepasste Politikziele, Zielbilder und Indikatoren-Sets zur Umsetzung eines Biodiversitätsmonitorings in der Landwirtschaft in Deutschland“ des Verbundprojekts „Entwicklung der grundlegenden Standards für die Umsetzung eines Biodiversitätsmonitorings in der Landwirtschaft (BM-Landwirtschaft)“ darstellen (Projektaufzeit: 14.05.2019 – 15.09.2023). Die Förderung erfolgte aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank. Das Projekt ist eine Zusammenarbeit der Partner Thünen–Institut (Institut für Biodiversität und Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen) und Julius Kühn–Institut (Institut für Strategien und Folgenabschätzung). Das Verbundprojekt besteht aus vier Teilprojekten. Für jedes Teilprojekt liegt ein Bericht vor:

- **Teil 1:** Pingel, M., Sinn, C., Holz, L., Klimek, S., Sietz, D., Birkenstock, M., Röder, N., Golla, B. (2026). Typisierung der Agrarräume Deutschlands. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Nr. 231, DOI: <https://doi.org/10.5073/20251219-095049-0>
- **Teil 2:** Holz, L., Krämer, C., Birkenstock, M., Röder, N., Sietz, D., Pingel, M., Klimek, S., Golla, B. (2026). Bewertung der agrarraumspezifischen Wirksamkeit und Realisierbarkeit existierender Politikziele undmaßnahmen zum Schutz der Biodiversität. Thünen Working Paper 279. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. DOI: <https://doi.org/10.3220/253-2026-0>
- **Teil 3:** Sietz, D., Birkenstock, M., Golla, B., Krämer, C., Pingel, M., Holz, L., Röder, N., Klimek, S. (2026). Entwicklung transformativer Zielbilder zur Förderung der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften. Thünen Working Paper 280. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. DOI: <https://doi.org/10.3220/253-2026-1>
- **Teil 4:** Pingel, M., Golla, B., Birkenstock, M., Krämer, C., Holz, L., Röder, N., Sietz, D., Klimek, S. (2026). Ableitung und Priorisierung agrarraumspezifischer Indikatoren-Sets für ein Monitoring der Biodiversität in Agrarlandschaften. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Nr. 232, DOI: <https://doi.org/10.5073/20251219-095701-0>

Die Berichte verweisen aufeinander, können aber auch einzeln, unabhängig von der genannten Reihenfolge gelesen werden. Das erste Kapitel ist in allen vier Berichten identisch und enthält die Einführung in die Problemstellung, die Begründung der Notwendigkeit einer agrarraumspezifischen Ausrichtung eines Biodiversitätsmonitorings sowie Ziele und Aufbau des Verbundprojektes BM-Landwirtschaft. Ab Kapitel 2 wird auf die spezifische Methodik und Durchführung des jeweiligen Teilprojekts eingegangen.

Zusammenfassung

Die Intensivierung und Spezialisierung der Nahrungsmittelproduktion haben die Landwirtschaft fundamental umgestaltet und die Biodiversitätskrise angetrieben. Bisher einheitlich formulierte agrarumweltpolitische Ziele und Maßnahmen konnten diesen Verlust nicht aufhalten. Jedoch können regional differenzierte Zielbilder eine wichtige Grundlage liefern, um Agrarlandschaften so umzugestalten, dass sich Biodiversität und Landwirtschaft in der Zukunft wirkungsvoll ergänzen. Zielbilder beschreiben einen zukünftig angestrebten Zustand von Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Landwirtschaft zusammen mit einer dafür notwendigen Transformation, d. h. einem nachhaltigen Umbau von landwirtschaftlichen Produktionssystemen und Agrarlandschaften.

In diesem Working Paper stellen wir eine Methodik vor, um transformative Zielbilder zu entwickeln. Die Methodik basiert auf einer Klassifizierung der Agrarräume Deutschlands, die Hinweise auf typische Ursache–Wirkungsbeziehungen zwischen der landwirtschaftlichen Produktion und Biodiversität liefert. Diese Klassifizierung bildet die Grundlage, um agrarökologische Bewirtschaftungsansätze als Eckpunkte des transformativen Wandels zu bündeln und transformative Zielbilder auf agrarraumspezifische Charakteristika zuzuschneiden. Der Zuschnitt berücksichtigt das gegenwärtige Niveau der landwirtschaftlichen Produktion, den potentiell erreichbaren Zustand der Biodiversität und die zugrundeliegenden Ursache–Wirkungsbeziehungen zwischen der landwirtschaftlichen Produktion und biologischen Vielfalt. Zum Beispiel fokussiert das Zielbild für aktuell sehr intensiv ackerbaulich genutzte, ausgeräumte Agrarlandschaften darauf, vielfältige Lebensräume für wildlebende Arten wiederherzustellen und weitgehend auf synthetische Dünger und chemischen Pflanzenschutz zu verzichten. Im Gegensatz dazu betont das Zielbild in derzeit sehr intensiven Tierhaltungsregionen die Notwendigkeit, die Tierbestände stark zu mindern, an die Fläche des Pflanzenbaus zu binden und artgerecht zu halten. Demgegenüber ist eine standortangepasste und wirtschaftlich vertretbare Weiternutzung in aktuell extensiv beweideten Agrarlandschaften zielführend.

Die hier vorgestellten Zielbilder, die handlungsleitend wirksam sein sollen, ermöglichen es, die Wirksamkeit und Effizienz von Biodiversitäts- und Agrarpolitiken zu überprüfen. Sie helfen, agrarumweltpolitische Förderinstrumente in Zukunft auf typische Wirkungsbeziehungen auszurichten und die Zielerreichung anhand spezifischer Indikatoren zu überprüfen. Damit fördern die Zielbilder eine wissenschaftlich fundierte Beratung der Agrarumweltpolitik und deren Neuausrichtung auf wirksame Agrarumweltmaßnahmen, die den Trend des Biodiversitätsverlustes aufhalten und umkehren können.

Schlüsselwörter: Agrarökologie, Biodiversität, Landnutzung, Lenkung, Transformation, Zielbilder

JEL-Codes: Q 10, Q 15, Q 18, Q 57

Summary

Intensification and specialisation of food production have fundamentally altered agriculture and triggered the biodiversity crisis. Currently uniformly defined agri-environmental policy goals and measures have not overcome this crisis. However, regional differentiated guiding principles can deliver an important basis to transform agricultural landscapes in such a way that biodiversity and agriculture meaningfully complement each other. Guiding principles depict desired future ways in which biodiversity and ecosystem services interact with agriculture together with a transformation, i.e., a fundamental reorganisation of agricultural production systems and landscapes, necessary to enable the desired interactions.

In this Working Paper, we present a methodology to develop transformative guiding principles. The methodology rests on a classification of agricultural land systems in Germany delivering hints on typical cause–effect relations between agricultural production and biodiversity. This classification provides the basis to bundle agroecological approaches as cornerstones of transformative change and to tailor transformative guiding principles to the specific characteristics of agricultural land system types. The tailoring considers the current level of agricultural production, the potential future biodiversity state and the underlying cause–effect relations between agricultural production and biodiversity. For example, guiding principles in currently very intensively used cropping systems in homogenised landscapes focus on re-establishing diverse habitats for wild species and largely refraining from the use of synthetic fertilisers and chemical pesticides. In contrast, guiding principles in very intensive livestock production regions highlight the need to significantly reduce livestock numbers, adapt these numbers to the available area of plant production and comply with standards of animal welfare. Moreover, a locally adapted and economically viable continuation of land use would be essential in presently extensive grazing in biodiverse agricultural landscapes.

The guiding principles presented here, defined to trigger transformative action, enable an evaluation of the effectiveness and efficiency of biodiversity and agricultural policies. They help tailor future agri-environmental policy instruments to typical causal relations and to monitor the achievement of policy goals based on specific indicators. The guiding principles foster a science-based policy advice and a re-design of agri-environmental measures so that they enable a halt and reversal of the on-going biodiversity loss.

Keywords: Agroecology, biodiversity, guiding principles, land use, tailoring, transformation

JEL-Codes: Q 10, Q 15, Q 18, Q 57

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Zusammenfassung	iii
Summary	iv
Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
1 Biodiversitätsmonitoring in der Landwirtschaft in Deutschland	1
1.1 Notwendigkeit einer agrarraumspezifischen Ausrichtung des Biodiversitätsmonitorings	1
1.2 Wirksamkeit und Realisierbarkeit bestehender Politikziele und –maßnahmen	2
1.3 Zielbilder für eine Transformation von Agrarlandschaften	2
1.4 Ableitung und Priorisierung agrarraumspezifischer Indikatoren–Sets	2
1.5 Ziel und Aufbau des Projektes	3
1.6 Struktur des Abschlussberichts	4
2 Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder	5
2.1 Typologie der Agrarräume	6
2.2 Agrarökologie und verwandte Ansätze	6
2.3 Transformative Zielbilder	7
2.4 Lenkung von Politiken	8
2.5 Monitoring zur Überprüfung der Zielerreichung	8
3 Anwendung der Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder	9
3.1 Vorstellung der entwickelten Agrarraumtypen	9
3.1.1 Überblick	9
3.1.2 Agrarraumtyp A: Großflächiger, intensiver Ackerbau	11
3.1.3 Agrarraumtyp C: Intensive Schweine– und Geflügelhaltung	12
3.1.4 Agrarraumtyp G: Extensives Grünland/Wald Mosaik in Gebirgen	13
3.1.5 Weitere Agrarraumtypen	15
3.2 Agrarökologie und verwandte Ansätze	17
3.2.1 Überblick über die Bewirtschaftungsansätze	17
3.2.2 Agrarraumspezifischer Zuschnitt der Bewirtschaftungsansätze	18
3.3 Transformative Zielbilder	21
3.3.1 Diskussion und Erarbeitung von Zielbildern für ausgewählte Agrarraumtypen in einem Workshop	21
3.3.2 Zielbild Agrarraumtyp A: Strukturreiche Landschaft und angepasster Marktfruchtanbau	22
3.3.3 Zielbild Agrarraumtyp C: Flächengebundene Tierproduktion und angepasster Marktfruchtanbau	23
3.3.4 Zielbild Agrarraumtyp G: Standortangepasste und wirtschaftliche Grünlandnutzung	25

3.3.5	Weitere Zielbilder	26
4	Ausblick	29
5	Danksagung	30
6	Literaturverzeichnis	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder als Grundlage zur Lenkung von Politiken und Überprüfung der Zielerreichung basierend auf Indikatoren.	5
Abbildung 2:	Räumliche Verbreitung der Agrarraumtypen in Deutschland	11
Abbildung 3:	Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps A	12
Abbildung 4:	Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps C	13
Abbildung 5:	Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps G	14
Abbildung 6:	Eigenschaften weiterer Agrarraumtypen	16
Abbildung 7:	Agrarraumspezifische Bündel von Agrarökologie und verwandten Bewirtschaftungsansätzen zur Förderung von Biodiversität in ausgewählten Agrarraumtypen.	19
Abbildung 8:	Veranschaulichung der wesentlichen Entwicklungspfade (dargestellt durch die Richtung der Pfeile) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp A: Strukturreiche Landschaft und angepasster Marktfruchtanbau.	23
Abbildung 9:	Veranschaulichung der wesentlichen Entwicklungspfade (dargestellt durch die Richtung der Pfeile) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp C: Flächengebundene Tierproduktion und angepasster Marktfruchtanbau.	24
Abbildung 10:	Veranschaulichung der wesentlichen Stellschrauben (dargestellt durch die Kreise) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp G: Standortangepasste und wirtschaftliche Grünlandnutzung.	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über den institutionellen und fachlichen Hintergrund der sich regelmäßig beteiligenden Expert*innen	3
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten Eingangsvariablen für die Typologie der Agrarräume Deutschlands	10

1 Biodiversitätsmonitoring in der Landwirtschaft in Deutschland

1.1 Notwendigkeit einer agrarraumspezifischen Ausrichtung des Biodiversitätsmonitorings

In Deutschland werden rund 50 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt. Damit kommt der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle für die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt zu. Die Intensivierung und Spezialisierung der Nahrungsmittelproduktion der vergangenen Jahrzehnte haben die Landwirtschaft in Deutschland und weltweit grundlegend umgestaltet. Zwar konnten dadurch die Erträge an Grundnahrungsmitteln oft vervielfacht werden, sie haben aber in Hochleistungsregionen wie Europa, China und Nordamerika bereits Ertragsplateaus erreicht (Cassman und Grassini 2020). Gleichzeitig hat der damit einhergehende hohe Einsatz an synthetischen Düngern und Pestiziden¹ sowie der Verlust an Struktur- und Lebensraumvielfalt den Rückgang der Artenvielfalt in Agrarlandschaften massiv vorangetrieben (Beckmann et al. 2019; EEA 2019; IPBES 2019). So sind assoziierte Ökosystemleistungen, auf die die Landwirtschaft angewiesen ist, wie die Bestäubung von Kultur- und Wildpflanzen, die biologische Schädlingsregulierung, das Nährstoffrecycling und das Wasserrückhaltevermögen oft stark beeinträchtigt worden (Tscharntke et al. 2005; Power 2010; Emmerson et al. 2016). In Deutschland liegt derzeit keine umfassende und solide Datenbasis auf nationaler Ebene vor, die es erlaubt, den Zustand, die Trends und die Treiber von Biodiversitätsveränderungen in Agrarlandschaften wissenschaftlich belastbar zu bewerten. Daher kann die Wirksamkeit von agrarumweltpolitischen Maßnahmen, die die Biodiversität in Agrarlandschaften fördern sollen, nur sehr eingeschränkt beurteilt werden. Daraus ergibt sich die Frage, wie die zugrundeliegenden Faktorenkomplexe gezielt erfasst und aussagekräftige Indikatoren für ein umfassendes Biodiversitätsmonitoring in der Landwirtschaft auf nationaler Ebene abgeleitet werden können?

Agrarlandschaften in Deutschland spiegeln die hohe Heterogenität der Topographie, der Böden und der Klimaregionen wider und sind geprägt durch die Art und Intensität der landwirtschaftlichen Produktion. Dabei unterscheidet sich die Intensität der Bewirtschaftung in Bezug auf den Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden und Viehdichten zwischen Betrieben und Regionen. Des Weiteren können Klima, Relief und Bodenbeschaffenheit die landwirtschaftliche Produktion begünstigen oder ihr enge Grenzen setzen. Aber auch historische und sozio-ökonomische Parameter beeinflussen die Art und Intensität der landwirtschaftlichen Produktion (Poschlod 2017). Neben der Nutzungsintensität unterscheiden sich Agrarlandschaften hinsichtlich der Landbedeckung (z. B. Anteil Acker- und Grünland) und der Landschaftsstruktur, wie die Dichte an Grenzlinien zwischen Agrarflächen und der Größe landwirtschaftlicher Flächen. Diese hohe Vielfalt macht es unmöglich, einheitliche, über alle Agrarlandschaften hinweg zutreffende Antworten oder Bewertungen auf ökologische, ökonomische oder soziale Fragen und Problemstellungen zu finden. Jedoch zeigen sich in dieser Vielfalt räumlich wiederkehrende Muster (Dou et al. 2021; Wolff et al. 2021), die aus typischen Wirkungszusammenhängen zwischen Komponenten der Biodiversität, der Nutzungsintensität und der Landschaftsstruktur resultieren (Meier et al. 2022). Diese Muster bieten die Chance, agrarumweltpolitische Maßnahmen auf typische Ursache-Wirkungsbeziehungen auszurichten und Maßnahmen in solchen Regionen zu priorisieren, in denen sie die größte ökologische Wirkung entfalten können (Sietz et al. 2022; Oberlack et al. 2023). Um diese Chance zu nutzen, besteht die dringende Notwendigkeit, die Agrarräume in Deutschland gemäß der Faktorenkomplexe, die die vielfältigen Interaktionen zwischen Biodiversität und Landwirtschaft charakterisieren, zu klassifizieren.

¹ Im Folgenden wird der Begriff „Pestizide“ im Sinne von „Pflanzenschutzmittel“ verwendet.

1.2 Wirksamkeit und Realisierbarkeit bestehender Politikziele und –maßnahmen

Aktuell bestehende Politikziele und –maßnahmen sind kaum an agrarräumlichen Gegebenheiten ausgerichtet, sondern werden als gleichermaßen gültig und relevant für alle Agrarräume behandelt. Dadurch bleiben die Chancen, die spezifische Ursache–Wirkungsbeziehungen der unterschiedlichen Agrarräume zur Erreichung von Politikzielen und –maßnahmen bieten, ungenutzt. Wirksamkeit und Realisierbarkeit² der Politikziele und –maßnahmen werden dadurch stark eingeschränkt und eine zielgerichtete Politikumsetzung ist nicht möglich, da die Wirkung von bestimmten politischen Maßnahmen zum Teil stark vom regionalen Kontext abhängen. So hat die Förderung des Ökolandbaus in marginalen Grünlandregionen vermutlich nur (wenn überhaupt) einen geringen positiven Effekt für die regionale Biodiversität. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass der Trend des Biodiversitätsverlusts bislang nicht durch naturschutz– oder agrarumweltpolitische Ziele und Maßnahmen aufgehalten oder gar umgekehrt werden konnte (Kleijn et al. 2011; Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina 2020). Die Vielzahl an Politikzielen und –maßnahmen, die auf den Schutz der Biodiversität in der Agrarlandschaft ausgerichtet sind, erschwert darüber hinaus einen systematischen Überblick und die Darstellung von Synergien oder Konflikten zwischen einzelnen Politikzielen und –maßnahmen. Eine Systematisierung und Zusammenfassung von Politikzielen und –maßnahmen ist somit notwendig, um in einem weiteren Schritt deren Wirksamkeit und Realisierbarkeit in den unterschiedlichen Agrarräumen zu bewerten und damit einen Beitrag zu einer agrarräumlich differenzierten Politikgestaltung zu leisten.

1.3 Zielbilder für eine Transformation von Agrarlandschaften

Klar definierte Zielbilder, die hier synonym zum Begriff Leitbild (Lendi 1995; Zimmermann 2009) verwendet werden, sind eine wesentliche Voraussetzung dafür, biodiversitätsfördernde Maßnahmen effektiv umzusetzen (Sietz et al. 2022) und das Monitoring auf relevante Ursache–Wirkungsbeziehungen zuzuschneiden (Dieker et al. 2021). Die Zielbilder zeigen, wie sich Biodiversität und Landwirtschaft in Deutschland in der Zukunft idealerweise ergänzen. Sie beschreiben einen angestrebten Zustand von Biodiversität und Ökosystemleistungen in der Landwirtschaft, der aus einer Transformation, d. h. im Kontext dieses Projektes einer biodiversitätsorientierten Umgestaltung von Agrarsystemen und Agrarlandschaften, resultiert. Eine Beschreibung agrarräumlich differenzierter Zielbilder existiert für Deutschland bislang nicht. Es ist daher erforderlich, agrarraumspezifische Zielbilder zu definieren, die die Heterogenität der Agrarräume angemessen widerspiegeln. Diese angepassten Zielbilder ermöglichen es, eine Vorstellung davon zu entwickeln, wie ein Agrarraum und der jeweilige landwirtschaftliche Sektor sich im Sinne des Biodiversitätsschutzes bis 2030 entwickeln sollen. Hierdurch wird es möglich, agrarumweltpolitische Maßnahmen und das Monitoring auf agrarraumspezifische Ursache–Wirkungsbeziehungen auszurichten.

