

Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft in Deutschland

Jens Dauber, Sebastian Klimek, Thomas G. Schmidt

Thünen Working Paper 58

Dr. Jens Dauber und Dr. Sebastian Klimek
Thünen-Institut für Biodiversität

Dr. Thomas G. Schmidt
Thünen-Institut für Ländliche Räume

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Kontakt: Dr. Jens Dauber
Tel.: 0531 596 2586
Fax: 0531 596 2599
E-Mail: jens.dauber@thuenen.de

Thünen Working Paper 58

Braunschweig/Germany, Juni 2016

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
Summary	3
1 Notwendigkeit für ein nationales Biodiversitätsmonitoring der Agrarlandschaften	5
2 Anforderungen an ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft.....	7
3 Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft.....	9
3.1 Das DPSIR-Modell.....	9
3.2 Der modulare Aufbau des Biodiversitätsmonitorings Landwirtschaft.....	10
3.2.1 Nutzung existierender Stichprobenkulissen	13
3.2.2 Abgrenzung von Agrarräumen.....	17
3.2.3 Abstimmung von Biodiversitätszielen.....	18
3.3 Biodiversitätsindikatoren Landwirtschaft	18
3.4 Genetische Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung	20
3.4.1 Monitoring genetischer Ressourcen	20
3.4.2 Indikator "Genetische Vielfalt der Landwirtschaft"	22
4 Das BM-Landwirtschaft als Datenbasis für die Evaluation agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen.....	23
5 Notwendige Schritte zur Etablierung eines Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft	24
6 Kostenabschätzung Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft	26
Danksagung.....	27
Literaturverzeichnis.....	28
Anhang	32

Zusammenfassung

Deutschland verfügt derzeit über keine national umfassende Datengrundlage zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität in Agrarlandschaften. Eine wissenschaftlich belastbare Bestandsaufnahme und differenzierte Bewertung der Trends sowie der Ursachen für die Trendentwicklungen für Agrarräume sind daher nur sehr eingeschränkt möglich. Entsprechend fehlt die wissenschaftliche Datenbasis mittels derer die Wirksamkeit von agrarumweltpolitischen Maßnahmen auf die Biodiversität bewertet werden könnte. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass als Grundlage für wissenschaftsbasierte politische Entscheidungen, im Hinblick auf die zukünftige Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU und weiterer umweltrelevanter Politiken, dringend Daten aus einem auf die Agrarräume Deutschlands angepassten Biodiversitätsmonitoring (BM)-Landwirtschaft benötigt werden.

Vor diesem Hintergrund wird ein Konzept für ein modular aufgebautes BM-Landwirtschaft vorgestellt, welches das Spektrum von generellem Trendmonitoring auf nationaler Ebene bis hin zu spezifischem Monitoring für einzelne Agrarräume und frageorientierten Regionalstudien abdeckt. Der modulare Aufbau ermöglicht es, in „konservativen“ Modulen standardisierte Daten über lange Zeiträume (> 10 Jahre) zu erheben und in stärker adaptiven Modulen die Indikatoren rasch an neue Herausforderungen und den Wandel in der Landwirtschaft anzupassen. Das Rückgrat des BM-Landwirtschaft bildet ein Modul, welches die existierenden nationalen Stichprobenkulissen der 'Ökologischen Flächenstichprobe' und der 'Bodenzustandserhebung Landwirtschaft' sowie einige der schon existierenden Indikatoren nutzt und erweitert. Eng an dieses Modul angebunden sind einzelne agrarraumspezifische Module, die ebenfalls diese Stichprobenkulissen nutzen, jedoch um die Erfassung agrarraumspezifischer Indikatoren ergänzt sind. Durch diesen Aufbau kann das Monitoring eine Ableitung räumlich expliziter und an den jeweiligen Agrarraum angepasster Maßnahmen unterstützen.

Ziel dieses BM-Landwirtschaft ist es, Daten mit einer hohen raum-zeitlichen Auflösung und wissenschaftlichen Qualität kontinuierlich bereitzustellen, um Trends abzubilden und daraus Empfehlungen für die Weiterentwicklung agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen abzuleiten.

Das BM-Landwirtschaft ist komplementär zu schon existierenden Monitoringprogrammen konzipiert. Um eine Abstimmung mit anderen bestehenden Strategien und Konzeptentwicklungen (aus Bund und Ländern sowie EU) zu gewährleisten, ist die Gründung einer ressortübergreifenden Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines einheitlichen und inhaltlich erweiterten BM erforderlich. Vor einer möglichen Umsetzung des BM-Landwirtschaft sind wichtige vorbereitende Schritte notwendig: i) die Charakterisierung von Agrarräumen in Deutschland, ii) die Abstimmung und Festlegung von agrarraumspezifischen Leitbildern und Biodiversitätszielen, und iii) die Einigung auf jeweils relevante Indikatorensets. Das benötigte Budget für ein BM-Landwirtschaft wird, je nach gewähltem Detaillierungsgrad, auf 5 bis 10 Mio. Euro pro Erfassungszyklus (5 Jahre) geschätzt.

Schlüsselwörter: Agrarräume, Biodiversitätsziele, Indikatoren, Ökologische Flächenstichprobe

Summary

There is no comprehensive national database on the state and development of biodiversity in agricultural landscapes of Germany. Therefore, the prospects for an evidence based assessment of the biodiversity trends and the factors causing these trends across different types of agricultural landscapes are limited. Accordingly, our possibilities to inform policy about success or failure of agri-environmental measures with the aim to provide feedback for future improvement of agri-environmental policy are limited as well. A programme for biodiversity monitoring designed to meet the characteristics of agricultural landscapes of Germany is therefore urgently needed.

Here we present a concept of a modular biodiversity monitoring programme for agricultural landscapes in Germany. The programme enfold a general trend monitoring on a national scale, which is based on existing stratified sampling units, and more question-based monitoring modules at the scale of particular 'agricultural landscape units', representing various types of agricultural landscapes that differ in terms of productivity, intensity of management and trends of land-use change. The modular structure enables to gather robust, long-term data (> 10 years) within 'conservative' modules and to adapt indicators to new challenges and changes in agriculture using adaptive modules. The backbone of the biodiversity monitoring programme for agricultural landscapes is a module that builds upon already existing sampling units at the national scale, namely the Ecological Area Sampling ('Ökologische Flächenstichprobe') and the German agricultural soil inventory ('Bodenzustandserhebung Landwirtschaft'). Whenever possible and appropriate, existing indicators are considered. Closely related to this nationwide module, modules that are adapted to specific 'agricultural landscape units' are proposed. These more specific modules also build upon the existing sampling units at the national scale but are complemented by additional indicators that are adapted to the characteristics and objectives of biodiversity conservation of the individual 'agricultural landscape units'. The modular structure of the monitoring programme facilitates to tailor conservation actions to specific 'agricultural landscape units'.

The goal of the biodiversity monitoring programme for agricultural landscapes is to provide scientifically sound data at high spatial and temporal resolution to assess the status and trends and to provide recommendations on how to optimise agri-environmental measures.

The conceptual design of the proposed biodiversity monitoring programme for agricultural landscapes is based on already existing monitoring programmes and indicators. In order to ensure that the biodiversity monitoring programme is in line with established national and European strategies and concepts the establishment of a cross-departmental working group is needed. Moreover, before putting the biodiversity monitoring programme into practice, several steps need to be taken: i) characterisation of 'agricultural landscape units' in Germany, ii) discussions and agreements on guiding principles and biodiversity conservation objectives for each 'agricultural landscape unit', and iii) agreement on the relevant sets of indicators. Dependent upon the level of detail, the estimated costs for implementing the biodiversity

monitoring programme for agricultural landscapes are estimated as being 5 to 10 million euros per monitoring cycle (five-year period).

Keywords: agricultural landscapes, biodiversity conservation objectives, Ecological Area Sampling, indicators

1 Notwendigkeit für ein nationales Biodiversitätsmonitoring der Agrarlandschaften

Gestützt auf verschiedene lokale bis regionale Untersuchungen (z. B. WESCHE et al. 2012, MEYER et al. 2013, HÖTKER et al. 2014, KRAUSE et al. 2014, MEYER et al. 2014) und wenige repräsentative Erhebungen auf nationaler Ebene (z. B. FLADE et al. 2011, BMUB 2015a) gehen wir davon aus, dass die Biodiversität der Agrarlandschaften in Deutschland einem deutlichen und anhaltenden Rückgang unterliegt. Tatsächlich verfügen wir aber über keine umfassende und solide Datenlage zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität, die auf einem langzeitigen und standardisierten Monitoring in den deutschen Agrarlandschaften beruhen würde. Eine wissenschaftlich belastbare Bestandsaufnahme und differenzierte Bewertung der Trends sowie der Ursachen für die Trendentwicklungen für Agrarräume sind derzeit nur sehr eingeschränkt möglich. Wir gehen auch davon aus, dass der Trend des Biodiversitätsverlusts bislang nicht durch naturschutz- oder agrarumweltpolitische Maßnahmen aufgehalten oder gar umgekehrt werden konnte. Auch hierzu verfügen wir über keine fundierte Datenbasis, die es uns ermöglicht, wissenschaftlich abgesicherte Aussagen zur Wirksamkeit von agrarumweltpolitischen Maßnahmen auf die Biodiversität zu treffen (DAUBER UND KLIMEK 2015). Dies hat zur Konsequenz, dass wir derzeit auch nur eingeschränkt dazu in der Lage sind, im Hinblick auf eine effiziente Ausgestaltung von politischen Instrumenten zum Schutz der biologischen Vielfalt im Agrarbereich, z. B. im Hinblick auf die Ausgestaltung einer zukünftigen Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP), beratend tätig zu sein. Daten aus einem Biodiversitätsmonitoring (BM) und aus ihnen abgeleitete Empfehlungen werden als Grundlage für politische Entscheidungen und für die Evaluation von Politikinstrumenten (z. B. Greening, Agrarumweltmaßnahmen) dringend benötigt. Durch bestehende Monitoringprogramme, aber vor allem durch regionale Fallstudien, verfügen wir grundsätzlich über Kenntnisse zum Zustand der Biodiversität und der sie steuernden Faktorenkomplexe. Das derzeit bestehende BM in Deutschland ist jedoch aus folgenden Gründen lückenhaft und uneinheitlich:

- Die laufenden Monitoringprogramme zielen zumeist auf bestimmte Schutzgüter oder Naturschutzinstrumente sowie auf die Erfüllung von Berichtspflichten ab und sind nicht auf Agrarräume zugeschnitten.
- Überregionale Erfassungen der Biodiversität in der „Normallandschaft“ (genutzte Landschaft außerhalb von Schutzgebieten) sind auf wenige Indikatoren beschränkt.
- Viele Lebensräume, Organismengruppen und biodiversitätsrelevante Einflussgrößen (Belastungsindikatoren) werden nicht umfassend und hinreichend detailliert erfasst.
- Es gibt keine (geeigneten) langfristigen bzw. Dauererhebungen in der Landwirtschaft und in Sonderkulturen (Reben, Obst etc.).
- Vorhandene Erhebungen berücksichtigen unterschiedliche Kulturpflanzen und Intensitäten der Bewirtschaftung und deren jeweilige Wirkung auf die assoziierte Flora und Fauna nur unzureichend.

Angesichts der Vielfalt und des beständigen Wandels der Agrarsysteme in Deutschland sowie der Herausforderungen, die sich im Hinblick auf eine effiziente Ausgestaltung von agrarumweltpolitischen Maßnahmen stellen, besteht jedoch die dringende Notwendigkeit, die existierenden Daten im Hinblick auf Analysen für regional angepasste und agrarstrukturell differenzierte Maßnahmen zusammenzuführen. Ein generelles Trendmonitoring auf nationaler Ebene basierend auf aussagekräftigen Indikatoren, unterstützt durch frageorientierte Monitoringmodule und eine Begleitforschung auf regionaler Ebene, ist von kritischer Notwendigkeit, um Politik im Hinblick auf eine zukünftige Entwicklung von Instrumenten (z. B. im Rahmen der GAP) zu informieren.

Konkrete politische Anforderungen an das BM in Deutschland mit Relevanz für die Landwirtschaft leiten sich u.a. aus völkerrechtlichen Verträgen (z. B. Aichi-Biodiversitätsziele der CBD), EU-Richtlinien (z. B. EU-Biodiversitätsstrategie für 2020) und nationalen Gesetzen (z. B. BNatSchG) und Strategien (u.a. Nationale Biodiversitätsstrategie, BMEL-Agrobiodiversitätsstrategie) ab. Für Deutschland wurde in der Nationalen Biodiversitätsstrategie (NBS) explizit das Ziel formuliert, die Datenbasis zu Zustand und Entwicklung der biologischen Vielfalt in Deutschland zu verbessern und zu bewerten. Auch die Naturschutz-Offensive 2020 (BMUB 2015b) weist auf die Notwendigkeit hin, ein umfassendes Biodiversitätsmonitoring einzuführen. Es besteht also grundsätzlich, neben der sich aus dem Bundesnaturschutzgesetz abzuleitenden Verpflichtung, auch der politische Wille, den Zustand und die Entwicklung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemdienstleistungen in Deutschland aufzuzeigen.

