

Auswirkungen des rezenten Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel



Abschlussbericht zum Projekt „Agrarvögel und Landnutzung in Niedersachsen – ein Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaft und Ehrenamt“, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

Autoren: Katrin Ronnenberg und Sebastian Klimek

Braunschweig, Dezember 2019

Abschlussbericht zum Projekt „Agrarvögel und Landnutzung in Niedersachsen – ein Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaft und Ehrenamt“, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU-Projekt Az. 33636/01).



Bewilligungsempfänger: Thünen-Institut für Biodiversität, Dr. Sebastian Klimek

Projektlaufzeit: 28.02.2017 bis 31.07.2019

Adresse:

Thünen-Institut für Biodiversität

Dr. Sebastian Klimek

Bundesallee 65, 38116 Braunschweig

Tel.: 0531 596-2540

Email: sebastian.klimek@thuenen.de

Aus Projektmitteln eingestelltes Personal (Projektbearbeitung):

Thünen-Institut für Biodiversität

Dr. Katrin Ronnenberg

Bundesallee 65, 38116 Braunschweig

Email: katrin.ronnenberg@thuenen.de

Das Kooperationsprojekt wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Unterauftragnehmer Alexander Mitschke (Koordinator für das Monitoring häufiger Brutvögel in Niedersachsen) und Jürgen Ludwig (Niedersächsische Ornithologische Vereinigung e.V.) durchgeführt.

Zusammenfassung

Die Landnutzung in Niedersachsen hat sich nicht nur seit der Industrialisierung in den 1950er Jahren, sondern gerade auch in den letzten Jahren gravierend gewandelt. Um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels (2005-2015) in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen, wurden Daten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) mit räumlich und zeitlich hochaufgelösten Landnutzungsdaten in Verbindung gesetzt. Basierend auf definierten Auswahlkriterien wurden Agrarvogelarten festgelegt und entsprechend ihrer Gilde bzw. des vorrangigen Brut- und Nahrungshabitats in Feldbrüter und nicht-Feldbrüter differenziert. Unter Verwendung von Daten des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) wurden Variablen zur Landnutzung, zur Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) bzw. Ökolandbau sowie zur Schlaggröße der Ackerkulturen ausgewählt und sowohl auf Ebene der umgebenden Landschaft der Probeflächen des MhB als auch niedersachsenweit berechnet. Zur Ermittlung der Landnutzungsvariablen (Flächenanteile von Mais, Dauergrünland, Stilllegungsflächen bzw. Brachen, Leguminosen und intensiven Ackerkulturen sowie Kulturartenvielfalt) wurden geeignete Gruppierungen bzw. Kategorien von InVeKoS-Nutzungscode gebildet. Hinsichtlich der Inanspruchnahme von AUM wurde eine Auswahl von Maßnahmen getroffen, von denen eine positive bzw. fördernde Wirkung auf Agrarvögel erwartet wurde. Um eine regional differenzierte Betrachtung von Bestandsveränderungen der Agrarvögel und deren Ursachen zu ermöglichen, wurden auf Grundlage der naturräumlichen Regionen Niedersachsens vier Regionen festgelegt (Region Nord, Nordost, Süd und West). Diese Regionen spiegelten Unterschiede in den dominierenden Hauptbetriebstypen, Anbaumustern und der Landschaftsstruktur wider.

Die ausgewählten Agrarvogelarten zeigten in dem betrachteten Zeitraum 2005-2015 unterschiedliche Bestandsveränderungen. Insbesondere Feldbrüter zeigten regionsübergreifend negative Bestandstrends, wobei die Rückgänge im Westen Niedersachsens für Kiebitz, Rebhuhn und Wiesenpieper am stärksten ausgeprägt waren. Auch die Landnutzungsvariablen zeigten sowohl räumliche als auch zeitliche Unterschiede. Im Verlauf der Jahre wurden jedoch regionsübergreifend keine gegenläufigen Entwicklungen in der Landnutzung festgestellt, d.h. die Variablen zeigten über die Regionen hinweg ähnliche Entwicklungen, wobei jedoch die Variablen von unterschiedlichen Ausgangsniveaus ausgingen (bezogen auf das Jahr 2005) und die Entwicklungen unterschiedlich stark ausgeprägt waren. Die Ergebnisse zu den Auswirkungen des Anbaus intensiver Ackerkulturen und der Inanspruchnahme von AUM auf die Agrarvögel verdeutlichten, dass insbesondere die Gilde der Feldbrüter (Feldlerche, Kiebitz, Rebhuhn und Wiesenpieper) negativ durch die stattgefundenen Landnutzungsänderungen beeinflusst wurde. In den Regionen West und Nord von Niedersachsen wurden signifikante Bestandsrückgänge festgestellt. Der Anteil intensiver Ackerkulturen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche hatte, bis auf die Region Süd, einen negativen Einfluss auf die Agrarvögel. Die Landnutzungsvariable intensive

Kulturarten integrierte mehrere Kulturen, die durch einen hohen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Wintergetreide, Ölfrüchte, Hackfrüchte) und mineralischen Stickstoffdünger (Mais) gekennzeichnet sind, wobei die ökologisch bewirtschafteten Flächen herausgerechnet wurden. Der negative Einfluss intensiver Ackerkulturen, vorrangig bedingt durch einen zunehmenden Maisanbau, war in den viehstarken westlich gelegenen Veredelungsregionen von Niedersachsen (Region West) am stärksten ausgeprägt. Zusammenhänge zwischen Agrarvögeln und der Inanspruchnahme von freiwilligen AUM konnten nicht festgestellt werden. Der Anteil von Agrarumweltmaßnahmen mit Bedeutung für die Agrarvögel war regionsübergreifend sehr gering. In der Region West betrug der Anteil an AUM an der landwirtschaftlich genutzten Fläche über den betrachteten Zeitraum weniger als zwei Prozent. Neben der geringen Inanspruchnahme und damit räumlichen Abdeckung der AUM, wurde eine zu wenig spezifische inhaltliche Ausrichtung und Qualität sowie eine ungenügende Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen durch gezielte Monitoringprogramme und eine mangelnde Unterstützung und Beratung von Landwirten als wesentliche Gründe für deren geringe Wirkung auf Agrarvögel diskutiert. Um die Lebensraumsituation der Agrarvögel in Niedersachsen zu verbessern, wurden Empfehlungen für den zukünftigen Forschungsbedarf abgeleitet.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Ziele	10
1.1	Einleitung	10
1.2	Ziele.....	12
2.	Vorgehensweise	14
2.1	Monitoring häufiger Brutvögel (MhB).....	14
2.1.1	Auswahl von Probeflächen des MhB.....	15
2.1.2	Auswahl von Agrarvogelarten und deren Gruppierung.....	20
2.2	InVeKoS-Daten.....	23
2.2.1	Aufbereitung der InVeKoS-Daten.....	24
2.2.2	Auswahl und Berechnung von Landnutzungsvariablen	26
2.3	Festlegung von naturräumlichen Regionen in Niedersachsen.....	31
2.4	Statistische Analyse	32
3.	Ergebnisse	35
3.1	Bestandsveränderungen ausgewählter Agrarvogelarten	35
3.2	Räumliche und zeitliche Unterschiede der Landnutzungsvariablen	36
3.3	Beschreibung der naturräumlichen Regionen im Verlauf der Zeit	55
3.4	Auswirkungen des Anbaus intensiver Ackerkulturen und der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen auf Agrarvögel.....	56
4.	Diskussion.....	60
4.1	Bestandsveränderungen ausgewählter Agrarvogelarten	60
4.2	Räumliche und zeitliche Unterschiede in der Landnutzung.....	60
4.3	Auswirkungen des Anbaus intensiver Ackerkulturen und der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen auf Agrarvögel.....	61
5.	Workshop zur Vermittlung und Diskussion der Ergebnisse.....	65
6.	Handlungsbedarf und Empfehlungen	68
6.1	Nutzbarkeit von InVeKoS-Daten	68
6.2	Fazit und Ausblick	69
7.	Literaturverzeichnis.....	71
9.	Danksagung	80
10.	Anhang	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Kulturartenvielfalt (Vielfalt der Ackerkulturen) und dem Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen (LF) in der umgebenden Landschaft der Probeflächen (900 ha).....	17
Abbildung 2: Umgebende Landschaft (äußerer blauer Rahmen, 900 ha) der Probefläche (innerer blauer Rahmen, 100 ha), in der das Kriterium von > 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) bzw. offener Kulturlandschaft anhand der InVeKoS-Daten (grün punktiert) erreicht wird.....	18
Abbildung 3: Umgebende Landschaft (äußerer blauer Rahmen, 900 ha) der Probefläche (innerer blauer Rahmen, 100 ha), in der das Kriterium von > 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) bzw. offener Kulturlandschaft anhand der InVeKoS-Daten (grün punktiert) nicht erreicht wird.....	19
Abbildung 4: Verteilung der Probeflächen des MhB in Niedersachsen (grün, n=117), die die Auswahlkriterien (LF > 20 % und kartierter Probeflächen pro Agrarvogelart > 5) erfüllen.....	20
Abbildung 5: Aggregierte naturräumliche Regionen in Niedersachsen.....	32
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Modelstruktur zur Beantwortung der konkreten Fragestellungen.....	35
Abbildung 7: Balkendiagramme der mittleren Anzahl der Reviere der ausgewählten Arten.	36
Abbildung 8: Anteil Mais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005	37
Abbildung 9: Trend Mais 2005-2015	38
Abbildung 10: Anteil Mais im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region.....	38
Abbildung 11: Anteil Dauergrünland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005..	39
Abbildung 12: Trend Dauergrünland 2005-2015	40
Abbildung 13: Anteil Dauergrünland im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region	40
Abbildung 14: Anteil Stilllegungsflächen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005	41
Abbildung 15: Trend Stilllegungsflächen 2005-2015	42
Abbildung 16: Anteil Stilllegungsflächen im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region	42
Abbildung 17: Anteil Leguminosen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005.....	43
Abbildung 18: Trend Leguminosen 2005-2015	44
Abbildung 19: Anteil Leguminosen im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region	44

Abbildung 20: Anteil intensiver Ackerkulturen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005.....	45
Abbildung 21: Trend intensive Ackerkulturen 2005-2015	46
Abbildung 22: Anteil intensiver Ackerkulturen im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region.....	46
Abbildung 23: Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen, Shannon-Index) 2005	47
Abbildung 24: Trend Kulturartenvielfalt 2005-2015	48
Abbildung 25: Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen, Shannon-Index) im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region	48
Abbildung 26: Anteil Agrarumweltmaßnahmen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005	49
Abbildung 27: Trend Agrarumweltmaßnahmen 2005-2015.....	50
Abbildung 28: Anteil Agrarumweltmaßnahmen im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region.....	50
Abbildung 29: Anteil Ökolandbau an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005	51
Abbildung 30: Trend Ökolandbau 2005-2015	52
Abbildung 31: Anteil Ökolandbau im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region	52
Abbildung 32: Mittlere Schlaggröße (ha) der Ackerkulturen.....	53
Abbildung 33: Trend der mittleren Schlaggröße der Ackerkulturen	54
Abbildung 34: Mittlere Schlaggröße (ha) der Ackerkulturen im Verlauf der Jahre 2005-2015 differenziert nach naturräumlicher Region.....	54
Abbildung 35: Agrarvögel Trends von 2006-2015 basierend auf „model averaging“	56
Abbildung 36: Abhängigkeit der Agrarvögel zu intensiven Ackerkulturen basierend auf „model averaging“	57
Abbildung 37: Abhängigkeit der Agrarvögel zu Agrarumweltmaßnahmen (AUM) basierend auf „model averaging“	58
Abbildung 38: Abhängigkeit von Agrarvögeln von dem Flächenanteil von NATURA 2000 Gebieten basierend auf „model averaging“	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) in Niedersachsen, die als Agrarvögel eingestuft wurden	22
Tabelle 2: Ergebnisse des „model averaging“	59

Abkürzungsverzeichnis

AUM	Agrarumweltmaßnahmen
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
DDA	Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V.
DLM	Digitales Landschaftsmodell
EU	Europäische Union
FLIK	Flächenidentifikator im InVeKoS
FNN	Flächen- und Nutzungsnachweis
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GIS	Geografisches Informationssystem
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
MhB	Monitoring häufiger Brutvögel
MhB>50	Häufige Brutvogelarten des MhB, bei denen mehr als 50 % der Reviere im Agrarland (Acker, Grünland, Obstkulturen oder Heide) liegen
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NOV	Niedersächsische Ornithologische Vereinigung e.V.
StBA	Statistisches Bundesamt

1. Einleitung und Ziele

1.1 Einleitung

Niedersachsen hat eine Flächengröße von rund 47.600 km² und ist damit hinter Bayern das zweitgrößte deutsche Bundesland. Zusammen mit der Fläche des Bundeslandes Bremen von ca. 420 km² umfasst das im Rahmen dieses Kooperationsprojektes untersuchte Gebiet insgesamt rund 48.020 km². Das Bundesland Bremen wurde unter „Niedersachsen“ subsummiert, da es nur eine geringe Ausdehnung und keine naturräumlichen oder avifaunistischen Alleinstellungsmerkmale besitzt (Krüger et al. 2014). Mehr als die Hälfte der Landesfläche Niedersachsens wird landwirtschaftlich genutzt (ca. 2,6 Mill. ha), womit Niedersachsen innerhalb Deutschlands als Agrarland hervortritt.

Die Landnutzung in Niedersachsen hat sich nicht nur seit der Industrialisierung in den 1950er Jahren, sondern gerade auch in den letzten Jahren gravierend gewandelt (Hötker & Leuschner 2014). Europaweit wurde die landwirtschaftliche Intensivierung und die damit einhergehenden gravierenden Landnutzungsänderungen als wesentliche Ursache für den Biodiversitätsverlust in Agrarlandschaften identifiziert (z. B. Chamberlain et al. 2000, Donald et al. 2001). Auch die in Deutschland stattgefundenen Landnutzungsänderungen der letzten Jahre, wie der verstärkte Anbau von Energiemais, das Wegfallen der Brachen mit Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung, der Rückgang von Dauergrünland und die Verringerung der Vielfalt angebaute Kulturen, werden als wichtige Gründe der Verschlechterung der Brut- und Nahrungshabitate von typischen Vogelarten der Agrarlandschaft angesehen (DO-G & DDA 2011, Hötker & Leuschner 2014, Jerrentrup et al. 2017, DO-G 2019). Neben Änderungen in der Landnutzung hat zudem die Verringerung der Landschaftsstrukturen in der Agrarlandschaft, insbesondere die Beseitigung von Kleinstrukturen wie Hecken, Feldgehölzen und Kleingewässern, negative Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die Bestandsentwicklung der Vogelarten der Agrarlandschaft (DO-G & DDA 2011).

Als Indikatoren für die Agrobiodiversität werden häufig die Vögel der Agrarlandschaft (Agrarvögel) herangezogen. Als Agrarvögel werden diejenigen Vogelarten bezeichnet, die vorrangig landwirtschaftliche Flächen als Brut- und/ oder Nahrungshabitat nutzen (vgl. „farmland birds“, Gregory et al. 2005). Auf europäischer Ebene wurde eine stärker negative Entwicklung der Vogelarten der Agrarlandschaft als bei Waldvogelarten oder allen häufigen Vogelarten festgestellt (EBCC 2015, Gregory et al. 2019). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch die Bundesregierung mithilfe des Nachhaltigkeitsindikators „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“, Teilindikator Agrarland (Statistisches Bundesamt 2014). Dieser Indikator verlief bis 2005 weitgehend stabil und bis 2009 verschlechterte sich sein Zielerreichungsgrad von 73 % auf 66 % und zeigte seitdem eine signifikante Entwicklung weg vom Zielwert. Die dem Indikator zugrunde liegenden Daten stammen dabei in erster Linie

aus dem Monitoring häufiger Brutvögel (MhB), welches vom Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) koordiniert wird und eine Ableitung der Trendentwicklungen häufiger Brutvogelarten in der Normallandschaft ermöglicht (Mitschke et al. 2005). Das Monitoringprogramm lässt Aussagen zum Zustand und der Veränderung häufiger Agrarvogelarten zu, aber direkte Rückschlüsse auf die Ursachen der Bestandsveränderungen sind nicht möglich (Trautmann 2013). Auch in Bezug auf regionale Unterschiede in der Beeinflussung der Bestandsentwicklung häufiger Agrarvogelarten zeigen sich noch erhebliche Wissenslücken. Entsprechend besteht Unklarheit darüber, mit welchen Agrar-Umwelt-Förderinstrumenten den negativen Bestandsentwicklungen entgegengewirkt werden kann. Zudem besteht die Notwendigkeit, geeignete statistische Methoden zu entwickeln bzw. anzuwenden, die Aussagen zu Möglichkeiten und Grenzen zur Bestimmung möglicher Kausalbeziehungen zwischen Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen und Populationstrends von Agrarvögeln auf Probeflächen des bundesweiten Brutvogelmonitorings ermöglichen (Trautmann 2013).