1.4 Ableitung und Priorisierung agrarraumspezifischer Indikatoren–Sets

Eng verbunden mit der limitierten Lenkung von Agrarumweltmaßnahmen ist auch die Nutzung weniger und bundesweit einheitlicher Indikatoren zur Beschreibung von Zustand, Trends und Treibern der Biodiversität. Viele agrarische Lebensräume, Organismengruppen und biodiversitätsrelevante Einflussgrößen (Treiber) werden nicht umfassend und hinreichend detailliert erfasst. Die bisher etablierten Monitoring–Programme mit Bezug zu Agrarlandschaften verwenden national oder länderspezifisch einheitliche Indikatoren für sehr unterschiedliche Typen von Agrarräumen. Aus den daraus berichteten Trends lässt sich keine wissenschaftlich verlässliche

² Der Begriff „Realisierbarkeit“ wird relativ abstrakt verwendet. In der Workshop-Reihe wurden hierzu u. a. folgende Aspekte diskutiert: (1) technische Umsetzbarkeit, (2) Nebeneffekte auf andere Biodiversitätsziele, (3) punktuelle, graduelle Anpassungen bzw. großflächig, koordiniert Anpassungen notwendig, um Systemveränderungen zu realisieren, (4) private und gesellschaftliche Kosten der Anpassungen. Auf konkrete Förderhöhen bzw. rechtliche Vorgaben wurde nicht eingegangen.

Beratung für eine zukünftige Ausrichtung und Ausgestaltung der Agrarumweltpolitik ableiten. Ein wesentlicher Vorteil eines agrarraumspezifischen Ansatzes besteht daher darin, dass zukünftig Indikatoren im Monitoring eingesetzt werden können, die stärker auf die jeweiligen Charakteristika von Agrarräumen und die agrarraumspezifischen Zielbilder ausgerichtet sind. Damit können Ursachen für Tendenzweichungen differenzierter erfasst und die Agrarumweltpolitik besser informiert werden.

1.5 Ziel und Aufbau des Projektes

Ziel des Projektes BM–Landwirtschaft war es, die grundlegenden Standards in Vorbereitung der konkreten Umsetzung eines Biodiversitätsmonitorings in der Landwirtschaft in Deutschland zu entwickeln. Diese umfassen:

1. eine Typologie der Agrarräume Deutschlands,
2. die agrarraumspezifische Bewertung der Wirksamkeit und Erreichbarkeit bestehender Politikziele und –maßnahmen,
3. die Entwicklung agrarraumspezifischer, transformativer Zielbilder
4. sowie die Ableitung und Priorisierung agrarraumspezifischer Sets von Indikatoren zur Überprüfung der Zielerreichung.

Eine wesentliche Grundlage zur Erreichung der Projektziele war die Beteiligung und Mitwirkung externer Expert*innen aus Wissenschaft, Politik und Administration. Dazu wurde eine Online-Workshop–Reihe mit sechs Veranstaltungen zwischen Januar 2021 und März 2023 durchgeführt. Insgesamt beteiligten sich 27 Expert*innen, davon gut die Hälfte regelmäßig (Tab. 1). Alle Expert*innen beschäftigen sich schon seit Jahren mit der Biodiversität in Agrarlandschaften des deutschsprachigen Raumes, sei es aus der Perspektive des Monitorings oder der Bewertung und Gestaltung des förder- bzw. ordnungspolitischen Rahmens aus ökologischer oder ökonomischer Perspektive. Die Beteiligung der Expert*innen an den Workshops gewährleistet eine hohe inhaltliche Qualität und soll eine breite Akzeptanz der im Projekt entwickelten Methodik und Produkte sicherstellen.

Tabelle 1: Überblick über den institutionellen und fachlichen Hintergrund der sich regelmäßig beteiligenden Expert*innen.

Institutionelle Zuordnung	Arbeitsschwerpunkt		Arbeitsebene		außerhalb DE
	Ökologie	Ökonomie	Bund	Land	
Ministerien	1 ¹	1		2	
Ressortforschungseinrichtungen / Landesanstalten	7	3	4	5	1
Universitäten / Fachhochschulen / Großforschungseinrichtungen	3	1		Nicht anwendbar	
Sonstiges	1	-			

Quelle: Eigene Darstellung.

1) Zahl = jeweilige Anzahl der Expert*innen

Um Synergien zu nutzen, greift das Projekt BM–Landwirtschaft auf Indikatoren aus bestehenden und geplanten Monitoring–Programmen zurück (Dauber et al. 2016; Geschke et al. 2019). Über die gesamte Projektlaufzeit erfolgte zudem eine enge Abstimmung mit dem Verbundvorhaben „Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften“ (MonViA, <https://www.agrarmonitoring-monvia.de/>), welches im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft durchgeführt wird. Während in dem vorliegenden Projekt die konzeptionellen Grundlagen für ein Biodiversitätsmonitoring in der Landwirtschaft erarbeitet wurden, strebt MonViA eine langfristige Umsetzung des Monitorings an. In der MonViA Pilotphase (2019–2023) wurden

standardisierte Erfassungsmethoden und innovative Indikatoren zur Politikberatung entwickelt (MonViA Verbundprojekt 2024).

Damit liefert das Projekt BM–Landwirtschaft eine wesentliche Grundlage, um ein umfassendes Biodiversitätsmonitoring aufzubauen. So können die Zweckmäßigkeit agrarumweltpolitischer Entscheidungen und Auswirkungen veränderter Landbewirtschaftung auf die Biodiversität wissenschaftlich fundiert bewertet werden. Aus den langfristig erfassten Trends lassen sich Empfehlungen für die Weiterentwicklung agrarumweltpolitischer Maßnahmen und der zukünftigen Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU ableiten. Damit unterstützen die Ergebnisse des Projekts eine erfolgreiche Umgestaltung von Agrarsystemen und Agrarlandschaften, so dass diese wesentlich dazu beitragen können, die Biodiversität in Landwirtschafts- und Ernährungssystemen zu erhalten und zu fördern.

1.6 Struktur des Abschlussberichts

Der aus vier separat veröffentlichten Teilen bestehende Abschlussbericht stellt die methodischen Ansätze und die Ergebnisse des Projektes vor. Er umfasst die Typisierung der Agrarräume Deutschlands (Teil 1 des Abschlussberichts, Pingel et al. 2026a), die es zukünftig erlauben soll, agrarraumspezifische Aussagen zum Zustand und zur Entwicklung der biologischen Vielfalt sowie der wesentlichen Einflussgrößen (Treiber) treffen zu können. Auf Grundlage der daraus resultierenden Typologie wurden bestehende Politikziele und –maßnahmen (z. B. definiert in Biodiversitätsstrategien der EU und Deutschlands, EU–Strategie Farm–to–Fork, Ackerbaustrategie 2030, Klimaschutzprogramm) agrarräumlich differenziert betrachtet und daraus Schlussfolgerungen für die Politikgestaltung gezogen (Teil 2 des Abschlussberichts, Holz et al. 2026). Weiterhin wurde die Typologie der Agrarräume genutzt, um agrarraumspezifische Zielbilder zu entwickeln, die handlungsleitend wirksam sein sollen (Teil 3 des Abschlussberichts, vorliegender Bericht). Diese Zielbilder helfen, Agrarumweltmaßnahmen effektiv umzusetzen und das Monitoring auf relevante Ursache–Wirkungsbeziehungen abzustimmen. Um prüfen zu können, inwiefern die angestrebten agrarraumspezifischen Zielbilder erreicht werden, wurden agrarraumspezifische Sets von Indikatoren für das Monitoring abgeleitet (Teil 4 des Abschlussberichts, Pingel et al. 2026b). Dabei wurden bestehende und in Planung befindliche Monitoring–Programme und daraus abgeleitete Indikatoren berücksichtigt.

2 Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder

Die im Projekt erarbeitete Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder umfasst drei Schritte (erste – dritte Säule in Abb. 1). Dabei stellen die Agrarraumtypen (erste Säule, Abb. 1) den Bezugsraum dar, um agrarökologische und verwandte Bewirtschaftungsansätze sowie transformative Zielbilder auf typische Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Landwirtschaft zuzuschneiden (zweite und dritte Säule, Abb. 1). Dieser Zuschnitt basiert auf a) dem Ist-Zustand der Agrarraumtypen, der in der Typologie der Agrarräume abgebildet wird, b) dem potentiell erreichbaren Zustand der Biodiversität in den jeweiligen Agrarraumtypen und c) den zugrundeliegenden Ursache–Wirkungsbeziehungen zwischen Biodiversität und Landwirtschaft (Sietz et al. 2022).

Abbildung 1: Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder als Grundlage zur Lenkung von Politiken und Überprüfung der Zielerreichung basierend auf Indikatoren.



Anmerkung: Die gestrichelten Pfeile zeigen anvisierte Einflüsse der transformativen Zielbilder auf die Ausgestaltung von Agrar- und Umweltpolitiken und das Monitoring der Zielerreichung sowie Rückbezüge auf die zukünftige Entwicklung der Agrarräume.

Quelle: Eigene Darstellung

Das Projektteam formulierte anhand von Steckbriefen (s. Kap. 3.1.2 bis 3.1.4) Zielbilder für ausgewählte Agrarraumtypen. Im Rahmen eines Expertenworkshops wurde diskutiert, welches transformative Potential zwei der ausgewählten Agrarraumtypen bieten und welcher Zustand von Biodiversität und landwirtschaftlicher Produktion im Jahr 2030 möglich wäre (s. Kap. 3.3.1). Es wurde erörtert, ob die Zielbilder den angestrebten Zustand plausibel wiedergeben und wie sie gegebenenfalls zu ergänzen wären. Aufbauend auf den Workshop-Ergebnissen wurden die Zielbilder der ausgewählten Agrarraumtypen angepasst und finalisiert (s. Kap. 3.3.2 bis 3.3.4). Im Folgenden werden die drei methodischen Schritte ausführlich dargestellt und deren Beiträge zur Lenkung von Politiken und Überprüfung der Zielerreichung anhand von aussagekräftigen Indikatoren kurz umrissen.

2.1 Typologie der Agrarräume

In einem ersten Schritt wurde die Typologie der Agrarräume Deutschlands (s. Kap. 3.1 und Pingel et al. 2026a) genutzt, um Hinweise auf typische Ursache–Wirkungszusammenhänge, die aktuell in den Agrarlandschaften Deutschlands vorherrschen, abzuleiten (erste Säule, Abb. 1). Sie zeigt acht typische Muster von Landbedeckung, Landschaftsstruktur, Nutzungsintensität und biophysikalischen Faktoren auf. Die Typisierung erfolgte auf Basis einer Cluster–Analyse räumlich expliziter Daten, die die Vielfalt der Agrarlandschaften und ihre Bedeutung für die Biodiversität auf einer mittleren Aggregationsebene wiedergeben (Pingel et al. 2026a). Im Rahmen der Workshop–Reihe mit Expert*innen wurde die Auswahl der Variablen hinsichtlich ihrer Relevanz und Eignung für die Beschreibung der Agrarlandschaften in Deutschland diskutiert.

Jeder Agrarraumtyp ist durch eine spezifische Kombination von Variablenwerten gekennzeichnet. So deutet zum Beispiel eine intensive ackerbauliche Nutzung in ausgeräumten Landschaften, d. h. eine Kombination von intensiver Landbewirtschaftung (z. B. hoher Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel und mineralischer Stickstoffdüngung) mit einer geringen Ausstattung an Strukturelementen wie Hecken, Bäumen und anderen (halb–)natürlichen Habitaten, auf eine besonders geringe Artenvielfalt hin (Ekroos et al. 2010; Tscharntke et al. 2012; Estrada–Carmona et al. 2022). Solche Agrarlandschaften sind zudem durch große Schläge, ausgedrückt durch die mittlere Feldblockfläche, und eine geringe Grenzliniendichte geprägt. Diese geringe Landschaftsheterogenität geht mit negativen Auswirkungen auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen, wie Bestäubung und Schädlingsregulierung, einher (Martin et al. 2019; Tscharntke et al. 2021). Die Typologie wurde bezüglich der Plausibilität der funktionalen Zusammenhänge und räumlichen Verteilung der Agrarraumtypen, dem Zuschnitt biodiversitätsfördernder Maßnahmen und der Anwendbarkeit im Biodiversitätsmonitoring ebenfalls mit den Expert*innen im Rahmen von Workshops diskutiert und abgestimmt (Pingel et al. 2026a). Die Kenntnis der Muster, die die Typologie aufzeigt, und der charakteristischen Ursache–Wirkungsbeziehungen stellte eine wesentliche Grundlage dar, um in den folgenden Schritten agrarräumlich differenzierte Bewirtschaftungsansätze und Zielbilder zu definieren.

2.2 Agrarökologie und verwandte Ansätze

In einem zweiten Schritt wurden Bündel von biodiversitätsorientierten Bewirtschaftungsansätzen an die agrarraumspezifischen Charakteristika angepasst (zweite Säule, Abb. 1). Diese Bündel von Bewirtschaftungsansätzen bieten eine zielgerichtete Orientierungshilfe, um die biologische Vielfalt in der Landwirtschaft zu fördern und gleichzeitig eine angemessene Produktionsleistung sicherzustellen. Die Agrarökologie hat sich als richtungsweisender und innovativer Ansatz in der wissenschaftlichen und politischen Debatte zur Transformation der globalen Agrar– und Ernährungssysteme etabliert (FAO 2018; HLPE 2019; Wezel et al. 2020; Miller et al. 2022). Dieser ganzheitliche Ansatz hat das Potential, die Art und Weise der derzeitigen Landbewirtschaftung zu verändern und eine nachhaltige, biodiversitätsfreundliche Landwirtschaft sicherzustellen (Wanger et al. 2020). Sowohl die EU–Biodiversitätsstrategie für 2030 (EC 2020) als auch das Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework (UNCBD 2022) unterstreichen die Bedeutung

agrärökologischer Ansätze, um eine nachhaltige, diversifizierte Landwirtschaft und die Erhaltung der Biodiversität zu gewährleisten.

Die Agrarökologie (FAO 2018; HLPE 2019; Wezel et al. 2020) zielt darauf ab, die biologische Vielfalt in der Landwirtschaft zu fördern, die landwirtschaftliche Produktion zu diversifizieren (z. B. Mischkulturen, Fruchtfolgen), Ressourcen (z. B. Dünger und Arbeitskraft) effizient einzusetzen und Synergien zu schaffen (z. B. zwischen Anbauflächen und nicht–genutzten Flächen sowie durch regionale Wertschöpfung). Gleichzeitig fördert sie geschlossene Kreisläufe und die Resilienz gegenüber Störungen (z. B. humusreiche Böden, die mehr Wasser speichern, und durreresistente Kulturarten). Die Agrarökologie wird als Wissenschaft, Bewirtschaftungspraxis und soziale Bewegung verstanden und geht damit weit über landwirtschaftliche Anbaustrategien hinaus (HLPE 2019; Wezel et al. 2020). Sie basiert auf erprobten Lösungen und einem breiten Erfahrungsschatz aus der praktischen Umsetzung. Neben der Landnutzung basierend auf den Prinzipien der Agrarökologie (FAO 2018; Barrios et al. 2020) wurden ebenfalls verwandte Bewirtschaftungsansätze, wie z. B. der Ansatz der ökologischen Intensivierung (Bommarco et al. 2013; Pywell et al. 2015) und die Digitalisierung (MacPherson et al. 2022), berücksichtigt. Diese Ansätze sind ebenso wie die Agrarökologie darauf ausgerichtet, die Landwirtschaft zu diversifizieren, Ressourcen effizienter einzusetzen und ökologische Prozesse zu intensivieren. Sie unterscheiden sich jedoch z. B. hinsichtlich des Einsatzes von synthetischen Düngemitteln und Pestiziden und der Integration von Tierhaltung und Pflanzenbau (Garibaldi et al. 2017; Rega et al. 2022). Im Kapitel 3.2.1 werden die Bewirtschaftungsansätze vorgestellt und deren Ähnlichkeiten sowie Unterschiede erläutert.

Die Anpassung der Bewirtschaftungsansätze auf agrarraumspezifische Charakteristika erfolgte auf Basis der typischen Variablen–Kombinationen der Agrarraumtypologie und den damit verbundenen Ursache–Wirkungszusammenhängen. Zum Beispiel kann die stark reduzierte Arten– und Lebensraumvielfalt in derzeit strukturarmen und ackerbaulich intensiv genutzten Agrarraumtypen gezielt durch die Etablierung strukturreicher Landschaftselemente, weite Fruchtfolgen, kleinere Schläge und einen reduzierten Einsatz von synthetischen Düngern und Pestiziden gefördert werden. Dies schafft wesentliche Voraussetzungen für eine Intensivierung ökologischer Prozesse wie die biologische Schädlingsbekämpfung, das Recycling von Nährstoffen und die Bestäubung von Wild– und Kulturpflanzen (Martin et al. 2019; Sirami et al. 2019; Tscharntke et al. 2021). Im Gegensatz dazu ist es in extensiv genutzten Agrarraumtypen, die aktuell den Lebensraumansprüchen vieler Arten gerecht werden, besonders förderlich, die extensive Grünlandbewirtschaftung aufrecht zu erhalten und einer Nutzungsaufgabe vorzubeugen. Eine Bewirtschaftung, die standortangepasst ist und auf den Prinzipien einer Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert („High Nature Value (HNV) farming“; Strohbach et al. 2015; Lomba et al. 2020) beruht, ist dafür besonders dienlich. Der agrarraumspezifische Zuschnitt geeigneter Bewirtschaftungsansätze lieferte wesentliche Eckpunkte, um die Land– und Ernährungswirtschaft neu auszurichten und langfristig resilenter zu machen. Diese Eckpunkte wurden genutzt, um die Zielbilder mit konkreten Schritten zu untermauern, die die Transformation von Agrarlandschaften fördern können.