2 Anforderungen an ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft

Der Zustand der Biodiversität in den Agrarlandschaften (Ackerland, Grünland, Dauerkulturen und angrenzendes Offenland) ist eng mit drei zum Teil interagierenden Faktorenkomplexen verbunden (FIRBANK et al. 2008):

- Art und Intensität der Bewirtschaftung auf Schlagebene,
- Landnutzung auf Betriebs- und Landschaftsebene sowie
- Landschaftsstruktur (Zusammensetzung und Anordnung diskreter Landschaftselemente).

Landwirtschaftliche Systeme unterliegen einem ständigen Wandel, sodass auch alle drei Faktorenkomplexe dieser Dynamik unterliegen. Um Ursachen für Trendentwicklungen ableiten zu können, müssen daher Belastungsindikatoren für alle drei Faktorenkomplexe auf relevanten räumlichen und zeitlichen Ebenen erfasst werden. Hinzu kommt, dass verschiedene Organismengruppen, wie z.B. Gefäßpflanzen, Laufkäfer und Vögel, unterschiedlich auf Faktorenkombinationen reagieren (FLOHRE et al. 2011). Daher muss ein BM mehr als eine organismische Indikatorengruppe (Zustandsindikatoren, siehe Abschnitt 3.1) abdecken. Idealerweise sind die gewählten Indikatorengruppen komplementär. Dies ermöglicht eine differenzierte Bewertung der Trends der Faktorenkomplexe sowie eine Abstimmung mit den für Instrumente und Maßnahmen relevanten Ebenen.

Die Trends der Faktorenkomplexe zeigen keine einheitlichen Veränderungen über die gesamte Landwirtschaftsfläche in Deutschland, sondern regional und agrarstrukturell differenzierte Entwicklungen. Daher müssen Agrarräume in Deutschland definiert und ausgewiesen werden, innerhalb derer eine relativ gleichförmige Entwicklung von Faktorenkomplexen angenommen werden kann. Für diese Agrarräume müssen nachfolgend jeweils eigene Leitbilder und Biodiversitätsziele sowie daran angepasste Indikatoren festgelegt werden. Grundsätzlich können hoch produktive, ackerbaudominierte, intensiv bewirtschaftete Agrarräume mit einem geringen Anteil an Landschaftsstrukturen von grünlanddominierten, extensiv bewirtschafteten Agrarräumen mit einem hohen Anteil an Landschaftsstrukturen unterschieden werden. Eine solche, recht grobe Aufteilung mag jedoch für eine Leitbild- und Biodiversitätszielfestlegung noch nicht ausreichend sein (siehe Abschnitt 3.2.2). Über agrarraumspezifische Wirkungsindikatoren kann beispielsweise geprüft werden, inwiefern sich die Entwicklungen der Belastungs- und Zustandsindikatoren auch auf ökosystemare Funktionen und Leistungen (z. B. Bestäubung von Feldfrüchten, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und natürliche Schädlingskontrolle) auswirken. Aus dieser räumlichen Differenzierung, gekoppelt mit auf die jeweiligen Biodiversitätsziele ausgerichteten Indikatoren, wird als Ergebnis aus dem Monitoring eine Ableitung effizienter, räumlich expliziter und an den jeweiligen Agrarraum angepasster Maßnahmen möglich.

Ein BM-Landwirtschaft sollte, neben der Abdeckung von Berichtspflichten, zum Ziel haben, Daten mit einer hohen raum-zeitlichen Auflösung und wissenschaftlichen Qualität kontinuierlich in

einer standardisierten Form bereitzustellen. Anhand der daraus generierten Indikatoren können Trends abgebildet, Ursachen der jeweiligen Trendentwicklungen statistisch gesichert erklärt und Handlungsbedarf zur Ausgestaltung agrarumweltpolitischer Maßnahmen abgeleitet werden (siehe auch Abschnitt 3.1). Zudem sollte ein BM-Landwirtschaft kontinuierlich auf Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (z. B. neue Messmethoden) ergänzt und weiterentwickelt werden.

3 Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft

Das hier vorgestellte Konzept für ein BM-Landwirtschaft ist komplementär zu existierenden Umwelt-, Naturschutz- und Biodiversitäts-Monitoringprogrammen konzipiert. Es kann in Teilen alleinstehend etabliert werden, bedarf jedoch einer ressortübergreifenden Abstimmung und Harmonisierung mit Datenhaltern (Dateneigentümern) und bestehenden Konzepten und Strategien auf nationaler und EU Ebene (z. B. BMUB 2007, EUROPEAN COMMISSION 2011, EEA 2012). Eine solche Abstimmung und Harmonisierung während des Prozesses der Entwicklung eines BM-Landwirtschaft ist erforderlich, um die Erfolgsaussichten für eine erfolgreiche Implementierung zu maximieren (Pocock et al. 2015). Durch das gewählte Stichprobendesign ist eine Anschlussfähigkeit an bzw. eine Erweiterung von bestehenden Monitoringprogrammen möglich (siehe Abschnitt 3.2). Synergien zwischen den schon existierenden Monitoringprogrammen und dem hier dargestellten Konzept können entstehen, wenn Rohdaten aus den bestehenden Programmen in das BM-Landwirtschaft integriert werden und für die Entwicklung agrarraumspezifischer Leitbilder und Biodiversitätsziele verwendet werden. Für die bestehenden Programme erweitert sich dadurch die Aussagekraft der erhobenen Daten. Im Folgenden werden die Grundlagen, der Aufbau und die möglichen Indikatoren eines BM-Landwirtschaft erläutert.

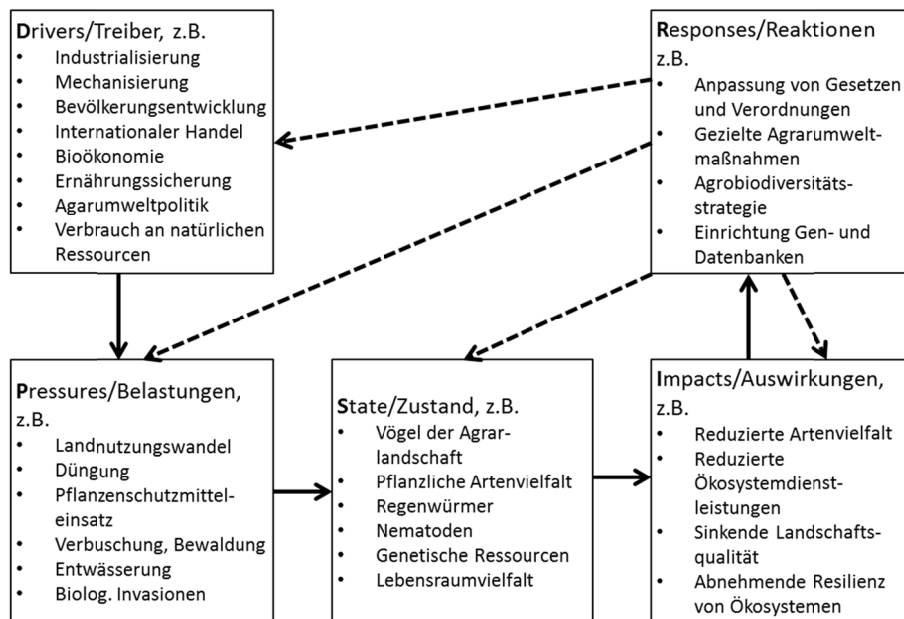
3.1 Das DPSIR-Modell

Das DPSIR-Modell (Abb. 1) kann auf der nationalen, regionalen und lokalen Ebene umgesetzt werden und stellt einen geeigneten Rahmen für ein BM-Landwirtschaft dar. Das DPSIR-Modell ist ein international anerkanntes System (EEA 1999, SPANGENBERG et al. 2009) und bildet auch die Grundlage für die Indikatoren der NBS (BMUB 2007). Durch das Modell können potentielle Indikatoren für ein BM-Landwirtschaft ausgewählt und gruppiert werden. Es bietet damit die Möglichkeit, schon existierende Monitoringprogramme bzw. Indikatoren (auf Bundes- und Länderebene) in das BM-Landwirtschaft zu integrieren und Synergien zu nutzen. Die verschiedenen Indikatoren (Abb. 1) ermöglichen Aussagen über komplexe Sachverhalte und machen Zusammenhänge sowie Trends sowohl erkennbar als auch kommunizierbar. Sie zeigen nicht nur, wie sich wichtige Komponenten der Biodiversität (Zustandsindikatoren) generell entwickeln, sondern auch, wo welcher Handlungsbedarf besteht. Damit dient das DPSIR-Modell der Politberatung sowie der Information der Öffentlichkeit.

In dem DPSIR-Modell beschreiben Drivers (Treiber) die übergeordneten Antriebsindikatoren, welche auf die Biodiversität wirken. Pressures (Belastungsindikatoren) beschreiben konkrete Ursachen, welche auf die Biodiversität wirken. State (Zustandsindikatoren) bilden den Zustand bestimmter Komponenten der biologischen Vielfalt ab. Impact (Auswirkungsindikatoren) beschreiben Konsequenzen, die sich aus den Veränderungen der biologischen Vielfalt ergeben.

Response (Maßnahmenindikatoren) zeigen auf, mit welchen Instrumenten die Politik/Gesellschaft auf Veränderungen der biologischen Vielfalt reagiert.

Abb. 1: Die Wirkungskette des DPSIR-Modells (Driver/Treiber, Pressures/Belastungen, State/Zustand, Impacts/Auswirkungen und Responses/Reaktionen; verändert nach KLAUS UND PAULI (2013)).



Das Modell ermöglicht es, potenzielle Indikatoren für Monitoringprogramme auszuwählen und zu gruppieren. Die Indikatoren zeigen Erfolge und Misserfolge bei der Erreichung zuvor festgelegter agrarraumspezifischer Biodiversitätsziele (siehe Abschnitt 3.2.3) auf. Durch ein Monitoring nach dem DPSIR-Modell kann somit Handlungsbedarf aufgezeigt und Maßnahmen bzw. Reaktionen effizient ausgerichtet werden (dargestellt durch die gestrichelten „Response-Pfeile“ in Abb. 1).

3.2 Der modulare Aufbau des Biodiversitätsmonitorings Landwirtschaft

Entsprechend den Anforderungen (siehe Kap. 2) an ein BM-Landwirtschaft ist ein modularer Aufbau erforderlich, der es ermöglicht, das Spektrum von generellem Trendmonitoring auf nationaler Ebene hin zu einem spezifischen frageorientierten Monitoring für einzelne Agrarräume abzudecken (Abb. 2, vgl. LINDENMAYER UND LIKENS 2010).

Abb. 2: Schema zum modularen Aufbau des BM-Landwirtschaft. Module A und B decken auf nationaler Ebene ein generelles Trendmonitoring ab wohingegen in den Modulen C und D spezifische Fragestellungen auf der Ebene einzelner Agrarräume durch gezieltes Monitoring oder Fallstudien bearbeitet werden. Während die Module A bis C langfristig (> 10 Jahre) angelegt sind, sind die Module D auf die zu beantwortenden Fragestellungen zugeschnitten und werden in der Regel nur so lange weitergeführt, bis die spezifischen Projekte abgeschlossen sind.

Generalität		Spezifität	
Modul A	Modul B	Modul C ₁ - C _n	Modul D ₁ - D _n
nationale Ebene, grobe Auflösung	nationale Ebene, feine Auflösung	Ebene einzelner Agrarräume (1 – n)	Regionale Fallstudien in Agrarräumen (1 – n)

Das **Modul A** dient der Beschreibung genereller Trends im Hinblick auf Landnutzungswandel und Bewirtschaftungsintensität der Agrarlandschaft. In diesem Modul werden Treiber (**Drivers**) und Belastungsindikatoren (**Pressures**) sektoral und flächendeckend auf nationaler Ebene erfasst. Dabei werden sowohl Flächennutzungs- und Agrarstatistiken zur quantitativen Beschreibung der Landnutzung genutzt (z. B. GOCHT UND RÖDER 2014, Projekt Agraratlas¹). Dieses Modul wird durch existierende Indikatoren, welche z.B. im Rahmen der NBS und der Nachhaltigkeitsstrategie erfasst und berichtet werden, ergänzt (siehe Abschnitt 3.3 und Tabelle 1 im Anhang). Das Modul A wird auf nationaler Ebene durch ein Modul B ergänzt. Das **Modul B** stützt sich auf vorhandene Stichprobenkulissen, wie die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS; HOFFMANN-KROLL et al. 2000, DRÖSCHMEISTER 2001, HEIDRICH-RISKE 2004) und die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW²). In diesem Modul werden Belastungs- und Zustandsindikatoren (**P** und **State**) in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung erfasst und anschließend auf die nationale Ebene hochgerechnet. In das Modul B sollen z.T. auch Rohdaten aus schon etablierten Monitoringprogrammen, wie z.B. Daten zum High Nature Value Farmland-Indikator (BENZLER 2012) und Grundlagendaten zur langfristigen Bestandsentwicklung von häufigen Brutvögeln (MITSCHKE et al. 2005) des Dachverbands Deutscher Avifaunisten (DDA) integriert werden (siehe 3.3 und Tabelle 1 im Anhang). Dies kann u.a. dazu dienen, die flächenstarken Elemente der Ökologisierungskomponente (sog. Greening der GAP) wie Brache, Zwischenfrüchte und Leguminosenanbau zu bewerten. Die **C-Module** bedienen sich ebenfalls dieser schon existierenden Stichprobenkulissen. Durch die Charakterisierung und Identifizierung von Agrarräumen (C₁ – C_n; siehe Abschnitt 3.2.2) und der Abstimmung von agrarraumspezifischen Biodiversitätszielen (siehe Abschnitt 3.3.3 und Tabelle 1 im Anhang) werden die an das Monitoring in den C-Modulen gerichteten Fragestellungen spezifischer. In diesen Modulen kann