Die Auswirkungen bestimmter Landnutzungsbestandteile, wie beispielsweise des Anbaus von Mais oder der Umsetzung spezifischer Agrarumweltmaßnahmen (AUM), auf die Bestandsentwicklung häufiger Brutvogelarten werden meist aus der Untersuchung räumlicher Gradienten ermittelt (z. B. Laiolo 2005, Hoffmann et al. 2013, Dziwiaty & Bernardy 2014), da Langzeitdaten in der Regel nur eingeschränkt zur Verfügung stehen (Bonthoux et al. 2013). Diejenigen Studien, die Langzeitdaten nutzen, verwenden vorwiegend Daten aus vorhandenen Monitoringprogrammen. Aussagen zur Bestandsentwicklung von Brutvögeln werden hier jedoch zumeist nicht auf Landschaftsebene getroffen, sondern, nach Aggregation der Daten, auf EU, Bundes- oder Länderebene (z. B. Donald et al. 2001, Scholefield et al. 2011, Gregory et al. 2019). Hauptgrund für die fehlende Verknüpfung auf Landschaftsebene ist die mangelnde Verfügbarkeit zeitlich und räumlich hochaufgelöster Landnutzungsdaten. Das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) beinhaltet, unter anderem, hochaufgelöste Informationen hinsichtlich der angebauten Kulturen, der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Schlaggrößen. Die InVeKoS-Daten liegen seit 2005 geographisch referenziert vor, sind aber datenschutzrechtlich mit hohen Auflagen verbunden. Aus Naturschutzsicht wurde bereits der dringende Bedarf formuliert, Landnutzungsdaten aus InVeKoS zu nutzen, um sie mit vorhandenen Biodiversitätsdaten in Beziehung zu setzen (Hötker & Leuschner 2014).

Derzeit zählen Agrarumweltmaßnahmen zu den wichtigsten agrarpolitischen Instrumenten im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU), um Umweltziele wie die Erhaltung der Biodiversität in der Agrarlandschaft zu erreichen (Batáry et al. 2015). Bisher konnten jedoch nur wenige Studien einen positiven Effekt der Maßnahmen auf die Biodiversität aufzeigen (z. B. Peach et al. 2001, Perkins et al. 2011, Walker et al. 2018; im Gegensatz zu Kleijn & Sutherland 2003, Źmihorski et al. 2016, Gamero

et al. 2017, Daskalova et al. 2019), weshalb die Wirksamkeit dieser Maßnahmen als begrenzt angesehen wird. Die Begründungen hierfür sind vielfältig und beinhalten beispielsweise eine zu geringe Inanspruchnahme und damit räumliche Abdeckung, eine zu wenig spezifische inhaltliche Ausrichtung und Qualität sowie eine ungenügende Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen durch gezielte Monitoringprogramme und mangelnde Unterstützung und Beratung von Landwirten (Kleijn & Sutherland 2003, Baker et al. 2012, Hötker & Leuschner 2014, Batáry et al. 2015). Außerdem wurde gezeigt, dass der Effekt der Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität vom Landschaftskontext abhängt (Concepción et al. 2008, Kleijn et al. 2011). Vergleichende Untersuchungen zur Wirkung der beiden Bewirtschaftungssysteme ökologischer Landbau und konventioneller Landbau auf Agrarvögel haben beispielsweise gezeigt, dass der Effekt des ökologischen Landbaus in ackerdominierten, strukturarmen Landschaften größer ist als in stärker strukturierten Agrarlandschaften, die durch Grünland oder Wald geprägt sind (Bengtsson et al. 2005, Gabriel et al. 2010, Winqvist et al. 2012, Tuck et al. 2014, Josefsson et al. 2017). Grundsätzlich bestehen Kenntnislücken und Forschungsbedarf in Bezug auf die Wirkung lokaler Maßnahmen auf nationale Biodiversitätstrends (Kleijn et al. 2011). Hinsichtlich der AUM gibt es innerhalb Deutschlands und Niedersachsens im speziellen nur wenige Daten, die eine Bewertung hinsichtlich ihrer Biodiversitätswirkung zulassen. Hier besteht daher dringender Evaluierungsbedarf (DO-G 2015).

Um bestehende Wissenslücken zu schließen, ist es erforderlich, in einem interdisziplinären Ansatz vorhandene Monitoringdaten über häufige Brutvögel in der Agrarlandschaft mit räumlich und zeitlich hochaufgelösten Landnutzungsdaten in Beziehung zu setzen und wissenschaftlich fundierte Methoden zu entwickeln und anzuwenden, die eine regional differenzierte Betrachtung von Trendentwicklungen und deren Ursachen ermöglichen (Whittingham et al. 2007, Vickery & Tayleur 2018). In diesem Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaft und Ehrenamt wurden daher die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel auf Landschaftsebene untersucht. Die Klärung dieser Zusammenhänge ist essentiell, um die Agrar- und Umweltverwaltung zu unterstützen, regionspezifische Maßnahmen zu entwickeln, die etwaigen negativen Bestandstrends von Agrarvögeln effektiver gegensteuern können.

Das Kooperationsprojekt wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Unterauftragnehmer Herrn Alexander Mitschke (Koordinator für das Monitoring häufiger Brutvögel in Niedersachsen) und Herrn Jürgen Ludwig (Niedersächsische Ornithologische Vereinigung e.V., NOV) durchgeführt.

1.2 Ziele

Innerhalb des Kooperationsprojektes wurde untersucht, ob und wie sich der landwirtschaftlich induzierte Landnutzungswandel in Niedersachsen seit 2005 auf die

Vogelarten in der Agrarlandschaft auswirkt. Dazu wurden die wichtigsten Komponenten von Landnutzung und Landnutzungswandel sowie Agrarumweltmaßnahmen näher betrachtet und mit den Beständen und Bestandsveränderungen der Agrarvögel in Beziehung gesetzt. Für diese Verknüpfung wurden in erster Linie zwei Datenquellen herangezogen.

Zum einen wurden Daten des Monitorings häufiger Brutvögel in Niedersachsen (einschließlich des Bundeslandes Bremen) verwendet, die durch ehrenamtliche Kartierinnen und Kartierer auf im Bundesland zufällig verteilten Probeflächen (1 km²) nach standardisierten Methoden erfasst werden (siehe Punkt 2.1). Zum anderen wurden zeitlich und räumlich hochaufgelöste InVeKoS-Daten verwendet, die detaillierte Aussagen zur landwirtschaftlichen Flächennutzung und Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen zulassen (siehe Punkt 2.2). Beide Datenquellen werden jährlich wiederholt aufgenommen und ermöglichen daher auch zeitliche Ableitungen. Die Landnutzungsinformationen wurden mit den Brutvogeldata mithilfe geografischer Informationssysteme (GIS) auf der Ebene der umgebenden Landschaft (3 km x 3 km) der Probeflächen verschnitten. So konnte geprüft werden, inwieweit eine Landnutzungsvariable räumlich (also innerhalb einer Brutsaison) mit dem Vorkommen und der Häufigkeit verschiedener Arten verbunden ist. Dazu wurden aus dem Brutvogelmonitoring die Anzahl der Reviere pro Art und Probefläche (1 km²) verwendet. Um zu klären, ob die Bestandstrends der Agrarvögel auf die zeitlichen Entwicklungen in der Landnutzung reagieren, wurden die zeitlichen Zusammenhänge getestet. Als weiterer Schwerpunkt des Kooperationsprojektes wurden regionale Unterschiede herausgearbeitet. Hier wurde insbesondere geprüft, ob sich die Bestandstrends der Agrarvögel in den naturräumlichen Regionen Niedersachsens unterscheiden und was jeweils die stärksten Treiber sind.

Im Kooperationsprojekt wurden vorrangig Landnutzungsparameter ausgewählt, die über den betrachteten Zeitraum (2005-2015) eine starke zeitliche Dynamik aufwiesen (z. B. Anbau intensiver Ackerkulturen, Maisanbau, Dauergrünlandfläche und Stilllegungsflächen bzw. Brachen). Des Weiteren wurde der Anteil der durch Agrarumweltmaßnahmen geförderten Fläche berechnet. Die Forschungsergebnisse ermöglichen beispielsweise Rückschlüsse darüber, welche Landnutzungsparameter in welcher Region die größte Rolle spielen. Dies kann eine regionalspezifische Priorisierung von Naturschutzziele unterstützen und damit wesentlich zu einer zielgerichteten räumlichen Lenkung von AUM beitragen. Um zu gewährleisten, dass diese Ergebnisse wichtige Entscheidungsträger und Beratungsorgane (Landwirtschaftskammer, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz etc.) als Zielgruppen erreichen, wurde am Ende der Projektlaufzeit ein Workshop zur Vermittlung und Diskussion der Projektergebnisse durchgeführt.

Zusammenfassend verfolgte das Kooperationsprojekt folgende **übergeordnete Ziele**:

- Aufarbeitung von InVeKoS-Daten und Berechnung von Landnutzungsvariablen auf Ebene der umgebenden Landschaft der Probeflächen des MhB und niedersachsenweit.
- Ableitung von Aussagen zu Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von InVeKoS-Daten hinsichtlich der Ursachenanalyse von Bestandsveränderungen.
- Erarbeitung von Empfehlungen für die räumliche Lenkung von Agrarumweltmaßnahmen.
- Durchführung eines Workshops zur Vermittlung und Diskussion der Ergebnisse mit Wissenschaft und Praxis.

Um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen, wurden zudem folgende **konkrete Fragestellungen** untersucht:

- Welche Auswirkungen haben der Anbau intensiver Ackerkulturen und die Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) auf Agrarvögel und unterscheiden sich diese im zeitlichen Verlauf und zwischen naturräumlichen Regionen?
- Sind Feldbrüter stärker von diesen Auswirkungen betroffen als nicht-Feldbrüter?

2. Vorgehensweise

2.1 Monitoring häufiger Brutvögel (MhB)

In diesem Kooperationsprojekt wurden als Grundlage Daten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) verwendet, welches in Deutschland seit 1989 besteht. Dieses Monitoringprogramm wurde durch den Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA) e. V. in Zusammenarbeit mit den ornithologischen Fachverbänden und den Fachbehörden ins Leben gerufen und wird auf vorgegebenen Probeflächen durchgeführt. Die Stichprobe zur Festlegung der jeweils 100 ha großen und quadratischen Probeflächen des MhB wurde vom Statistischen Bundesamt (StBA) nach dem Verfahren der geschichteten Zufallsstichprobe gezogen. Diese Zufallsstichprobe gewährleistet, dass sowohl die sechs Hauptlebensraumtypen (Wald, Siedlung, Grünland, Ackerland, Sonderbiotope, Sonderkulturen) nach dem digitalen Basis Landschaftsmodell des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS-Basis DLM) als auch 21 Standorttypen ausreichend in der Stichprobe vertreten sind. Der Gesamtstichprobenumfang für das Bundesprogramm wurde auf 1000 Stichprobenflächen festgelegt. Für die bundeslandinternen Programme wurden zusätzlich ca. 1700 Stichprobenflächen gezogen (Mitschke et al. 2005). Damit sind durch das Stichprobendesign sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene statistisch abgesicherte Aussagen zu Bestandsveränderungen von häufigen Brutvögeln in der Normallandschaft möglich (Sudfeldt et al. 2012). In Niedersachsen

(einschließlich des Bundeslandes Bremen) wurden insgesamt 298 Probeflächen (Bund: 156 Probeflächen, Land: 142 Probeflächen) gezogen. Eine detaillierte Beschreibung des Stichprobendesigns und der Stichprobenziehung kann der Veröffentlichung von Mitschke et al. (2005) entnommen werden.

Als Erfassungs- bzw. Kartiermethode wird in dem MhB ab der Brutzeit 2004 die Linienkartierung verwendet, bei der beidseits einer ca. 3 km langen Route innerhalb der quadratischen Probefläche (1 km x 1 km) an vier Terminen pro Saison (zwischen 10. März und 20. Juni) alle potenziellen Brutvögel durch zumeist ehrenamtliche Kartiererinnen und Kartierer kartographisch erfasst werden (Mitschke et al. 2005, Südbeck et al. 2005). Ergebnis einer Kartiersaison ist die Anzahl der Brutpaare oder Reviere für jede Vogelart, unterteilt nach Hauptlebensraumtypen entlang der Route. Bedingt durch den Aufbau des MhB als ehrenamtliches Monitoring liegen die Reviere der Vogelarten auf den Probeflächen für den im Kooperationsprojekt betrachteten Zeitraum (2005-2015) nicht punktgenau digitalisiert vor, sondern als eine Reviersumme pro Probefläche (unterschieden nach Hauptlebensraumtypen). Die Kartierungen erfolgen alljährlich. Der Vergabestand der Kartierungen bzw. die Anzahl der bearbeiteten Probeflächen durch ehrenamtliche Kartiererinnen und Kartierer hat in Niedersachsen seit 2004 zugenommen (mündliche Mitteilung von Alexander Mitschke, siehe auch Punkt 5).

Zur Nutzung der Daten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) für Niedersachsen (einschließlich des Bundeslandes Bremen) wurde im Rahmen dieses Kooperationsprojektes eine Vereinbarung mit der Niedersächsischen Ornithologischen Vereinigung (NOV) e.V. geschlossen. Die Daten (2005-2015) wurden durch den Projektpartner und Unterauftragnehmer Alexander Mitschke auf Vollständigkeit, Konsistenz und Plausibilität geprüft und bereitgestellt.

2.1.1 Auswahl von Probeflächen des MhB

Hinsichtlich der Auswahl von Probeflächen des MhB wurde in einem ersten Arbeitsschritt der umgebende Landschaftskontext der Probeflächen berücksichtigt (siehe auch Aue et al. 2014). Die Einbeziehung des Landschaftskontextes war notwendig, da viele Agrarvogelarten auch die umgebende Agrarlandschaft der Probeflächen entsprechend ihres artspezifischen Aktionsraumes und ihrer Mobilität nutzen, insbesondere wenn der Mittelpunkt ihres Reviers am Rand der 100 ha großen Probefläche liegt. Die Arten mit den größten Aktionsradien („home range size“) waren einerseits die Greifvögel (Turmfalke und Mäusebussard) mit ca. 600 ha (McKenzie et al. 2013) und ca. 700 ha (Nachtigall et al. 2003), sowie andererseits das Rebhuhn, für das es jedoch sehr unterschiedliche Angaben gibt. Die Angaben gingen von Werten zu Aktionsradien des Rebhuhns im Mittel von 126 ha während der Jungenaufzucht aus (Novoa et al. 2006, Berg et al. 2015). Um die artspezifischen Aktionsradien der Agrarvögel zu berücksichtigen, wurden daher die Probeflächen um jeweils 1 km in jede

Richtung gepuffert und damit die umgebende Landschaft (900 ha bzw. 9 km²) der Probeflächen einbezogen.

Bei der Auswahl von Probeflächen des MhB wurden in einem zweiten Arbeitsschritt Probeflächen identifiziert, die einen Mindestanteil an Agrarflächen bzw. offener Kulturlandschaft in der umgebenden Landschaft der Probeflächen aufwiesen. Die Verteilung der Probeflächen des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) in Niedersachsen berücksichtigt verschiedene Hauptlebensraumtypen und Standorttypen (siehe Punkt 2.1, Mitschke et al. 2005). Da in diesem Kooperationsprojekt Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels auf Agrarvögel untersucht wurden, mussten Probeflächen mit einem zu hohen Anteil an anderen Hauptlebensraumtypen (z. B. Wald, Siedlung) ausgeschlossen werden. Dazu wurde der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) nach den InVeKoS-Daten des Jahres 2005 für die umgebende Landschaft der Probeflächen (900 ha) berechnet. Die InVeKoS-Daten enthalten räumlich explizite Informationen zu sämtlichen landwirtschaftlichen Nutzflächen, für die landwirtschaftliche Förderungen beantragt wurden (siehe Punkt 2.2 und 2.2.1). Um einen Mindestanteil der LF pro Probefläche festzulegen, wurde der Zusammenhang zwischen der Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen; siehe Punkt 2.2.2) und dem Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen (LF) basierend auf den InVeKoS-Daten untersucht. Die Vielfalt der Ackerkulturen wird als wichtiger Parameter für die Artenvielfalt in agrarisch geprägten Regionen angesehen (Billeter et al. 2008, Sirami et al. 2019). Je kleiner die betrachtete Agrarlandschaft ist bzw. je größer die landwirtschaftlichen Schläge in dieser Landschaft sind, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit eine hohe Kulturartenvielfalt anzutreffen (Fahrig et al. 2015). Um einen Mindestanteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) für die umgebende Landschaft der Probeflächen (900 ha) festzulegen, wurde daher der Zusammenhang zwischen der Vielfalt der Ackerkulturen und dem Anteil der LF (%) mit einem GAM („generalized additive model“) analysiert. Das Modell (Abb. 1) stellt die Abhängigkeit des Anteils landwirtschaftlich genutzter Fläche (% LF) und der Vielfalt der Ackerkulturen (Shannon-Index) dar (Formel: $\text{gam}(\text{shannon} \sim \text{s}(\text{LF}))$) und zeigt einen linear positiven Zusammenhang zwischen der Vielfalt der Ackerkulturen und der LF bis ca. 20 % (entspricht 180 ha, Abb. 1). Daher wurden alle Probeflächen unterhalb von 20 % bzw. 180 ha für die weiteren Analysen verworfen.