2.3 Transformative Zielbilder

In einem dritten Schritt wurden transformative Zielbilder entwickelt, die den angestrebten Zustand von Biodiversität und Ökosystemleistungen im Jahr 2030 agrarräumlich differenziert beschreiben (dritte Säule, Abb. 1). Die agrarraumspezifischen Zielbilder orientieren sich dabei sowohl an den agrarstrukturellen Verhältnissen in den Agrarräumen als auch den jeweiligen agrärökologischen und verwandten Bewirtschaftungsansätzen. Auf der Grundlage der typischen Kombinationen von Variablen, d. h. Ursache–Wirkungsbeziehungen in den Agrarraumtypen (siehe Kap. 3.1 und Pingel et al. 2026a), wurden spezifische Ziele und deren Priorität definiert, um einem biodiversitätsorientierten Umbau von Agrarsystemen und Agrarlandschaften in der Zukunft eine Richtung zu geben. So bestimmen zum Beispiel vielfältige und kleinteilige Landschaften, eine Landnutzung mit niedriger Intensität und eine flächengebundene Tierhaltung die Zielbilder in aktuell strukturarmen und intensiv genutzten Agrarraumtypen. Mögliche Entwicklungspfade und Potentiale von

Agrarräumen wurden in dem Expertenworkshop sowohl aus landwirtschaftlicher als auch aus ökologischer Sicht diskutiert (s. Kap. 3.3.1).

Die transformativen Zielbilder liefern eine wesentliche Voraussetzung dafür, agrarumweltpolitische Maßnahmen zielgerichtet nach den agrarraumspezifischen Möglichkeiten, Notwendigkeiten und landschaftsorientierten Prioritäten auszurichten. Zusammen mit den agrarraumspezifischen Bewirtschaftungsansätzen liefern sie einen räumlich expliziten Entscheidungsrahmen, der die Wirksamkeit von Agrarumweltmaßnahmen deutlich verbessern und ein abgestimmtes Monitoring ermöglichen kann.

2.4 Lenkung von Politiken

Bisherige Politikziele und –maßnahmen, die in einer Vielzahl von Politiken auf nationaler und internationaler Ebene definiert sind, sind in der Regel nicht auf Agrarraumtypen zugeschnitten, sondern allgemeingültig festgelegt. Die Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen kann jedoch wesentlich verbessert werden, wenn diese zielgerichtet nach agrarraumspezifischen Zielbildern und unter Berücksichtigung der Lebensraumansprüche der zu schützenden Arten entwickelt und umgesetzt werden (Perkins et al. 2011; Batary et al. 2015; Concepción et al. 2020; Gimona et al. 2023). Dafür liefern die hier entwickelten agrarraumspezifischen Bewirtschaftungsansätze und transformativen Zielbilder eine wichtige Grundlage. Sie helfen, agrarumweltpolitische Maßnahmen in der Zukunft auf typische Wirkungsbeziehungen zwischen Biodiversität und Landwirtschaft zuzuschneiden. Die räumlich explizite Analyse der agrarraumspezifischen Bewirtschaftungsansätze und transformativen Zielbilder ermöglicht eine Lenkung von Maßnahmen in die Regionen, in denen sie die größte ökologische Wirkung entfalten können und gut umsetzbar sind (mittlerer Kasten, Abb. 1). Dazu liefert die Bewertung der agrarräumlich differenzierten Wirksamkeit und Realisierbarkeit aktuell bestehender Politikziele und –maßnahmen (Holz et al. 2026) einen wesentlichen Beitrag.

2.5 Monitoring zur Überprüfung der Zielerreichung

Die Erreichung der definierten Zielbilder soll mit Hilfe agrarraumspezifischer Sets aussagekräftiger Indikatoren evaluiert werden (unterer Kasten, Abb. 1). Für dieses Monitoring wurden im Projekt Indikatoren–Sets definiert, die ein differenzierteres Bild des Zustands und der Entwicklung der Biodiversität liefern und die zugrundeliegenden Treiber wissenschaftlich fundiert darstellen können (Pingel et al. 2026b). Sie wurden mit den hier dargelegten agrarraumspezifischen Zielbildern abgestimmt. Die Indikatoren berücksichtigen sowohl agrarraumspezifische Treiber von Biodiversitätsveränderungen als auch bestehende Monitoring–Programme und daraus abgeleitete Indikatoren (z. B. Zustandsindikatoren von Artengruppen und Lebensräumen). Sie differenzieren bestehende und national allgemeingültig festgelegte Indikatoren gemäß typischer Ursache–Wirkungsbeziehungen in den einzelnen Agrarräumen. Dies ermöglicht es, die Ursachen für Trendentwicklungen fundierter zu erfassen, beobachtete Dynamiken besser zu erklären und agrarumweltpolitische Maßnahmen effizient in relevante Agrarräume zu lenken.

3 Anwendung der Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder

Die Entwicklung detaillierter Zielbilder wurde anhand von drei Agrarraumtypen getestet. Die agrarraumspezifischen Zielbilder beschreiben, wie Biodiversität, assoziierte Ökosystemleistungen und landwirtschaftliche Produktion im Jahr 2030 idealerweise zusammenwirken, nachdem die Agrarlandschaften biodiversitätsfreundlich umgestaltet wurden. Dazu wurden Agrarraumtypen ausgewählt, die den Gradienten unterschiedlicher Nutzungsintensität im Ackerbau und in der Tierhaltung (Typen A, C und G, s. Abb. 2) gut abbilden. In den gewählten Agrarraumtypen besteht aufgrund starker Beeinträchtigungen der Arten- und Lebensraumvielfalt (Typen A und C) und der fortschreitenden Nutzungsextensivierung bis zur –aufgabe (Typ G) ein besonderer Transformationsbedarf. Als Ausgangspunkt der Entwicklung agrarraumspezifischer Bewirtschaftungsansätze und transformativer Zielbilder fassen Steckbriefe die wesentlichen Charakteristika und spezifischen Ursache–Wirkungsbeziehungen der Agrarraumtypen zusammen. Die agrarraumspezifischen Bewirtschaftungsansätze und detaillierten Zielbilder werden exemplarisch für die drei ausgewählten Agrarraumtypen ausführlich dargestellt. Die Zielbilder für die verbleibenden Agrarraumtypen werden zusammenfassend vorgestellt.

3.1 Vorstellung der entwickelten Agrarraumtypen

3.1.1 Überblick

Die Typologie der Agrarräume Deutschlands basiert auf einer Cluster–Analyse (unter Verwendung des k–medians Algorithmus) von 18 Eingangsvariablen, die die Landbedeckung, Landschaftsstruktur und Nutzungsintensität sowie biophysikalische Faktoren „Klima“ und „Relief“ umfassen (Tab. 2). Das Set an Variablen wurde mit den Expert*innen der projektbegleitenden Workshop–Reihe abgestimmt. Alle Daten wurden auf eine einheitliche räumliche Auflösung eines hexagonalen Rasters mit einer Zellgröße von 100 Hektar angepasst (d. h. aggregiert oder disaggregiert). In die Cluster–Analyse gingen alle Rasterzellen mit einem Mindestanteil an Offenland von 5 % (ca. 86 % der Fläche Deutschlands) ein. In Vorbereitung der Cluster–Analyse wurden die Variablenwerte normiert, so dass die Eingangsvariablen innerhalb und zwischen den Agrarraumtypen vergleichbar sind. Dabei wurde jede Variable so normiert, dass der bundesweite Mittelwert bei Null liegt und die bundesweite Standardabweichung bei Eins (z–Transformation). Der Teil 1 des Abschlussberichts stellt die Methodik zur Entwicklung der Agrarraumtypen ausführlich dar (Pingel et al. 2026a).

Die Cluster–Analyse resultierte in acht Agrarraumtypen, die anhand der clusterspezifischen Mediane der Eingangsvariablen charakterisiert wurden (Pingel et al. 2026a). Sie umfassen sowohl ackerbau–, tierhaltungs– und grünlanddominierte Typen als auch Mosaik–Typen (Abb. 2). Um die Verständlichkeit zu verbessern, werden in der hier folgenden Beschreibung der Agrarraumtypen die realen Werte der clusterspezifischen Mediane in ihrer ursprünglichen Maßeinheit angegeben. Die ausgewählten Agrarraumtypen mit besonderem Transformationsbedarf werden im Folgenden ausführlich beschrieben, alle weiteren Typen werden kurz vorgestellt.

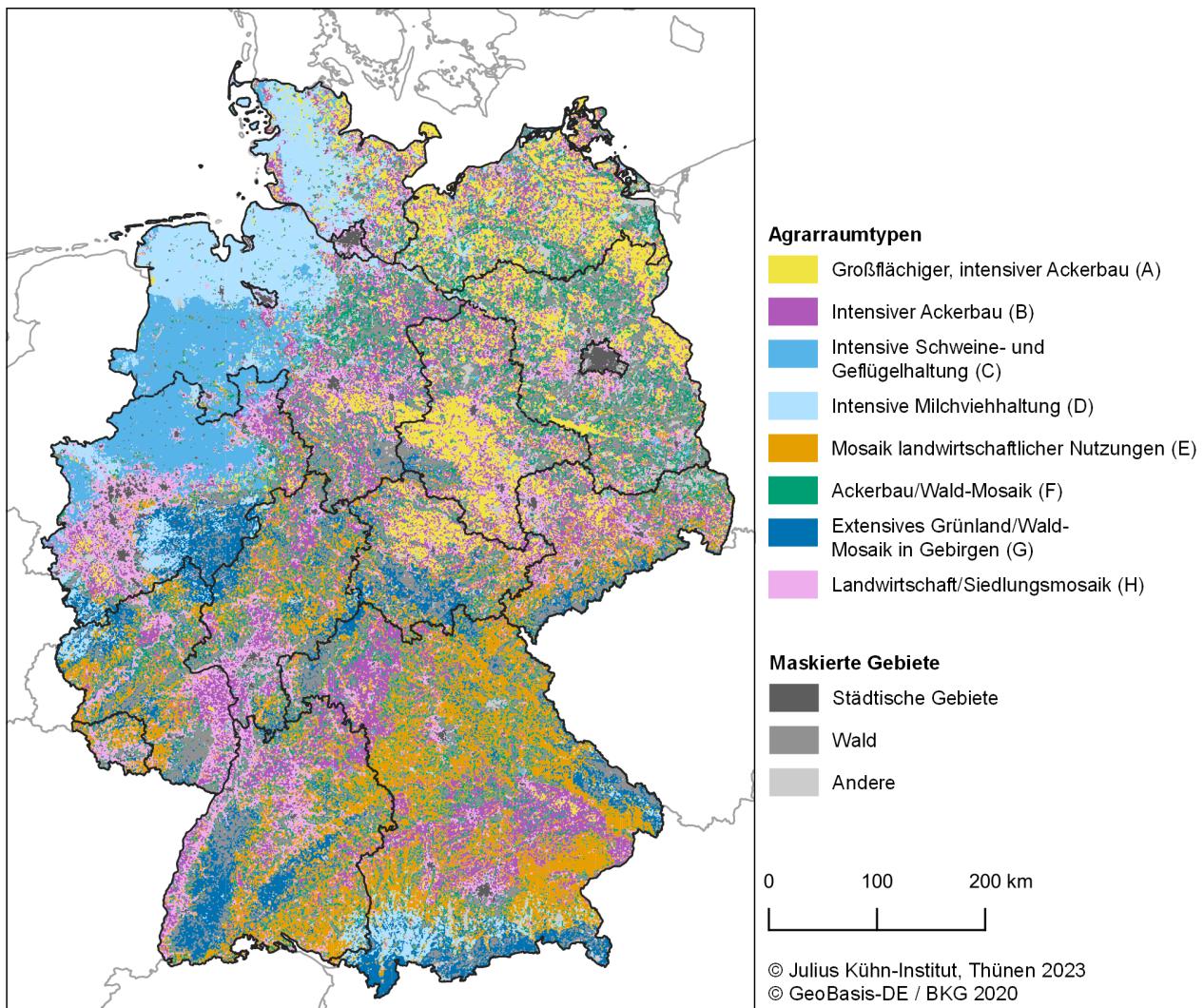
Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten Eingangsvariablen für die Typologie der Agrarräume Deutschlands

Domäne	Variablen	Einheit	Bezugszeitraum	Quelle
Land–bedeckung ¹⁾	Ackerland	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Sonderkulturen	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Grünland	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Wald	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Siedlungen	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Halb–natürliche Habitate	Flächenanteil der Rasterzelle (%)	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
Landschaftsstruktur ²⁾	Shannon Index der Landbedeckung	–	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Grenzliniendichte	m/ha	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
	Mittlere Feldblockfläche	ha	2016	ATKIS Basis–DLM (BKG 2017)
Nutzungsintensität ³⁾	Variable Kosten einjährige Marktfrüchte	Euro/ha	2014–2018	Röder et al. 2022, S. 185–202
	Variable Kosten für Sonderkulturen	Euro/ha	2014–2018	Röder et al. 2022, S. 185–202
	Variable Kosten für Schweine– und Geflügelhaltung	Euro/ha	2014–2018	Röder et al. 2022, S. 185–202
	Variable Kosten für Milchvieh– und Mastbulleinhaltung	Euro/ha	2014–2018	Röder et al. 2022, S. 185–202
	Variable Kosten für extensive Weidehaltung	Euro/ha	2014–2018	Röder et al. 2022, S. 185–202
	Jahresmitteltemperatur	° C	2000–2019	DWD, Climate Data Center
Biophysikalische Parameter	Temperatur–Saisonalität	° C	2000–2019	DWD, Climate Data Center
	Potenzielle Verdunstung im März	mm	2000–2019	DWD, Climate Data Center
	Reliefheterogenität	–	–	Digitales Geländemodell 200 (BKG 2019)

Quelle: Eigene Darstellung

1) Bezugsfläche ist die Fläche des Hexagons; 2) Bezugsfläche ist die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) (nach ATKIS BASIS-DLM) im Hexagon; 3) auf Basis der Flächenanteile der Gemeinden je Hexagon gewichtete Gemeindemittelwerte je ha LF.

Abbildung 2: Räumliche Verbreitung der Agrarraumtypen in Deutschland



Anmerkung: Graue Gebiete sind Gebiete mit Offenlandanteil < 5 % oder mit fehlenden Werten in den Eingangsvariablen. Projektion: ETRS89 / UTM Zone 32N (EPSG: 25832). Für weitere methodische Details siehe Teil 1 des Abschlussberichtes „Typisierung der Agrarräume Deutschlands“ (Pingel et al. 2026a).

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.2 Agrarraumtyp A: Großflächiger, intensiver Ackerbau

Kurzfassung: Die Gebiete des Agrarraumtyps A sind vom intensivsten Marktfruchtanbau in ausgeräumten Landschaften geprägt. In solchen strukturarmen Gebieten, die von einjährigen Kulturen mit hoher Nutzungsintensität geprägt sind, ist die Lebensraumvielfalt und Artenvielfalt stark reduziert. Entsprechend ist das Potential zur Bereitstellung regulierender und unterstützender Ökosystemleistungen (z. B. Bestäubung von Kulturpflanzen, Schädlingsregulierung) massiv eingeschränkt. Der Agrarraumtyp A befindet sich vorwiegend in Mittel- und Nordostdeutschland mit günstigen Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion (Abb. 3).

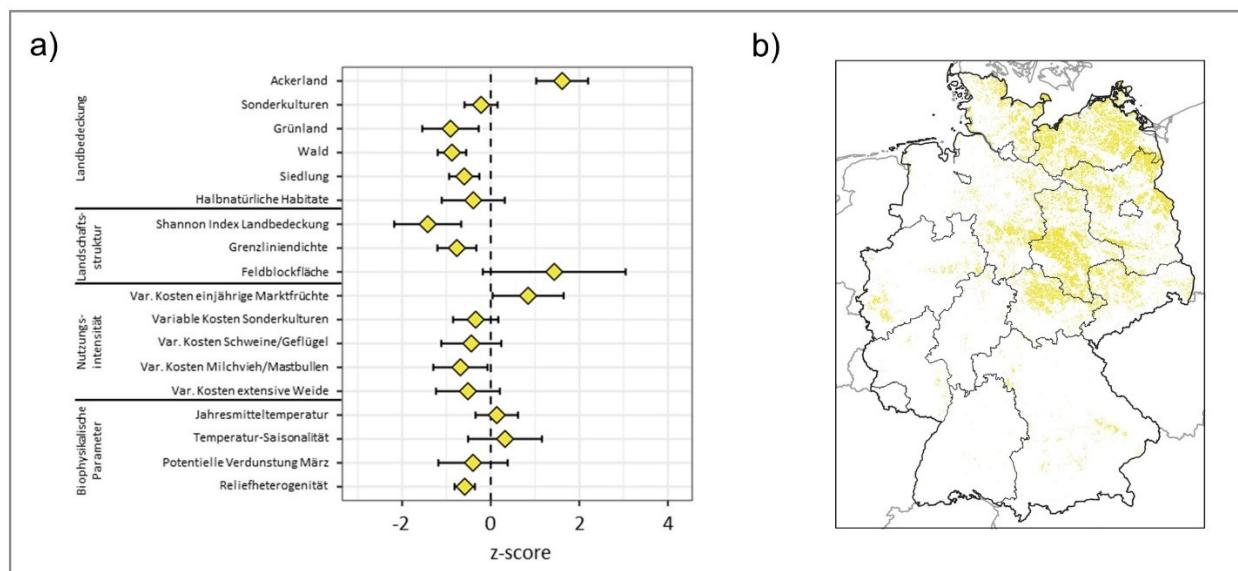
Detaillierte Charakterisierung: Der Flächenanteil von Ackerland innerhalb dieses Agrarraumtyps beträgt 90 % der jeweiligen Rasterfläche (Median). Dies stellt vergleichend mit allen weiteren Typen den höchsten Wert dar. Die Landschaftsstruktur ist sehr homogen. Sie weist die geringste Vielfalt an Landbedeckungstypen (Shannon Index der Landbedeckung), die größten Feldblöcke (Median: 52 ha) und sehr wenige Rand- und Saumstrukturen

(Median der Grenzliniendichte: 66 m/ha) auf. Somit ist dieser Agrarraumtyp durch eine sehr geringe Lebensraumvielfalt (z. B. geringes Angebot an Nahrungs- und Rückzugshabitate für Bestäuber und andere Nützlinge) geprägt. Entsprechend ist die Artenvielfalt stark beeinträchtigt und das Potential zur Bereitstellung regulierender und unterstützender Ökosystemleistungen (z. B. Bestäubung von Kulturpflanzen, Schädlingsregulierung) massiv eingeschränkt. Die großen Feldblöcke ohne erosionsmindernde Strukturen bergen ein erhöhtes Risiko für Erosion.

Der Agrarraumtyp ist durch den intensivsten Marktfruchtbau, d. h. die höchsten variablen Kosten für den Anbau einjähriger Marktfrüchte (insb. Weizen, Raps und Zuckerrübe) geprägt. Die hohe Nutzungsintensität geht mit einer Reihe negativer Auswirkungen auf die Artenvielfalt einher (z. B. hoher Einsatz an Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Maschinen, wenig Brachen). Die Lebensraumeignung der Ackerflächen für Pflanzen und Tiere ist gering.