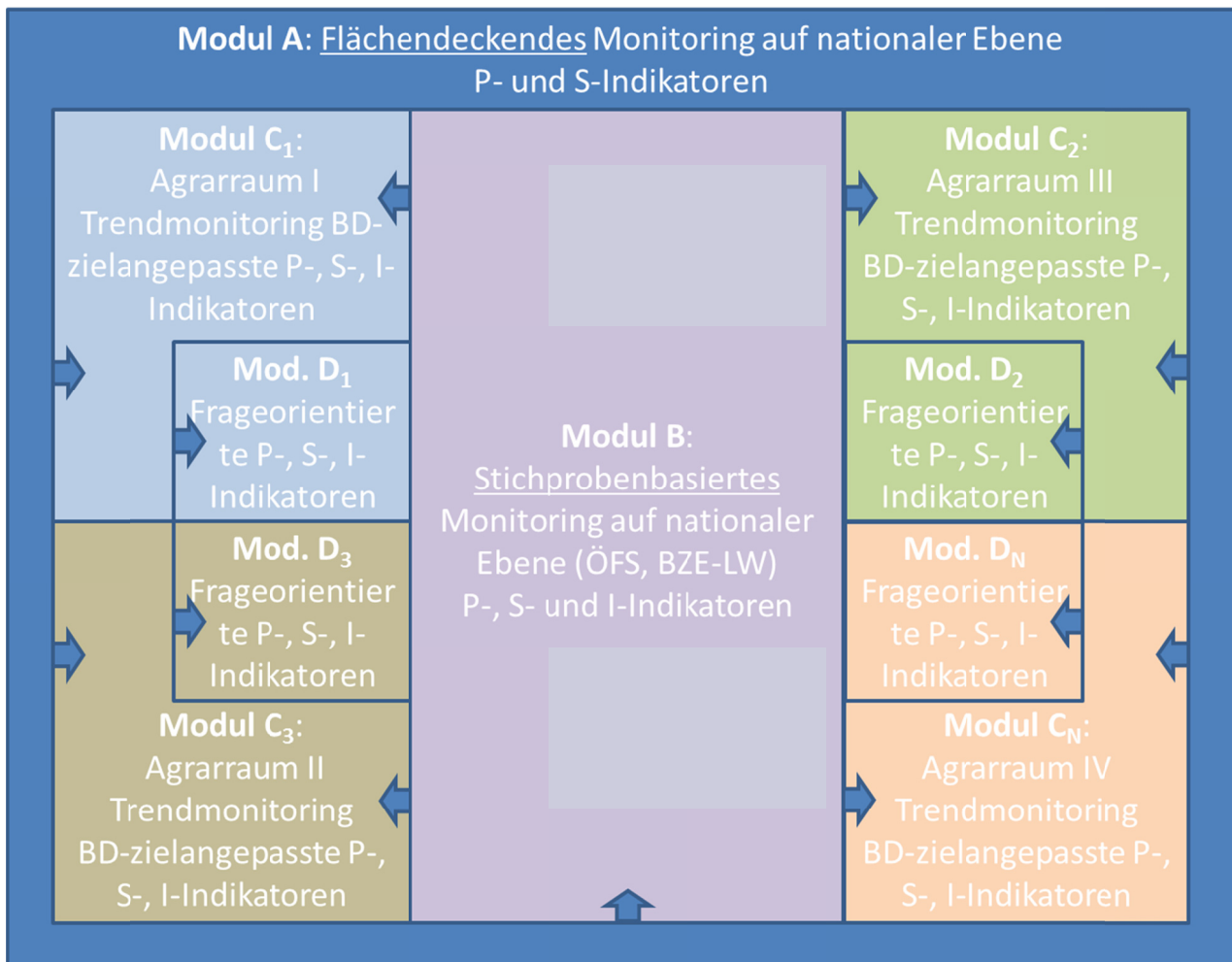
¹ <https://gdi.ti.bund.de/lr/agraratlas/>

² <https://www.thuenen.de/de/ak/projekte/bodenzustandserhebung-landwirtschaft/>

dadurch ein Trendmonitoring agrarräumlich angepasster Belastungs- und Zustandsindikatoren (**P** und **S**) und ein frageorientiertes Monitoring von Zustands- und Wirkungsindikatoren (**S** und **Impact**) erfolgen. Die höchste Spezifität haben die **D-Module**. In diesen Modulen sind an aktuelle Fragestellungen orientierte, regionale Fallstudien mit spezifisch an diesen ausgerichteten Indikatorensets angesiedelt (siehe Tabelle 1 im Anhang). Hierzu gehören regionalspezifisch ausgestaltete Agrar-Umwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) sowie kleinteilige Komponenten des Greenings, wie Streifen- und Strukturelemente, die durch die ÖFS nicht repräsentativ abgedeckt werden.

Die grafische Darstellung (Abb. 3) verdeutlicht das Zusammenspiel der Module im gesamten BM-Landwirtschaft. Der modulare Aufbau ermöglicht es, in „konservativen“ Modulen (A und B) standardisiert Daten über lange Zeiträume zu erheben und in stärker adaptiven Modulen (C und D) die Indikatoren und deren Erfassung rasch an neue Herausforderungen und den Wandel in der Landwirtschaft anzupassen (vgl. LINDENMAYER UND LIKENS 2009). Das Modul B bildet mit den existierenden Stichprobenkulissen aus der ÖFS und der BZE-LW (siehe Abschnitt 3.2.1) das Rückgrat des BM-Landwirtschaft. Hier werden standardisiert und langfristig die Hauptindikatoren für ein Trendmonitoring erfasst (siehe Abschnitt 3.3). Die C-Module sind durch die Nutzung des gleichen Sets an Stichprobenflächen eng an das Modul B angebunden. Für die Erfassungen und Bewertungen in den C-Modulen werden die Stichprobenflächen definierten Agrarräumen zugeordnet (siehe Abschnitt 3.2.2). Diese Zuordnung bestimmt darüber, welche ergänzenden Indikatoren (zu den Hauptindikatoren des Modul B) auf den Stichprobenflächen erfasst werden. Die D-Module sind optional, von aktuellen Fragestellungen abhängig und in ihrer Dauer auf die Beantwortung der jeweiligen Fragestellung begrenzt. Die D-Module stellen sozusagen eine schnelle und mobile „Einsatzgruppe“ für die Klärung von Fragen dar, die sich aus den Befunden des Trendmonitoring der Module B und C ergeben, jedoch nicht auf Grundlage der Daten aus den Modulen B und C alleine beantwortet werden können.

Abb. 3: Zusammenspiel der Module A bis D des BM-Landwirtschaft. Die Pfeile symbolisieren Verfahren des Downscaling von Daten und Informationen auf die jeweils niedrigeren Modulebenen. Die Unterteilung in Agrarräume I-IV bezieht sich auf die Abgrenzung von Agrarräumen (siehe Abschnitt 3.2.2).



3.2.1 Nutzung existierender Stichprobenkulissen

In Deutschland existieren zwei anerkannte und erprobte Stichprobenkulissen, welche sich für eine Umsetzung des BM-Landwirtschaft eignen, die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS; Abb. 5a) sowie die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW; Abb. 5b). Es ist darüber hinaus zu prüfen, inwieweit die Messnetze und Probenbanken des Umweltbundesamtes (UBA) zur stoffbezogenen Umweltbeobachtung ebenfalls eingebunden und genutzt werden könnten (vgl. HEISS 2010). Ebenso böte sich eine abgestimmte und eventuell verknüpfte Entwicklung mit einem umfassenden Biodiversitätsmonitoring in Wäldern und den im diesem Bereich existierenden Stichprobenkulissen der nationalen Walderhebungen (Bundeswaldinventur [Bestockung] sowie Boden- und Waldzustandserhebung [Boden, Bodenvegetation, Kronenzustand, Ernährung]) an (siehe KROIHER UND BOLTE 2015). Insbesondere in Agrarräumen, die durch eine enge Verzahnung von Wald- und Offenlandlebensräumen geprägt sind, würde sich, aufgrund der ökologischen

Interaktionen zwischen diesen Lebensräumen, eine gemeinsame Entwicklung von Biodiversitätszielen und -indikatoren anbieten (Module C und D).

ÖFS: Die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) wurde im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung konzipiert und in einer Kooperation des Statistischen Bundesamtes und des Bundesamtes für Naturschutz entwickelt (HOFFMANN-KROLL et al. 2000, HEIDRICH-RISKE 2004). Die ÖFS ist für die Gesamtlandschaft konzipiert, d.h. es werden mittels eines Stichprobenverfahrens Flächen erfasst, die zur „Normallandschaft“ zählen (DRÖSCHMEISTER 2001). Um der Heterogenität der Normallandschaft Rechnung zu tragen, wurde die Stichprobe als geschichtete Zufallsstichprobe konzipiert (Gliederung nach Objektarten des Basis DLM und Standorttypen nach SCHRÖDER UND SCHMIDT 2000). Innerhalb jeder Schicht wurden quadratische, ein Quadratkilometer (= 100 ha) große, untereinander überlappungsfreie Probeflächen bestimmt. Die ÖFS wurde für das gesamte Bundesgebiet entwickelt, derzeit aber nur im Bundesland Nordrhein-Westfalen³ umgesetzt. Der Gesamtstichprobenumfang für das Bundesprogramm wurde auf 1000 Stichprobenflächen („Bundestichprobe“) festgelegt (vgl. Abb. 5a). Für die bundeslandinternen Programme wurden insgesamt 2637 Stichprobenflächen („Länderstichprobe“) gezogen. Sowohl das Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands als auch das Monitoring zur Erfüllung der Berichtspflicht des ELER-Indikators zu High Nature Value (HNV)-Farmland bauen auf dem Stichprobendesign und den Flächen der ÖFS auf (MITSCHKE et al. 2005, PAN et al. 2011, BENZLER 2012). Für das HNV-Farmland-Monitoring wurden aus dem Gesamtdatensatz dieser 1000 Stichprobenflächen diejenigen ausgewählt, die einen Offenlandanteil von mindestens 5% aufweisen.

Um zu überprüfen, ob die ausgewählten Stichprobenflächen der ÖFS (Bundes- und Länderstichprobe) die Gradienten in den Agrarumweltbedingungen deutschlandweit abbilden, wurden aufbauend auf den Ergebnissen von KLIMEK et al. (2014) ergänzende Untersuchungen durchgeführt. Dazu wurden in einem ersten Analyseschritt für ein 1 km x 1 km Raster für Deutschland (n=344.964 Rasterzellen) 26 Variablen zu Landwirtschaft, Landschaftsstruktur, Klima, Boden und Topographie berechnet. Die Datengrundlagen zur Berechnung dieser Variablen sind in der Veröffentlichung von KLIMEK et al. (2014) erläutert. Da diese Variablen stark interkorreliert sind, wurde durch eine Hauptkomponentenanalyse die Anzahl der Variablen zu wenigen orthogonalen Faktoren reduziert und damit die Hauptgradienten in den Agrar- und Umweltbedingungen identifiziert. Die 26 Variablen werden durch insgesamt vier Faktoren zusammengefasst, die insgesamt 53% der Varianz erklären (siehe Tabelle 2 im Anhang). Faktor 1 beschreibt die Topographie bzw. das Klima und ist positiv mit der Höhe und Hangneigung und negativ mit der Temperatur korreliert. Faktor 2 beschreibt die intensive Ackernutzung und zeigt einen positiven Zusammenhang zur Anbaufläche und Ertrag von Winterweizen und weiteren Feldfrüchten. Faktor 3 beschreibt die Grünlandbewirtschaftung mit positiven Korrelationen zur extensiven Viehhaltung und dem Grünland/Acker-Verhältnis und sowie negativen Korrelationen mit der Anbaufläche von Raps und Winterweizen. Faktor 4 beschreibt die Landschaftsstruktur

³ <http://www.lanuv.nrw.de/natur/biodiversitaetsmonitoring/oekologische-flaechenstichprobe/>

durch die Grenzlindichte und den Anteil von Wald/Forst (siehe Tabelle 2 im Anhang). Um zu überprüfen, ob übereinstimmende Muster in der Datenverteilung der vier Faktoren zwischen der nationalen Ebene ($n=344.964$ Rasterzellen) und den ausgewählten Stichprobenflächen der ÖFS (Bundes- und Länderstichprobe) bestehen, wurde in einem zweiten Analyseschritt die Datenverteilung durch die Verwendung von Histogrammen dargestellt (Abb. 4). Die Histogramme ermöglichen eine graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Merkmale eingeteilt in Klassen und spiegeln die Datenverteilung anschaulich wider.