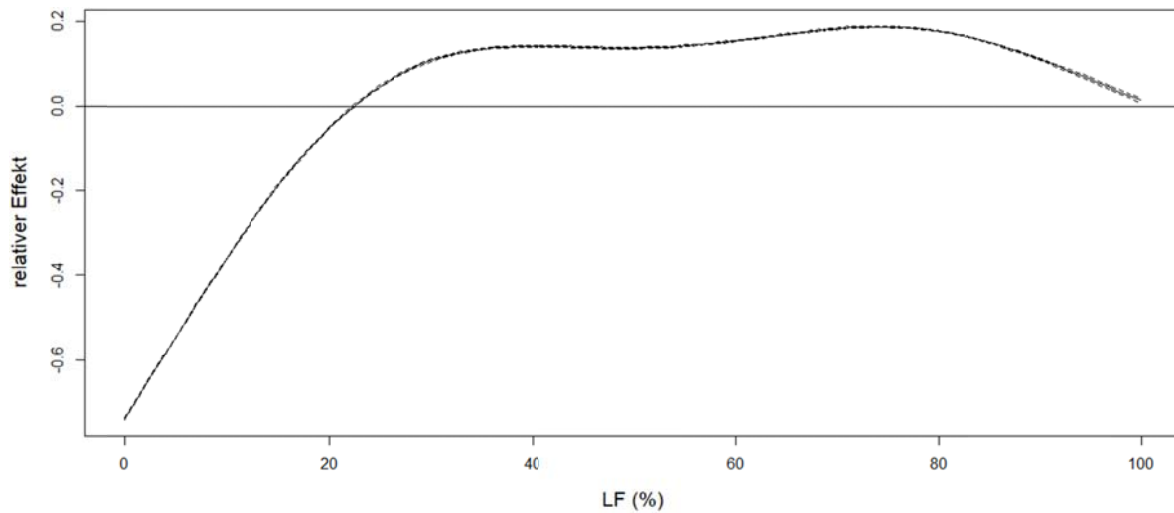


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Kulturartenvielfalt (Vielfalt der Ackerkulturen) und dem Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen (LF) in der umgebenden Landschaft der Probeflächen (900 ha). Das Model („generalized additive model“, GAM) stellt die Abhängigkeit des Anteils landwirtschaftlich genutzter Fläche (% LF) und der Vielfalt der Ackerkulturen (Shannon-Index) dar. Formel: $\text{gam}(\text{shannon} \sim s(\text{LF}))$. Bis zu einem Anteil von ca. 20 % LF zeigt sich ein linear positiver Zusammenhang zur Vielfalt der Ackerkulturen.

Die Ermittlung des Anteils der LF bzw. der offenen Kulturlandschaft innerhalb der umgebenden Landschaft (900 ha) der Probeflächen anhand der InVeKoS-Daten wird in der Abbildung 2 und Abbildung 3 veranschaulicht.



Abbildung 2: Umgebende Landschaft (äußerer blauer Rahmen, 900 ha) der Probefläche (innerer blauer Rahmen, 100 ha), in der das Kriterium von > 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) bzw. offener Kulturlandschaft anhand der InVeKoS-Daten (grün punktiert) erreicht wird.

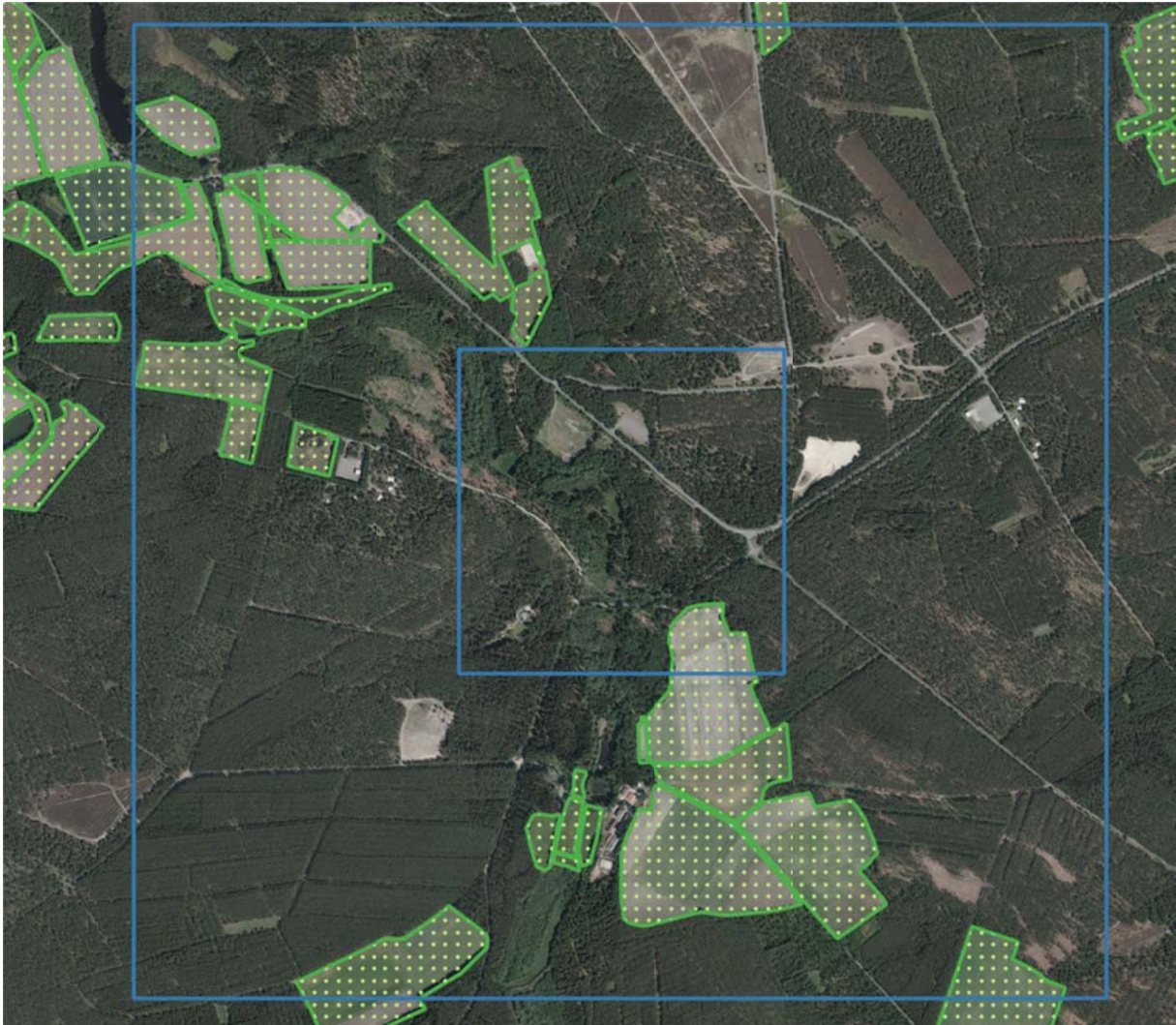


Abbildung 3: Umgebende Landschaft (äußerer blauer Rahmen, 900 ha) der Probefläche (innerer blauer Rahmen, 100 ha), in der das Kriterium von > 20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) bzw. offener Kulturlandschaft anhand der InVeKoS-Daten (grün punktiert) nicht erreicht wird.

Eine weitere Bedingung für die Auswahl von Probeflächen war, dass die ausgewählten Agrarvogelarten (siehe Punkt 2.1.2) in dem Untersuchungszeitraum (2005-2015) in mindestens fünf Jahren auf den Probeflächen kartiert wurden. Basierend auf diesen Auswahlkriterien (LF > 20 % und kartierte Probeflächen pro Art > 5) reduzierte sich die Anzahl an Probeflächen auf 117 Flächen (siehe Abb. 4). Die Verteilung der Probeflächen des MhB (siehe Abb. 4) verdeutlicht, dass die ausgewählten Probeflächen trotz der Reduzierung durch die Auswahlkriterien homogen über Niedersachsen bzw. über die naturräumlichen Regionen Niedersachsens (siehe Punkt 2.3) verteilt sind.

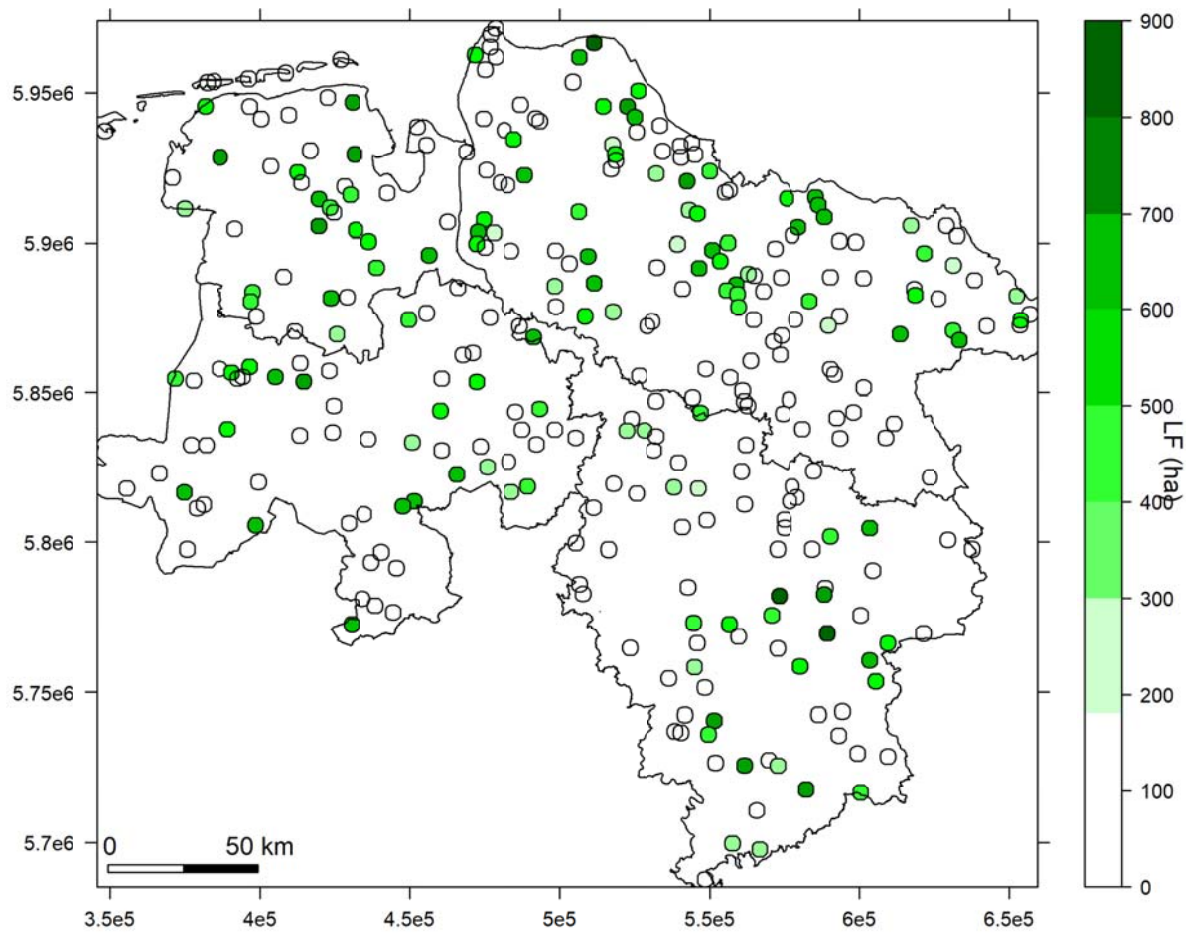


Abbildung 4: Verteilung der Probeflächen des MhB in Niedersachsen (grün, n=117), die die Auswahlkriterien (LF > 20 % und kartierter Probeflächen pro Agrarvogelart > 5) erfüllen. Ausgeschlossene Flächen (weiß, < 180 ha bzw. < 20 % LF, sowie Flächen die nicht in mindestens fünf Jahren kartiert wurden). Der Anteil der LF in Hektar in der umgebenden Landschaft der Probeflächen (900 ha) ist dargestellt (Grüntöne zwischen >180-900 ha). Die schwarzen Abgrenzungen innerhalb Niedersachsens stellen die naturräumlichen Regionen dar (siehe Punkt 2.3).

2.1.2 Auswahl von Agrarvogelarten und deren Gruppierung

In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern (Alexander Mitschke und Jürgen Ludwig) wurden aus den Daten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB, siehe Punkt 2.1) Agrarvogelarten ausgewählt. Insgesamt wurden in dem MhB (Zeitraum: 2005-2015) 79 Brutvogelarten erfasst.

Bei der Auswahl der Agrarvogelarten wurden in einem ersten Arbeitsschritt die Artensets unterschiedlicher Indikatoren berücksichtigt und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit bewertet (siehe auch Trautmann 2013). Am bedeutendsten ist in diesem Zusammenhang der Teilindikator „Agrarland“ im Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ (NHI), der im Kontext des Naturschutzes für die Berichterstattung genutzt wird (siehe Punkt 1.1). Dieser Indikator wurde entwickelt, um den Zustand von Natur und Landschaft unter dem Einfluss vielfältiger Nutzungen zu bewerten. Er stellt die Veränderungen der Bestände ausgewählter Vogelarten dar, welche die wichtigsten Lebensräume des Agrarlandes (Ackerland, Grünland, Sonderkulturen und Landschaftselemente des Agrarlandes wie

beispielsweise Hecken) repräsentieren. Der Berechnung des Indikators für das Agrarland liegt die Entwicklung der Bestände von 10 Vogelarten (Braunkehlchen, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Heidelerche, Kiebitz, Neuntöter, Rotmilan, Steinkauz, Uferschnepfe) zugrunde (Achtziger et al. 2004, Trautmann 2013). Die Verwendung dieses Artensets wurde jedoch für dieses Kooperationsprojekt verworfen, da auch seltene Arten berücksichtigt wurden, die z.T. auf den Probeflächen in Niedersachsen nicht vorkommen (Steinkauz), oder so selten vorkommen, dass eine statistische Auswertung nicht möglich ist (Braunkehlchen, Grauammer, Rotmilan, Uferschnepfe). International am verbreitetsten ist der „Farmland Bird Indikator (FBI)“ des „European Bird Census Council“ (EBCC). Dieser beinhaltet insgesamt 39 Arten (EBCC 2015), wobei von diesen 17 Arten im niedersächsischen Datensatz (MhB: 2005-2015) vorkommen. Bei dem Artenset dieses Indikators fehlen jedoch einige sehr charakteristische Agrarvögel wie das Rebhuhn. Aus den Daten des MhB ist zudem der Indikator MhB>50 entwickelt worden. Er beinhaltet alle Arten des MhB, bei denen mehr als 50 % der Reviere im Agrarland (Acker, Grünland, Obstkulturen oder Heide) liegen (28 Vogelarten). Damit umfasst dieser Indikator auch Brutvogelarten, die nicht als typische Agrarvögel gelten, wie z. B. die Stockente, die jedoch häufig Kleingewässer und Gräben in Agrarlandschaften als Brut- und/oder Nahrungshabitat nutzt. In Absprache mit den Projektpartnern Alexander Mitschke und Jürgen Ludwig, wurde entschieden, dass aus fachlich-ornithologischer Sicht auch in diesem Indikator charakteristische Arten fehlen (Schwarzkehlchen, Star, Wiesenpieper, sowie der Turmfalke). Da in diesem Kooperationsprojekt Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels auf Agrarvögel untersucht wurden, wurden zudem in einem zweiten Arbeitsschritt alle Langstreckenzieher ausgeschlossen. Bei einigen dieser Arten ist bekannt, dass sie insbesondere durch den Klimawandel beeinflusst werden (Saino et al. 2011) oder aus Gründen, die vorrangig im Überwinterungsgebiet zu suchen sind, zurückgehen. Die endgültige Auswahl der berücksichtigten 16 Agrarvogelarten ist in Tabelle 1 aufgeführt. Diese Artenauswahl (im Folgenden als Agrarvögel bezeichnet) wurde für die nachfolgenden Analysen genutzt.

Neben der Artenauswahl wurden die ausgewählten Agrarvogelarten nach ihrer Gilde bzw. Brutplatzpräferenz gruppiert („Feldbrüter“ vs. „nicht-Feldbrüter“). Die Zuordnung in die Gruppe der „Feldbrüter“ beinhaltet solche bodenbrütenden Vogelarten, die vorrangig in der Feldmitte brüten (Acker bzw. Grünland), wohingegen „nicht-Feldbrüter“ überwiegend auf Strukturen (z. B. Hecken, Bäume, Grasstreifen, menschliche Bauten) als Bruthabitat angewiesen sind. Während die „Feldbrüter“ die Landwirtschafts- bzw. Produktionsflächen als Brut- und Nahrungshabitat nutzen, brüten die „nicht-Feldbrüter“ auf den Strukturen und nutzen die Produktionsflächen auch zur Nahrungssuche. Beispielsweise meidet die Feldlerche als klassischer „Feldbrüter“ und häufigster Brutvogel der offenen Agrarlandschaft in Niedersachsen Strukturelemente und hält meist mehr als ca. 60 m Abstand zu hohen Strukturen (Hecken, Baumreihen, Waldränder). Diese Gruppierung

nach ökologischer Gilde wurde vorgenommen, da angenommen wurde, dass Feldbrüter stärker von dem rezenten agrarischen Landnutzungswandel betroffen sind als nicht-Feldbrüter (siehe auch Punkt 1.1). Diese Annahme wurde zum einem basierend auf Literaturrecherchen vorgenommen (z. B. Jerrentrup et al. 2017, Bowler et al. 2019, DO-G 2019, Gregory et al. 2019) und des Weiteren damit begründet, dass im Rahmen der Agrarreform von 2003 die so genannte Auflagenbindung (Cross-Compliance) eingeführt wurde, die die Gewährung von EU-Agrarzahlungen von der Einhaltung bestimmter Verpflichtungen abhängig macht, wie ein weitgehendes Verbot der Beseitigung von Hecken und Randstrukturen. Daher wurde davon ausgegangen, dass in dem betrachteten Zeitraum (2005-2015) kein umfangreicher Rückgang an Strukturelementen in der Agrarlandschaft stattgefunden hat.

Eine weitere Differenzierung nach beispielsweise Wiesen- und Feldvögeln (z. B. Krüger et al. 2014) wurde nicht vorgenommen, da für manche der ausgewählten Arten keine eindeutige Zuordnung möglich war (z. B. Kiebitz als bodenbrütender Wiesen- oder Feldvogel).

Tabelle 1: Arten des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) in Niedersachsen, die als Agrarvögel eingestuft wurden. Die Tabelle zeigt neben der deutschen und der wissenschaftlichen Artbezeichnung die Zuordnung in die Gruppe der „Feldbrüter“ und „nicht-Feldbrüter“. Zudem wird dargestellt, welche der Arten auch in Artensets anderer Indikatoren vorkommen: MhB>50: Arten des MhB, bei denen mehr als 50 % der Reviere im Agrarland (Acker, Grünland, Obstkulturen oder Heide) liegen, NHI: Arten des Teilindikators „Agrarland“ im Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“, FBI: Arten des „Farmland Bird Index“).