Diese Regionen bieten durch z.T. fruchtbare Lössböden, vergleichsweise geringere Frühjahrs–Verdunstung und die geringe Terrainrauigkeit günstige Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion. Die nahezu vollständige Aufgabe der Tierhaltung (insb. Rinder) führt weitgehend zum Wegfall des Feldfutterbaus. Das sogenannte Restgrünland (Median des Grünlands: 1 %) unterliegt einem sehr geringen Nutzungsdruck und bietet oft erhebliches naturschutzfachliches Aufwertungspotential.

Abbildung 3: Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps A



Anmerkung: Die Rauten zeigen den clusterspezifischen Medianwert einer Variablen, die horizontalen Balken zeigen die Standardabweichung. Die gestrichelte, vertikale Linie stellt den bundesweiten Mittelwert dar.

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.3 Agrarraumtyp C: Intensive Schweine- und Geflügelhaltung

Kurzfassung: Die Gebiete des Agrarraumtyps C sind durch intensive Tierhaltung, vor allem Schweine- und Geflügelhaltung, geprägt. Die hohe Intensität der Landnutzung geht mit Stickstoffüberschüssen einher und bedingt eine geringe Lebensraumeignung für Tier- und Pflanzenarten. Die Gebiete sind mäßig strukturiert. Der Agrarraumtyp C befindet sich in Nordwestdeutschland (Abb. 4).

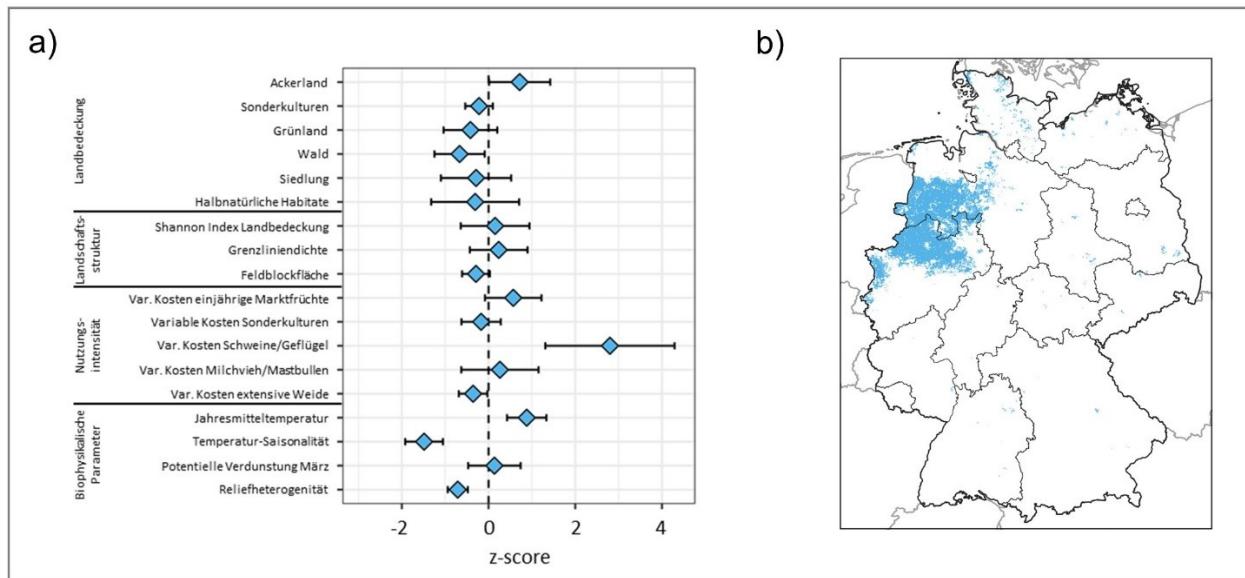
Detaillierte Charakterisierung: Der Ackerlandanteil ist in diesem Agrarraumtyp hoch (Median: 62 %). Die Vielfalt der Landbedeckungstypen liegt im Vergleich aller Agrarraumtypen im mittleren Bereich. Auch die Feldblockgröße (Median: 9 ha) und die Rand- und Saumstrukturen (Median der Grenzliniendichte: 125 m/ha) liegen im mittleren

Bereich. Aus den geringen, aber vorhandenen Anteilen an Grünland (Median: 10 %) und Wald (Median: 6 %) ergeben sich Lebensraumpotentiale für wildlebende Arten, die regulierende und unterstützende Ökosystemleistungen erbringen können.

Dieser Typ wird insbesondere durch intensive Tierhaltung, d. h. vor allem Schweine- und Geflügelhaltung sowie teilweise Milchvieh- und Mastbullenhaltung und intensiven Marktfruchtanbau geprägt. Die intensive Tierhaltung bedingt neben den höchsten variablen Kosten für die Veredlung von Fleisch und anderen tierischen Produkten (Median der variablen Kosten für Schweine- und Geflügelhaltung: 3435 €/ha) und hohen Kosten für die Rinderhaltung (Median der variablen Kosten für Milchvieh- und Mastbullenhaltung: 672 €/ha) auch hohe Investitionskosten. Diese Investitionen betreffen v. a. Gebäude. Die Gebäude können beim Wegfall des Nutzungszweckes z. B. bei Reduzierung der Tierhaltung, wenn überhaupt nur zu einem geringen Restwert veräußert werden. Das heißt, für kurz- und mittelfristige Produktionsentscheidungen sind diese sogenannten „versunkenen“ Kosten nicht relevant. Dies führt dazu, dass kurzfristige Extensivierungsmaßnahmen mit sehr hohen Kosten verbunden sind. Als wichtiger externer Faktor der agrarischen Nutzung sind hohe Nährstoffemissionen von Stickstoff und Phosphaten in die Luft, das Wasser und den Boden zu nennen. Insbesondere die Stickstoffüberschüsse führen für viele Tier- und Pflanzenarten zu einer deutlichen Verschlechterung der Lebensraumeignung.

Das Klima im Agrarraumtyp C ist stark ozeanisch geprägt mit milden Wintern und kühlen Sommern. Im Vergleich zu den anderen Agrarraumtypen ergibt sich hieraus eine relativ lange Vegetationsperiode.

Abbildung 4: Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps C



Anmerkung: Die Rauten zeigen den clusterspezifischen Medianwert einer Variablen, die horizontalen Balken zeigen die Standardabweichung. Die gestrichelte, vertikale Linie stellt den bundesweiten Mittelwert dar.

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.4 Agrarraumtyp G: Extensives Grünland/Wald Mosaik in Gebirgen

Kurzfassung: Die Gebiete des Agrarraumtyps G sind durch einen hohen Waldanteil und einen mittleren Grünlandanteil sowie eine sehr hohe Heterogenität des Reliefs geprägt. Das Mosaik aus Grünland- und Waldflächen wird den Lebensraumansprüchen vieler Wald- und Grünlandarten gerecht. Die extensive Weidehaltung und das geringe Düngungsniveau begünstigten eine hohe Artenvielfalt (insbesondere

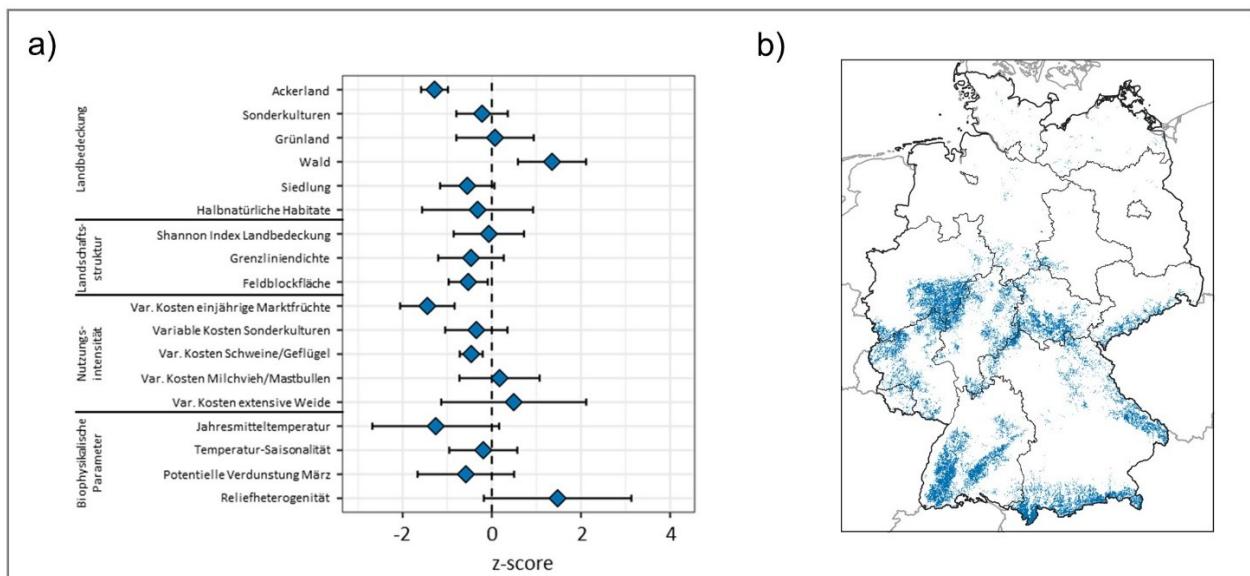
spezialisierte und gefährdete Pflanzen- und Tierarten). Die Gebiete haben einen hohen landschaftsästhetischen sowie Erholungswert. Der Agrarraumtyp deckt vorwiegend die Mittelgebirge und Alpen ab (Abb. 5).

Detaillierte Charakterisierung: Die Landbedeckung ist im Vergleich zu den anderen Agrarraumtypen durch einen hohen Waldanteil (Median: 62 %) und einen durchschnittlichen Grünlandanteil (Median: 20 %) gekennzeichnet. Die Landschaftsstruktur ist durch sehr kleine Feldblockgrößen (Median: 3 ha) und eine geringe Grenzliniendichte (Median: 83 m/ha) charakterisiert. Das Mosaik aus Grünlandflächen und Wald bietet vielen Wald- und Grünlandarten geeignete Lebensräume.

In diesem Agrarraumtyp spielt die extensive Weidehaltung von Rauhfutterfressern (insbesondere Mutterkühe, Schafe, Ziegen und Pferde) die größte Rolle (Median der variablen Kosten für extensive Weidehaltung: 142 Euro/ha) unter allen Agrarraumtypen. Die intensive Rinderhaltung (Milchvieh) ist in diesem Agrarraumtyp ebenfalls von Bedeutung (Median der variablen Kosten für intensive Milchviehhaltung: 635 Euro/ha, in ihrer Intensität aber nur etwa halb so hoch wie im Agrarraumtyp D (Median der variablen Kosten für intensive Milchviehhaltung: 1238 Euro/ha)). Die extensive Weidehaltung und das geringe Düngungsniveau begünstigten mosaikartige Strukturen. Daher hat dieser Agrarraumtyp eine hohe Bedeutung für die Artenvielfalt, insbesondere für zahlreiche spezialisierte und gefährdete Pflanzen- und Tierarten. Die extensive grünlandbasierte Weideviehhaltung stellt auch vielfältige kulturelle Ökosystemleistungen bereit, wie z. B. einen hohen landschaftsästhetischen Wert sowie Erholungswert.

Kennzeichnend für diesen Agrarraumtyp ist auch die sehr hohe Heterogenität des Reliefs. Damit verbunden sind Unterschiede in den Bodenverhältnissen. Das Relief prägt auch die Landnutzung, da steilere Lagen mit mehr Aufwand bewirtschaftet werden müssen und die Mechanisierung erschwert oder unmöglich wird. Insbesondere in den Alpen besteht weiterhin Konfliktpotential mit touristischen Belangen. Sozio-ökonomische Prozesse führen in den Gebieten des Agrarraumtyps vermehrt zur Nutzungsaufgabe. Hierdurch entstehen spezifische Gefahren für die Artenvielfalt durch Verbuschung bzw. das Zuwachsen von Grünlandflächen mit Gehölzen.

Abbildung 5: Eigenschaften (a) und räumliche Verbreitung (b) des Agrarraumtyps G



Anmerkung: Die Rauten zeigen den clusterspezifischen Medianwert einer Variablen, die horizontalen Balken zeigen die Standardabweichung. Die gestrichelte, vertikale Linie stellt den bundesweiten Mittelwert dar.

Quelle: Eigene Darstellung

3.1.5 Weitere Agrarraumtypen

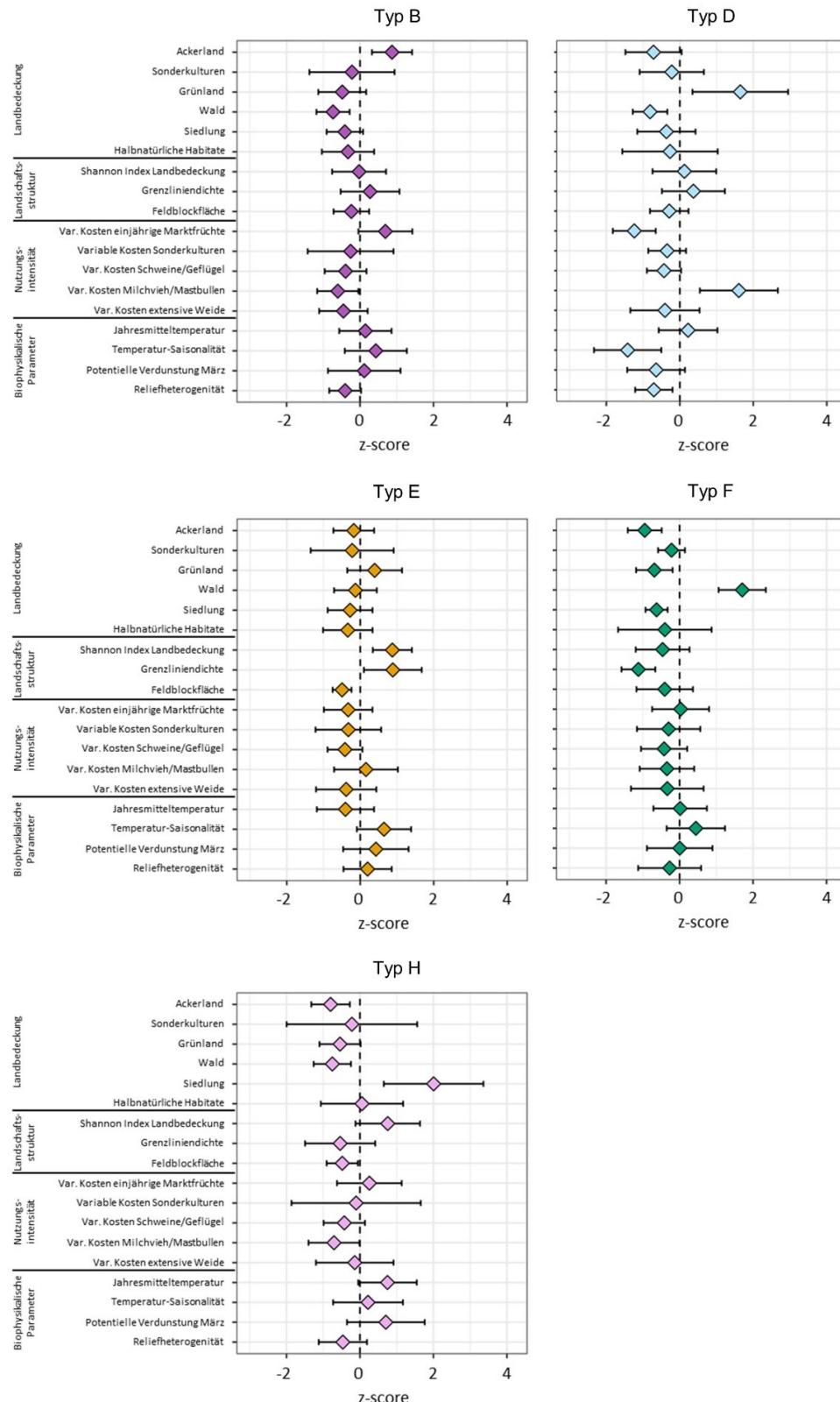
Der **Agrarraumtyp B** (Intensiver Ackerbau) umfasst Gebiete, die einen hohen Anteil an Ackerflächen mit intensivem Marktfruchtanbau aufweisen (Abb. 6). Diese Gebiete sind durchschnittlich strukturreich, mit einer mittleren Vielfalt an Landbedeckungstypen, jedoch etwas überdurchschnittlich vielen Rand- und Saumstrukturen. Daraus ergibt sich gegenüber dem Agrarraumtyp A eine bessere Ausstattung an Lebensräumen, die Nützlingsarten als Nahrungs- und Rückzugshabitate dienen können. Der intensive Marktfruchtanbau einjähriger Kulturen wirkt sich jedoch durch den vergleichsweise hohen Einsatz an synthetischen Düngern und Pestiziden, sowie den hohen Grad an Spezialisierung negativ auf die Artenvielfalt aus. Daraus ergibt sich ein limitiertes Potential, regulierende und unterstützende Ökosystemleistungen bereitzustellen. Der Agrarraumtyp B kommt bundesweit gestreut vor, oft in Nachbarschaft mit den Typen A und H (s. Abb. 2).

Im Gegensatz zum intensiven Ackerbau ist der **Agrarraumtyp D** (Intensive Milchviehhaltung) verglichen mit den anderen Typen durch eine sehr intensive Milchviehhaltung geprägt, was sich in den höchsten variablen Kosten pro Hektar für diese Produktionsrichtung widerspiegelt (Median der variablen Kosten für Milchvieh- und Mastbullenhaltung: 1238 Euro/ha) (Abb. 6). Diese sehr intensive Tierproduktion geht mit hohen Viehdichten einher und erfordert große Mengen an Futtermitteln, die sich im höchsten Grünlandanteil aller Typen ausdrücken (Median: 50 %). Aus dieser Form der Tierproduktion ergeben sich sehr hohe Stickstoff- und Phosphatemissionen, die den Boden, das Wasser und die Luft stark beeinträchtigen. Die hohen Stickstoffüberschüsse sowie die hohe Beweidungs- und Mahd-Frequenzen verschlechtern die Lebensraumqualität des Grünlandes. Die Emissionen beeinträchtigen außerdem umliegende Landschaftsstrukturen sehr stark und verschlechtern deren Lebensraumeignung. Daraus ergibt sich ein limitiertes Vermögen wildlebender Arten, sich dort anzusiedeln und regulierende sowie unterstützende Ökosystemleistungen zu erbringen. Jedoch sind die Einschränkungen weniger stark als im Agrarraumtyp C. Der Ackerbau spielt eine untergeordnete Rolle. Der Agrarraumtyp D hat zwei Verbreitungsschwerpunkte: im Nordwesten und im Süden Deutschlands. Der Typ tritt außerdem am Niederrhein und im Bergischen Land auf (s. Abb. 2).