Die Abbildung 4 veranschaulicht, dass die Auswahl an Stichprobenflächen die Gradienten in den Agrarumweltbedingungen deutschlandweit grundsätzlich abbildet. Sowohl die Stichprobe für das Landesmonitoring als auch die Stichprobe für das Bundesmonitoring zeigen für alle vier Faktoren ähnliche Muster in der Datenverteilung im Vergleich zur nationalen Ebene. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die Stichprobenflächen der ÖFS für die Umsetzung des BM-Landwirtschaft grundsätzlich geeignet sind. Vor dem Hintergrund des modularen Aufbaus des BM-Landwirtschaft (siehe Abschnitt 3.2), unterschiedlicher agrarraumspezifischer Biodiversitätsziele (siehe Abschnitt 3.2.3) und einer Vielzahl an sehr unterschiedlichen Erhebungsinhalten der ÖFS muss jedoch die räumliche und zeitliche Verteilung, sowie die erforderliche Anzahl der Stichprobenflächen für jede Fragestellung statistisch überprüft werden, um Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zu ermöglichen (SCHÄFER et al. 2000, DORMANN 2002).

Abb. 4: Datenverteilung der Faktoren (Faktor 1 bis Faktor 4) für die nationale Ebene ($n=344.964$ Rasterzellen, obere Zeile), die Länderstichprobe (2637 Stichprobenflächen, mittlere Zeile) und die Bundestichprobe (1000 Stichprobenflächen, untere Zeile).

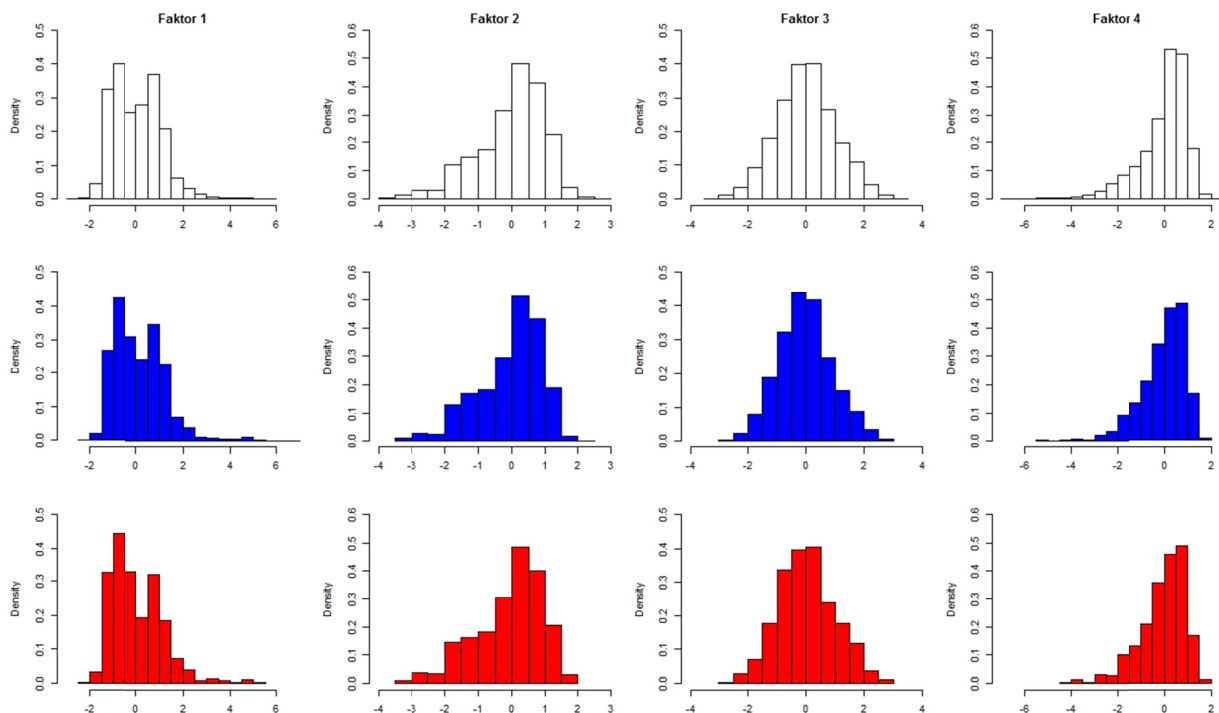
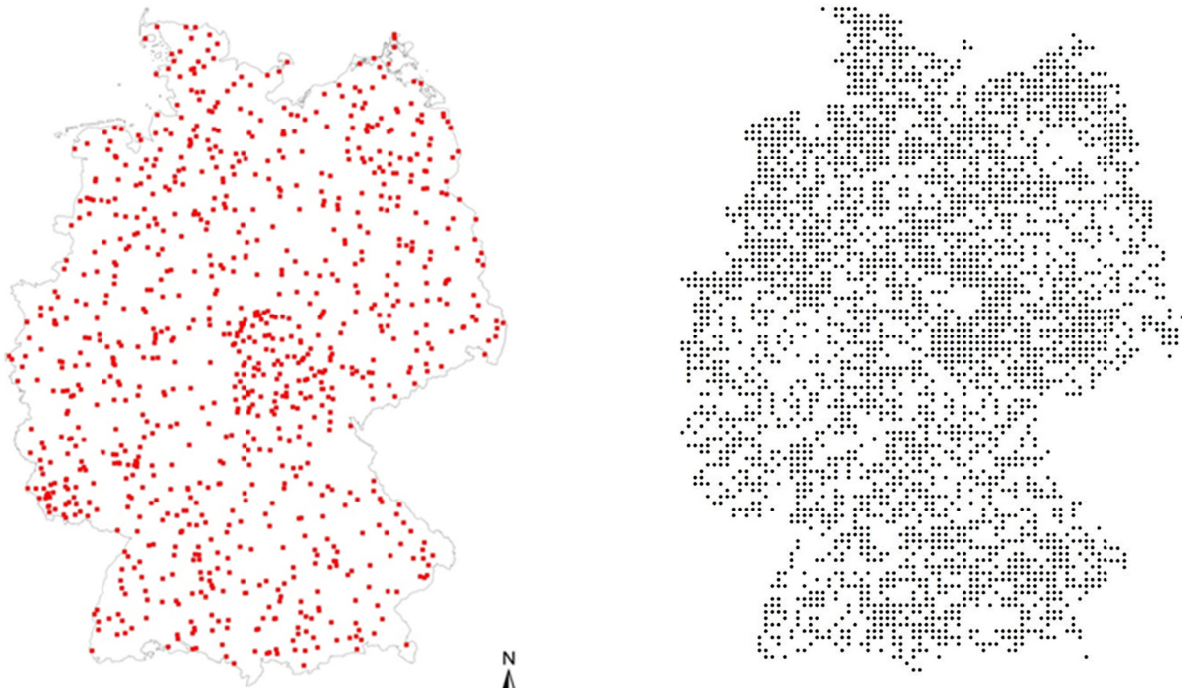


Abb. 5: Verteilung der Stichprobenflächen der Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) sowie die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW). Die hier dargestellten Stichprobenflächen der ÖFS entsprechen denen, die für das HNV-Farmland-Monitoring in Deutschland verwendet werden.



a. Ökologische Flächenstichprobe

b. Bodenzustandserhebung Landwirtschaft

BZE-LW: Die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft untersucht Böden unter Acker, Grünland, Sonderkulturen und Gartenbau (FREIBAUER et al. 2015). Auf Grundlage eines systematischen Rasters von 8 km x 8 km werden deutschlandweit über 3000 Standorte auf landwirtschaftlichen Nutzflächen untersucht (siehe Abb. 5b). Die Probenahmepunkte werden in einem zufallsbasierten Verfahren generiert, das auf der Entfernung der Punkte zueinander und den Ziellandnutzungen Ackerland, Grünland, Gartenland und Sonderkulturen aus dem aktuellen Basis DLM (Digitales Basis-Landschaftsmodell) basiert. Über nachgeschaltete Repräsentanztests wird sichergestellt, dass das so entstandene Probenahmegerid repräsentativ für die Verteilung landwirtschaftlicher Nutzflächen in den Bundesländern ist sowie die deutschen Boden-Klima-Räume optimal repräsentiert. Das Projekt läuft im Zeitraum 2011-2018 und liefert erstmals einheitliche, harmonisierte, flächenrepräsentative nationale Daten zu den organischen Kohlenstoffvorräten in deutschen Agrarböden und ihren Steuergrößen (BACH et al. 2011). Die Methodik ist vergleichbar mit den beiden abgeschlossenen Bodenzustandserhebungen im Wald. Die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft ist eine einmalige Beprobung, die räumlich repräsentativ den Status Quo der landwirtschaftlichen Böden beschreibt (FREIBAUER et al. 2015).

Eine Nutzung dieser Stichprobenkulisse für ein dauerhaftes BM-Landwirtschaft ist daher an eine Verstärkung der BZE-LW bzw. eine Überführung in ein Bodenmonitoring gebunden. Inwieweit weitere Mess- und Erhebungsaktivitäten für Böden in Deutschland (siehe UBA 2012) für ein BM-Landwirtschaft nutzbar wären, gälte es noch zu prüfen.

3.2.2 Abgrenzung von Agrarräumen

Die Agrarlandschaften in Deutschland spiegeln die hohe Heterogenität der Topographie, der Böden und der Klimaräume wieder und sind zudem geprägt durch historisch unterschiedliche Entwicklungen in der Landschaftsgenese und Landnutzung. Diese hohe Vielfalt erschwert die Möglichkeit, einheitliche, über alle Agrarlandschaften hinweg zutreffende Antworten oder Bewertungen auf ökologische, umwelttechnologische, ökonomische oder soziale Fragen oder Problemstellungen zu finden. Daher existieren eine Vielzahl an räumlichen Abgrenzungen und Flächenkulissen, deren Zuschnitt durch die jeweils angelegte Problemstellung bedingt ist. Hier zu nennen sind u.a. die naturräumliche Gliederung⁴, die Bodenklimaräume (ROßBERG et al. 2007), Abgrenzungen naturschutzfachlich bedeutsamer und gefährdeter Landschaften⁵(MARTIN UND FINCK 2007, BLANKE 2008), kulturlandschaftliche Gliederungen auf Länderebene (z.B. GABEL 2010 für Bayern), oder die grobe Gliederung der Agrarlandschaft Deutschlands in vier Räume nach HAMPICKE (2014). Zudem existieren aktuell weitere Bestrebungen internationaler Gremien, zu Abgrenzungen von Ökosystemen (MAES, EEA 2015) oder Produktionssystemen (z.B. im Rahmen der *international research collaboration on sustainable temperate agriculture* TempAg⁶) im Agrarbereich zu gelangen.

Auch hinsichtlich des Zustandes und der Entwicklung der Biodiversität sowie für die Entwicklung der die Biodiversität regulierenden Faktorenkomplexe (siehe Kap. 2.) ist davon auszugehen, dass sich diese in unterschiedlichen Agrarräumen unterschiedlich darstellen (z. B. VOIGTLÄNDER et al. 2001). Die derzeitig gängige Bewertung der existierenden Biodiversitätsindikatoren mit Relevanz für den Agrarbereich leidet unter der Missachtung der agrarräumlichen Vielfalt und dem Fehlen differenzierter Zielstellungen für die Biodiversität in Agrarräumen (siehe Abschnitt 3.2.3). Ein wichtiger und unumgänglicher Schritt für eine differenzierte Bewertung der Ergebnisse aus Modul B und insbesondere für die Etablierung der C-Module und der für die jeweiligen Module C₁ bis C_n sinnvollen Indikatorensatz ist daher eine, im Hinblick auf die Biodiversität steuernden Faktorenkomplexe, abgestimmte Charakterisierung von Agrarräumen. Um eine Bewertung innerhalb der C-Module zu gewährleisten, ist es jedoch nicht unbedingt notwendig, feste Grenzlinien zwischen Agrarräumen zu ziehen und diese damit kartographisch festzulegen. Durch ein abgestimmtes Set an charakterisierenden Eigenschaften ist es vielmehr möglich, für jede der Stichprobenflächen, durch eine Analyse dieser Eigenschaften in der Umgebung der

⁴ https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/030502_methodik.pdf

⁵ <https://geodienste.bfn.de/landschaften?lang=de>

⁶ <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/tempag.htm>

Stichprobenflächen (10 x 10 km), die Stichprobenflächen einzeln den Agrarräumen zuzuordnen. Diese Vorgehensweise unterstützt auch den adaptiven Charakter der C-Module, indem sich Zuordnungen zu Agrarräumen, ausgelöst z.B. durch landwirtschaftlichen Strukturwandel, mit der Zeit ändern können. Damit ändert sich auch das Set an Indikatoren für die C-Module, wohingegen das auf den gleichen Flächen abgerufene Set an Modul B-Indikatoren jedoch gleich bleibt („konservatives“ Trendmonitoring).