Artname	wissenschaftlich	Gruppe	Indikatoren		
			MhB>50	NHI	FBI
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	Feldbrüter	x	x	x
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	Feldbrüter	x	x	x
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	Feldbrüter	x		
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	Feldbrüter			x
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	nicht-Feldbrüter	x		
Bluthänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	nicht-Feldbrüter	x		x
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	nicht-Feldbrüter	x		x
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	nicht-Feldbrüter	x	x	x
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	nicht-Feldbrüter	x	x	
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	nicht-Feldbrüter	x		
Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	nicht-Feldbrüter	x		
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquatus</i>	nicht-Feldbrüter			x
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	nicht-Feldbrüter			x
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	nicht-Feldbrüter	x		
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	nicht-Feldbrüter	x		
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	nicht-Feldbrüter			x

2.2 InVeKoS-Daten

Nach der Verordnung des Rates (EG-VO Nr.73/2009, Artikel 14) muss jeder Mitgliedstaat ein integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) einrichten. Die Bestandteile des integrierten Systems sind a) eine elektronische Datenbank, b) ein System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen, c) ein System zur Identifizierung und Registrierung von Zahlungsansprüchen, d) Beihilfeanträge, e) ein integriertes Kontrollsystem, f) ein einheitliches System zur Erfassung jedes Betriebsinhabers, der einen Beihilfeantrag stellt (vgl. EG-VO Nr.73/2009, Artikel 15, Absatz 1). Das System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen stützt sich auf Katasterpläne und -unterlagen oder anderes Kartenmaterial. Dazu werden computergestützte geografische Informationstechniken eingesetzt, vorzugsweise einschließlich Luft- und Satellitenorthobildern mit homogenem Standard, der mindestens eine dem Maßstab 1:10 000 entsprechende Genauigkeit gewährleistet (EG-VO Nr.73/2009, Artikel 17).

Die Landesregierungen bestimmen, auf welches der nachfolgend genannten Referenzparzellen sich das zu errichtende System zur Identifizierung landwirtschaftlicher Parzellen stützt.

- Feldblock: eine von dauerhaften Grenzen umgebene zusammenhängende landwirtschaftliche Nutzfläche, die u. U. mehrere Schläge eines oder mehrerer Betriebsinhaber umfasst,
- Schlag: eine zusammenhängende landwirtschaftliche Nutzfläche einheitlicher Nutzung, die von einem Betriebsinhaber mit einem von der Landesstelle vor der Antragstellung für die Zwecke der Antragsbearbeitung festgelegten Nutzungscode im Sammelantrag angegeben wird,
- Feldstück: eine zusammenhängende landwirtschaftliche Nutzfläche eines Betriebsinhabers,
- Flurstück: eine im Kataster abgegrenzte Fläche.

Ackerland, Dauergrünland und Dauerkulturflächen sind geografisch getrennt zu erfassen durch Bildung gesonderter Polygone innerhalb der bestehenden Referenzparzellen oder durch Bildung gesonderter Referenzparzellen (InVeKoS-Verordnung, Artikel 3, Absatz 1, 2).

In diesem Kooperationsprojekt wurden Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems des Bundeslandes Niedersachsen (einschließlich des Bundeslandes Bremen) verwendet, welches seit 2005 Feldblöcke als GIS-Referenzsystem verwendet. Dazu wurde mit der zuständigen Länderstelle eine projektbezogene Datennutzungsvereinbarung, unter Einhaltung hoher Datenschutzvorgaben, abgeschlossen. Neben den Flächenangaben und Nutzungscores für beantragte Flächen wurden Daten zur einzelflächenbezogenen Förderung (Agrarumweltmaßnahmen) verwendet. Betriebliche Informationen (z. B. Betriebstyp, Rechts- und Erwerbsform, Tierhaltung) wurden nicht ausgewertet. Grundsätzlich beschränkt sich die

Agrarförderstatistik (InVeKoS) auf Betriebe, die EU-Direktzahlungen der ersten Säule oder Zahlungen der zweiten Säule beantragen.

Für die räumlichen Auswertungen wurden die Flächenidentifikatoren (FLIKs) verwendet, die in Niedersachsen den Feldblöcken entsprechen. Der Feldblock, als Teil des landwirtschaftlichen Flächenkatasters, stellt ein System zur räumlichen Flächenidentifizierung dar. Jeder Feldblock besitzt einen bundeseinheitlichen 16-stelligen Identifikator. Dieser FLIK enthält neben einem Kürzel für das jeweilige Bundesland, in dem die Fläche liegt, eine Angabe zum Jahr der Erfassung, zur räumlichen Lage (Landkreis) sowie eine laufende Nummer. Für die FLIKs wird für jedes Antragsjahr eine digitale Karte erstellt. Damit geht sowohl eine Um- bzw. Neubenennung der FLIKs als auch ein neuer Zuschnitt der Geometrien im GIS-Referenzsystem einher. Dies erschwerte in erheblichem Maße die Rückverfolgbarkeit und den Aufbau von Zeitreihen, da für die Analyse von räumlichen Landnutzungsänderungen, wie z. B. die Veränderung des Anteils von Mais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche, eine möglichst genaue Lagebestimmung und Flächenzuordnung der Landnutzung bzw. der angebauten Kulturen notwendig ist (siehe Punkt 2.2.1).

2.2.1 Aufbereitung der InVeKoS-Daten

Die Aufbereitung der InVeKoS-Daten zu Landnutzung und Fördermaßnahmen erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Kollegen/innen des Thünen-Instituts für Ländliche Räume, die über eine langjährige Erfahrung in der InVeKoS-Datenanalyse verfügen (siehe Punkt 9).

Die InVeKoS-Daten für die Jahre 2005-2015 wurden auf einem separaten, datengeschützten Server vorgehalten und in einem Datenbanksystem (PostgreSQL-Datenbank) aufbereitet. Dabei wurden die Betriebs-ID der Antragsdaten durch eigene, anonymisierte IDs ersetzt und die Daten auf Vollständigkeit, Konsistenz und Plausibilität geprüft. Zudem wurden die Nutzungscodes für die beantragten Flächen und die Daten zur einzelflächenbezogenen Förderung (Agrarumweltmaßnahmen) zusammengeführt. Die Aufbereitung und Zusammenführung der InVeKoS-Daten in einem Datenbanksystem stellte aufgrund der Anzahl der Datensätze (ca. 523.000 Feldblöcke bzw. ca. 966.000 Schläge in 2005; siehe Anhang-Tabelle 1) und aufgrund der Notwendigkeit, Datenfehler zu bereinigen, um die Rückverfolgbarkeit und den Aufbau von Zeitreihen (2005-2015) zu ermöglichen, eine besondere Herausforderung dar.

Grundlage für die Auswertung der Flächennutzung bildeten die Daten im Flächen- und Nutzungsnachweis (FNN) auf der Ebene von Schlägen. Alle Flächenangaben, beispielsweise zur Mais- und Dauergrünlandfläche, wurden anhand der Nutzungscodes im InVeKoS-Flächennachweis ermittelt. Um die Nutzungscodes jahresübergreifend auswerten zu können, wurden sie zunächst homogenisiert. Es wurden dabei thematische Auswertungstabellen und Kennschlüssel sowie Klassifizierungstabellen erstellt, wie z. B. eine Auswertungstabelle mit Flächennutzungsinformationen. Die teilweise jahresspezifischen Nutzungscodes (für

Ackerbau, Grünland, Sonderkulturen) wurden vereinheitlicht und gemeinsame Aggregationsstufen bzw. Kulturartengruppen erstellt. Diese Homogenisierung der Nutzungscodes erfolgte für die Jahre 2005 bis 2015. Insgesamt gab es über den betrachteten Zeitraum 476 verschiedene Nutzungscodes. Das Jahr 2015 nimmt hinsichtlich der Anzahl an Nutzungscodes (n=377) eine Sonderstellung ein, da die Kulturen gegenüber den Vorjahren sehr stark differenziert wurden. Zudem wurde mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik für 2014-2020 das sogenannte „Greening“ eingeführt. Dieses erstreckt sich auf die drei Maßnahmen (1) Erhaltung von Dauergrünlandflächen (Wiesen und Weiden), (2) Vielfalt beim Anbau von Kulturen auf Ackerflächen sowie (3) die Bereitstellung „ökologischer Vorrangflächen (ÖVF)“ auf fünf Prozent des Ackerlandes (z. B. Stilllegungsflächen, Terrassen, Pufferstreifen, Hecken, Knicks oder Baumreihen und der Anbau von Zwischenfrüchten und Leguminosen). Die ökologischen Vorrangflächen wurden 2015 als Nutzungscodes aufgenommen. Im Anhang werden die Nutzungscodes sowie deren Zuordnung zu Kulturartengruppen und ausgewählten Landnutzungsvariablen (siehe Punkt 2.2.2, Anhang-Tabelle 2) beispielhaft für das Jahr 2015 dargestellt.

Neben Daten zur Landnutzung wurden Informationen zu beantragten Agrarumweltmaßnahmen (AUM) einbezogen. Grundsätzlich stellen Agrarumweltmaßnahmen sowie der Ökolandbau wichtige Instrumente zur Erreichung von Umweltzielen in der Gemeinsamen Agrarpolitik dar (siehe Punkt 1.1). Die Förderung von Agrarumweltmaßnahmen und des Ökolandbaus sind wesentliche Bestandteile der ELER-Förderung (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums), die im Wesentlichen von den Ländern gestaltet und implementiert wird. Um die Teilnahme an AUM und Ökolandbau zu erfassen, wurden die Auszahldaten der Jahre 2005 bis 2015 aus den InVeKoS-Daten ausgewertet. Auch diese Daten wurden vereinheitlicht und es wurden gemeinsame Aggregationsstufen erstellt. Erschwert wurde diese Vereinheitlichung und Aggregation dadurch, dass es in dem Niedersächsischen und Bremer Agrarumweltprogramm teilweise zu jährlichen Änderungen einzelner Maßnahmeninhalte bzw. des Maßnahmenangebotes kam. Insbesondere beim Übergang von Förderperioden kam es dazu, dass Maßnahmen umbenannt wurden, ausgelaufen, neu eingeführt oder in ihren Auflagen verändert wurden. Da teilweise zwei oder mehrere Maßnahmen auf denselben Flächen umgesetzt wurden, mussten zudem die Angaben zur Förderfläche korrigiert werden, um die physischen Netto-Förderflächen (d. h. landwirtschaftliche Nutzflächen auf denen eine oder mehrere Maßnahmen gleichzeitig umgesetzt werden) berechnen zu können. Neben den Daten zur einzelflächenbezogenen Förderung (Agrarumweltmaßnahmen) wurden auch betriebsgebundene Förderungen des Ökolandbaus erfasst.

Für die räumlichen Auswertungen wurden die von der zuständigen Länderstelle bereitgestellten Geodaten mit Lageinformationen der Antragsflächen in Form von Shape-Dateien mit Polygonflächen der Feldblöcke und ab 2015 der Schläge verwendet. Diese Daten wurden zunächst aufbereitet und bereinigt. Beispielsweise wurden fehlerhafte Geometrien

und doppelte Polygonflächen (100 prozentige Flächenüberlagerung und Übereinstimmung der Antragsdaten) beseitigt. Zudem wurden fehlerhafte Zuordnungen der Antragsdaten zu den Geometrien der Feldblöcke, soweit möglich, korrigiert. Diesbezüglich ist zu beachten, dass eine exakte Zuordnung der Flächennutzungsdaten zu den FLIK-Geometrien häufig nicht möglich ist, da bei Feldblöcken mit mehreren Nutzungen/ Kulturen deren räumliche Lage im Feldblock nicht bekannt ist. Schlag Geometrien, die eine exakte räumliche Zuordnung der Landnutzung bzw. Fördermaßnahme ermöglichen, liegen in Niedersachsen erst seit 2015 vor. Da jedoch im Rahmen dieses Kooperationsprojektes Flächenanteile von Landnutzungsvariablen bezogen auf 900 ha (umgebende Landschaft der Probeflächen) bzw. niedersachsenweit auf einem 1 km² Gitternetz (siehe Punkt 2.2.2) berechnet wurden, war eine exakte, schlagbezogene räumliche Zuordnung der Landnutzung bzw. Fördermaßnahmen nicht erforderlich.

2.2.2 Auswahl und Berechnung von Landnutzungsvariablen

Basierend auf den InVeKoS-Daten (siehe Punkt 2.2.1) wurden Variablen zur Landnutzung, zur Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen bzw. Ökolandbau sowie zur Schlaggröße der Ackerkulturen für den Zeitraum 2005 bis 2015 ausgewählt und berechnet. Die Auswahl fokussierte auf solche Variablen, bei denen es die größten räumlichen und zeitlichen Veränderungen in Niedersachsen gab und von denen vermutet wurde, dass sie zu Bestandveränderungen von Agrarvögeln führen (siehe Punkt 1.1). Zur Ermittlung der Landnutzungsvariablen (Flächenanteile von Mais, Dauergrünland, Stilllegungsflächen bzw. Brachen, Leguminosen und intensiven Ackerkulturen sowie Kulturartenvielfalt) wurden geeignete Gruppierungen bzw. Kategorien von InVeKoS-Nutzungscode gebildet (siehe Punkt 2.2.1 und Anhang-Tabelle 2). Hinsichtlich der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) wurde eine Auswahl von Maßnahmen getroffen, von denen eine positive bzw. fördernde Wirkung auf Agrarvögel erwartet wurde (siehe Punkt 2.2.1 und Anhang-Tabelle 3). Des Weiteren wurden betriebsgebundene Förderungen des Ökolandbaus (ökologischer Landbau) und die Schlaggröße der Ackerkulturen (Schlaggröße) erfasst.

- **Mais**

Der großflächige Anbau von Mais und die Ausdehnung des Maisanbaus in Deutschland zur Energie- und Futtererzeugung wird, insbesondere seit Wirksamwerden des Erneuerbare-Energien-Gesetzes nach 2005, als wichtige potenzielle Ursache für den Rückgang an Agrarvögeln angesehen (Hötker et al. 2009, Brandt & Glemnitz 2014, Hötker & Leuschner 2014, Sauerbrei et al. 2014). Eine Untersuchung von Jerrentrup et al. (2017) in Niedersachsen hat gezeigt, dass eine großräumige Homogenisierung der Agrarlandschaft durch den Maisanbau und die damit einhergehende Reduzierung der Kulturartenvielfalt negative Auswirkungen auf Agrarvögel, insbesondere Feldbrüter, hat.

Basierend auf den InVeKoS-Nutzungscode wurde der Flächenanteil von Mais (Körnermais und Silomais; siehe Anhang-Tabelle 2) berechnet.

- Dauergrünland

Extensiv genutztes Dauergrünland stellt ein günstiges Brut- und Nahrungshabitat für viele Agrarvögel dar (Vickery et al. 2004, Laiolo 2005). Eine Untersuchung von Ekroos et al. (2019) in der borealen Region (Südfinnland) zeigte, dass Agrarvögel von einer Erhöhung des Flächenanteils von Dauergrünland profitierten. In Deutschland sank bis Anfang der 1990er-Jahre der Anteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche nur mäßig oder gar nicht, wohingegen danach ein stetiger, anhaltender Rückgang in den meisten Bundesländern einsetzte (Hötker & Leuschner 2014, Isselstein et al. 2015). In Niedersachsen wurden deutschlandweit die relativ und absolut größten Rückgänge an Grünland festgestellt (Hötker & Leuschner 2014).

Der Flächenanteil von Dauergrünland wurde basierend auf den InVeKoS-Nutzungscode (siehe Anhang-Tabelle 2) berechnet. Je nach Alter des Pflanzenbestandes wird zwischen Dauergrünland und Wechselgrünland unterschieden. Dauergrünland wird auf europäischer Ebene im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) über die Direktzahlungsverordnung definiert. Unter Dauergrünland werden Flächen verstanden, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise (Selbstaussaat) entstanden sind, zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und seit mindestens fünf Jahren nicht Bestandteil der Fruchtfolge des landwirtschaftlichen Betriebes sind. Demgegenüber umfasst vorübergehendes (temporäres) Grünland (Wechselgrünland) mehrjährige Futterpflanzenbestände mit Gräsern, Klee und Luzerne, aber auch regelmäßig durch Neuansaat von Futtergräsern und Leguminosen regeneriertes Grünland (Isselstein et al. 2015). Die Nutzungsdauer von Wechselgrünland ist auf einen Zeitraum von maximal fünf Jahren begrenzt. Eine weitere Differenzierung des Dauergrünlandes nach Nutzungsintensität (z. B. hinsichtlich Anzahl Schnitte und Düngungsniveau) war durch die InVeKoS-Daten nicht möglich.

- Stilllegungsflächen

Der Verlust an Brach- bzw. Stilllegungsflächen in Deutschland mit Abschaffung der obligatorischen EU-Flächenstilllegung ab Herbst 2007 gilt als eine wesentliche Ursache für den Rückgang der Agrarvögel (DO-G & DDA 2011, Hötker et al. 2013, Hötker & Leuschner 2014). Stilllegungsflächen stellen in Abhängigkeit der Vegetationsstruktur und -zusammensetzung ein potenziell wichtiges Brut- und Nahrungshabitat für viele Agrarvögel dar (Henderson & Evans 2000, Herzon et al. 2011). Eine Studie aus Spanien hat aufgezeigt, dass der Rückgang an Agrarvögel stark mit dem Verlust an Brach- bzw. Stilllegungsflächen verbunden ist (Traba & Morales 2019).