Der **Agrarraumtyp E** (Mosaik landwirtschaftlicher Nutzungen) ist durch überdurchschnittliche Grünlandanteile im Mosaik mit Wald- und Ackerflächen geprägt (Abb. 6). Diese Gebiete zeigen die im bundesweiten Vergleich strukturreichsten Landschaften. Sie sind durch die höchste Vielfalt an Landbedeckungstypen, die höchste Grenzliniendichte und die kleinsten Feldblöcke gekennzeichnet. Die strukturreichen Landschaften bieten ein großes Potential für wildlebende Arten des Offenlandes mit verschiedenen Lebensraumansprüchen. Das Grünland wird etwas überdurchschnittlich intensiv zur Milchvieh- und Mastbullenhaltung genutzt. Daraus ergeben sich auch hier Einschränkungen der Lebensraumeignung für wildlebende Tier- und Pflanzenarten und der Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Im Zusammenhang mit der höchsten Strukturvielfalt der Landschaften sind diese Einschränkungen jedoch geringer ausgeprägt als im Typ D. Der Agrarraumtyp E befindet sich vor allem in der südlichen Hälfte Deutschlands (s. Abb. 2).

Im Unterschied zu den agrarisch dominierten Typen ist der **Agrarraumtyp F** (Ackerbau/Wald-Mosaik) durch den höchsten Waldanteil, jedoch auch durch die geringsten Rand- und Saumstrukturen sowie eine relativ geringe Vielfalt an Landbedeckungstypen geprägt (Abb. 6). Ackerbau und Grünlandnutzung sind nur sehr untergeordnet von Bedeutung, mit mäßig intensivem Ackerbau und Tierhaltung. Diese walddominierten Gebiete mit mittlerer Nutzungsintensität weisen ein anderes Artenspektrum als die agrarisch dominierten Typen auf. Sie bieten vor allem geeignete Lebensräume für Ökotonarten, die im Übergangsbereich vom Wald zum Offenland leben, wie z. B. Fledermäuse, die eine wichtige Rolle für die biologische Schädlingsregulierung in der Landwirtschaft spielen können. Die Erhaltung und Förderung von Ökotonarten hängt daher nicht nur von Agrarumweltmaßnahmen, sondern auch von waldspezifischen Maßnahmen in der Waldrandzone und innerhalb des Waldes ab. Arten offener Lebensräume finden in diesem Agrarraumtyp weniger geeignete Habitate. Der Agrarraumtyp F kommt bundesweit gestreut vor, oft in Nachbarschaft mit den Typen A und E (s. Abb. 2).

Abbildung 6: Eigenschaften weiterer Agrarraumtypen



Anmerkung: Die Rauten zeigen den clusterspezifischen Medianwert einer Variablen, die horizontalen Balken zeigen die Standardabweichung. Die gestrichelte, vertikale Linie stellt den bundesweiten Mittelwert dar. Zur räumlichen Verteilung s. Abb. 2).

Quelle: Eigene Darstellung

Der **Agrarraumtyp H** (Landwirtschaft-/Siedlungsmosaik) unterscheidet sich ebenfalls stark von den landwirtschaftlich geprägten Typen. Er ist vor allem durch Siedlungen, einen z.T. hohen Flächenanteil an Sonderkulturen mit intensivster Nutzung und eine sehr hohe Vielfalt an Landbedeckung gekennzeichnet (Abb. 6). Die Gebiete sind durch relativ kleine Feldblöcke gekennzeichnet. Sonderkulturen wie Obst, Wein und Gartenbaukulturen können insbesondere spezialisierten Tier- und Pflanzenarten geeignete Lebensräume bieten. Allerdings gehen die vermarkteten Sonderkulturen wie Obst und Wein häufig mit einem hohen Einsatz an synthetischen Düngern und Pestiziden einher und sind durch einen relativ hohen Grad der Mechanisierung gekennzeichnet, welches die Artenvielfalt und damit assoziierte Ökosystemleistungen (insbesondere Bestäubung und Schädlingsregulierung) stark beeinträchtigt. Der Agrarraumtyp H tritt gestreut vor allem im Westen und Südwesten Deutschlands auf (s. Abb. 2).

3.2 Agrarökologie und verwandte Ansätze

3.2.1 Überblick über die Bewirtschaftungsansätze

Um relevante Transformationspfade zu diskutieren, wurden Bewirtschaftungsansätze ausgewählt, die sich auf die grundlegenden Zusammenhänge zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Biodiversität in den Agrarräumen beziehen (s. Kap. 3.1). Sie umfassen neben der Agrarökologie auch eine diversifizierte Landwirtschaft, die ökologische Intensivierung, Digitalisierung, flächengebundene Tierproduktion, extensive Grünlandbewirtschaftung und „High Nature Value“ (HNV)-Landbewirtschaftung. Diese Bewirtschaftungsansätze werden nachfolgend kurz erläutert.

Grundlegende Innovationsansätze, mit denen die Agrarökologie die Artenvielfalt fördert, umfassen einen diversifizierten Anbau, effizienten Einsatz von Ressourcen, das Recycling und Synergieeffekte (FAO 2018; HLPE 2019; Wezel et al. 2020). Synthetische Düngemittel und chemische Pestizide kommen nicht zum Einsatz. Eng mit der Diversität verbunden spielt zudem die Resilienz gegenüber Störungen (z. B. Wetterextreme oder Schädlingsbefall) eine wesentliche Rolle in der Agrarökologie. Das Wissen um diese Zusammenhänge, das in demokratischen, partizipativen Prozessen geschaffen und weiter ausgebaut wird (z. B. lokalspezifisches Erzeugerwissen über Biodiversität) ist eine wesentliche Grundlage dafür, agrarökologische Lösungen zu entwickeln, die die Biodiversität effektiv fördern können. Als normative Aspekte hebt die Agrarökologie menschliche Werte (z. B. Würde, Gerechtigkeit und menschenwürdige Arbeitsplätze) sowie Kultur- und Ernährungstraditionen hervor. Eine verantwortungsvolle politische Steuerung und stärkere Vernetzung von Erzeuger*innen und Verbraucher*innen durch lokale und regionale Wirtschaftsentwicklung sind wesentliche Hebel, mit denen die Agrarökologie transformative Prozesse zur nachhaltigen, biodiversitätsorientierten Umgestaltung von Agrarlandschaften und Ernährungssystemen unterstützt. Diese eng miteinander verknüpften Aspekte eignen sich gut, um Einstiegspunkte für eine transformative Umgestaltung zu erörtern und die Umstellungsprozesse konkret zu planen, umzusetzen und zu evaluieren (Barrios et al. 2020).

Unter den verwandten Bewirtschaftungsansätzen spielt die diversifizierte Landwirtschaft innerhalb der Anbauflächen eine wichtige Rolle. Sie ist im Wesentlichen durch den Anbau unterschiedlicher Kulturen und Sorten in Raum und Zeit gekennzeichnet und umfasst unter anderem Fruchtfolgen, Zwischenfruchtanbau, Mischkulturen und Agroforstsysteme (Beillouin et al. 2021). Diese Art der Anbaudiversifizierung kann die Biodiversität erhöhen, ohne den Ertrag zu beeinträchtigen (Tamburini et al. 2020) oder sogar die landwirtschaftliche Produktion steigern (Beillouin et al. 2021).

Demgegenüber richtet sich die ökologische Intensivierung vor allem auf das Management wildlebender Arten aus, die regulierende und unterstützende Ökosystemleistungen erbringen, und die Optimierung des Nährstoffmanagements (Bommarco et al. 2013; Kleijn et al. 2019). Hier ist das Ziel, ökologische Prozesse wie die Bestäubung und Räuber–Beute–Beziehungen in der Landwirtschaft gezielt zu integrieren, den integrierten Pflanzenschutz zu stärken und die Nährstoffeffizienz (v.a. Stickstoffeffizienz) zu verbessern. Dadurch können der

Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln verringert, Erträge gesteigert und die Agrarlandschaften dem Biodiversitätsschutz und den Ansprüchen an die Produktion gesunder Lebensmittel gerecht werden. Die ökologische Intensivierung setzt auf permanente Hecken, Feldraine und Gehölzstreifen mit blühenden Pflanzen, eine hohe Kulturartendiversität und bodenschonende Bewirtschaftungsformen. Damit entstehen Nahrungs-, Vermehrungs- und Rückzugshabitate, die die Vielfalt wildlebender Arten fördern. Zudem können sich degradierte Böden erholen und Habitate für edaphische Organismen bieten. So wird die Erbringung regulierender und unterstützender Ökosystemleistungen gefördert. Empirische Evidenz und Modellstudien zeigen, dass eine Mindestausstattung mit 20 % (halb-)natürlicher Lebensräume wie Hecken, Feldraine und Gehölzstreifen auf Feld-, Hof- und Landschaftsebene notwendig ist, um die Biodiversität auf den Weg der Erholung zu bringen (Tscharntke et al. 2012; Garibaldi et al. 2021).

Die Digitalisierung bietet weiteres Potential, die Effizienz und Präzision der eingesetzten Ressourcen wie Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel zu optimieren und gleichzeitig die biologische Vielfalt zu fördern (z. B. Präzisionslandwirtschaft unter Verwendung von Informationstechnologie, Sensoren und Geoinformationssystemen; Basso et al. 2020; Daum et al. 2021). Das ist besonders dann der Fall, wenn sie im Sinne agrarökologischer Prinzipien wie demokratischer Wissens-, Steuerungs- und Transferansätze ausgestaltet wird (HLPE 2019). Kollektiv genutzte, integrative Infrastrukturen und Dienstleistungen können den Einsatz digitaler Technologien besonders fördern (Neethirajan und Kemp 2021).

Im Gegensatz zum Ackerbau bietet in der intensiven Tierhaltung die flächengebundene Tierproduktion einen wirksamen Hebel, die Artenvielfalt und Ökosystemleistungen zu fördern. Zulässige Tierbesatzdichten, die eine Reduktion der aktuellen hohen Intensität der Tierproduktion mit sich bringen, sind dabei an Standortbedingungen angepasst und mit Arten-, Klima- und anderen Umweltzielen abgestimmt. So lassen sich gezielt Nährstoffüberschüsse vermeiden und regionale Nährstoffkreisläufe schließen und damit Umwelteinträge vermindern und Ressourcen effizienter nutzen.

Im Unterschied zur reduzierten Nutzungsintensität und Erhöhung der Lebensraumvielfalt in intensiv genutzten Agrarräumen spielt in Gebieten mit extensiver Grünlandnutzung die Sicherung dieser Nutzung auf geringem Niveau eine wichtige Rolle. Die Aufrechterhaltung der extensiven Grünlandbewirtschaftung (d. h. Weidehaltung und Wiesennutzung) dient dazu, der zunehmenden Unternutzung, teilweisen Nutzungsaufgabe und damit einhergehenden Wiederbewaldung des Grünlands entgegenzuwirken. Dazu werden standortangepasste Mindestbesatzdichten definiert. In der extensiven Grünlandnutzung werden keine synthetischen Düngemittel eingesetzt und die standortangepasste Bewirtschaftung kann eine Vielzahl an Grünlandtypen mit charakteristischen Vegetationsgesellschaften fördern.

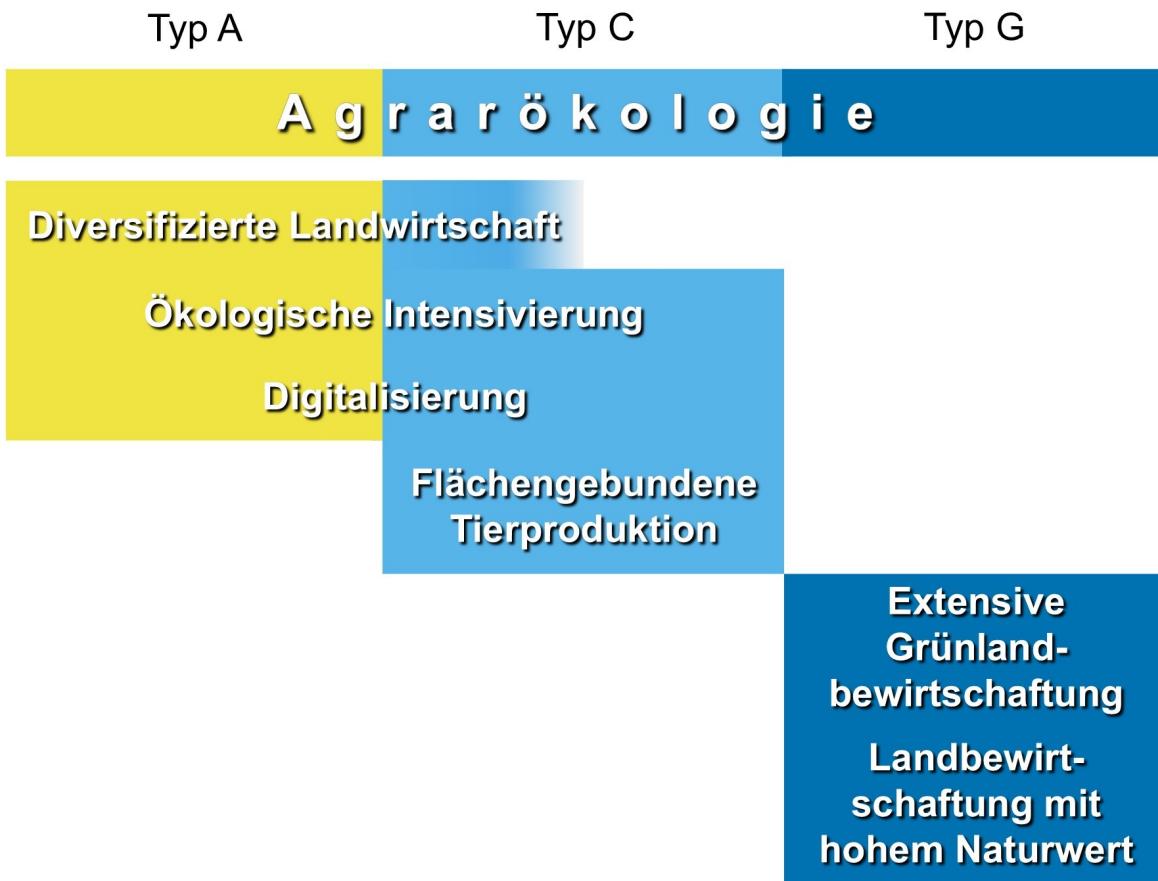
Eine Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert („High Nature Value (HNV) farming“) ist multifunktional auf produktive, ökologische und sozio-kulturelle Funktionen ausgerichtet (Lomba et al. 2020). Die HNV-Landbewirtschaftung setzt Maschinen schonend ein (z. B. Verwendung tierschonender Mähgeräte und leichter Maschinen mit geringer Bodenverdichtung), passt die Nutzungsintensität graduell an das Landschaftsmosaik an (z. B. Grünlandflächen mit unterschiedlicher Mahdhäufigkeit) und lässt Rückzugsräume für wildlebende Tiere und Pflanzen bei der Mahd oder Ernte bestehen. Gemeinsame soziale Werte und ökologische Bestrebungen sind Schlüsselfaktoren, die die Erzeuger*innen und Verbraucher*innen lokal bis überregional verbinden und die Identifikation der Bevölkerung mit der Kulturlandschaft fördern. Zudem helfen gut etablierte Akteursnetzwerke und partizipative Entscheidungsprozesse, verschiedene Sektoren (z. B. Tourismus, Landwirtschaft und Naturschutz) stärker zu integrieren.

3.2.2 Agrarraumspezifischer Zuschnitt der Bewirtschaftungsansätze

Die oben beschriebenen Bewirtschaftungsansätze wurden kontextspezifisch unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Ursache-Wirkungsbeziehungen auf die Agrarräume zugeschnitten. Exemplarisch werden die

agrarraumspezifischen Ansätze für die Agrarraumtypen A, C und G, die einen hohen Transformationsbedarf aufweisen, in den Vordergrund gestellt und im Folgenden ausführlicher beschrieben (Abb. 7).

Abbildung 7: Agrarraumspezifische Bündel von Agrarökologie und verwandten Bewirtschaftungsansätzen zur Förderung von Biodiversität in ausgewählten Agrarraumtypen.



Quelle: Eigene Darstellung

Im großflächigen, hoch-intensiven Ackerbau des Agrarraumtyps A trägt die Agrarökologie durch eine nachhaltige Ressourcennutzung, die auf synthetische Dünger und chemische Pestizide verzichtet, wesentlich zur Verminderung der Belastungen auf die Artenvielfalt bei (Abb. 7). Die Produktivität und Profitabilität können trotz reduziertem Pestizideinsatz oft erhalten werden (Lechenet et al. 2017). Als Alternative zu chemischen Pestiziden wird die biologische Schädlings- und Krankheitsregulierung vor allem dann begünstigt, wenn die komplexen Interaktionen und Synergien zwischen Ackerkulturen und wildlebenden Arten effektiv genutzt werden. Weiterhin kommt der diversifizierten Landwirtschaft im Agrarraumtyp A eine große Bedeutung zu (Abb. 7). Zum Beispiel erhöhen regional angepasste, weite Fruchfolgen nicht nur die Artenvielfalt, sondern tragen auch zu vermindertem Schädlingsdruck bei und begünstigen eine hohe Bodenfruchtbarkeit (McDaniel et al. 2014; Altieri et al. 2024). So kann der Bedarf an synthetischen Düngern und chemischen Pflanzenschutzmitteln deutlich reduziert werden. Diese Bewirtschaftungsansätze sind auch auf den intensiv genutzten Ackerflächen der Agrarraumtypen B und C besonders förderlich für die Biodiversität und der mit ihr assoziierten Ökosystemleistungen.

Die ökologische Intensivierung im hoch-intensiven Ackerbau des Agrarraumtyps A kann gezielt am Lebensraumpotential der (halb-)natürlichen Landschaftselemente ansetzen. Diese Landschaftselemente (z. B.

Hecken, Feldgehölze, Baumreihen oder Gebüsche) bieten beispielsweise bestäubenden Insekten und natürlichen Schädlingsfeinden Nahrungs-, Nist- und Rückzugsräume (Pywell et al. 2015). Damit ergeben sich Synergien zu den positiven Effekten der diversifizierten Landwirtschaft, die den Bedarf an chemischen Pflanzenschutzmitteln weiter senken, während sie Erträge und Einkommen steigern können (Gurr et al. 2016).

Des Weiteren lassen sich durch Digitalisierung (Abb. 7) Saatgut, Dünger und Pestizide effizienter einsetzen (HLPE 2019). Demokratische Formen der Erhebung, Verwaltung und Überführung von Daten und Wissen sind dabei wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung. Zusammen mit der diversifizierten Landwirtschaft kann damit der aktuell sehr hohe Bedarf an synthetischen Düngern und chemischen Pflanzenschutzmitteln im Agrarraumtyp A reduziert und die Belastungen auf die Artenvielfalt verringert werden. Aufgrund der hohen Kosten, die mit der Digitalisierung einhergehen, sind diese Technologien vor allem in Betrieben mit großen Ackerbauflächen, wie sie vornehmlich im Agrarraumtyp A vertreten sind, rasch umsetzbar. Auch die intensiv genutzten Ackerflächen der Agrarraumtypen B und C können mit den Ansätzen der ökologischen Intensivierung und Digitalisierung biodiversitätsorientiert umgestaltet werden.