3.2.3 Abstimmung von Biodiversitätszielen

Im Rahmen der Konzeptionierung und Umsetzung des BM-Landwirtschaft sind klar formulierte und gesellschaftlich abgestimmte Biodiversitätsziele erforderlich (Yoccoz et al. 2001, Dormann 2002). Grundsätzlich können Biodiversitätsziele für die Landwirtschaft aus internationalen Abkommen, Verordnungen, nationalen Gesetzen und Strategien abgeleitet werden (siehe Kap. 1.). Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen zeigen jedoch auch, dass bei der Erarbeitung von Biodiversitätszielen und deren Prioritätensetzung die unterschiedlichen Charakteristika von Agrarräumen berücksichtigt werden müssen (Kleijn et al. 2011, Batary et al. 2015). Durch die Entwicklung differenzierter Biodiversitätsziele für unterschiedliche Agrarräume und die räumlich zielgerichtete Umsetzung von darauf angepassten Maßnahmen kann beispielsweise die Wirksamkeit der Agrarumweltmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität erhöht werden (Ekroos et al. 2014). Zudem wurde gezeigt, dass eine zielgerichtete Lokalisierung von Maßnahmen in Agrarregionen mit hohem Biodiversitätsniveau eine kosteneffiziente Methode darstellt, um die vorhandenen Arten und Lebensräume langfristig zu sichern (Doxa et al. 2010, Whittingham 2011, Strohbach et al. 2015). Diese Beispiele verdeutlichen, dass die Formulierung von agrarraumspezifischen Biodiversitätszielen wesentlich dazu beiträgt, die Wirksamkeit von Agrarumweltmaßnahmen zu erhöhen. Hinsichtlich der Zielgrößen sollten „Lebensraum- und Strukturvielfalt“ und „Qualität von Lebensräumen und Strukturen“ Berücksichtigung finden, welche den Zustand und die Veränderung der Belastungsfaktoren (P) der Biodiversität in der Agrarlandschaft anzeigen. Weitere Zielgrößen sollten „Artenvielfalt“ und „Qualitätszeigende Arten“ (S und I) sowie die Intensität der Landbewirtschaftung zur Darstellung der stofflichen Belastungen und der Störungsregime (P) sein (Herzog et al. 2013, Agroscope 2015). Die Auflistung möglicher Indikatoren (Tabelle 1 im Anhang) orientiert sich an diesen Zielgrößen.

3.3 Biodiversitätsindikatoren Landwirtschaft

Derzeit laufende Monitoringprogramme, welche einen Überschneidungsbereich mit der Landwirtschaft haben, sind:

- Vogelmonitoring
- HNV-Monitoring
- FFH-Monitoring

- GVO-Monitoring
- Boden-Dauerbeobachtung der Länder
- Tagfaltermonitoring
- Wildtier-Informationssystem des DJV
- Kleinstrukturverzeichnis des JKI (seit dem Jahr 2000)

Die Indikatoren mit Landwirtschaftsbezug, welche in diesen Programmen erfasst und berichtet werden, sind u.a.

- „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“,
- „Erhaltungszustand der FFH-Lebensräume und FFH-Arten“
- „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“
- „Genetische Vielfalt in der Landwirtschaft“ (siehe Abschnitt 3.4)
- „Gentechnik in der Landwirtschaft“
- „Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft“
- „eutrophierende Stickstoffeinträge“
- „Ökologischer Landbau“ und
- „Agrarumweltmaßnahmen“.

Die Methodik und die räumliche Auflösung der Erfassungen sowie die Bandbreite und Feinkonzeption der Indikatoren ist derzeit jedoch nicht geeignet, um ein agrarräumlich differenziertes Bild des Zustands und der Entwicklung der Biodiversität sowie der den Trendentwicklungen zugrundeliegenden Prozesse wissenschaftlich fundiert darzustellen. Der im Bundesnaturschutzgesetz (§ 6 BNatSchG) nach Absatz 2 verankerten Aufgabe der Beobachtung von Natur und Landschaft, welche „der gezielten und fortlaufenden Ermittlung, Beschreibung und Bewertung des Zustands von Natur und Landschaft und ihrer Veränderungen einschließlich der Ursachen und Folgen dieser Veränderungen" dient, wird mit der gegenwärtigen Situation nicht Genüge getan. Auch werden die Hauptaufgaben der Umweltbeobachtung (Sachverständigenrat für Umweltfragen, SRU 2012),

- die Erfassung und Bewertung des Zustands der Umwelt (Analysefunktion),
- das frühzeitige Erkennen und Bewerten von Risiken (Frühwarnfunktion),
- die Erfolgskontrolle von umwelt- und naturschutzpolitischen Maßnahmen (Erfolgskontrollfunktion),
- Erfolgskontrolle von umwelt- und nachhaltigkeitspolitischen Zielsetzungen (Zielkontrollfunktion), und
- Bereitstellung von Daten und Bewertungen als Grundlage für Entscheidungen der Politik und zur Information der Öffentlichkeit

nur teilweise erfüllt.

Durch den hier dargelegten modularen Aufbau des BM-Landwirtschaft und der Anwendung des DPSIR-Modells (siehe Abschnitt 3.1) zur Etablierung aussagekräftiger Indikatorensets sollen die existierenden Monitoringansätze erweitert und verbessert werden.

Tabelle 1 (siehe Anhang) fasst die Vorschläge für Indikatorensets für die Module A bis D zusammen. Es werden zu den jeweiligen Indikatoren knappe Erläuterungen zum notwendigen methodischen Vorgehen bei der Erfassung gegeben. Da derzeit noch keine abgestimmten Agrarräume (siehe Abschnitt 3.2.2) existieren, gehen die Autoren für die beispielhafte Darstellung der Indikatorensets für die C-Module von zwei deutlich kontrastierenden Hauptagrarräumen aus: **C₁** (Hauptcharakteristika: hoch produktiv, ackerbaudominiert, intensive Bewirtschaftung, homogene Landnutzung, arm an Landschaftsstrukturen) und **C₂** (Hauptcharakteristika: extensive Bewirtschaftung von Dauergrünland, hoher Anteil an Landschaftsstrukturen, Problem der Unternutzung und Aufgabe der Landwirtschaft). Aufgrund der aggregierten Verteilung und geringen flächenmäßigen Ausdehnung der Anbauggebiete von Dauerkulturen, wie Obst und Wein, eignen sich diese eher für ein Monitoring innerhalb der D-Module. Beispielhaft für eine Obstbauregion werden in Tabelle 1 (siehe Anhang) die Indikatoren für eine Fragestellung bezüglich Bestäuber und Bestäubungsleistung aufgeführt.

3.4 Genetische Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung

3.4.1 Monitoring genetischer Ressourcen

Das Monitoring genetischer Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung ist nicht zentraler Bestandteil dieses Konzeptentwurfs, da es nur zu einem geringeren Teil einen Bezug zu Erhebungen auf Stichprobenflächen hat, sondern im Wesentlichen auf die Sammlung von Daten über Bestände genetischer Ressourcen in Erhaltungseinrichtungen (z. B. Genbanken), Forschungsinstituten (z. B. Stammsammlungen) oder Wirtschaftsunternehmen (Bestand an Zuchtmaterial) beruht. Das Monitoring genetischer Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung kann sich zu einem Teil auf schon etablierte Strukturen und Berichtswesen stützen. Daten zum Vorkommen der genetischen Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung werden auf nationaler Ebene durch das Informations- und Koordinationszentrum für biologische Vielfalt (IBV) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Nationalen Inventaren (online-recherchierbaren Datenbanken) vorgehalten:

„**PGRDEU** (Pflanzengenetische Ressourcen Deutschland) ist als Nationales Inventar die zentrale Dokumentation zu pflanzengenetischen Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Arten in Deutschland und beinhaltet Informationen über Arten und deren Nutzung sowie über die Gefährdung zu den in Deutschland vorkommenden Arten. Weiter umfasst PGRDEU Angaben zu Ex-situ-Beständen in deutschen Genbanken und weiteren Spezialsammlungen sowie erste Angaben zum In-situ-Vorkommen von Wildarten und Landsorten. PGRDEU ist im Rahmen

nationaler und internationaler Verpflichtungen die offizielle Schnittstelle für Informationssysteme wie: das Bundesinformationssystem Genetische Ressourcen (BIG), den Europäischen Suchkatalog für pflanzengenetische Ressourcen (EURISCO) des europäischen Kooperationsprogramms für Pflanzengenetische Ressourcen (ECPGR), das World Information and Early Warning System (WIEWS) der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), das Globale Informationssystem des Internationalen Vertrags für Pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft. Neben dem weiteren Aufbau des Informationsangebots zu in situ und on farm wird PGRDEU derzeit zu einem nationalen Monitoringwerkzeug ausgebaut.“⁷

„Mit der Zentralen Dokumentation Tiergenetischer Ressourcen in Deutschland (**TGRDEU**) existiert ein umfassendes und komplettes Verzeichnis der in Deutschland gezüchteten Nutztierassen der Arten Pferd, Rind, Schwein, Schaf, Ziege, des Geflügels und der Kaninchen sowie der die Zucht betreuenden anerkannten Züchtervereinigungen und Organisationen. Die TGRDEU stellt auch die nationalen Daten im Bereich der Tierzucht der Bundesrepublik für internationale Datenbanken und Informationssysteme bereit. Hierzu zählen insbesondere das Domestic Animal Diversity Information System (DAD - IS) der Welternährungsorganisation und das European Farm Animal Biodiversity Information System (EFABIS) der Europäischen Vereinigung für Tierproduktion (EVT). Die TGRDEU erlaubt ein erstes Monitoring über die Bestände und den populationsgenetischen Zustand der heimischen Nutztierassen. Auf Basis der jährlich erhobenen Bestandszahlen wird bereits jetzt in vereinfachter Form die effektive Populationsgröße jeder Rasse ermittelt. Gemäß den Vorgaben des Nationalen Fachprogramms und unter Berücksichtigung zusätzlicher Argumente und Sachstände dient diese Informationslage dem Fachbeirat Tiergenetische Ressourcen dazu, die heimischen Rassen in Kategorien der Bestandsgefährdung einzuteilen. Das künftige und auch im novellierten Tierzuchtgesetz von 2006 geforderte Monitoring sieht darüber hinaus eine Verfeinerung dieses Verfahrens vor. Auf der Basis von Einzeltierdaten soll unter wissenschaftlicher Begleitung ein regelmäßiges Populationsmonitoring vorgenommen werden, das exakte Auskünfte über die Entwicklung der genetischen Vielfalt auch innerhalb einer Rasse beziehungsweise Population erlaubt, um wissenschaftlich begründete effektivere und zielgerichtete Maßnahmen rechtzeitig durchführen zu können.“⁸

Die Datenbank **FGRDEU**- Forstgenetische Ressourcen Deutschland ermöglicht die Recherche über durchgeführte Maßnahmen in Bund und Ländern zu den forstgenetischen Ressourcen (der sogenannte Sachstandsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe »Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht« (BLAG-FGR). Für die Maßnahmen zur In-situ- und zur Ex-situ-Erhaltung werden summarische Übersichten für Deutschland angeboten. Dabei bilden die Baumarten, die unter den Geltungsbereich des Forstvermehrungsgutgesetzes (FoVG) fallen, einen Schwerpunkt.⁹

⁷ Quelle: <http://www.genres.de/kultur-und-wildpflanzen/monitoring-und-nationales-inventar/>

⁸ Quelle: <http://www.genres.de/haus-und-nutztiere/monitoring/>

⁹ Quelle: <http://fgrdeu.genres.de/>

Die Datenbank **AGRDEU** dokumentiert als nationales Arteninventar die in Deutschland vorkommenden Fische, Rundmäuler, Muscheln und zehnfüßigen Krebse. Sie wird vom Informations- und Koordinationszentrum Biologische Vielfalt (IBV) der BLE gepflegt und dient als ein Instrument der Umsetzung des nationalen Fachprogramms zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der aquatischen genetischen Ressourcen¹⁰. Aktuell wird die Datenbank mit Daten zur genetischen Beschreibung verschiedener Populationen heimischer Fischarten erweitert.¹¹

In vielen Bereichen der genetischen Ressourcen von **Mikroorganismen und Invertebraten** fehlt ein dauerhaftes Monitoring. Hier wäre eine Schnittstelle zwischen dem Monitoring genetischer Ressourcen und dem BM-Landwirtschaft sinnvoll (z. B. genetische Vielfalt gemanagter Blütenbesucher, Bodenmikrobiota), da diese Vielfalt sich über weite Bereiche nur als lebende Bestandteile von Agrarökosystemen begreifen und messen lassen.