Der Flächenanteil von Stilllegungsflächen wurde basierend auf den InVeKoS-Nutzungscode (siehe Anhang-Tabelle 2) berechnet.

- Leguminosen

Durch den Anbau von Leguminosen wird in der Regel die Habitatvielfalt in der Agrarlandschaft erhöht und es werden neben Nahrungsressourcen geeignete Bruthabitate insbesondere für bodenbrütende Agrarvogelarten (z. B. Feldlerche) bereitgestellt. Die ökologische Wirksamkeit des Anbaus von Leguminosen hinsichtlich der Erhaltung und Förderung der Biodiversität hängt jedoch von der eingesetzten Produktionstechnik, der Art und Intensität der Bewirtschaftung und der angebauten Leguminosenart ab.

Unterschiedliche InVeKoS-Nutzungscode (siehe Anhang-Tabelle 2) wurden zusammengefasst und der Flächenanteil von Leguminosen berechnet.

- Intensive Ackerkulturen

Der Anbau von intensiven Ackerkulturen, die durch einen hohen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und mineralischen Stickstoffdünger gekennzeichnet sind, gilt als wichtige potenzielle Ursache für den Rückgang an Agrarvögeln (Chamberlain et al. 2000, Donald et al. 2001). Hohe Düngergaben und der Einsatz von Pestiziden gehen mit dichten und ertragreichen Beständen sowie sehr engen Fruchtfolgen einher. Für Feldbrüter, die auf offenen Boden oder lückenhafte Bestände mit niedriger Vegetation angewiesen sind, gibt es daher in intensiven Ackerkulturen kaum Nahrungs-, Brut- und Deckungsmöglichkeiten (Hötter & Leuschner 2014).

Intensive Ackerkulturen wurden nach der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau (Andert et al. 2015, Roßberg 2016, JKI 2019) und dem Stickstoffbedarf (Offermann et al. 2018) definiert. Die Gruppen der Kulturarten, die sich durch hohe Pestizideinsätze (z. B. Wintergetreide, Ölfrüchte, Hackfrüchte) oder hohen Stickstoffbedarf (Mais) auszeichnen, wurden zu der Gruppe der intensiven Kulturarten zusammengefasst (siehe Anhang-Tabelle 2) und der Flächenanteil von intensiven Ackerkulturen berechnet. Bei der Berechnung des Flächenanteils wurden die ökologisch bewirtschafteten Flächen (d.h. kein Mineraldüngereinsatz und weitgehender Verzicht auf Pflanzenschutzmittel) herausgerechnet. Der Landnutzungsparameter „intensive Ackerkulturen“ integriert damit mehrere Kulturarten bzw. Kulturartengruppen und wurde daher als erklärende Landnutzungsvariable (Prädiktor) ausgewählt, um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen (siehe Punkt 1.1 und 2.4).

- Kulturartenvielfalt

Die Vielfalt der Ackerkulturen wird als wichtiger Parameter für die Artenvielfalt in agrarisch geprägten Regionen angesehen (Billeter et al. 2008, Sirami et al. 2019).

Untersuchungen deuten darauf hin, dass Agrarvögel durch eine hohe Kulturartenvielfalt in Agrarlandschaften durch ein vielfältigeres Angebot an Nahrungs-, Brut- und Deckungsmöglichkeiten gefördert werden (Donald et al. 2001, Gottschalk et al. 2010, Guerrero et al. 2012). Eine Untersuchung von Ronnenberg et al. (2016) in Niedersachsen hat gezeigt, dass ein Rückgang der Kulturartenvielfalt eine wichtige Ursache für die Bestandsrückgänge von Rebhuhn und Fasan darstellt.

Die Kulturartenvielfalt (Shannon-Index der Ackerkulturen, ohne Grünland und Sonderkulturen) wurde basierend auf den Kultartengruppen (Gruppen von InVeKoS-Nutzungs-codes, siehe Anhang-Tabelle 2) berechnet.

- Agrarumweltmaßnahmen (AUM)

Hinsichtlich der Wirksamkeit von freiwilligen Agrarumweltmaßnahmen (AUM) für die Erhaltung und Förderung von Agrarvögeln konnten einige Studien einen positiven Effekt der Maßnahmen aufzeigen (z. B. Peach et al. 2001, Perkins et al. 2011, Walker et al. 2018), wohingegen andere Untersuchungen nur einen geringen bzw. keinen Einfluss feststellten (z. B. Żmihorski et al. 2016, Gamero et al. 2017, Daskalova et al. 2019).

Da die Agrarumweltmaßnahmen neben der Erhaltung oder der Steigerung der biologischen Vielfalt weitere Ziele (z. B. Verbesserung der Bodenstruktur und Verringerung der Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinträge) verfolgen, ist nicht bei allen Maßnahmen mit biodiversitätsfördernden Wirkungen zu rechnen. Zudem ist die inhaltliche Ausgestaltung der Maßnahmen in den seltensten Fällen direkt auf Agrarvögel zugeschnitten. Bei den AUM wird häufig zwischen sogenannten „dunkelgrünen“ und „hellgrünen“ Maßnahmen unterschieden. Als „dunkelgrün“ werden üblicherweise jene Maßnahmen bezeichnet, die einen unmittelbaren Bezug zur Biodiversität haben und von denen eine hohe Wirksamkeit hinsichtlich der Erhaltung und Förderung der Biodiversität erwartet wird. Im Gegensatz dazu haben die „hellgrünen“ Maßnahmen nicht immer unmittelbare Effekte auf die Biodiversität (Freese 2012, Hötker & Leuschner 2014). Dieses Bewertungsschema differenziert damit vorrangig zwischen naturschutzorientierten und ressourcenschutzorientierten Maßnahmen (Freese 2012). Da jedoch keine einheitliche Bewertung von Agrarumweltmaßnahmen für die Erhaltung und Förderung von Agrarvögeln vorlag, wurde dieses Bewertungsschema nicht übernommen. Stattdessen wurde die Auswahl der Maßnahmen entsprechend ihrer potenziellen fördernden Wirkung auf Agrarvögel angepasst (siehe Anhang-Tabelle 3). Beispielsweise wurde die Maßnahme „Grünstreifen zum Schutz gegen Wassererosion und von Gewässern“ als eine potenziell fördernde Maßnahme klassifiziert, da einige Agrarvogelarten von dieser Lebensraumbereitstellung profitieren können. Von der Maßnahme „Emissionsarme Ausbringung von Gülle und Gärresten“ sowie dem Anbau von Zwischenfrüchten wurde hingegen keine positive Wirkung auf Agrarvögel erwartet. Die Wirkung der Maßnahmen kann jedoch je nach spezifischer Ausgestaltung,

Agrarvogelart und räumlicher Lage der Maßnahme sehr unterschiedlich sein. Beispielsweise können Goldammer, Bluthänfling und Stieglitz von der Maßnahme „Anlage von Hecken“ profitieren, wohingegen die gleiche Maßnahme eher negative Effekte auf Feldlerche und Kiebitz hat (siehe Punkt 2.1.2). Bei der Klassifizierung der Maßnahmen wurden auch solche als potenziell fördernd bewertet, die einen indirekten positiven Effekt auf Agrarvögel haben können (z. B. extensive Grünlandbewirtschaftung).

Der Flächenanteil von potenziell fördernden Agrarumweltmaßnahmen (im Folgenden vereinfacht als AUM bezeichnet) wurde basierend auf den InVeKoS-Daten (siehe Anhang-Tabelle 3) berechnet. Der durch AUM geförderte Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche wurde als erklärende Variable (Prädiktor) ausgewählt, um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen (siehe Punkt 1.1 und 2.4).

- Ökologischer Landbau

Der ökologische Landbau verzichtet im Gegensatz zum konventionellen Landbau auf Mineraldünger und weitgehend auf synthetische Pflanzenschutzmittel. Zudem werden häufig längere Fruchtfolgen eingesetzt, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und Schädlinge oder Krankheiten zu kontrollieren. Umfangreiche Metanalysen und vergleichende Untersuchungen zur Wirkung der beiden Bewirtschaftungssysteme ökologischer Landbau und konventioneller Landbau zeigen vorwiegend positive Effekte des ökologischen Landbaus auf Agrarvögel (z. B. Bengtsson et al. 2005, Hole et al. 2005, Tuck et al. 2014). Es wurde jedoch gezeigt, dass der Effekt des ökologischen Landbaus auf die Biodiversität in ackerdominierten, strukturarmen Landschaften größer ist als in stärker strukturierten Agrarlandschaften, die durch Grünland oder Wald geprägt sind (Bengtsson et al. 2005, Gabriel et al. 2010, Winqvist et al. 2012, Tuck et al. 2014, Josefsson et al. 2017). Zudem verdeutlichte eine Untersuchung von Gabriel et al. (2013), dass die Häufigkeit verschiedener Tier- und Pflanzengruppen enger mit dem Ertrag als mit der Art der Bewirtschaftung zusammenhängt.

Da die Wirkung des Ökolandbaus auf die Biodiversität stark vom Landschaftskontext abhängt, wurde der Anteil des Ökolandbaus basierend auf den InVeKoS-Daten getrennt von den AUM berechnet. Der durch den ökologischen Landbau geförderte Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche wurde basierend auf den InVeKoS-Daten (siehe Anhang-Tabelle 3) berechnet.

- Schlaggröße

Die Schlaggröße wird als wichtiger Parameter für die Artenvielfalt in Agrarlandschaften angesehen (z. B. Fahrig et al. 2015). Eine Untersuchung von Gayer et al. (2019) hat gezeigt, dass die Anzahl und Abundanz der Agrarvögel generell durch kleinere

Schlaggrößen (Winterweizen) positiv beeinflusst wird, jedoch nicht die Feldlerche, die eine höhere Abundanz auf großen Winterweizenschlägen aufwies.

Die mittlere Schlaggröße der Ackerschläge wurde basierend auf den InVeKoS-Daten (siehe Anhang-Tabelle 2) berechnet.

Die ausgewählten Landnutzungsvariablen wurden für jedes Jahr (2005-2015) niedersachsenweit auf einem 1 km² Gitternetz berechnet (siehe Punkt 3.2). Zudem wurden weitere Landnutzungsvariablen basierend auf den InVeKoS-Daten berechnet (siehe Anhang-Abbildungen 3 bis 7).

Die Landnutzungsvariable „intensive Ackerkulturen“ und der durch AUM geförderte Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche wurden als erklärende Variable (Prädiktoren) ausgewählt, um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen (siehe Punkt 1.1 und 2.4). Die Verteilung der Werte zeigen sowohl für die erklärende Variable „Anteil von intensiven Ackerkulturen“ (siehe Anhang-Abb. 1) als auch für die Variable „Anteil an Agrarumweltmaßnahmen“ (siehe Anhang-Abb. 2) ähnliche Muster bezogen auf die 1 km² Probeflächen des MhB, die umgebende Landschaft der Probeflächen (3 km² bzw. 900 ha) und niedersachsenweit. Zudem wurde als zeitlich statische Variable der Anteil der NATURA 2000 Gebiete (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete) innerhalb der umgebenden Landschaft der Probeflächen als erklärende Variable (Prädiktor) berücksichtigt (siehe Punkt 2.4). Die Einbeziehung von NATURA 2000 Gebieten war erforderlich, da eine Untersuchung auf der europäischen Ebene gezeigt hat, dass Zielarten (Vogelarten nach Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie) durch einen hohen Anteil von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Vogelschutzgebieten („Special Protected Areas, SPA“) gefördert werden (Gamero et al. 2017). Berücksichtigt wurden die NATURA 2000 Gebiete in Niedersachsen, die bis 2015 gemeldet wurden.

2.3 Festlegung von naturräumlichen Regionen in Niedersachsen

Da in diesem Kooperationsprojekt ein wesentlicher Fokus auf regionsbedingte Unterschiede gelegt wurde (siehe Punkt 1.1), wurde für die differenzierte Darstellung der räumlichen und zeitlichen Unterschiede der Landnutzungsvariablen eine vereinfachte Version der naturräumlichen Regionen Niedersachsen verwendet (Abb. 5, Meynen 1962, Ronnenberg et al. 2016). Diese vier Regionen spiegeln Unterschiede in den dominierenden Hauptbetriebstypen, Anbaumustern und der Landschaftsstruktur wider. Die Unterschiede werden unter Punkt 3.3 anhand der Landnutzungsvariablen dargestellt. Die Regionen wurden zudem als erklärende Variable (Prädiktor) ausgewählt, um die Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel zu untersuchen (siehe Punkt 1.1 und 2.4).

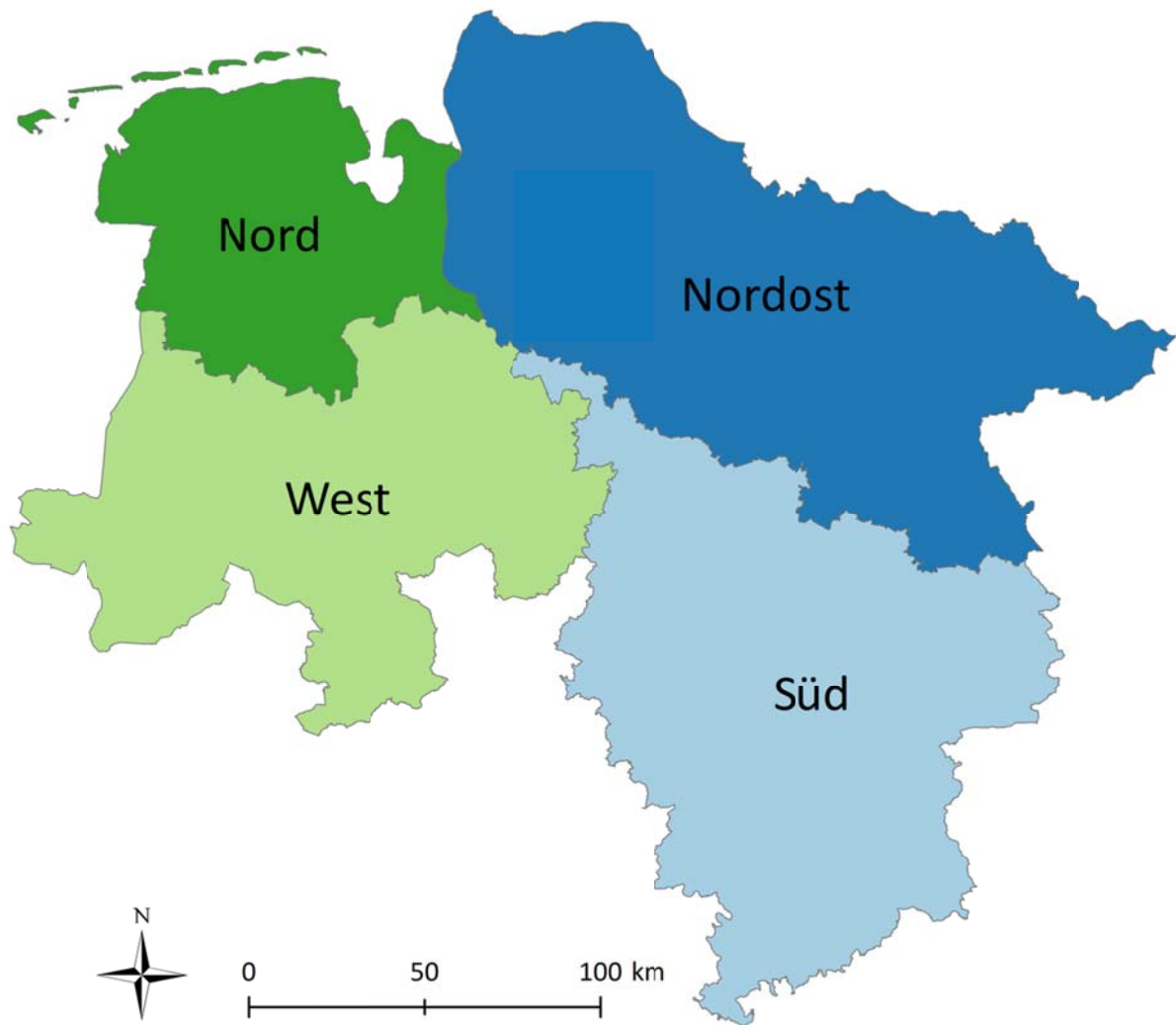


Abbildung 5: Aggregierte naturräumliche Regionen in Niedersachsen (nach Meynen et al. 1962 und Ronnenberg et al. 2016)

2.4 Statistische Analyse

Bestandsveränderungen der ausgewählten Agrarvogelarten

Zur Veranschaulichung der Bestandsveränderungen der ausgewählten Agrarvogelarten (siehe Tab. 1) in dem Zeitraum 2005-2015 wurde die mittlere Anzahl der Reviere geplottet. In generalisierten additiven Modellen (GAM) wurde die Anzahl der Reviere gegen die Jahre für die naturräumlichen Regionen und Agrarvogelarten getrennt analysiert und dargestellt (siehe Abb. 7). Im GAM wurde die Poisson Verteilung der Residuen zugrunde gelegt, da es sich um eine Zählvariable handelt. Dies bedingt niedrigere Schätzwerte, als über die Darstellung der Mittelwerte zu erwarten wäre (siehe Abb. 7).

Räumliche und zeitliche Unterschiede der Landnutzungsvariablen

Da die Probeflächen des MhB 1 km x 1 km groß sind, wurde ganz Niedersachsen für die Darstellung in 1 km² Gitterzellen unterteilt. Für jede Gitterzelle wurde jeweils der Anteil der

ausgewählten Landnutzungsvariablen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) berechnet. Durch die Verwendung des niedersachsenweiten Gitters können räumlich explizit Landnutzungen und deren Änderungen für ganz Niedersachsen dargestellt werden. Zudem wird so auch für jede Variable ein Vergleich der Entwicklung der Probeflächen mit den niedersachsenweiten Trends ermöglicht. Um die räumlichen und zeitlichen Effekte darzustellen, wurde die Differenz aus dem Flächenanteil 2015 zu dem Flächenanteil 2005 dargestellt. Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils (siehe Punkt 3.2).

Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel

Um die konkreten Fragestellungen des Kooperationsprojektes (Welche Auswirkungen haben der Anbau intensiver Ackerkulturen und die Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen auf Agrarvögel und unterscheiden sich diese im zeitlichen Verlauf und zwischen naturräumlichen Regionen? Sind Feldbrüter stärker von diesen Auswirkungen betroffen als nicht-Feldbrüter?, siehe Punkt 1.1) zu beantworten, wurden für die Analysen der räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge generalisierte lineare gemischte Modelle (GLMMs) gerechnet. Als abhängige Variable wurde die Anzahl der Reviere je Art und Probefläche verwendet und die Conway-Maxwell Poisson Fehlerverteilung angenommen (Shmueli et al. 2005, Lynch et al. 2014), da es sich um eine sogenannte Zählvariable handelt und eine sogenannte „Underdispersion“ vorlag, also eine geringere Varianz, als aufgrund der Poissonverteilung zu erwarten wäre. Da keine Unabhängigkeit der Zählwerte über die Jahre und Probeflächen hinweg zu erwarten ist, wurde ein komplexer Zufallsfaktor berücksichtigt. Dabei wurde die Agrarvogelart genestet in der Probefläche mit dem Jahr als Zufallstrend für jede Art und in jeder Probefläche berücksichtigt. Das Modell berechnet damit unabhängig die Trends für jede Art in jeder Probefläche. Die Statistik wird dann als Generalisierung dieser unabhängigen Trends betrachtet. Diesen Schritt ermöglicht die sogenannte „Laplace approximation“. Um im Modell stärker die Wirkung der Kulturarten auf die Bestandsentwicklung zu berücksichtigen, wurde die Anzahl der Reviere mit der Flächennutzung aus dem vorherigen Jahr verknüpft. Die Anzahl der Reviere wird in der Berechnung des Jahres 2006 also mit der Flächennutzung aus 2005 erklärt, da der Reproduktionserfolg sich erst im darauffolgenden Jahr zeigt.

Als Prädiktoren wurden in das Modell der Anteil intensiver Kulturen und der Anteil AUM an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in der umgebenden Landschaft der Probeflächen (900 ha bzw. 9 km²; siehe Punkt 2.1.1) integriert. Zudem wurden die naturräumlichen Regionen und das Jahr berücksichtigt. Weitere Landnutzungsvariablen (siehe Punkt 2.2.2) wurden nicht in diese frageorientierte Analyse einbezogen, um die Anzahl der Prädiktoren, die in das Modell einfließen, einzuschränken. Aus den Haupteffekten ergeben sich Aussagen zu Unterschieden in der Abundanz je nach Anteil intensiver Kulturen, AUM und Region. Das Jahr wiederum zeigt Trends auf. Die Interaktion mit dem Jahr

ermöglicht Aussagen zu zeitlich unterschiedlichen Trendverläufen in Abhängigkeit des Anteils intensiver Kulturen bzw. des Anteils an AUM. Dies wurde in der Dreifachinteraktion mit der Region auch regionsspezifisch analysiert. Das gleiche gilt für die Einbeziehung der Feldbrüter (der Arten die direkt auf Ackerkulturen und Grünland brüten; siehe Tab. 1) gegenüber den anderen Agrarvogelarten, die eher in Randstrukturen brüten (nicht Feldbrüter oder Kontrollgruppe). Hier dient die Zweifachinteraktion der Darstellung unterschiedlicher Trendverläufe je nach Artengruppe und die Dreifachinteraktion dient der Darstellung der unterschiedlichen Trends der Artengruppen (Feldbrüter/ nicht Feldbrüter) in den Regionen. Die Abbildung 6 stellt diese Beziehungen dar. So wurden die Variablen intensive Ackerkulturen, AUM, und Feldbrüter jeweils als Haupteffekte und bis zu ihren Dreifachinteraktionen mit der Region und dem Jahr getestet (in Abb. 6 als Pfeile dargestellt). Zudem wurde als statische Variable der Flächenanteil der NATURA 2000 Gebiete (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete) innerhalb der umgebenden Landschaft der Probeflächen als Haupteffekt berücksichtigt. Einbezogen wurden die NATURA 2000 Gebiete, die bis 2015 gemeldet wurden.

Da es mehrere miteinander konkurrierende Hypothesen gab, wurden insgesamt 30 Modelle mit steigender Komplexität gerechnet und innerhalb des sogenannten „multi-model inference“ (Burnham et al. 2011) oder auch „model averaging“ verglichen und die Modelle mit der höchsten Wahrscheinlichkeit in ihren Schätzungen gemittelt (siehe Anhang-Tabelle 4). Das AIC-Informationskriterium ist als Maß zu verstehen, die Gültigkeit eines Modells für einen Datensatz zu kontrollieren. Im Vergleich mehrerer Modelle ergibt sich das Modell mit dem niedrigsten AIC Wert als das Modell, dass unter Berücksichtigung eines Strafwerts für steigende Komplexität das Modell am besten erklären kann. Für das „model averaging“ wurde ein Grenzwert des AICc-Wert (korrigierter Akaike-Informationskriterium, Burnham & Anderson 2002, Zuur et al. 2009) von einer Differenz von maximal 4 definiert. Das heißt, um die Schätzwerte der Variablen und Interaktionen zu mitteln, wurden die Modelle berücksichtigt, die maximal um einen Wert von 4 vom besten Modell abwichen.

Die Modelle wurden in dem package „glmmTMB“ (Brooks et al. 2017) gerechnet. Das „model-averaging“ wurde mit Hilfe des packages MuMIn (Bartoń 2015) durchgeführt. Die Berechnung aller statistischen Analysen erfolgte in dem Programm R, Version 3.5.2 (R Core Team 2018).

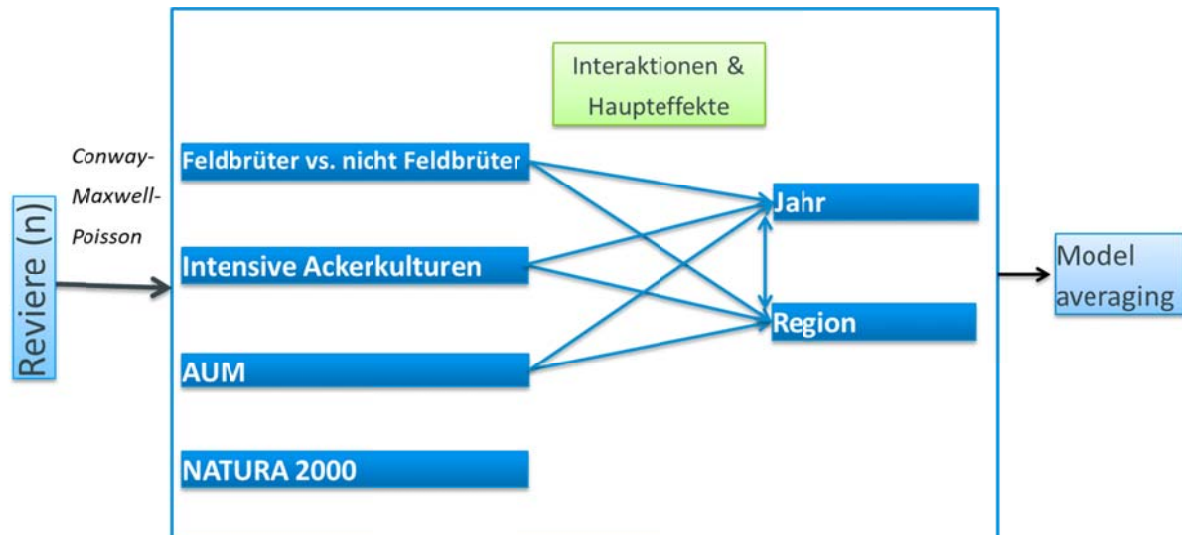


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Modelstruktur zur Beantwortung der konkreten Fragestellungen. Als abhängige Variable wurde die Anzahl Reviere der Agrarvögel in die Berechnungen aufgenommen. Die blauen Blöcke stellen jeweils Prädiktoren als Haupteffekte dar, die Pfeile zeigen die Beziehungen/ Interaktionen als untergeordnete Fragestellungen an. Der Definition der Fragestellungen schließt sich die Formulierung von gesonderten Hypothesen für Einzelmodelle an, die im „model-averaging“ getestet wurden.

3. Ergebnisse

3.1 Bestandsveränderungen ausgewählter Agrarvogelarten

Die Bestandsentwicklungen der Agrarvögel wurden in dem Untersuchungszeitraum (2005-2015) artspezifisch betrachtet. Die häufigsten Arten Goldammer und Feldlerche zeigten beide regionsübergreifend überwiegend negative Trends (siehe Abb. 7). Auch die Arten Kiebitz, Rebhuhn, Rohrammer, Star und Wiesenpieper zeigten regionsübergreifend vorwiegend negative Trends, wohingegen Bachstelze, Mäusebussard, und Turmfalke keinen Trend zeigten. Bluthänfling, Heidelerche, Schwarzkehlchen und Stieglitz zeigten zum Teil deutlich positive Trendverläufe (siehe Abb. 7). Zwischen den Regionen Niedersachsens (siehe Abb. 5), gibt es teilweise größere Unterschiede, so ist die Feldlerche im Süden am häufigsten und die Heidelerche im Nordosten, während Stieglitz und Stockente ihre höchsten Revierdichten im Norden erreichen (siehe Abb. 7). Die stärksten Rückgänge sind für Kiebitz, Rebhuhn, Rohrammer, Turmfalke und Wiesenpieper jeweils im Westen festzustellen, wohingegen der Feldsperling hier auch die höchsten Zuwächse zeigt (siehe Abb. 7). Der Star wiederum geht am stärksten im Nordosten zurück (siehe Abb. 7). Insgesamt ist aber die Revierdichte im Süden und Nordosten als konstanter als im Westen und Norden anzusehen.

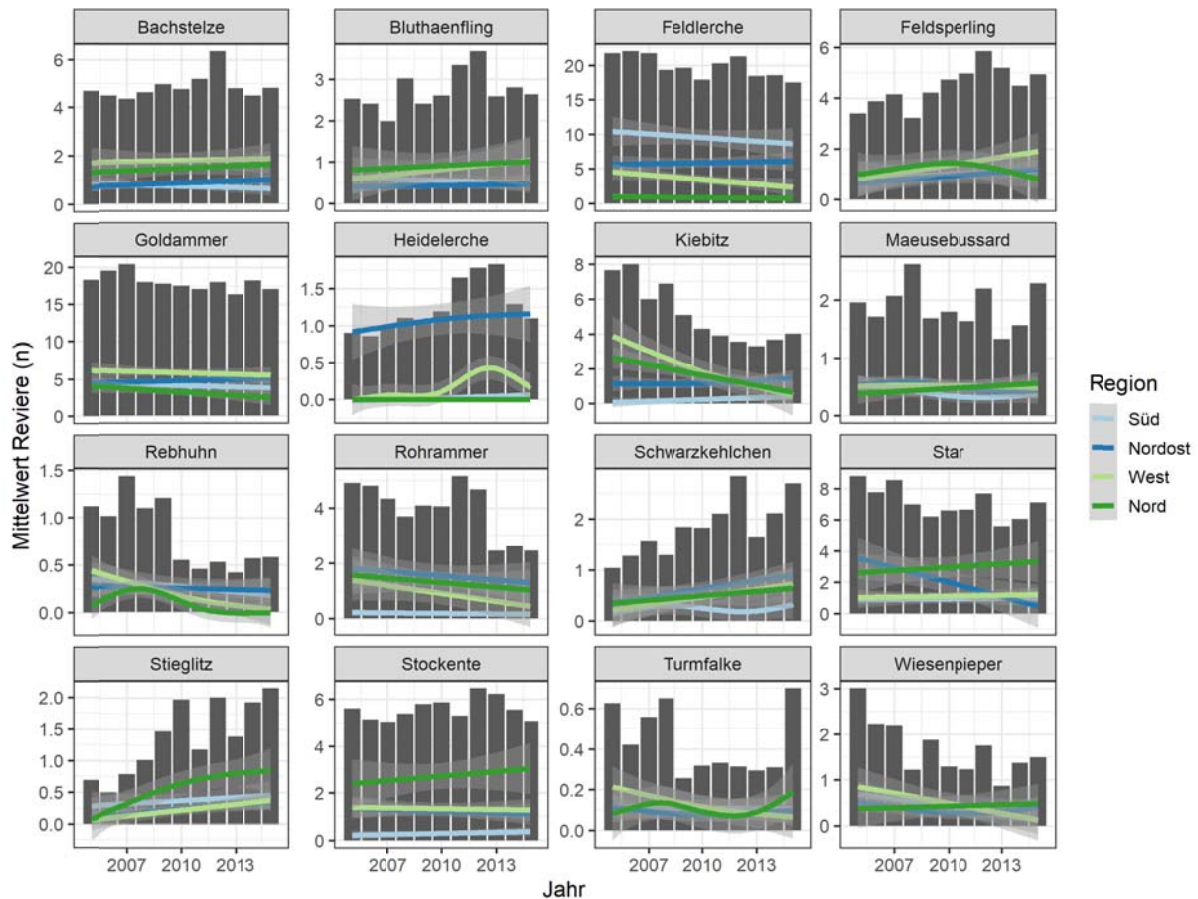


Abbildung 7: Balkendiagramme der mittleren Anzahl der Reviere der ausgewählten Arten. Die dargestellten Trendverläufe wurden getrennt nach den Regionen Süd (hellblau), Nordost (dunkelblau), West (hellgrün), Nord (dunkelgrün) aufgrund generalisierter additiver Modelle (GAM) geschätzt.

3.2 Räumliche und zeitliche Unterschiede der Landnutzungsvariablen

Im Folgenden werden die Unterschiede der Landnutzungsvariablen im räumlichen und zeitlichen Verlauf dargestellt.

- Mais

Im Jahr 2005 ist der Anteil Mais in der westlichen Region am höchsten (Abb. 8). Doch der gesamte Norden des Landes hat einen höheren Anteil als der Süden und Osten. Landesweit ist über die Jahre 2005-2015 ein Zuwachs des Maisanbaus zu verzeichnen (blaue Bereiche in Abb. 9). Bis einschließlich 2012 ist in allen Regionen ein starker Zuwachs festzustellen, anschließend bleiben die Anteile überwiegend konstant auf hohem Niveau. In den Regionen Nord und Nordost erreichen die Anteile nun Werte, nahe den Anteilen, die der Mais im Westen schon 2005 hatte. Im Süden jedoch liegen die Anteile im Mittel bei ca. 10 % (Abb. 10).