Neben dem Ackerbau bietet die Digitalisierung in der intensiven Schweine- und Geflügelhaltung im Agrarraumtyp C (Abb. 7) innovatives Potential. So kann beispielsweise der Gesundheitszustand der Tiere besser überwacht werden, und somit Krankheiten früher erkannt und der Antibiotikaeneinsatz reduziert werden (Neethirajan 2017). Außerdem bietet eine stärker flächengebundene Tierproduktion im Agrarraumtyp C einen wirksamen Hebel, um Nährstoffüberschüsse zu vermeiden und regionale Nährstoffkreisläufe zu schließen (Abb. 7). So lassen sich die derzeit hohen Nährstoffeinträge in die Umwelt gezielt vermindern und Ressourcen effizienter nutzen. Diese Bewirtschaftungsansätze lassen sich auch auf die intensive Milchvieh- und Mastbullenhaltung in den Agrarraumtypen D und E übertragen. Sie können dort insbesondere den Nutzungsdruck auf das Grünland reduzieren.

Im Gegensatz zu den intensiv genutzten Agrarraumtypen steht im Agrarraumtyp G die Fortführung der extensiven Grünlandbewirtschaftung im Vordergrund (Abb. 7). Auf Basis von standortangepassten Bestands- und Besatzobergrenzen (z. B. auf Grundlage der verfügbaren Biomasse) und Weidemanagement (u. A. Beweidungsdauer, Tierarten) verhindert die extensive Beweidung die Verbuschung, die sich durch eine Unternutzung einstellen kann. Die Kombination mit einer agrarökologischen Bewirtschaftung, die auf synthetische Düngemittel und Herbicide verzichtet, wirkt fördernd auf Pflanzengesellschaften (z. B. größere Vielfalt an charakteristischen Arten) und den Nährstoffhaushalt der Böden. Dies trägt dazu bei, die oft hohe Biodiversität (z. B. seltene und spezialisierte Arten) und die mit ihr assoziierten Ökosystemleistungen (z. B. abwechslungsreiches Landschaftsbild mit Erholungswert) im Agrarraumtyp G aufrechtzuerhalten. Eine Voraussetzung dafür ist es, dass die bewirtschaftenden Betriebe ein hinreichendes Einkommen erwirtschaften können (z. B. über den Markt oder einkommenswirksame Fördermaßnahmen).

Eine Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert („High Nature Value (HNV) farming“) erweitert das transformative Spektrum in den extensiv bewirtschafteten Gebieten des Agrarraumtyps G (Abb. 7). Sie fördert die Artenvielfalt auf den Nutzflächen durch schonenden Maschineneinsatz (z. B. tierschonende Mähdrescher, leichte Maschinen mit geringer Bodenverdichtung), eine graduelle, an das Landschaftsmosaik angepasste Nutzungsintensität (z. B. Mosaikmahd) und das Belassen von Rückzugsräumen für wildlebende Tiere und Pflanzen bei der Mahd oder Ernte. Regionale Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeit (z. B. basierend auf HNV-Siegel) können zu einer Stabilisierung bzw. Steigerung des Einkommens landwirtschaftlicher Betriebe beitragen.

Die Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert („High Nature Value (HNV) farming“) wirkt auch in den walddominierten Gebieten des Agrarraumtyps F biodiversitätsfördernd. Hier können insbesondere die Waldränder als ökologisch sensible Bereiche naturschonend bewirtschaftet und durch die Integration von Landschaftselementen strukturell aufgewertet werden. Zudem kann eine agrarökologische Bewirtschaftung die Belastungen der Artenvielfalt auf Acker- und Grünlandflächen effektiv mindern. Dies gilt in hohem Maße auch

für die intensiv genutzten Sonderkulturen des Agrarraumtyps H. Die Schaffung neuer Rand- und Saumstrukturen, entlang derer Hecken, Gehölzstreifen und andere (halb-)natürliche Landschaftselemente angelegt werden, kann diese positiven Effekte weiter stärken.

3.3 Transformative Zielbilder

3.3.1 Diskussion und Erarbeitung von Zielbildern für ausgewählte Agrarraumtypen in einem Workshop

Die Zielbilder des Agrarraumtyps A und Agrarraumtyps C wurden mit Expert*innen im Rahmen eines Expert*innen-Workshops diskutiert. Der Workshop fand am 19.01.2023 als dreistündige Online-Veranstaltung statt. Bei den Teilnehmenden handelte es sich um zwölf Expert*Innen aus dem Agrar-Umwelt-Bereich. Die Diskussion mit den Expert*innen erfolgte entlang der beiden Leitfragen (1) Geben die Zielbilder den angestrebten Zustand im Jahr 2030 plausibel wieder? und (2) Wie können die Zielbilder ergänzt werden? Dazu wurden den Teilnehmenden im Vorfeld die ausgearbeiteten Steckbriefe der beiden ausgewählten Agrarraumtypen zur Verfügung gestellt (s. Kap. 3.1.2 und 3.1.3). Im Rahmen des Workshops wurde zudem die Methodik zur Entwicklung transformativer Zielbilder (s. Kap. 2) diskutiert.

Bezogen auf die beiden ausgewählten Agrarraumtypen ergaben die Diskussionen, dass die im Workshop vorgestellten Zielbilder den angestrebten Zustand von Biodiversität und Ökosystemleistungen im Jahr 2030 plausibel wiedergeben. Nach Ansicht der Expert*innen unterstützen die Zielbilder die biodiversitätsorientierte Umgestaltung von Agrarsystemen und Agrarlandschaften. Im Agrarraumtyp A wurde das Potential von Maßnahmen, die zu einer Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit (z. B. weite Fruchtfolgen und Brachen) und einem verbesserten Erosionsschutz beitragen, als besonders hoch eingeschätzt. Auch Maßnahmen, die die Wasserhaltefähigkeit der Böden erhöhen (z. B. Einschränkung maschineller Bodenbearbeitung), wurden als wichtig erachtet, da diese einen hohen Rückhalt und mehr Akzeptanz in der landwirtschaftlichen Praxis finden würden. Auf schwächeren Böden könnte insbesondere die Segetalflora durch Maßnahmen wie Randstreifen, Verzicht auf Herbizid-Maßnahmen, doppelter Reihenabstand bei Getreide sowie Brachen gefördert werden. Im Agrarraumtyp C wurde die Wichtigkeit der Reduktion von Viehdichten bekräftigt. Durch die Verringerung der Tierdichten könnten Nährstoffkreisläufe besser geschlossen und Stickstoffauswaschungen insgesamt reduziert werden. Es wurde jedoch hervorgehoben, dass eine flächengebundene Tierhaltung bis 2030 nur schwer zu erreichen sei, da seitens der Betriebe zum einen eine hohe Einkommensabhängigkeit von der industriellen Veredlung und zum anderen ein Mangel an verfügbaren Alternativen bestehe.

In der Diskussion der zweiten Leitfrage wurde bezogen auf den Agrarraumtyp A angeregt, die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit in dem Zielbild stärker zu betonen. Zudem sollte zukünftig angestrebt werden, die Tierhaltung in diese spezialisierte Ackerbauregion stärker zu integrieren. Durch Mischbetriebe, die Ackerbau und Tierhaltung kombinieren, könnten in diesem Agrarraumtyp Nährstoffkreisläufe besser geschlossen werden. In der Diskussion wurde ergänzend erwähnt, dass im Agrarraumtyp C die Wiederherstellung und Wiedervernässung von Mooren die Arten- und Lebensraumvielfalt erhöhen und zudem Synergien mit dem Klimaschutz entstehen könnten.

Basierend auf den Ergebnissen der Workshop-Diskussion wurden die Zielbilder der Agrarraumtypen A und C durch das Projektteam angepasst (s. Kap. 3.3.2 und 3.3.3).

3.3.2 Zielbild Agrarraumtyp A: Strukturreiche Landschaft und angepasster Marktfruchtanbau

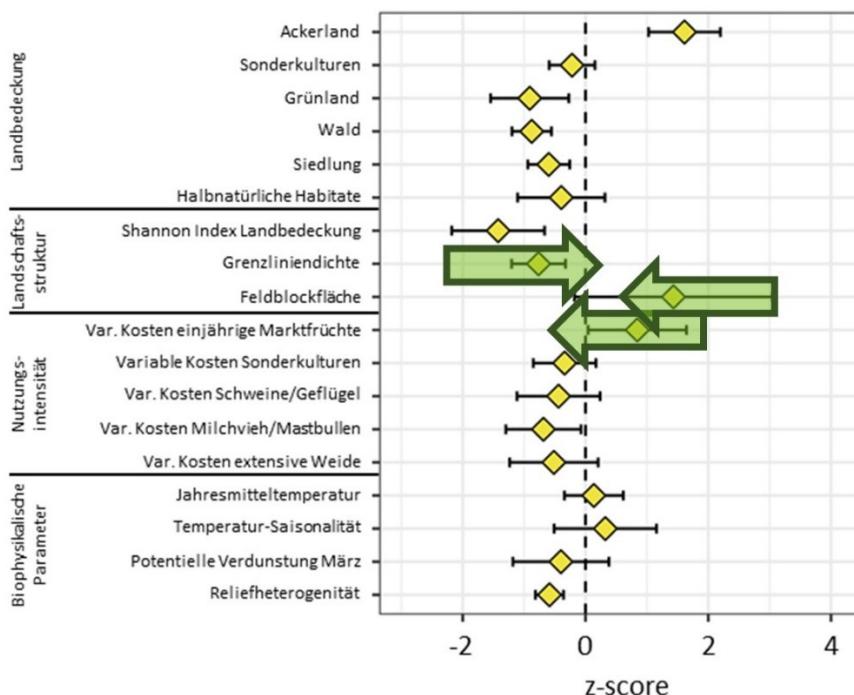
Im Jahr 2030 sind diese aktuell strukturarmen und ackerbaulich sehr intensiv genutzten Gebiete durch vielfältige Lebensräume gekennzeichnet, die zahlreichen wildlebenden Arten Nahrungs-, Vermehrungs- und Rückzugshabitate bieten (Abb. 8). Gleichzeitig werden die Ackerflächen mäßig intensiv bewirtschaftet und das Restgrünland ist ökologisch aufgewertet.

Die Agrarlandschaft ist reich an Lebensräumen bestehend aus diversen Landschaftselementen wie Hecken, Felddrainen, Säumen, Feldgehölzen und Kleingewässern. Diese sind als langjährige Strukturelemente angelegt. Die ehemals sehr großen Schläge wurden verkleinert und bieten damit zahlreiche Rand- und Saumstrukturen. Noch bestehende Strukturelemente wurden erhalten und ökologisch aufgewertet. Die Landschaftselemente bieten wertvolle Lebensräume für eine Reihe von wildlebenden Arten, die in den ackerbaulich geprägten Räumen wesentliche regulierende und unterstützende Ökosystemleistungen erbringen. Dazu gehören Nützlinge, die u. a. zur Bestäubung von Kultur- und wildlebenden Pflanzen (z. B. Wildbienen), zur biologischen Schädlingsbekämpfung (z. B. Laufkäfer) und zur Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit (z. B. Regenwürmer) beitragen. Weiterhin unterstützt die Vielfalt an Landschaftselementen die bessere Vernetzung von Lebensräumen (z. B. als Trittssteine und Korridore) und trägt wesentlich zur Reduzierung von Bodenerosion bei.

Der dominierende Marktfruchtanbau weist eine mittlere Nutzungsintensität auf, da synthetische Dünger und chemische Pflanzenschutzmittel nur begrenzt eingesetzt werden. Der Anteil an Mischbetrieben, die Ackerbau und Tierhaltung kombinieren, wurde erhöht und dadurch betriebliche Nährstoffkreisläufe besser geschlossen. Der vermehrte Einsatz organischer Dünger wie Stallmist und Rindergülle führt zu einer Einsparung an Mineraldüngern. Durch die konsequente Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes wurden besonders gefährliche Pestizide durch weniger kritische Wirkstoffe oder alternative, nicht-chemische Pflanzenschutzverfahren ersetzt. Durch die Kombination mit technischen Innovationen im Zuge der Digitalisierung (z. B. Sensorik, Robotik) werden agrochemische Erzeugnisse nur noch minimal genutzt und Anbausysteme diversifiziert. Damit konnte der Rückgang charakteristischer Arten (z. B. Agrarvögel, Insekten, Bodenorganismen) aufgehalten und teilweise umgekehrt werden. Gleichzeitig werden sensible Lebensräume außerhalb von Agrarlandschaften wie beispielsweise Naturschutzgebiete und die dort lebenden Arten wirksam(er) vor Pestizid- und Nährstoffeinträgen geschützt. Angepasste, weite Fruchteffekte fördern die Regulierung von Schädlingen und tragen durch Vorfruchteffekte zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und damit zu verminderter Düngergaben bei. Langfristig soll der Einsatz synthetischer Dünger (insbesondere von Stickstoff) und chemischer Pflanzenschutzmittel auf Ausnahmefälle beschränkt werden. Das Anlegen ein/mehrjähriger Blühstreifen und -flächen sowie Brachen und die Einschränkung maschineller Bodenbearbeitung unterstützen diese positiven Effekte auf die Artenvielfalt. Die reduzierte Bodenbearbeitung trägt zu einem verbesserten Schutz vor Erosion bei und erhöht die Wasserhaltefähigkeit des Bodens.

Abbildung 8:

Veranschaulichung der wesentlichen Entwicklungspfade (dargestellt durch die Richtung der Pfeile) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp A: Strukturreiche Landschaft und angepasster Marktfruchtanbau.



Quelle: Eigene Darstellung

3.3.3 Zielbild Agrarraumtyp C: Flächengebundene Tierproduktion und angepasster Marktfruchtanbau

Im Jahr 2030 sind die Bestandsgrößen und Tierzahlen in den derzeit sehr intensiven Tierhaltungsregionen reduziert, weitestgehend an die Fläche des Pflanzenbaus gebunden und regional gleichmäßiger verteilt (Abb. 9). Nährstoffüberschüsse sind minimiert. Im Ackerbau und Grünland werden synthetische Dünger und chemische Pflanzenschutzmittel nur eingeschränkt eingesetzt. Die Agrarlandschaft ist reich an Structurelementen.

Die artgerechte, regional angepasste Haltung von Schweinen und anderen Nutztieren verbessert das Tierwohl und die Tiergesundheit. Nährstoffkreisläufe sind regional geschlossen und zulässige Tierbesatzdichten werden von Artenschutz-, Klima- und anderen Umweltzielen abgeleitet. Dadurch werden Nährstoffüberschüsse vermieden und es wird nur so viel Wirtschaftsdünger produziert, wie pflanzenbaulich effizient verwertet werden kann. Der anfallende Wirtschaftsdünger wird effizient verteilt, so dass die Nährstoffe gut recycelt und regionale Überschüsse vermieden werden. Die damit wirksam begrenzten Nährstoffeinträge, insbesondere von Stickstoff, in Gewässer, Böden und die Luft fördern die Lebensraumeignung für viele Tier- und Pflanzenarten (z. B. Insekten, Agrarvögel). In der Nutztierhaltung werden biozidfreie Methoden zur Kontrolle von krankheitsübertragenden Insekten, Nagetieren und anderen Schädlingen dem Einsatz von Bioziden vorgezogen. Damit sind Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen weniger Giften ausgesetzt und reichern weniger Schadstoffe über die Nahrungsnetze an.

Die positiven Effekte der technisch optimierten und tiergerechten Nutztierhaltung werden durch eine pflanzenbetonte Ernährung, die auf einen ausgewogenen Konsum von tierischen Lebensmitteln setzt, unterstützt. Tierische Produkte wie Milch, Fleisch und Eier werden nur noch in begrenztem Maße durch Verbraucher*innen nachgefragt und eine hohe Qualität wird vorausgesetzt. Die Flächenbindung der Tierhaltung

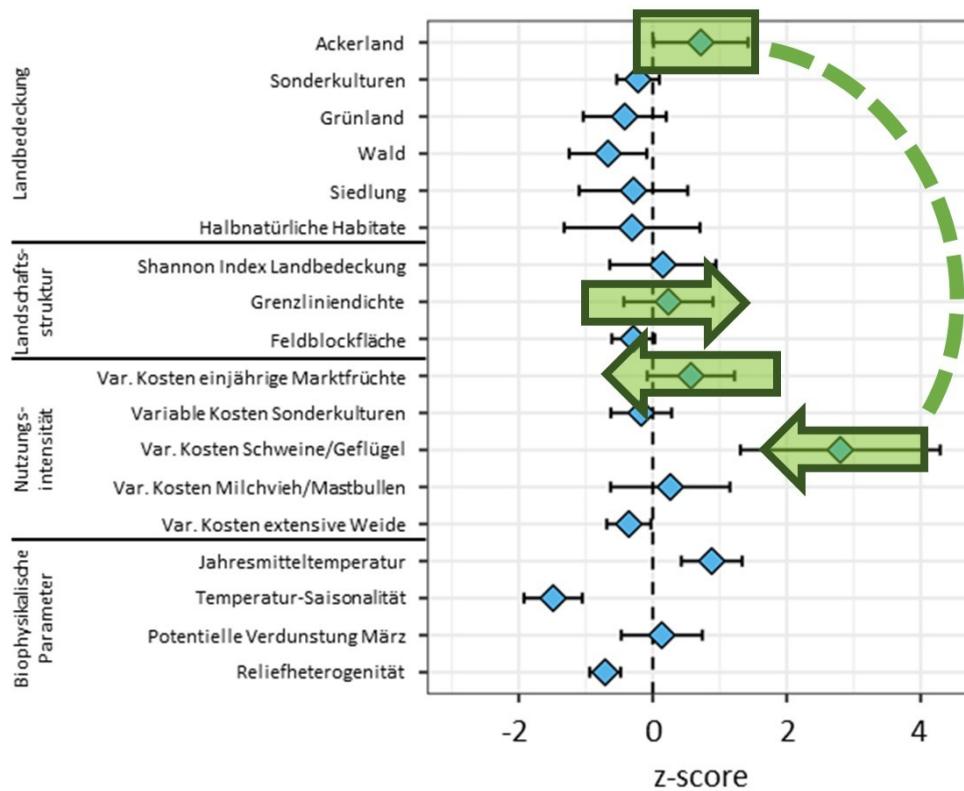
hat zur Folge, dass weniger Futtermittel importiert und damit weniger Flächen in anderen Ländern beansprucht werden.

Die Wiederherstellung und Wiedervernässung von Mooren schafft Lebensraum für viele seltene und spezialisierte Tier- und Pflanzenarten und unterstützt die Ziele des Klimaschutzes. Ökonomisch tragfähige Konzepte für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Moorböden wurden entwickelt und umgesetzt.