3.4.2 Indikator "Genetische Vielfalt der Landwirtschaft"

Der Indikator "Genetische Vielfalt der Landwirtschaft" ist Bestandteil des nationalen Berichtswesens der Bundesregierung zur Nationalen Biodiversitätsstrategie (BMUB 2015a). Der Indikator bilanziert das Ausmaß der Gefährdung genetischer Ressourcen in Landwirtschaft und Ernährung in Deutschland zunächst am Beispiel der Bestandsdaten ausgewählter einheimischer Nutztierassen. Es ist angestrebt, den Indikator in der Zukunft weiter zu entwickeln. In Bezug auf die tiergenetischen Ressourcen ist ein genaueres Monitoring der Gefährdungssituation von Rassen unter Einbeziehung des Pedigrees von Zuchttieren als auch im Hinblick auf die Einbeziehung weiterer Nutztierarten geplant. Die Situation in der Tierzucht ist nur sehr eingeschränkt als Maß für die Situation in den anderen Sektoren genetischer Ressourcen in Landwirtschaft und Ernährung übertragbar. Deshalb wird angestrebt, den Indikator auch in Bezug auf die Einbeziehung der Vielfalt zu pflanzen-, forst-, aquatischen und mikrobiellen genetischen Ressourcen in Landwirtschaft und Ernährung weiter zu entwickeln. Außerdem hat die Entwicklung des Indikators „genetische Vielfalt für Ernährung und Landwirtschaft“ für Ziel 2.5 der UN-Nachhaltigkeitsagenda 2030 sowie die Monitoringprozesse der FAO-Kommission für genetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft zur Umsetzung der globalen Aktionspläne Einfluss auf die nationalen Aktivitäten.

¹⁰ http://www.genres.de/fileadmin/SITE_GENRES/downloads/publikationen/nationales_fachprogramm_agr_deu.pdf

¹¹ Quelle: <http://agrdeu.genres.de/>

4 Das BM-Landwirtschaft als Datenbasis für die Evaluation agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen

Die Evaluation von Politikmaßnahmen, verstanden als deren systematische Untersuchung und Bewertung, sollte nachvollziehbar und überprüfbar durchgeführt werden und auf empirisch gewonnenen Daten beruhen (DeGEval 2002). Zur Abschätzung der biodiversitätsrelevanten Auswirkungen von agrar- und umweltpolitischen Maßnahmen kann das BM-Landwirtschaft in Teilen einen wichtigen Beitrag leisten. Bei der Evaluierung solcher Maßnahmen (z. B. Greening und AUKM) werden diese mit einer speziellen Fragestellung nach ihren Wirkungen auf bestimmte Ziele untersucht und bewertet. Hierfür ist eine nach fundierten Methoden erhobene und systematisch dokumentierte Datenbasis erforderlich. Die Bewertung erfolgt (außer bei Ex-ante-Evaluationen) durch den Vergleich der ermittelten Ist-Werte mit vorher explizit festgelegten, operationalisierten und begründeten Soll-Werten zugeordneter Indikatoren. Erfolgt die Datenerfassung langfristig und standardisiert, entspricht sie einem stark frageorientierten Monitoring, dessen Methodik spezifisch auf die jeweilige Zielgröße einer Maßnahme ausgerichtet ist.

Die Evaluation dient entweder der rückblickenden (ex post) oder der vorausschauenden (ex ante) Wirkungsabschätzung. Durch ein besseres Verständnis von Zuständen und Prozessen soll durch Rückkopplung (z. B. über Politikberatung) eine vorausschauende Steuerung zur Anpassung und Optimierung der Maßnahmen ermöglicht werden (z. B. SANDER UND BORMANN 2013).

Die in den Modulen A und B (vgl. Abb. 2), welche stärker dem generellen Trendmonitoring als dem frageorientierten Monitoring zugeordnet sind, aufgeführten Indikatoren zu AUKM und Greening sind daher in erster Linie geeignet, die Entwicklung über die Zeit hinweg zu dokumentieren. Eine Bewertung der Biodiversitätswirkung konkreter, im Zeitablauf umgesetzter Maßnahmen ist aus diesen Modulen in der Regel nicht automatisch ableitbar. Hierfür wäre es erforderlich, den Einfluss der zu evaluierenden Maßnahmen von dem anderer Einflussfaktoren zu isolieren, was jedoch bei den auf Stichprobenbasis erhobenen Daten nicht möglich ist. Für eine Evaluation der konkreten Biodiversitätswirkung von Maßnahmen wird es daher notwendig sein, innerhalb der D-Module maßnahmenspezifische Untersuchungen mit eigener Datenerhebung für spezifische und zielorientierte Indikatoren durchzuführen.

5 Notwendige Schritte zur Etablierung eines Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft

Um von diesem Konzept zu einer tatsächlichen Umsetzung eines BM-Landwirtschaft zu gelangen, bedarf es noch einer Reihe von Schritten:

- Da das BM-Landwirtschaft komplementär zu schon existierenden Monitoringprogrammen konzipiert ist und Abstimmungs- und Harmonisierungsbedarf mit anderen, parallel laufenden Konzeptentwicklungen im Monitoringbereich (regional, national und EU) existieren, wäre die von MARQUARD et al. (2013) vorgeschlagene Gründung und Unterstützung einer transdisziplinären und ressortübergreifenden Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines bundesweit einheitlichen und inhaltlich erweiterten BM zu begrüßen.

Darüber hinaus müssen konkrete Arbeitsschritte durchgeführt werden, welche miteinander interagieren bzw. aufeinander aufbauen:

- Erarbeitung und Festlegung von Charakteristika für eine agrarräumliche Gliederung Deutschlands, welche als Grundlage für differenzierte Biodiversitätsziele und ein BM-Landwirtschaft geeignet ist (Zusammenarbeit mit: JKI).
- Überprüfung der Stichprobenkulisse und der agrarräumlichen Gliederung (Module A und B) nach statistischen Kriterien.
- Auswahl und Festlegung der geeigneten Stichprobenflächen.
- Erarbeitung von agrarräumlich differenzierten Biodiversitätszielen und darauf aufbauend Festlegung von zielorientierten Indikatorensets (Zusammenarbeit mit: UBA, BfN, UfZ, iDIV, etc.; siehe auch Tabelle 1 im Anhang als Diskussionsvorlage).
- Prüfung vorhandener Indikatoren auf Eignung und Möglichkeit der Analyse und Bewertung hinsichtlich der Erreichung der agrarräumlich differenzierten Biodiversitätsziele.
- Prüfung der Metadaten, der Verwertbarkeit und des langfristigen Zugangs zu Datensätzen für die Module A und B (Zusammenarbeit mit: UBA, BfN, JKI, DDA, Länder, etc.).
- Vernetzung von länderspezifischen und nationalen Aktivitäten mit europäischen und internationalen Monitoringprogrammen und Datenzentren.
- Entwicklung einer konkreten Methodik der Datenerfassungen (Feld, Fernerkundung, Geodaten, Datenbanken) und der statistischen Auswertungen (Zusammenarbeit mit: Statistisches Bundesamt, JKI, etc.).

- Erarbeitung einer Methodik und Sicherstellung einer IT-Infrastruktur zur langfristigen Datenhaltung und –sicherung. Zudem langfristige Sicherung und Aufbewahrung von Probenmaterial (Zusammenarbeit mit: BMBF, DFG, JKI, etc.).

6 Kostenabschätzung Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft

Da eine endgültige Ausgestaltung, die Methodik und der Umfang und damit die Kosten eines BM-Landwirtschaft derzeit noch nicht feststehen, können an dieser Stelle lediglich Vergleichswerte zu Kosten von ähnlichen Programmen aus dem europäischen Ausland angeführt werden.

Im EU-Projekt BioBio wurde ein betriebsbasierter Ansatz für ein Biodiversitätsmonitoring im Agrarbereich entwickelt. Das in BioBio getestete und gewählte Indikatorenset hat eine große Übereinstimmung mit den in Tabelle 1 (siehe Anhang) beschriebenen Indikatoren. Auch im vorliegenden Konzeptentwurf sind einige Erfassungen auf Betriebsebene angedacht. Kostenkalkulationen von TARGETTI et al. (2014) kommen auf einen Betrag für eine einmalige Erfassung pro Betrieb von rund 8200 Euro beim Einsatz professioneller Kräfte und von 2700 Euro beim Einsatz freiwilliger/ehrenamtlicher Helfer. Wenn man zur groben Abschätzung die Betriebsebene mit der Stichprobenerfassung gleichsetzt und von rund 1000 Stichproben ausgeht kommt man auf rund 6 Mio. Euro für eine Vollerfassung.

Aus dem gleichen Projekt stammt eine Abschätzung des notwendigen Probenumfangs und der Kosten für ein europaweites Monitoring von Regenwürmern, Spinnen, Bienen und Gefäßpflanzen auf landwirtschaftlichen Betrieben (GEIJENDORFFER et al. 2015). Je nach der Robustheit der gewählten Monitoring-Szenarien im Hinblick auf die Möglichkeit zeitliche Veränderungen abzuschätzen, war es notwendig zwischen 6,3% und 0,2% aller europäischen Agrarbetriebe zu beproben, wofür zwischen 0,74% und 0,01% des Budgets der GAP benötigt würden (GEIJENDORFFER et al. 2015). Dies entspräche zwischen 433 und 103 Mio. Euro für das volle Indikatorenset bei einem Erfassungszyklus von 5 Jahren (GEIJENDORFFER et al. 2015).

LINDENMAYER et al. (2012) nennen eine Faustregel, nach der 5 bis 10% der Kosten eines Programmes zur Biodiversitätsförderung für Monitoring ausgegeben werden sollten. Bei einer Förderung von rund 600 Mio. Euro nur für Agrarumweltmaßnahmen in Deutschland (Stand 2007) liegt man nach dieser Faustregel bei ca. 30 bis 60 Mio. Euro für ein begleitendes Monitoring.

Die fünfte nationale Erfassung des UK „countryside survey“ wurde mit 8 Mio. GBP gefördert. Hierbei werden von über 60 speziell dafür trainierten Wissenschaftlern 600 1 km² Stichprobenflächen in UK untersucht.¹²

Im Schweizer Programm „Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles“ (ALL-EMA) findet die Datenerhebung in 170 Landschaftsausschnitten mit einer Fläche von je einem Quadratkilometer statt. Erhoben werden die Lebensraumtypen, die biologische Qualität der Pflanzengesellschaften sowie von biodiversitätsfördernden Strukturen. Die Untersuchungen

¹² <http://www.ceh.ac.uk/press/uks-biggest-ever-countryside-survey-starts-week>

werden alle fünf Jahre auf einem regelmäßigen Beprobungsraster durchgeführt. Auf zwanzig ausgewählten Probeflächen pro Quadratkilometer werden zudem vollständige Listen der Pflanzenarten aufgenommen, um die einzelnen Lebensräume genauer zu beschreiben. In einem speziellen Modul des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) werden die Biodiversitätsförderflächen auf die gleiche Weise beprobt, ihre Qualität bestimmt und mit der Umgebung verglichen. Die Gesamterfassung und kostet rund 1,1 Mio. Franken pro Jahr (d.h. 5,5 Mio pro Durchlauf). Es handelt sich um eine Mischfinanzierung durch das Bundesamt für Landwirtschaft, das Bundesamt für Umwelt und Agroscope (Eigenleistung) (pers. Mitt. G. Hofer).

Aus diesen Daten lässt sich sehr grob ableiten, dass ein BM-Landwirtschaft in Deutschland, je nach Detaillierungsgrad, pro Erfassungszyklus (~5 Jahre) zwischen 5 und 10 Mio. Euro kosten würde.

Danksagung

Dr. Holger Beer (Julius-Kühn-Institut), Friedrich Schmitz (BMEL, Referat 535) und Prof. Dr. Peter Weingarten (Thünen-Institut für Ländliche Räume) lieferten Kommentare und Textergänzungen zu dem Konzeptentwurf. Dr. Doreen Gabriel (Julius-Kühn-Institut) war an der Auswertung zur Repräsentativität der ÖFS für den Agrarbereich beteiligt. Dr. Stefan Schröder (IBV) steuerte Texte zum Kapitel 3.4 zu. Der Konzeptentwurf wurde durch Diskussionen im Rahmen der Institutsübergreifenden Arbeitsgruppe (IÜAG) „Monitoring der Biodiversität terrestrischer Produktionssysteme“ sowie durch Gespräche mit Dr. Thomas Meier (BMEL, Referat 522) bereichert.