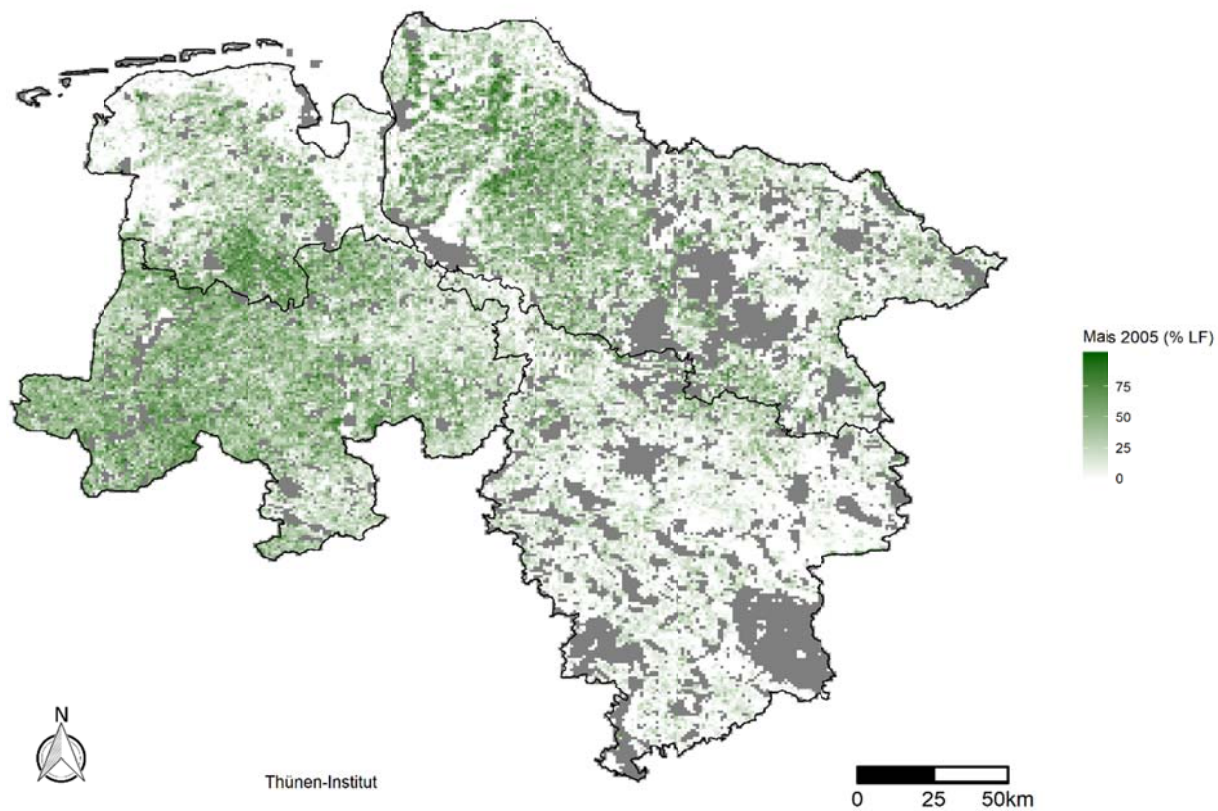


Abbildung 8: Anteil Mais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

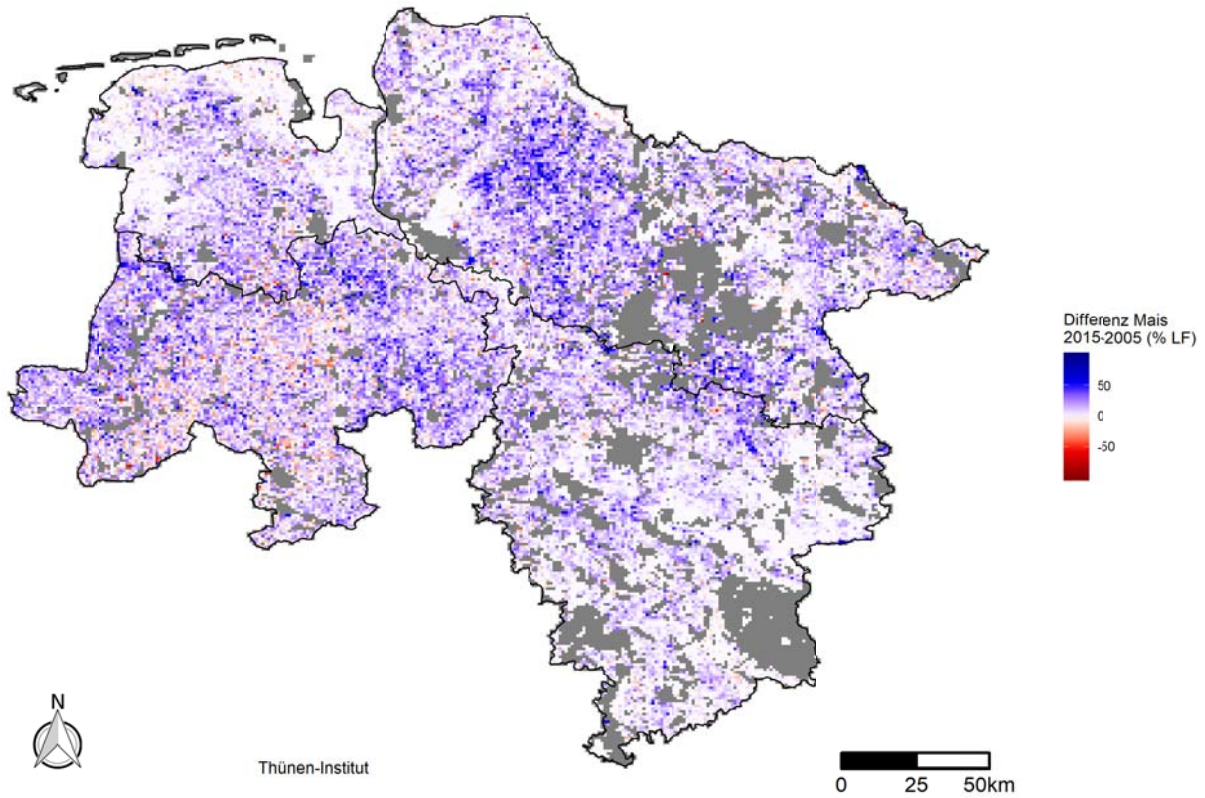


Abbildung 9: Trend Mais 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

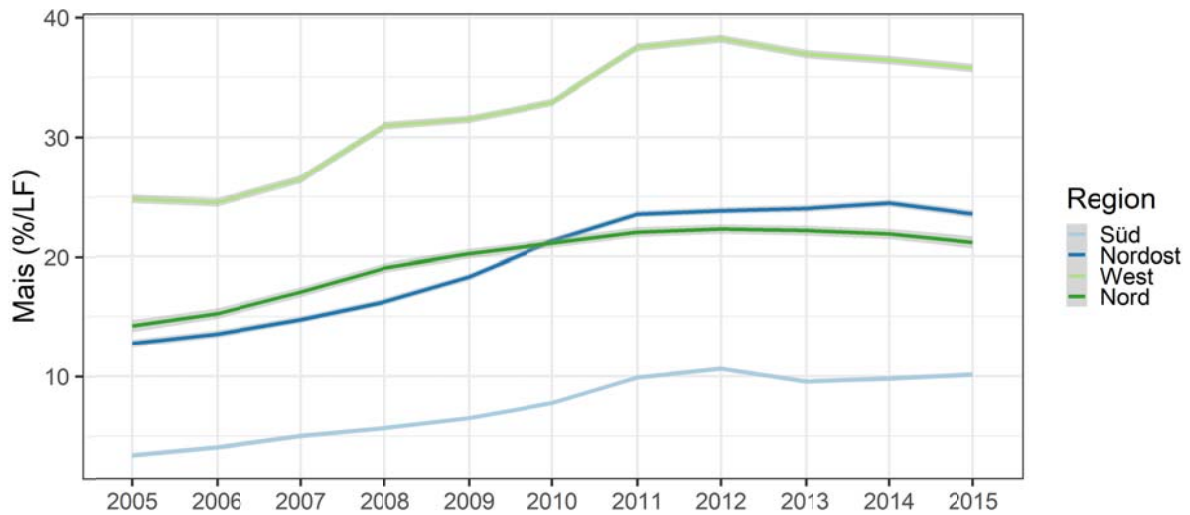


Abbildung 10: Anteil Mais im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- Dauergrünland

Das nördliche Niedersachsen weist hohe Anteile von Dauergrünland auf, insbesondere in der Region Nord liegt der Anteil 2005 noch im Mittel bei >60 % (Abb. 11). Gerade in diesem Gebiet ist auch der Rückgang besonders hoch (Abb. 12, Abb. 13), wohingegen die Anteile im Süden und Westen bei ca. 25 % liegen.

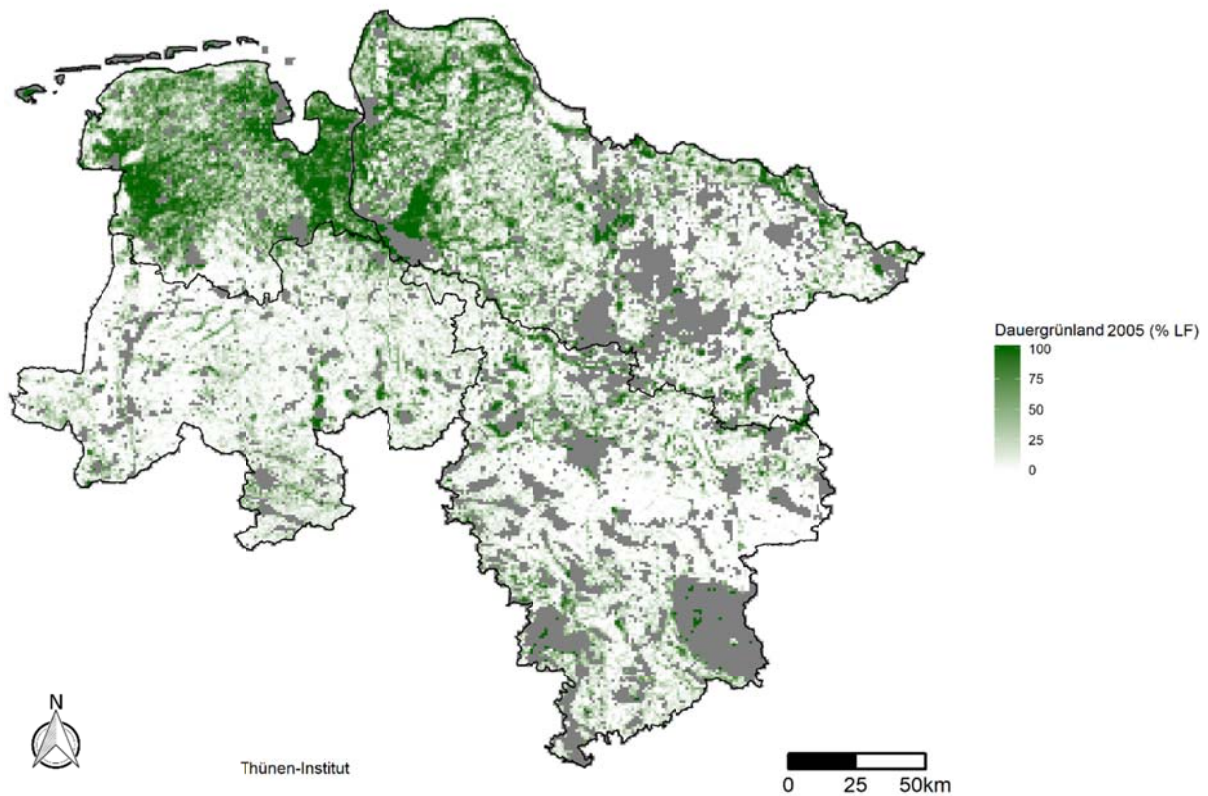


Abbildung 11: Anteil Dauergrünland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

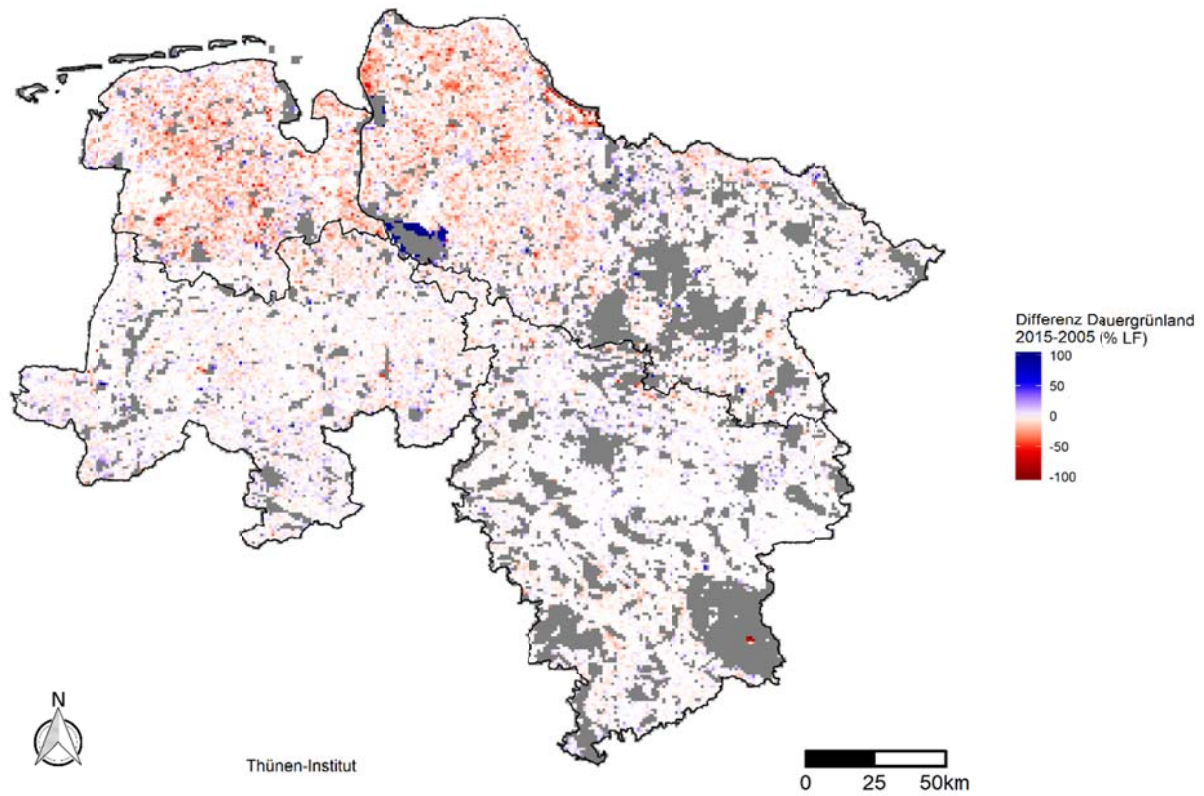


Abbildung 12: Trend Dauergrünland 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

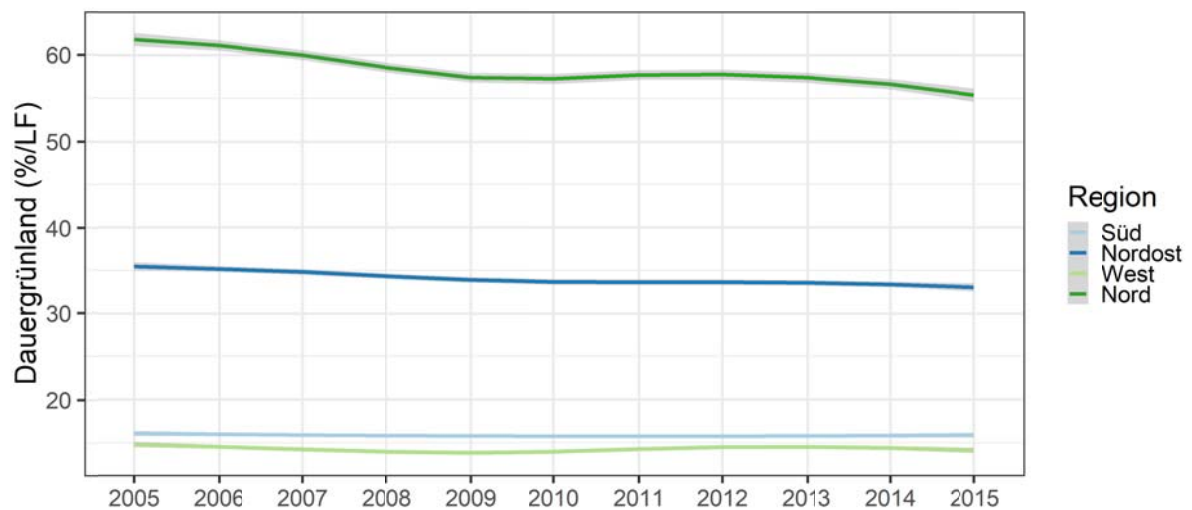


Abbildung 13: Anteil Dauergrünland im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- Stilllegungsflächen

In den ackerbaulich geprägten Gebieten liegt der Anteil an Stilllegungsflächen bzw. Brachen in 2005 im Durchschnitt bei ca. 7 %, wohingegen der Anteil in den grünlanddominierten Regionen etwas niedriger liegt (Abb. 14). Nach dem Wegfall der obligatorischen Flächenstilllegung brachen dementsprechend die Anteile der Stilllegungsflächen von ca. 7 % bis unter 2 % der LF in 2008 ein. Auch diese Entwicklung war stärker in den ackerbaulich geprägten Regionen (Abb. 15, Abb. 16).

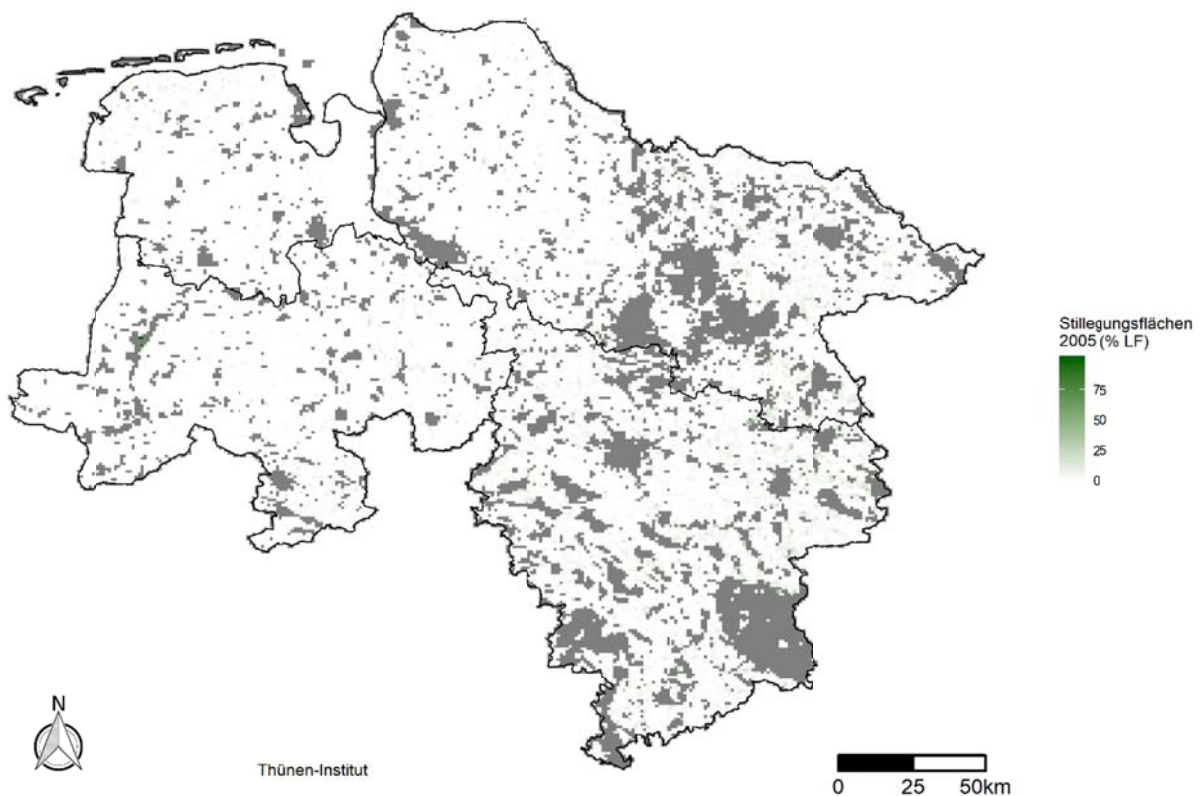


Abbildung 14: Anteil Stilllegungsflächen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