Im Ackerbau ist das Produktionsniveau regional angepasst. Insbesondere werden synthetische Dünger und chemische Pflanzenschutzmittel nur beschränkt eingesetzt und alternative Methoden zur Schädlingsregulierung genutzt (z. B. integrierter Pflanzenschutz). Die biodiversitätsorientierte Bewirtschaftung sowohl von Acker- als auch Grünland schafft wesentliche Voraussetzungen dafür, ökologische Prozesse in der Agrarlandschaft zu fördern.

Zusätzlich werten vielfältige Landschaftselemente wie Hecken, Felddraine, Säume, Feldgehölze und Kleinstgewässer die Agrarlandschaft ökologisch auf. In neu entstehenden und ökologisch aufgewerteten Nahrungs-, Vermehrungs- und Rückzugshabitate siedeln sich diverse Tier- und Pflanzenarten wieder an. Sie können sowohl regulierende als auch unterstützende Ökosystemleistungen erbringen.

Abbildung 9: Veranschaulichung der wesentlichen Entwicklungspfade (dargestellt durch die Richtung der Pfeile) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp C: Flächengebundene Tierproduktion und angepasster Marktfruchtanbau.



Anmerkung: Die gestrichelte Linie veranschaulicht die Notwendigkeit der flächengebundenen Tierhaltung.

Quelle: Eigene Darstellung

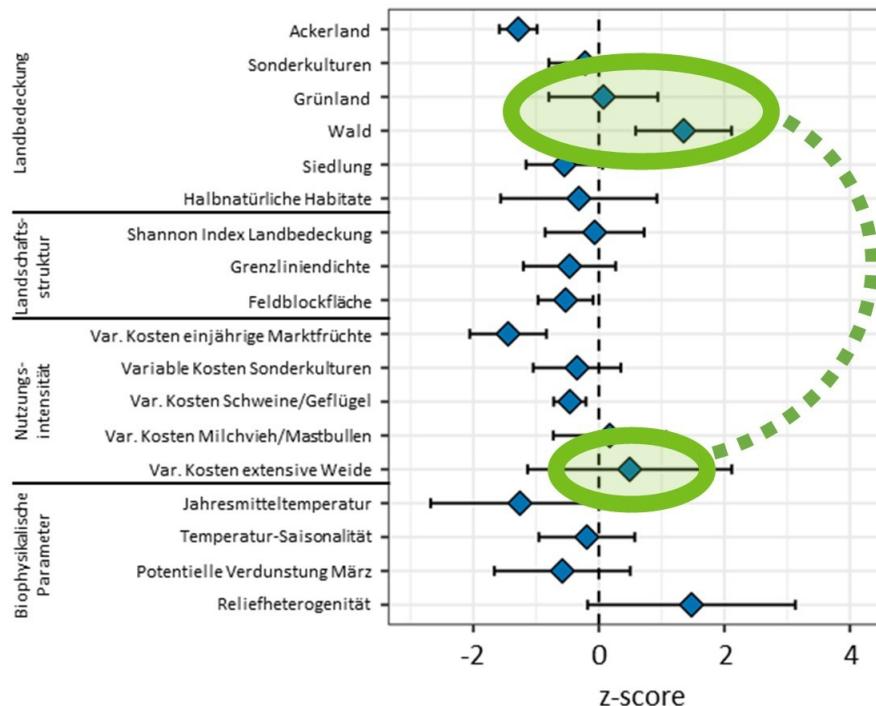
3.3.4 Zielbild Agrarraumtyp G: Standortangepasste und wirtschaftliche Grünlandnutzung

Im Jahr 2030 ist eine nachhaltige, flächendeckende, standortangepasste und wirtschaftliche Nutzung des Grünlandes in den Mittelgebirgsregionen und Alpen sichergestellt (Abb. 10). Die extensive grünlandbasierte Weideviehhaltung von Rauhfutterfressern ist sowohl rentabel als auch biodiversitätsfördernd. Der Tierbestandsrückgang und die damit einhergehende Unternutzung bis hin zur Nutzungsaufgabe und nachfolgenden Wiederbewaldung ist gestoppt. Die Vielfalt und die Multifunktionalität des Grünlands sind sichergestellt und werden weiterentwickelt. Die Bestände vieler seltener und bedrohter Grünlandarten sind erhalten und weisen positive Populationstrends auf.

Die standortangepasste Weidehaltung von Rauhfutterfressern und die extensive Wiesenbewirtschaftung für die Milch- und Fleischerzeugung erhalten eine hohe Vielfalt an Grünlandtypen mit jeweils spezifischen Pflanzengesellschaften (z. B. Rotschwingel–Rotstraußgras–Weiden, Goldhafer–Wiesen). Die extensive Weidebewirtschaftung kommt ohne Zugabe von synthetischen Düngemitteln aus. Die Mahdfrequenz der Wiesen ist an die jeweiligen Grünlandtypen angepasst und die Mahdtermine sind zeitlich sowie räumlich gestaffelt. Die Offenhaltung von Steillagen wird durch die Haltung und Zucht regionaltypischer Nutztierrassen gewährleistet. In Lagen mit ausreichend Niederschlag ist die Intensivierung einzelner Grünlandflächen, die für die Milchviehfütterung benötigt werden, mit der Extensivierung von Flächen, die für die Biodiversität besonders wertvoll sind, kombiniert.

Landwirtinnen und Landwirte werden zur Einkommenssicherung und Einkommensstabilisierung für die Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert (HNV) und die damit einhergehende Bereitstellung von Ökosystemleistungen, wie die Kohlenstoffspeicherung, den Erosionsschutz und die Landschaftsästhetik, angemessen und transparent honoriert. Tierbestände werden unter Berücksichtigung eines Mindesttierbesatzes pro Hektar auf dem Grünland gezielt gefördert. Zur Einkommensdiversifizierung wurden betriebliche Verwertungskonzepte für das extensive Grünland in Zusammenarbeit mit regionalen Akteuren wie Landschaftspflegeverbänden gezielt entwickelt. Für die Vermarktung regional erzeugter Produkte für spezielle Marktsegmente wurden spezifische HNV–Siegel entwickelt. Zur Gewährleistung der Erholungsfunktion für den Tourismus sowie der Erhaltung der Biodiversität ist eine intelligente Lenkung von Besucherströmen umgesetzt.

Abbildung 10: Veranschaulichung der wesentlichen Stellschrauben (dargestellt durch die Kreise) zur Erreichung des Zielbilds für Agrarraumtyp G: Standortangepasste und wirtschaftliche Grünlandnutzung.



Anmerkung: Neben der Beibehaltung des Mosaiks aus Grünlandflächen und Wald (keine Zunahme des Waldanteils bzw. Abnahme des Grünlandanteils) ist die Aufrechterhaltung einer extensiven grünlandbasierten Weideviehhaltung von Rauhfutterfressern erforderlich. Die gepunktete Linie zeigt die Notwendigkeit einer Mindestbeweidung auf, d. h. Mindesttierbesatz pro Hektar Grünland.

Quelle: Eigene Darstellung

3.3.5 Weitere Zielbilder

Das Zielbild für den Agrarraumtyp B umfasst einen angepassten Marktfruchtanbau in strukturell aufgewerteten Landschaften. Im Jahr 2030 werden einjährige Marktfrüchte mit nur mittlerer Intensität angebaut, d. h. synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel werden nur noch begrenzt eingesetzt. Besonders problematische und für die Umwelt gefährliche Pestizide wurden durch weniger kritische Wirkstoffe und Alternativen ausgetauscht. Technische Innovationen im Zuge der Digitalisierung, wie Sensorsysteme und Feldrobotik, helfen, den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf ein Minimum zu beschränken. Angepasste, weite Fruchtfolgen regulieren den Schädlingsdruck und fördern durch Vorfruchteffekte die Bodenfruchtbarkeit. Daher hat sich die Notwendigkeit einer synthetischen Düngung und eines chemischen Pflanzenschutzes deutlich reduziert. Ihr Einsatz soll langfristig nur noch in Ausnahmen erfolgen. Wie im Zielbild für den Agrarraumtyp A begünstigen ein/mehrjährige Blühstreifen und -flächen, Brachen und minimierte mechanische Bodenbearbeitung die förderlichen Effekte der verminderten Nutzungsintensität. Zusätzlich ist die Agrarlandschaft mit permanenten Landschaftselementen (z. B. Hecken, Feldgehölze) bestehend aus unterschiedlichen Gehölzarten ausgestattet, wodurch bestehende Rand- und Saumstrukturen weiter aufgewertet wurden. Durch die reduzierte Nutzungsintensität und Aufwertung der Strukturvielfalt wurde verhindert, dass die Populationen von Agrarvögeln, Insekten und anderen charakteristischen Arten der Agrarlandschaft weiter schwinden. Teilweise konnten sich die Population wieder erhöhen und anwachsen.

Demgegenüber ist das **Zielbild für den Agrarraumtyp D** durch eine flächengebundene Tierhaltung geprägt. Die Größe der aktuell höchsten Bestände an Milchkühen und Mastbullern ist im Jahr 2030 stark reduziert, an die verfügbare Fläche gebunden und artgerecht umgestaltet. Die ausgewogene regionale Flächenbindung vermindert die Nutzungsintensität im Grünland sowie Transporte von Futtermitteln und organischem Dünger. Sie trägt zur optimalen Nutzung der Ressourcen bei, indem sie betriebliche Nährstoffkreisläufe weitgehend schließt. Die artgerechte, weidebasierte Haltung fördert die Gesundheit der Tiere und damit einen geringeren Medikamenteneinsatz. So können Medikamentenrückstände aus der Intensivtierhaltung im Wirtschaftsdünger vermieden werden. Krankheitsübertragende Insekten, Nagetiere und andere Schädlinge werden vorwiegend mit biozidfreien Methoden reguliert. So wirken weniger Gifte auf Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen ein und reichern sich weniger in Nahrungsnetzen an. Eine pflanzenorientierte Ernährung fördert eine geringere Nachfrage an tierischen Produkten, mit einer Betonung qualitativ hochwertige Erzeugnisse. Das Grünland ist durch eine geringere Mahdfrequenz und eine zeitliche sowie räumliche Diversifizierung von Mahdterminen gekennzeichnet. Statt einer ganzjährigen Stallhaltung wird vermehrt Weidehaltung praktiziert. Durch die extensivere und standortangepasste Grünlandbewirtschaftung wird die Artenvielfalt gefördert. Breite und extensiv genutzte Rand- und Saumstreifen werten die Lebensraumeignung der vorhandenen Landschaftselemente, wie Hecken, Gehölze und Kleingewässer ökologisch auf. Sie bieten Lebensräume, in denen wildlebende Arten Nahrung finden, nisten und überwintern können und sowohl regulierende als auch unterstützende Ökosystemleistungen erbringen können.

Im **Zielbild für den Agrarraumtyp E**, der durch überdurchschnittliche Grünlandanteile gekennzeichnet ist, stehen ein effizient und mäßig intensiv bewirtschaftetes Grünland, das ein Mosaik mit Wald und Ackerflächen bildet, und eine flächengebundene Tierhaltung in strukturreichen Landschaften im Vordergrund. Die Grünlandbewirtschaftung erfolgt standortangepasst und ist durch eine geringere Mahdfrequenz und geringere Tierbesatzdichte auf Weiden gekennzeichnet. Für die wirksame Begrenzung von Stickstoffüberschüssen ist die Tierhaltung regional an die verfügbare Fläche gebunden. Wirtschaftsdünger wird nur so viel produziert, wie pflanzenbaulich effizient verwertet werden kann. Ein angepasster Umgang mit Nährstoffen, vor allem Stickstoff, in der Acker- und Grünlandnutzung verringert Einträge in Gewässer, Grundwasser und benachbarte Ökosysteme. Die Tiere werden artgerecht gehalten, weniger Arzneimittel eingesetzt und somit Arzneimittelrückstände im Wirtschaftsdünger vermieden. Ergänzend zu den Zielen im Bereich der Tierhaltung, werden synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel im durchschnittlich verbreiteten Ackerbau nur noch begrenzt eingesetzt. Stickstoffbindende Pflanzen werden bevorzugt angebaut, um auf energieintensive Mineraldünger zu verzichten und die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen. Die dadurch deutlich geminderten Belastungen und Nährstoffeinträge ergeben eine gute Lebensraumeignung der Nutzflächen für wildlebende Tier- und Pflanzenarten. Durch eine pflanzenorientierte Ernährung werden weniger tierische Produkte nachgefragt und qualitativ hochwertige Erzeugnisse bevorzugt. Die vielfältige Struktur der Agrarlandschaften, in der wildlebende Tier- und Pflanzenarten gute geeignete Habitate finden, wurde erhalten und durch neu etablierte Hecken, Feldraine und Feldgehölze weiter aufgewertet. Damit können die wildlebenden Arten regulierende und unterstützende Leistungen erbringen.

Das **Zielbild für den Agrarraumtyp F** bezieht sich vor allem auf eine angepasste Grünland- und Ackerbaunutzung und auf die Potentiale des Übergangsbereichs zwischen Landwirtschaft und Waldökosystemen. Die wenigen Grünland- und Ackerbauflächen werden wenig intensiv oder extensiv bewirtschaftet. Wie in den vorher beschriebenen Zielbildern wird weitestgehend auf synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel verzichtet, die wendende Bodenbearbeitung stark eingeschränkt und weite Fruchtfolgen genutzt. Grünland- und Ackerbauflächen werden durch vielfältige Landschaftselemente wie Feldraine und Feldgehölze entlang von Saum- und Randstreifen begrenzt, um wildlebenden Arten geeignete Nahrungs-, Vermehrungs- und Überwinterungshabitate zu bieten. Gleichzeitig wurden reich strukturierte, stufig aufgebaute Waldränder mit einer breiten Übergangszone zwischen Offenland und Wald geschaffen, die die Vernetzung von Lebensräumen verbessern und als Pufferzone gegen Nährstoffeinträge fungieren. Diese Randstrukturen fördern vor allem

Ökotonarten, die im Übergangsbereich von Wald zum Offenland leben (z. B. Fledermäuse) und sowohl regulierende als auch unterstützende Ökosystemleistungen (z. B. biologische Schädlingsregulierung) erbringen.

Das **Zielbild für den Agrarraumtyp H** beinhaltet mäßig intensiv genutzte Sonderkulturen in siedlungsdominierten Gebieten. Ähnlich wie in ackerbau- und grünlanddominierten Typen ist der Einsatz synthetischer Dünger und Pflanzenschutzmittel stark reduziert. Weniger kritische Wirkstoffe und alternative Ansätze des integrierten Pflanzenschutzes haben besonders schädliche Pestizide ersetzt und die hohen Mengen an Pflanzenschutzmitteln, die im Sonderkulturanbau eingesetzt wurden, reduziert. Biologische Verfahren des Pflanzenschutzes werden verstärkt angewendet. Im Wein-, Obst- und Gemüsebau bieten mehrjährige Blühstreifen im Randbereich und in den Fahrgassen Lebensraum für diverse Nützlinge wie Bestäuber. Entlang der landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden vielfältige permanente Rand- und Saumhabitatem mit Hecken und Gehölzen angelegt. Damit konnten sich die Populationen von Insekten, Vögeln, Bodenorganismen und anderen Artengruppen deutlich erholen und wieder anwachsen.

4 Ausblick

Die agrarraumspezifischen Zielbilder bieten eine gezielte Entscheidungshilfe, um die biodiversitätsorientierte Umgestaltung der Landwirtschaft in Deutschland zu fördern und Politikziele effektiver zu erreichen. Sie geben wesentliche Interaktionen zwischen biodiversitätsrelevanten Komponenten der Agrarlandschaft qualitativ wieder und ermöglichen es damit, angestrebte Entwicklungspfade aus dem Verständnis aktueller und zukünftiger Systemzusammenhänge heraus zu diskutieren. Mit diesem Prozessverständnis können nicht nur wichtige Prozesse in ihren Eigenarten, sondern auch deren funktionale Zusammenhänge und zeitliche Abfolge zielgerichtet erörtert werden (z. B. Strukturanreicherung in ausgeräumten Agrarlandschaften als Voraussetzung für eine biodiversitätsfördernde Wirkung von ökologischem Landbau). So bieten die Zielbilder einen Rahmen, der die Systemzusammenhänge in einen funktionalen und räumlichen Gesamtkontext stellt. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber bisher quantitativ definierten, jedoch mit großen Unsicherheiten behafteten Zielwerten für Indikatoren dar (z. B. 8 % – mehr als 50 % halbnatürliche Lebensräume).

Die agrarraumspezifischen Zielbilder beruhen auf der Typologie der Agrarräume Deutschlands. Diese fasst Agrarraumtypen zusammen (s. Kap. 3.1.1 und Pingel et al. 2026a), in denen die Landwirtschaft durch ähnliche Förderinstrumente biodiversitätsorientiert umgestaltet werden kann. Ein wesentlicher Fortschritt, der sich daraus ergibt, ist die Möglichkeit, die Biodiversitätswirkung von Politikzielen und –maßnahmen zu verbessern. Diese können in Zukunft zielgerichtet nach agrarraumspezifischen Zielbildern und unter Berücksichtigung der Lebensraumansprüche der zu schützenden Arten weiterentwickelt und umgesetzt werden (Perkins et al. 2011; Batary et al. 2015; Concepción et al. 2020; Gimona et al. 2023). Damit schlagen die Zielbilder eine Brücke zwischen komplexen Systemwissenschaften und der notwendigerweise stärker abstrahierenden politischen Entscheidungsfindung.

Die hier dargestellten agrarraumspezifischen Bewirtschaftungsansätze und transformativen Zielbilder können dazu beitragen, agrarumweltpolitische Maßnahmen in der Zukunft auf typische Wirkungsbeziehungen zwischen Biodiversität und Landwirtschaft zuzuschneiden. Aus der Wirksamkeit und Realisierbarkeit aktuell bestehender Politikziele und –maßnahmen ergeben sich spezifische Herausforderungen und Stärken, die die Erreichung von Biodiversitätszielen in den jeweiligen Agrarraumtypen gegenwärtig verzögern oder beschleunigen (Holz et al. 2026). Daraus lassen sich Lücken in den existierenden Politikzielen und –maßnahmen identifizieren. Die Zielbilder bieten einen Rahmen, um ergänzende Politikziele zu entwickeln, die die biodiversitätsfördernde Wirkung bereits existierender Politiken sinnvoll ergänzen und Lücken schließen können.

Die agrarraumspezifischen Zielbilder und darauf zugeschnittene Politikziele ermöglichen es, agrarumweltpolitische Förderinstrumente an regionale und lokale sozial–ökologische Bedingungen anzupassen und die Zielerreichung anhand spezifischer Indikatoren zu überprüfen. Damit bieten sie einen Syntheserahmen, um das Monitoring gezielt auf spezifische Muster und die zugrundeliegenden Dynamiken von Agrarräumen auszurichten und so die wesentlichen Biodiversitätsveränderungen und deren Ursachen differenziert zu erfassen. Dies bietet eine wichtige Grundlage dafür, die Dynamiken in den Agrarlandschaften besser zu verstehen und die transformativen Zielbilder weiterzuentwickeln. Um die Entwicklung hin zu den formulierten Zielbildern zu überprüfen, ist es erforderlich, agrarraumspezifische Indikatoren–Sets abzuleiten und zu priorisieren (Pingel et al. 2026b).