Literaturverzeichnis

- AGROSCOPE (2015) Agrarumweltindikatoren ‚Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles‘, ALL-EMA. 13 S.
www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/39120.pdf [Zugriffdatum: Juni 2016]
- BACH M, FREIBAUER A, SIEBNER C, FLESSA H (2011) The German Agricultural Soil Inventory: sampling design for a representative assessment of soil organic carbon stocks. *Proced. Env. Sci.* 7: 323-328.
- BATÁRY P, DICKS LV, KLEIJN D, SUTHERLAND WJ (2015) The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology* 29: 1006–1016.
- BENZLER A (2012) Measuring extent and quality of HNV farmland in Germany. In: Oppermann R, Beaufoy G, Jones G (Eds.), *High Nature Value Farming in Europe. 35 European Countries – Experiences and Perspectives*. Verlag Regionalkultur, Deutschland, Seite 507–510.
- BLANKE R (2008) Erfassung naturschutzfachlich bedeutsamer Landschaften, Gefährdung und Schutzmöglichkeiten. In: BHU (Hrsg.) *Kulturlandschaftliche Informationssysteme in Deutschland*. Bund Heimat und Umwelt in Deutschland, Bonn: 70-75.
- BMUB (2007) *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 180 Seiten.
- BMUB (2015a) *Der Indikatorenbericht 2014 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt*. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 111 Seiten.
- BMUB (2015b) *Naturschutz-Offensive 2020. Für biologische Vielfalt!* Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 39 Seiten.
- DAUBER J, KLIMEK S (2015) Biodiversität auf Äckern, Wiesen und Weiden in Deutschland - Die Herausforderung einer Bestandsaufnahme. *Natur und Landschaft* 90: 258-262.
- DEGEVAL – Gesellschaft für Evaluation e.V. (2002) *Standards für Evaluation*, Köln.
- DORMANN CF (2002) *Monitoring - ökologische und statistische Abgründe*. Unveröffentlichtes Manuskript. <https://www.biom.uni-freiburg.de/mitarbeiter/dormann/publications-dormann/dormann_monitoring15316356.pdf> [Zugriffdatum: Juni 2016]
- DOXA A, BAS Y, PARACCHINI ML, POINTEREAU P, TERRES J-M, JIGUET F (2010) Low-intensity agriculture increases farmland bird abundances in France. *Journal of Applied Ecology* 47: 1348–1356.
- DRÖSCHMEISTER R (2001) Bundesweites Naturschutzmonitoring in der „Normallandschaft“ mit der Ökologischen Flächenstichprobe. *Natur und Landschaft* 76: 58-69.
- EEA (1999) *Environmental indicators: Typology and overview*. European Environment Agency (EEA), Technical report No 25/1999, Copenhagen, Denmark. <<http://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>> [Abrufdatum: Juni 2016]
- EEA (2012) *Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process*. European Environment Agency (EEA), Technical report No 11/2012, Copenhagen, Denmark. <<http://www.eea.europa.eu/publications/streamlining-european-biodiversity-indicators-2020>> [Abrufdatum: Juni 2016]
- EEA (2015) *European ecosystem assessment - concept, data, and implementation*. European Environment Agency (EEA), Technical report No 6/2015, Copenhagen, Denmark. <<http://www.eea.europa.eu/publications/european-ecosystem-assessment>> [Zugriffdatum: Juni 2016]
- EUROPEAN COMMISSION (2011) *Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020*. COM/2011/0244. Brussels. <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0244>> [Abrufdatum: Juni 2016]
- EKROOS J, OLSSON O, RUNDLÖF M, WÄTZOLD F, SMITH HG (2014) Optimizing agri-environment schemes for biodiversity, ecosystem services or both? *Biological Conservation* 172: 65–71.

- FIRBANK LG, PETIT S, SMART S, BLAIN A, FULLER RJ (2008) Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: A British perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363: 777-787.
- FLADE M, SUDFELD C, DZIEWIATY K, HÖTKER H, HOFFMANN J, BERNADY P, LUDWIGS JD, JOEST R, LANGGEMACH T, ACHILLES L, RÜHMKORF H, TÜLLINGHOFF R, GIEßLING B, KRAMER M, TRAUTMANN S, DANKELMANN M (2011) Positionspapier zur aktuellen Bestandssituation der Vögel der Agrarlandschaft. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 42: 175-184.
- FLOHRE A, FISCHER C, AAVIK T, BENGTSSON J, BERENDSE F, BOMMARCO R, CERYNGIER P, CLEMENT LW, DENNIS C, EGGERS S, EMMERSON M, GEIGER F, GUERRERO I, HAWRO V, INCHAUSTI P, LIIRA J, MORALES MB, ONATE JJ, PÄRT T, WEISSER WW, WINQVIST C, THIES C, TSCHARNTKE T (2011) Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. *Ecological Applications* 21: 1772-1781.
- FREIBAUER A, HEIDKAMP A, PRIETZ R, VOS C, BZE TEAM (2015) Der Humuszustand der landwirtschaftlichen Böden in Deutschland – Erste Ergebnisse der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft. *VDLUFA-Schriftenreihe* 71: 50-57.
- GABEL G (2010) Vielfalt der Kulturlandschaften – Kulturlandschaftliche Gliederung Bayerns. *ANLIEGEN NATUR* 34: 52-56.
- GEIJZENDORFFER IR, TARGETTI S, SCHNEIDER MK, BRUS DJ, JEANNERET P, JONGMAN RHG, KNOTTERS M, VIAGGI D, ANGELOVA S, ARNDORFER M, BAILEY D, BALÁZS K, BÁLDI A, BOGERS MMB, BUNCE RGH, CHOISIS J-P, DENNIS P, EITER S, FJELLSTAD W, FRIEDEL JK, GOMIERO T, GRIFFIOEN A, KAINZ M, KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI A, LÜSCHER G, MORENO G, NASCIBENE J, PAOLETTI MG, POINTEREAU P, SARTHOU J-P, SIEBRECHT N, STARITSKY I, STOYANOVA S, WOLFRUM S, HERZOG F (2016) How much would it cost to monitor farmland biodiversity in Europe? *Journal of Applied Ecology* 53: 140-149.
- GOCHT A, RÖDER N (2014) Using a Bayesian estimator to combine information from a cluster analysis and remote sensing data to estimate high-resolution data for agricultural production in Germany. *International Journal of Geographical Information Science* 28: 1744-1764.
- HAMPICKE U (2014) Fachgutachten über die Höhe von Ausgleichszahlungen für die naturnahe Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen in Deutschland. Überarbeitete und aktualisierte Fassung November 2014 im Auftrag der Michael Otto Stiftung für Umweltschutz. 34 S.
- HEIDRICH-RISKE H (2004) Bericht zur Durchführung der Ziehung einer räumlichen Stichprobe für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Monitoring von Vogelarten in Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz. Modul I: Zustand der Normallandschaft. Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Germany.
- HEISS C (2010) Was kann die stoffbezogene Umweltbeobachtung für die Biodiversitätsstrategie leisten? In: Doerpinghaus A, Dröschmeister R, Fritsche B (Bearb.) *Naturschutz-Monitoring in Deutschland. Stand und Perspektiven. Naturschutz und Biologische Vielfalt* 83: 211-220.
- HERZOG F, JEANNERET P, ET AL. (2013) Measuring farmland biodiversity. *Solutions* Volume 4, Issue 4: 52-58. <<http://www.thesolutionsjournal.org/node/23997>> [Zugriffdatum: Juni 2016]
- HOFFMANN-KROLL R, BENZLER A, SCHÄFER A, SEIBEL S (2000) Setting up national biodiversity monitoring for nature conservation in Germany - the Ecological Area Sampling (EAS). In: Bischoff C, Dröschmeister R (Eds.), *European Monitoring for Nature Conservation. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 62: 79-94.
- HÖTKER H, DIERSCHKE V, FLADE M, LEUSCHNER C (2014) Diversitätsverluste in der Brutvogelwelt des Acker- und Grünlands. *Natur und Landschaft* 89: 410-416.
- KLAUS G, PAULI D (2013) Was lebt denn da? In: *HOTSPOT, Biodiversität messen, Forschung und Praxis im Dialog, Informationen des Forum Biodiversität Schweiz* 28/2013. Seite: 4-6. <<http://www.naturwissenschaften.ch/download/559b41d4-8843-53bb-8407-fcd3e81a82ea/6098>> [Zugriffdatum: Juni 2016]
- KLEIJN D, RUNDLÖF M, SCHEPER J, SMITH HG, TSCHARNTKE T (2011) Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends in Ecology & Evolution* 26: 474-481.

- KLIMEK S, LOHSS G, GABRIEL D (2014) Modelling the spatial distribution of species-rich farmland to identify priority areas for conservation actions. *Biological Conservation* 174: 65-74.
- KRAUSE B, WESCHE K, CULMSEE H, LEUSCHNER C (2014) Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Grünland seit 1950. *Natur und Landschaft* 89: 399-404.
- KROIHER F, BOLTE A (2015) Naturschutz und Biodiversität im Spiegel der BWI 2012. *AFZ-Der Wald* 21/2015: 23-27.
- LINDENMAYER DB, LIKENS GE (2009) Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 482-486.
- LINDENMAYER DB, LIKENS, GE (2010) The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation* 143: 1317-1328.
- LINDENMAYER DB, ZAMMIT C, ATTWOOD SJ, BURNS E, SHEPHERD CL, KAY G, WOOD J (2012) A Novel and Cost-Effective Monitoring Approach for Outcomes in an Australian Biodiversity Conservation Incentive Program. *PLoS ONE* 7(12): e50872. doi:10.1371/journal.pone.0050872
- MARQUARD E, DAUBER J, DOERPINGHAUS A, DRÖSCHMEISTER R, FROMMER J, FROMMOLT K-H, GEMEINHOLZER B, HENLE K, HILLEBRAND H, KLEINSCHMIT B, KLOTZ S, KRAFT D, PREMKE-KRAUS M, RÖMBKE J, VOHLAND K, WÄGELE W (2013) Biodiversitätsmonitoring in Deutschland: Herausforderungen für Politik, Forschung und Umsetzung. *Natur und Landschaft* 88: 337-341.
- MARTIN C, FINCK P (2007) Erfassung naturschutzfachlich bedeutsamer und gefährdeter Landschaften in Deutschland und Perspektiven für ihren Schutz. In: BBN (Hrsg.) Von lokalem Handeln und globaler Verantwortung – 100 Jahre staatlicher Naturschutz. *Jb. für Natursch. Landschaftspf.* 56/1: 190-202.
- MEYER S, WESCHE K, KRAUSE B, LEUSCHNER C (2013) Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s - a cross-regional analysis. *Diversity and Distributions* 19: 1175-1187.
- MEYER S, WESCHE K, KRAUSE B, BRÜTTING C, HENSEN I, LEUSCHNER C (2014) Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. *Natur und Landschaft* 89: 392-398.
- MITSCHE A, SUDFELD C, HEIDRICH-RISKE H, DRÖSCHMEISTER R (2005) Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. *Vogelwelt* 126: 127-140.
- PAN, IFAB, INL (2011) Umsetzung des High Nature Value Farmland-Indikators in Deutschland – Ergebnisse eines Forschungsvorhabens (UFOPLAN FKZ 3508 890400) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (Bearbeitung durch: PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz, Institut für Agrarökologie und Biodiversität und Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz). München, Mannheim und Singen, Germany. <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoring/Projektbericht_HNV_Maerz2011.pdf> [Zugriffdatum: Juni 2016]
- POCOCK MJO, NEWSON SE, HENDERSON IG, PEYTON J, SUTHERLAND WJ, NOBLE DG, BALL SG, BECKMANN BC, BIGGS J, BRERETON T, BULLOCK DJ, BUCKLAND ST, EDWARDS M, EATON MA, HARVEY MC, HILL MO, HORLOCK M, HUBBLE DS, JULIAN AM, MACKAY EC, MANN DJ, MARSHALL MJ, MEDLOCK JM, O'MAHONY EM, PACHECO M, PORTER K, PRENTICE S, PROCTER DA, ROY HE, SOUTHWAY SE, SHORTALL CR, STEWART AJA, WEMBRIDGE DE, WRIGHT MA, ROY DB (2015) Developing and enhancing biodiversity monitoring programmes: a collaborative assessment of priorities. *Journal of Applied Ecology* 52: 686-695.
- ROßBERG D, MICHEL V, GRAF R, NEUKAMPF R (2007) Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 59: 155-161.
- SANDER A, BORMANN K (2013) Plan des Landes Schleswig-Holstein zur Entwicklung des ländlichen Raums, Beitrag des Programms zur Umkehr des Biodiversitätsverlustes, Modulbericht Vertiefungsthema Biodiversität, Hannover/Hamburg.
- SCHÄFER D, SEIBEL S, HOFFMANN-KROLL R (2000) Raumbezug und Repräsentativität in der Ökologischen Flächenstichprobe. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 12: 286-290.
- SCHRÖDER W, SCHMIDT G (2000) Raumgliederung für die Ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 12: 236-243.

- SPANGENBERG JH, MARTINEZ-ALIER J, OMANN I, MONTERROSO I, BINIMELIS R (2009) The DPSIR scheme for analysing biodiversity loss and developing preservation strategies. *Ecological Economics* 69: 9–11.
- SRU (2012) Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Erich Schmidt Verlag, Berlin, 418 S.
- STROHBACH MW, KOHLER ML, DAUBER J, KLIMEK S (2015) High Nature Value farming: From indication to conservation. *Ecological Indicators* 57: 557-563.
- TARGETTI S, HERZOG F, GEIJZENDORFFER IR, WOLFRUM S, ARNDORFER M, BALAZS K, CHOISIS JP, DENNIS P, EITER S, FJELLSTAD W, FRIEDEL JK, JEANNERET P, JONGMAN RHG, KAINZ M, LUESCHER G, MORENO G, ZANETTI T, SARTHOU JP, STOYANOVA S, WILEY D, PAOLETTI MG, VIAGGI D (2014) Estimating the cost of different strategies for measuring farmland biodiversity: Evidence from a Europe-wide field evaluation. *Ecological Indicators* 45: 434-443.
- UBA (2012) Bodendaten in Deutschland – Übersicht über die wichtigsten Mess- und Erhebungsaktivitäten für Böden. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 125 S.
- VOIGTLÄNDER U, SCHELLER W, MARTIN C (2001) Ursachen für die Unterschiede im biologischen Inventar der Agrarlandschaft in Ost- und Westdeutschland. *Angewandte Landschaftsökologie* 40: 345 S.
- WESCHE K, KRAUSE B, CULMSEE H, LEUSCHNER C (2012) Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biological Conservation* 150: 76-85.
- WHITTINGHAM MJ (2011) The future of agri-environment schemes: biodiversity gains and ecosystem service delivery? *Journal of Applied Ecology* 48: 509-513.
- YOCOZ NG, NICHOLS JD, BOULINIER T (2001) Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 446-453.