Damit fördern die hier dargestellten Zielbilder eine wissenschaftlich fundierte Beratung und Neuausrichtung der Agrarumweltpolitik, um die Wirksamkeit von Agrarumweltmaßnahmen zu verbessern. Zukünftig sollten Synergien mit anderen Bereichen wie z. B. Klima– und Gewässerschutz stärker herausgearbeitet werden (z. B. durch die Entwicklung von Mehrgewinnstrategien). Damit können auch Verbündete aus anderen Politikfeldern gewonnen werden. Ernährungssicherheit ist einer dieser zu berücksichtigenden Bereiche.

5 Danksagung

Die Autor*innen des Berichts danken sehr herzlich allen beteiligten externen Expert*innen aus Wissenschaft, Politik und Administration für Ihre engagierte, konstruktive und kritische Mitarbeit an der Workshop-Reihe zum Verbundprojekt „Entwicklung der grundlegenden Standards für die Umsetzung eines Biodiversitätsmonitorings in der Landwirtschaft (BM-Landwirtschaft)“. Die Workshops waren ein zentraler Bestandteil des Verbundprojektes. Die Anregungen, Fragen und kritischen Hinweise der Expert*innen haben wesentlich zum Projekterfolg beigetragen.

Besonderer Dank gilt zudem Jens Dauber, Petra Dieker, Niels Hellwig, Toni Kasiske und Tanja Rottstock für ihre Mitwirkung an den Workshops. Für die Durchsicht und konstruktive Kommentierung des vorliegenden Berichts bedanken sich die Autor*innen bei Jens Dauber.

6 Literaturverzeichnis

- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Dinelli, G., Negri, L., 2024. Towards an agroecological approach to crop health: reducing pest incidence through synergies between plant diversity and soil microbial ecology. *npj Sustainable Agriculture*, 2, 6. <https://doi.org/10.1038/s44264-024-00016-2>
- Barrios, E., Gemmill-Herren, B., Bicksler, A., Siliprandi, E., Brathwaite, R., Moller, S., Batello, C., Tittonell, P., 2020. The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, 16, 230-247. <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>
- Basso, B., Antle, J., 2020. Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*, 3, 254-256. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0>
- Batáry, P., Dicks, L.V., Kleijn, D., Sutherland, W.J., 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology* 29, 1006–1016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12536>
- Beckmann, M., Gerstner, K., Akin-Fajiye, M., Ceaușu, S., Kambach, S., Kinlock, N.L., Phillips, H.R.P., Verhagen, W., Gurevitch, J., Klotz, S., Newbold, T., Verburg, P.H., Winter, M., Seppelt, R., 2019. Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: A global meta-analysis. *Global Change Biology* 25, 1941–1956. <https://doi.org/10.1111/gcb.14606>
- Beillouin, D., Ben-Ari, T., Malézieux, E., Seufert, V., Makowski, D., 2021. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*, 27, 4697-4710. <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), 2019. Digitales Geländemodell Gitterweite 200 m (DGM200), URL: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-geländemodelle/digitales-geländemodell-gitterweite-200-m-dgm200.html>. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), 2017. ATKIS Basic Digital Landscape Model, URL: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/digitale-landschaftsmodelle/digitales-basis-landschaftsmodell-ebenen-basis-dlm-ebenen.html>. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G., 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- Cassman, K.G., Grassini, P., 2020. A global perspective on sustainable intensification research. *Nature Sustainability* 3, 262–268. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0507-8>
- Concepción, E.D., Aneva, I., Jay, M., Lukanov, S., Marsden, K., Moreno, G., Oppermann, R., Pardo, A., Piskol, S., Rolo, V., Schraml, A., Díaz, M., 2020. Optimizing biodiversity gain of European agriculture through regional targeting and adaptive management of conservation tools. *Biological Conservation* 241, 108384. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108384>
- Dauber, J., Klimek, S., Schmidt, T. G., 2016. Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft in Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig, Thünen Working Paper 58.
- Daum, T., 2021. Farm robots: ecological utopia or dystopia? *Trends in Ecology & Evolution*, 36, 774-777. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.002>
- Dieker, P., Klimek, S., Dauber, J., 2021. Zielbilder für Biodiversität in Agrarlandschaften. *Geographische Rundschau Braunschweig* 5, 36–39.
- Dou, Y., Cosentino, F., Malek, Z., Maiorano, L., Thuiller, W., Verburg, P.H., 2021. A new European land systems representation accounting for landscape characteristics. *Landscape Ecology* 36, 2215–2234. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01227-5>

- EC, 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives. Brussels, 20.5.2020 COM(2020) 380 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0380>. Zugriff: 19. Januar 2026.
- EEA, 2019. The European environment — state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe. European Environment Agency, 496 pp., ISBN 978–92–9480–090–9, doi:10.2800/96749, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/soer-2020>. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Ekroos, J., Heliölä, J., Kuussaari, M., 2010. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 47, 459–467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01767.x>
- Emmerson, M., Morales, M.B., Oñate, J.J., Batáry, P., Berendse, F., Liira, J., Aavik, T., Guerrero, I., Bommarco, R., Eggers, S., Pärt, T., Tscharntke, T., Weisser, W., Clement, L., Bengtsson, J., 2016. Chapter Two - How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. *Advances in Ecological Research* (eds A.J. Dumbrell, R.L. Kordas & G. Woodward), pp. 43–97. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.08.005>
- Estrada-Carmona, N., Sánchez, A.C., Remans, R., Jones, S.K., 2022. Complex agricultural landscapes host more biodiversity than simple ones: A global meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, e2203385119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2203385119>
- FAO, 2018. The 10 elements of agroecology: guiding the transition to sustainable food and agricultural systems. <http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Garibaldi, L.A., Oddi, F.J., Miguez, F.E., Bartomeus, I., Orr, M.C., Jobbág, E.G., Kremen, C., Schulte, L.A., Hughes, A.C., Bagnato, C., Abramson, G., Bridgewater, P., Carella, D.G., Díaz, S., Dicks, L.V., Ellis, E.C., Goldenberg, M., Huaylla, C.A., Kuperman, M., Locke, H., Mehrabi, Z., Santibañez, F., Zhu, C.-D., 2021. Working landscapes need at least 20% native habitat. *Conservation Letters* 14, e12773. <https://doi.org/10.1111/conl.12773>
- Garibaldi, L.A., Gemmill-Herren, B., D'Annolfo, R., Graeub, B.E., Cunningham, S.A., Breeze, T.D., 2017. Farming Approaches for Greater Biodiversity, Livelihoods, and Food Security. *Trends in Ecology & Evolution* 32, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.10.001>
- Geschke, J., Vohland, K., Bonn, A., Dauber, J., Gessner, M.O., Henle, K., Nieschulze, J., Schmeller, D., Settele, J., Sommerwerk, N., Wetzel, F., 2019. Biodiversitätsmonitoring in Deutschland: Wie Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft ein nationales Monitoring unterstützen können. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28, 265–270. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.3.6>
- Gimona, A., McKeen, M., Baggio, A., Simonetti, E., Poggio, L., Pakeman, R.J., 2023. Complementary effects of biodiversity and ecosystem services on spatial targeting for agri-environment payments. *Land Use Policy*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106532>
- Gurr, G.M., Lu, Z., Zheng, X., Xu, H., Zhu, P., Chen, G., Yao, X., Cheng, J., Zhu, Z., Catindig, J.L., Villareal, S., Van Chien, H., Cuong, L.Q., Channoo, C., Chengwattana, N., Lan, L.P., Hai, L.H., Chaiwong, J., Nicol, H.I., Perovic, D.J., Wratten, S.D., Heong, K.L., 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature Plants*, 2, 16014. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.14>
- HLPE, 2019. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, Italy.

- Holz, L., Krämer, C., Birkenstock, M., Röder, N., Sietz, D., Pingel, M., Klimek, S., Golla, B., 2026. Bewertung der agrarraumspezifischen Wirksamkeit und Realisierbarkeit existierender Politikziele und–maßnahmen zum Schutz der Biodiversität. Thünen Working Paper 279. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. <https://doi.org/10.3220/253-2026-0>
- IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H.G., Tscharntke, T., 2011. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends in Ecology & Evolution* 26, 474–481. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.05.009>
- Kleijn, D., Bommarco, R., Fijen, T.P.M., Garibaldi, L.A., Potts, S.G., van der Putten, W.H., 2019. Ecological Intensification: Bridging the Gap between Science and Practice. *Trends in Ecology & Evolution*, 34, 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.11.002>
- Lechenet, M., Dessaint, F., Py, G., Makowski, D., Munier-Jolain, N., 2017. Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. *Nature Plants*, 3, 17008. <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.8>
- Lendi, M., 1995. Leitbilder in der räumlichen Entwicklung. Hannover (Handwörterbuch der Raumordnung), Seiten 608–614. https://www.arl-net.de/system/files/l_s0543-0624.pdf. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Lomba, A., Moreira, F., Klimek, S., Jongman, R.H.G., Sullivan, C., Moran, J., Poux, X., Honrado, J.P., Pinto-Correia, T., Plieninger, T., McCracken, D.I., 2020. Back to the future: rethinking socioecological systems underlying high nature value farmlands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 18, 36–42. <https://doi.org/10.1002/fee.2116>
- Martin, E.A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., Garratt, M.P.D., Holzschuh, A., Kleijn, D., Kovács–Hostyánszki, A., Marini, L., Potts, S.G., Smith, H.G., Al Hassan, D., Albrecht, M., Andersson, G.K.S., Asís, J.D., Aviron, S., Balzan, M.V., Baños–Picón, L., Bartomeus, I., Batáry, P., Burel, F., Caballero–López, B., Concepción, E.D., Coudrain, V., Dänhardt, J., Diaz, M., Diekötter, T., Dormann, C.F., Duflot, R., Entling, M.H., Farwig, N., Fischer, C., Frank, T., Garibaldi, L.A., Hermann, J., Herzog, F., Inclán, D., Jacot, K., Jauker, F., Jeanneret, P., Kaiser, M., Krauss, J., Le Féon, V., Marshall, J., Moonen, A.–C., Moreno, G., Riedinger, V., Rundlöf, M., Rusch, A., Scheper, J., Schneider, G., Schüepp, C., Stutz, S., Sutter, L., Tamburini, G., Thies, C., Tormos, J., Tscharntke, T., Tschumi, M., Uzman, D., Wagner, C., Zubair–Anjum, M., Steffan–Dewenter, I., 2019. The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters* 22, 1083–1094. <https://doi.org/10.1111/ele.13265>
- MacPherson, J., Voglhuber-Slavinsky, A., Olbrisch, M., Schöbel, P., Dönitz, E., Mouratiadou, I., Helming, K., 2022. Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42, 70. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00792-6>
- McDaniel, M.D., Tiemann, L.K., Grandy, A.S., 2014. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications*, 24, 560–570. <https://doi.org/10.1890/13-0616.1>
- Meier, E.S., Lüscher, G., Knop, E., 2022. Disentangling direct and indirect drivers of farmland biodiversity at landscape scale. *Ecology Letters* 25, 2422–2434. <https://doi.org/10.1111/ele.14104>
- Miller, D., Legras, S., Barnes, A., Cazacu, M., Gava, O., Helin, J., Irvine, K., Kantelhardt, J., Landert, J., Latruffe, L., Mayer, A., Niedermayr, A., Povellato, A., Schaller, L., Schwarz, G., Smith, P., Vanni, F., Védrine, L., Viaggi, D., Vincent, A., Vlahos, G., 2022. Creating Conditions for Harnessing the Potential

- of Transitions to Agroecology in Europe and Requirements for Policy. *EuroChoices*, 21, 72-79.
<https://doi.org/10.1111/1746-692X.12374>
- MonViA Verbundprojekt, 2024. Herausgeber: MonViA-Konsortium. MonViA Indikatorenbericht 2024 - Bundesweites Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften. Überarbeitete Version Dezember 2024. https://www.agrarmonitoring-monvia.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/MonViA_Indikatorenbericht_2024.pdf. Zugriff: 19. Januar 2026.
- Nationale Akademie der Wissenschaft Leopoldina, acatech – Union der deutschen Akademie der Wissenschaft, 2020. Biodiversität und Management von Agrarlandschaften –Umfassendes Handeln ist jetzt wichtig. Halle (Saale).
- Neethirajan, S., 2017. Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 12, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2016.11.004>
- Neethirajan, S., Kemp, B., 2021. Digital Livestock Farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 32, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100408>
- Oberlack, C., Pedde, S., Piemontese, L., Václavík, T., Sietz, D., 2023. Archetypes in support of tailoring land-use policies. *Environmental Research Letters*, 18, 060202. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acd802>
- Perkins, A.J., Maggs, H.E., Watson, A., Wilson, J.D., 2011. Adaptive management and targeting of agri-environment schemes does benefit biodiversity: A case study of the corn bunting *Emberiza calandra*. *Journal of Applied Ecology* 48, 514–522. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.01958.x>
- Pingel, M., Sinn, C., Holz, L., Klimek, S., Sietz, D., Birkenstock, M., Röder, N., Golla, B., 2026a. Typisierung der Agrarräume Deutschlands. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Nr. 231. <https://doi.org/10.5073/20251219-095049-0>.
- Pingel, M., Golla, B., Birkenstock, M., Krämer, C., Holz, L., Röder, N., Sietz, D., Klimek, S., 2026b. Ableitung und Priorisierung agrarraumspezifischer Indikatoren-Sets für ein Monitoring der Biodiversität in Agrarlandschaften. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Nr. 232. <https://doi.org/10.5073/20251219-095701-0>.
- Poschlod, P., 2017. Geschichte der Kulturlandschaft: Entstehungsursachen und Steuerungsfaktoren der Entwicklung der Kulturlandschaft, Lebensraum- und Artenvielfalt in Mitteleuropa. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 320 S., ISBN: 978-3-8186-0029-7.
- Power, A.G., 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365, 2959–2971. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., Bullock, J.M., 2015. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1740>
- Rega, C., Thompson, B., Niedermayr, A., Desjeux, Y., Kantelhardt, J., D'Alberto, R., Gouta, P., Konstantidelli, V., Schaller, L., Latruffe, L. and Paracchini, M.L., 2022. Uptake of Ecological Farming Practices by EU Farms: A Pan-European Typology. *EuroChoices* 21, 64–71. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12368>
- Röder, N., A. Ackermann, S. Baum, H. G. S. Böhner, B. Laggner, S. Lakner, S. Ledermül-ler, J. Wegmann, M. Zinnbauer, J. Strassemeyer, F. Pöllinger, 2022. Evaluierung der GAP-Reform von 2013 aus Sicht des Umweltschutzes anhand einer Datenbankanalyse von InVeKoS-Daten der Bundesländer. Texte/Umweltbundesamt, 75/2022. Dessau–Roßlau, Umweltbundesamt, 288 S.
- Sietz, D., Klimek, S., Dauber, J., 2022. Tailored pathways toward revived farmland biodiversity can inspire agroecological action and policy to transform agriculture Communications Earth & Environment 3, 211. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00527-1>.

- Sirami, C., Gross, N., Baillod Aliette, B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguet, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giralt, D., Bota, G., Badenhausser, I., Lefebvre, G., Gauffre, B., Vialatte, A., Calatayud, F., Gil-Tena, A., Tischendorf, L., Mitchell, S., Lindsay, K., Georges, R., Hilaire, S., Recasens, J., Solé-Senan Xavier, O., Robleño, I., Bosch, J., Barrientos Jose, A., Ricarte, A., Marcos-Garcia Maria, Á., Miñano, J., Mathevet, R., Gibon, A., Baudry, J., Balent, G., Poulin, B., Burel, F., Tscharntke, T., Bretagnolle, V., Siriwardena, G., Ouin, A., Brotons, L., Martin, J.-L., Fahrig, L., 2019. Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, 16442–16447.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>
- Strohbach, M.W., Kohler, M.L., Dauber, J., Klimek, S., 2015. High Nature Value farming: From indication to conservation. *Ecological Indicators* 57, 557–563. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.021>
- Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T.C., Kremen, C., van der Heijden, M.G.A., Liebman, M., Hallin, S., 2020. Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances* 6. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715>
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8, 857–874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Tscharntke, T., Tylianakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T.O., Dormann, C.F., Ewers, R.M., Fründ, J., Holt, R.D., Holzschuh, A., Klein, A.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., van der Putten, W.H., Westphal, C., 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses. *Biological Reviews* 87, 661–685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T.C., Westphal, C., Batáry, P., 2021. Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 36, 919–930.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>
- UNCBD, 2022. Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework. United Nations Convention on Biological Diversity, CBD/COP/DEC/15/4, Montreal, Canada.
- Wanger, T.C., DeClerck, F., Garibaldi, L.A., Ghazoul, J., Kleijn, D., Klein, A.M., Kremen, C., Mooney, H., Perfecto, I., Powell, L.L., Settele, J., Solé, M., Tscharntke, T., Weisser, W., 2020. Integrating agroecological production in a robust post-2020 Global Biodiversity Framework. *Nature Ecology and Evolution* 4, 1150–1152. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1262-y>
- Wezel, A., Gemmill Herren, B., Bezner Kerr, R., Barrios, E., Rodrigues Gonçalves, AL., Sinclair, F., 2020. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 40, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>.
- Wolff, S., Hüttel, S., Nendel, C., Lakes, T., 2021. Agricultural Landscapes in Brandenburg, Germany: An Analysis of Characteristics and Spatial Patterns. *International Journal of Environmental Research* 15, 487–507. <https://doi.org/10.1007/s41742-021-00328-y>.
- Zimmermann, H., 2009. What is a „Leitbild“? Some Reflections on the Origin and use of the German Expression. In: Guiding Principles for Spatial Development in Germany. German Annual of Spatial Research and Policy. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-88839-0_2.

<p>Bibliografische Information: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.</p>	<p><i>Bibliographic information: The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliographie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de</i></p>	<p>Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de</p> <p><i>Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de</i></p>
<p>Zitationsvorschlag – <i>Suggested source citation:</i></p> <p>Sietz, D., Birkenstock, M., Golla, B., Krämer, C., Pingel, M., Holz, L., Röder, N., Klimek, S. (2026) Entwicklung transformativer Zielbilder zur Förderung der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften. Thünen Working Paper 280. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. https://doi.org/10.3220/253-2026-1</p>		<p>Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.</p> <p><i>The respective authors are responsible for the content of their publications.</i></p>



Thünen Working Paper 280

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI: 10.3220/253-2026-1
urn: urn:nbn:de:gbv:253-2026-000001-7