Anhang

Tabelle 1: Indikatoren für die Module A bis D des BM-Landwirtschaft. Die Statusleiste zeigt über eine Ampelbewertung an, ob die Indikatoren derzeit schon entwickelt sind und berichtet werden (grün), ob diese einer Weiterentwicklung oder Anpassung bedürfen (orange) oder noch gänzlich neu entwickelt werden müssen (rot). Die Indikatoren für die Module C und D sind nur beispielhaft und in ihrer letztendlichen Formulierung von den noch zu erarbeitenden Biodiversitätszielen (siehe Abschnitt 3.2.3) für die jeweiligen Agrarräume (siehe Abschnitt 3.2.2) abhängig. Diese Tabelle ist als eine Diskussionsvorlage für einen noch ausstehenden Prozess der Indikatorenfindung zu verstehen (siehe Kap. 5)

Modul	DPSIR-Level	Indikator	Kernaussage / Methodik	Status
A	P	Stickstoffüberschüsse der Gesamtbilanz Deutschland [kg/ha landwirtschaftlich genutzter Fläche]	Agrarstatistik	Indikator 12 a „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“; NBS Indikator
A	P	Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche	Absoluter Anteil der Agrarfläche nimmt ab. Die Statistik 'Flächennutzung nach Art der tatsächlichen Nutzung' berichtet diese Größe	Zu entwickeln (Flächenstatistik liegt vor)
A	D	Landnutzungsintensität: Erträge, Produktionswerte und Vorleistungen mit konstanten Preisen	Intensitätssteigerung in der landwirtschaftlichen Produktion wird durch physische und monetäre Größen abgebildet	Zu entwickeln (Ertragschätzung und LGR liegen vor)
A	S	Anbaufläche des ökologischen Landbaus [Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in %]	Die Aussagekraft des Indikators könnte geschärft werden, indem die räumliche Aggregation der Anbaufläche sowie die Höhe der erzielten Erträge ebenfalls erfasst würden.	Indikator 12 b „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“; NBS Indikator
A	D	Agrarumweltmaßnahmen	Bilanzierung der Summe der Flächen, auf denen Agrarumweltmaßnahmen durchgeführt werden und die dafür gewährten Fördermittel.	NBS Indikator
A	P	Gentechnik in der Landwirtschaft	Summe der vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) im Standortregister erfassten GVP-Anbauflächen	NBS Indikator

Modul	DPSIR-Level	Indikator	Kernaussage / Methodik	Status
A	P	Pflanzenschutzmitteleinsatz	Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden (Statistikverordnung). Diese fordert u.a. die Gewinnung von Daten und ihre Übermittlung an die Kommission (KOM) über die landwirtschaftliche Verwendung von Pflanzenschutzmitteln. Die entsprechende Umsetzung in deutsche Rechtsvorschriften findet sich im §21 des Pflanzenschutzgesetzes.	Julius Kühn-Institut ist zuständig für die Durchführung der notwendigen statistischen Erhebungen und deren Auswertung: „Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendung“ PAPA-Erhebungen
A	S/I	Gemanagte Bestäuber	Zahl und Zustand von Bienenvölkern, gemanagten Hummelvölkern und anderen Bestäubern (gen. Vielfalt der gemanagten Bestäuber)	Zu entwickeln
A	S/I	MAES Indikatoren	Vorbehaltlich der Umsetzung von MAES in Deutschland	Nationale Umsetzung der MAES-Indikatoren steht noch aus
A	S	HNV farming systems	Anteil und Zustand von Gebieten mit existierendem „high nature value farming“	Weiterentwicklung des bereits bestehenden HNV-Indikators, Vorarbeiten erfolgen derzeit durch TI-BD
B	P	Landnutzungswandel	Veränderung der Landnutzung und Landschaftsstruktur (Komposition der Landnutzung, Lebensraumfragmentierung, Schlaggrößen, Grenzliniendichte); Grundlage: Fernerkundungsdaten, Basis DLM, InVeKoS (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B	P	Landnutzungsdiversität	Diversität der Feldfrüchte, Anteil Dauergrünland, Anteile perennierender Kulturen, Anteil seminaturlicher Habitate. Grundlage: InVeKoS und Fernerkundungsdaten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B	P	Umsetzung AUKM und Greening, Kompensationsverordnung	Anteil der Landwirtschaftsfläche unter AUKM-, Greening- oder Ausgleichsmaßnahmen, Art der Maßnahmen (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B	P	Schutzstatus	Anteil von Flächen mit Schutzstatus (NSG, Natura2000, etc.) (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B	P	Bodenzustand	Erfassung von Bodenparametern mit hoher Aussagekraft für den biotischen Zustand und das Leistungspotenzial von Böden ((Stichprobenkulisse: BZE)	Aus laufender BZE-LW weiterentwickeln

Modul	DPSIR-Level	Indikator	Kernaussage / Methodik	Status
B	S	Vögel der Agrarlandschaft	Monitoring häufiger und seltener Brutvögel durch ehrenamtliche Kartierer, koordiniert durch den DDA (Stichprobenkulisse: ÖFS)	TI-BD arbeitet derzeit mit dem DDA zusammen, um Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf Agrarvögel in Niedersachsen zu untersuchen
B	S	Pflanzliche Diversität Ackerland	Kartierung der Gefäßpflanzen im Ackerland (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B	S	Pflanzliche Diversität Grünland	Kartierung der Gefäßpflanzen im Grünland (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
B		Genetische Vielfalt in der Landwirtschaft	Anteil der gefährdeten genetischen Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung. Ein erster Indikator für tiergenetische Ressourcen wurde entwickelt und ist Teil der nationalen Berichterstattung zur NBS. Der Indikator muss in Bezug auf TGR weiterentwickelt werden. Indikatoren zu den pflanzen-, forst-, aquatischen und mikrobiellen genetischen Ressourcen müssen noch entwickelt werden.	Weiterentwicklung
B	S/I	Genetische Ressourcen Bodenmikrobiota	Extraktion von DNA aus Bodenproben, Quantifizierung mikrobieller Biomasse und Erfassung funktionaler Markergene für N-Kreislauf, Differenzierung Pilz-Bakterien-Verhältnis, (Stichprobenkulisse: BZE-LW)	Zu entwickeln
C ₁	P	Diversität der Anbausysteme	Fruchtartendiversität, Länge der Fruchtfolgen, Einsatz von Untersaaten und Zwischenfrüchten, Grundlage: InVeKoS und Fernerkundung, Interviews mit lokalen Landwirten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₁	P	Pflanzenschutz	Quantität und Qualität des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln; Grundlage: Interviews mit lokalen Landwirten, Verknüpfung der Daten mit Informationen der landwirtschaftlichen Nutzung (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Weiterentwicklung

Modul	DPSIR-Level	Indikator	Kernaussage / Methodik	Status
C ₁	P	Düngung	Quantität und Qualität des Einsatzes von Düngemitteln; Grundlage: Interviews mit lokalen Landwirten, Auswertung der Stickstoffzeigerarten aus Modul B, Verknüpfung der Daten mit Informationen der landwirtschaftlichen Nutzung (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Weiterentwicklung
C ₁	S	Qualitätszeigende Pflanzenarten	Auswertung der Pflanzendaten aus Modul B im Hinblick auf die Erreichung der agrarräumlichen Biodiversitätsziele (BZ), Bewertung des Vorkommens und der Populationsentwicklung von BZ-Kennarten und Zeigerarten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₁	S	Qualitätszeigende Vogelarten	Auswertung der Vogeldaten aus Modul B im Hinblick auf die Erreichung der agrarräumlichen Biodiversitätsziele (BZ), Bewertung des Vorkommens und der Populationsentwicklung von BZ-Kennarten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₁	S/I	Regenwürmer	Erfassung der Artenzahl, Abundanz und Biomasse von Regenwürmern (Stichprobenkulisse: BZE-LW)	Zu entwickeln
C ₁	S/I	Bodennematoden	Erfassung der Abundanz von Nematoden-Fraßtypen, Bestimmung des „nematode channel index“ (Stichprobenkulisse: BZE-LW)	Zu entwickeln
C ₁	S/I	Epigäische Arthropoden	Erfassung der Aktivitätsdichten, der Biomassen und der funktionalen Komposition von epigäischen Arthropoden (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₂	P	Landschaftsstruktur	Komposition der Landnutzung und Landschaftsstrukturelemente, Grundlage: Fernerkundungsdaten, Verzeichnis Kleinstrukturen des JKI, Invekos (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Weiterentwicklung
C ₂	P	Verbuschung und Aufforstung	Anteile von Brache und Grünland mit Verbuschung, Anteil von Aufforstungsflächen, Grundlage: Fernerkundungsdaten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₂	P	Beweidungsintensität	Intensität der Beweidung, Anteil Außenhaltung, Interviews mit Landwirten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₂	P	Diversität der Grünlandbewirtschaftung	Grünlandtypen, Beweidungstypen, Mahdtypen, Grundlage: Interviews mit Landwirten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln

Modul	DPSIR-Level	Indikator	Kernaussage / Methodik	Status
C ₂	S	Qualitätszeigende Pflanzenarten	Auswertung der Pflanzendaten aus Modul B im Hinblick auf die Erreichung der agrarräumlichen Biodiversitätsziele (BZ), Bewertung des Vorkommens und der Populationsentwicklung von BZ-Kennarten und Zeigerarten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₂	S	Qualitätszeigende Vogelarten	Auswertung der Vogeldaten aus Modul B im Hinblick auf die Erreichung der agrarräumlichen Biodiversitätsziele (BZ), Bewertung des Vorkommens und der Populationsentwicklung von BZ-Kennarten (Stichprobenkulisse: ÖFS)	Zu entwickeln
C ₂	S	Tagfalter	Abundanz und Artenzahl von Tagfaltern ((Stichprobenkulisse: ÖFS und Tagfaltermonitoring Flächen)	Weiterentwicklung
D _{Obst}	P	Landschaftsstruktur	Komposition der Landnutzung und Landschaftsstrukturelemente, Grundlage: Fernerkundungsdaten	Zu entwickeln
D _{Obst}	P	Lebensraumdiversität und –qualität der Obstbaukulturen	Anteile Plantagen, Streuobst, Mittel- und Hochstamm, Grundlage: Fernerkundungsdaten, InVeKoS	Zu entwickeln
D _{Obst}	P	Management der Unternutzung	Bewirtschaftung der Obsbauanlagen, Mahd, Beweidung, Blühstreifen etc., Grundlage: Fernerkundung, Interviews mit Obstbauern	Zu entwickeln
D _{Obst}	P	Pflanzenschutz	Intensität und Mitteleinsatz, Grundlage: Interviews mit Obstbauern	Zu entwickeln
D _{Obst}	S	Bestäuber	Abundanz und Artenreichtum von wilden blütenbesuchenden Insekten	Zu entwickeln
D _{Obst}	S	Gemanagte Bestäuber	Anzahl und Zustand von gemanagten Bestäubern	Zu entwickeln
D _{Obst}	I	Bestäubungsdefizite	Untersuchung von Bestäubungslimitierung und –defiziten anhand von Ertrag und Fruchtqualität	Zu entwickeln

Tabelle 2: Ergebnis der Hauptkomponentenanalyse. Die Agrarumweltvariablen werden durch insgesamt vier Faktoren zusammengefasst, die insgesamt 53% der Varianz erklären (siehe Abschnitt 3.2.1). Die Datengrundlagen zur Berechnung dieser Variablen sind in der Veröffentlichung von Klimek et al. (2014) erläutert.

		Korrelation	erklärte Varianz (%)
Faktor 1 (Topographie/Klima)			16
Topographie	Höhe	0,92	
	Hangneigung	0,75	
Klima	Temperatur	-0,73	
	Globalstrahlung	0,68	
	Niederschlag	0,65	
Faktor 2 (Intensive Ackernutzung)			15
Ertrag	Winterweizen	0,87	
	Sommergerste	0,85	
	Roggen	0,78	
	Raps	0,72	
	Silomais	0,70	
Faktor 3 (Grünlandbewirtschaftung)			13
Bewirtschaftung	Extensive Viehhaltung	0,82	
	Grünland/Acker-Verhältnis	0,64	
	Intensive Viehhaltung	0,60	
Landnutzung	Anbaufläche Raps	-0,65	
	Anbaufläche Mais	0,61	
	Anbaufläche Winterweizen	-0,57	
Faktor 4 (Landschaftsstruktur)			9
Landschaftsstruktur	Grenzliniendichte	-0,77	
	Anteil Wald/Forst	-0,68	
	Anteil Ackerfläche	0,66	
			53

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

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

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – Suggested source citation:
Dauber J, Klimek S, Schmidt TG (2016) Konzept für ein Biodiversitätsmonitoring Landwirtschaft in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 31 p, Thünen Working Paper 58, DOI:10.3220/WP1466420944000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



Thünen Working Paper 58

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/WP1466420944000
urn:urn:nbn:de:gbv:253-201606-dn056855-4