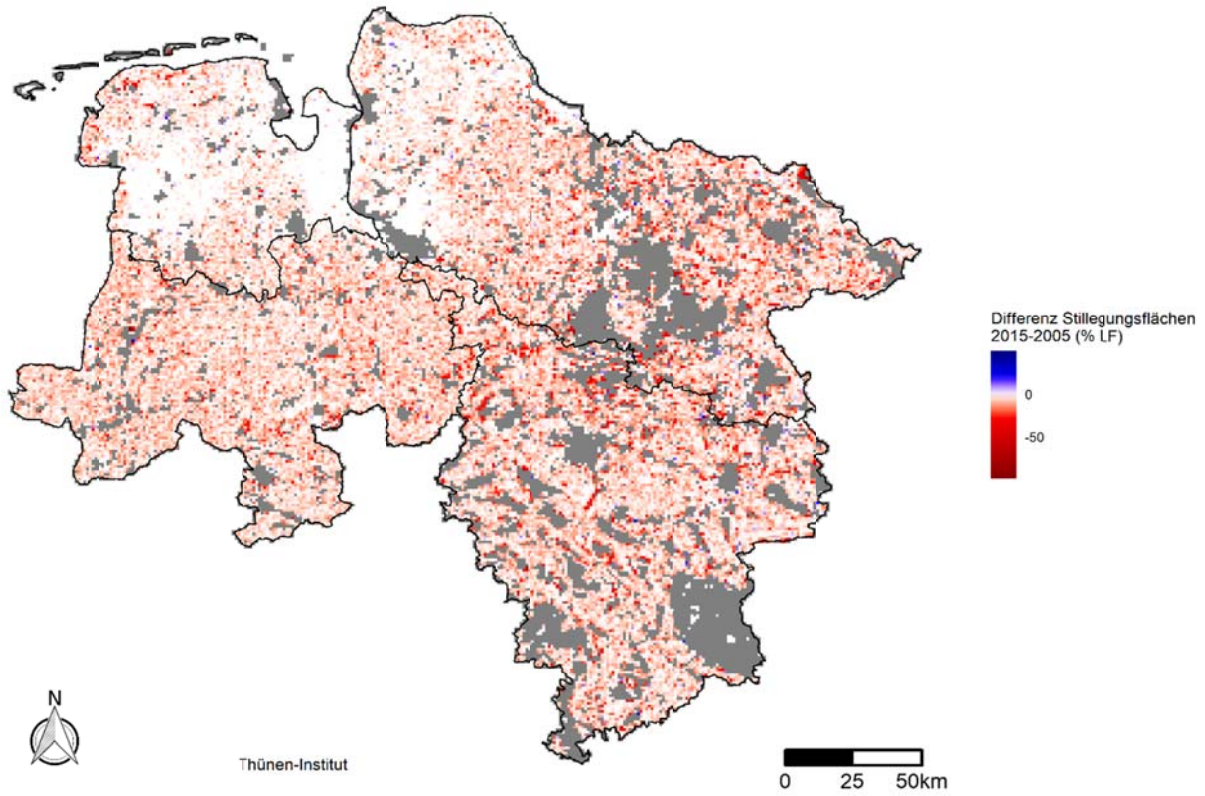


Abbildung 15: Trend Stilllegungsflächen 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

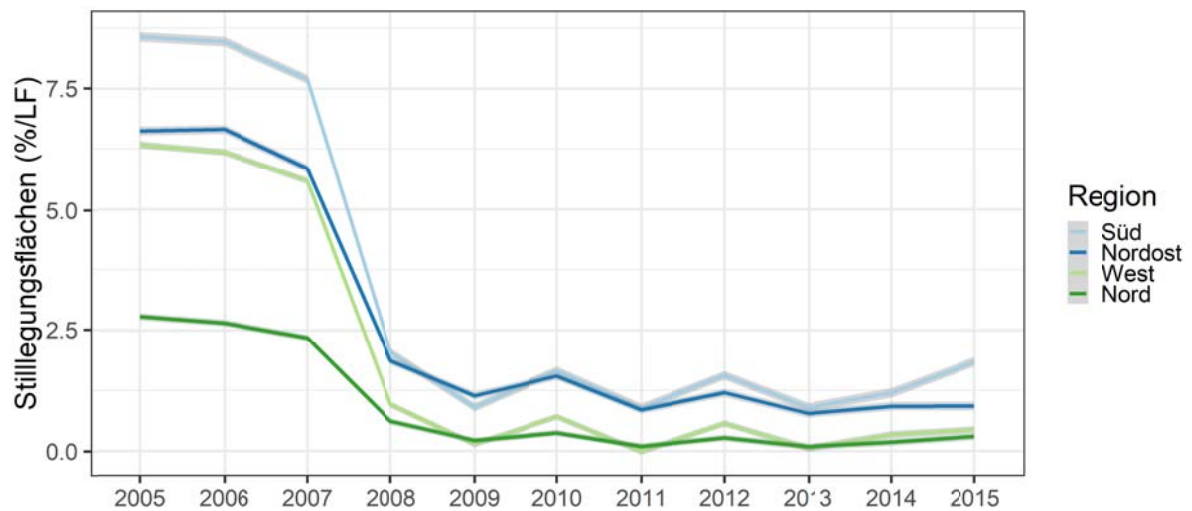


Abbildung 16: Anteil Stilllegungsflächen im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20% landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- Leguminosen

Der Anbau von Leguminosen in Niedersachsen ist flächenmäßig sehr gering (Abb. 17), jedoch ist der Anteil an Leguminosen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in den östlichen Landesteilen etwas höher. In allen Regionen ist ein leichter Anstieg auf sehr niedrigem Niveau zu verzeichnen (Abb. 18, Abb. 19).

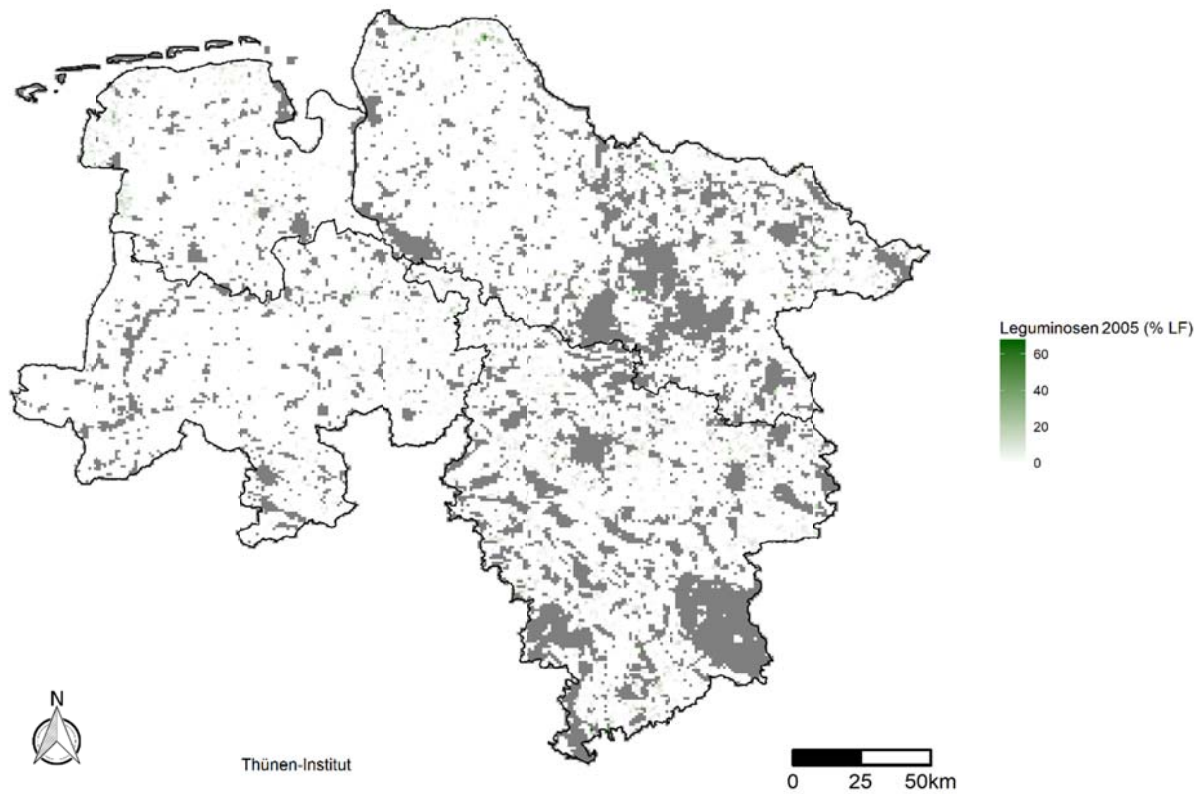


Abbildung 17: Anteil Leguminosen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

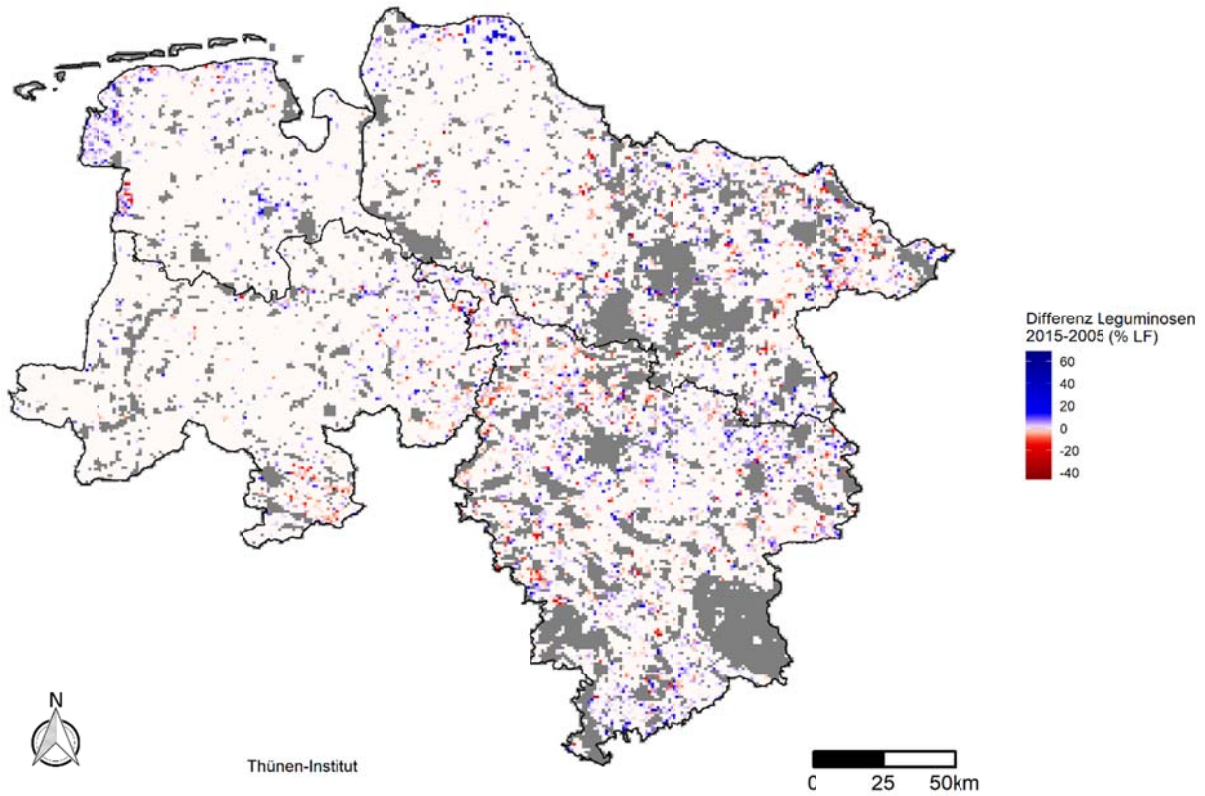


Abbildung 18: Trend Leguminosen 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

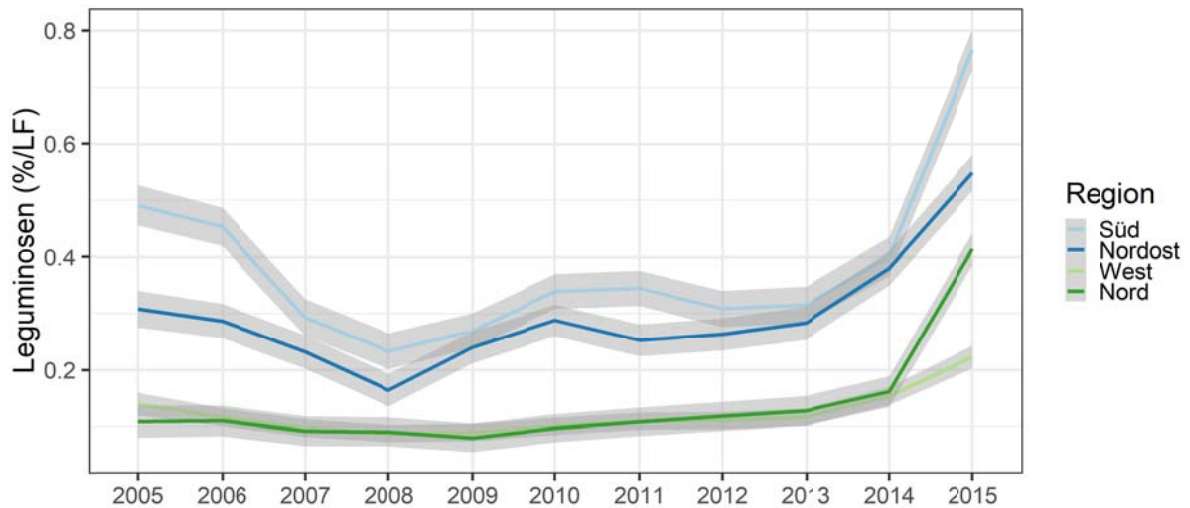


Abbildung 19: Anteil Leguminosen im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- Intensive Ackerkulturen

Intensive Ackerkulturen dominieren im größten Teil von Niedersachsen die landwirtschaftlich genutzte Fläche (Abb. 20). Dies trifft insbesondere auf die Regionen Süd und West zu. Während die Anfangswerte zwischen dem Norden (ca. 30 % intensive Kulturen) und Süden bzw. Westen (knapp 70 %) sich deutlich unterscheiden, sind die Zunahmen im Untersuchungszeitraum fast gleichförmig (jeweils ca. 8 %, siehe Abb. 21). So zeigt auch die Darstellung der Zunahme des Anteils intensiver Ackerkulturen im Verlauf der Jahre 2005-2015 sehr ähnliche räumliche Muster bzw. Entwicklungen (Abb. 22).

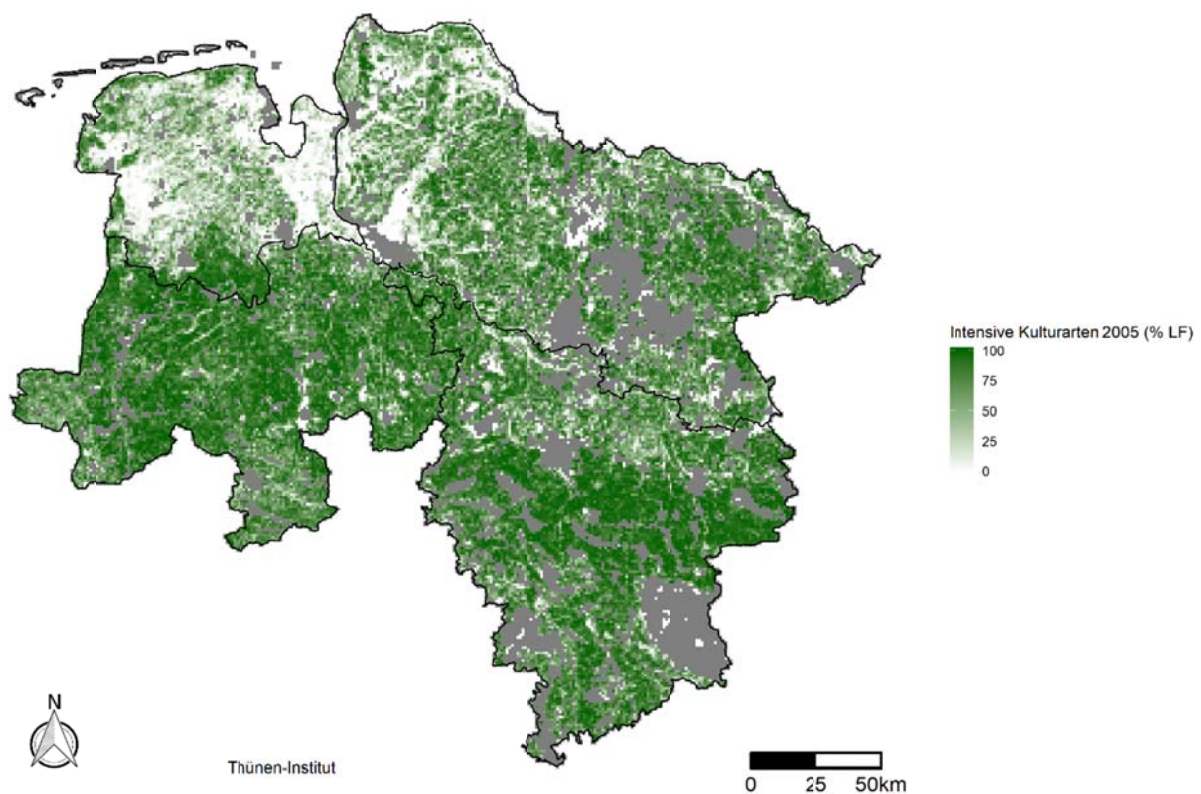


Abbildung 20: Anteil intensiver Ackerkulturen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

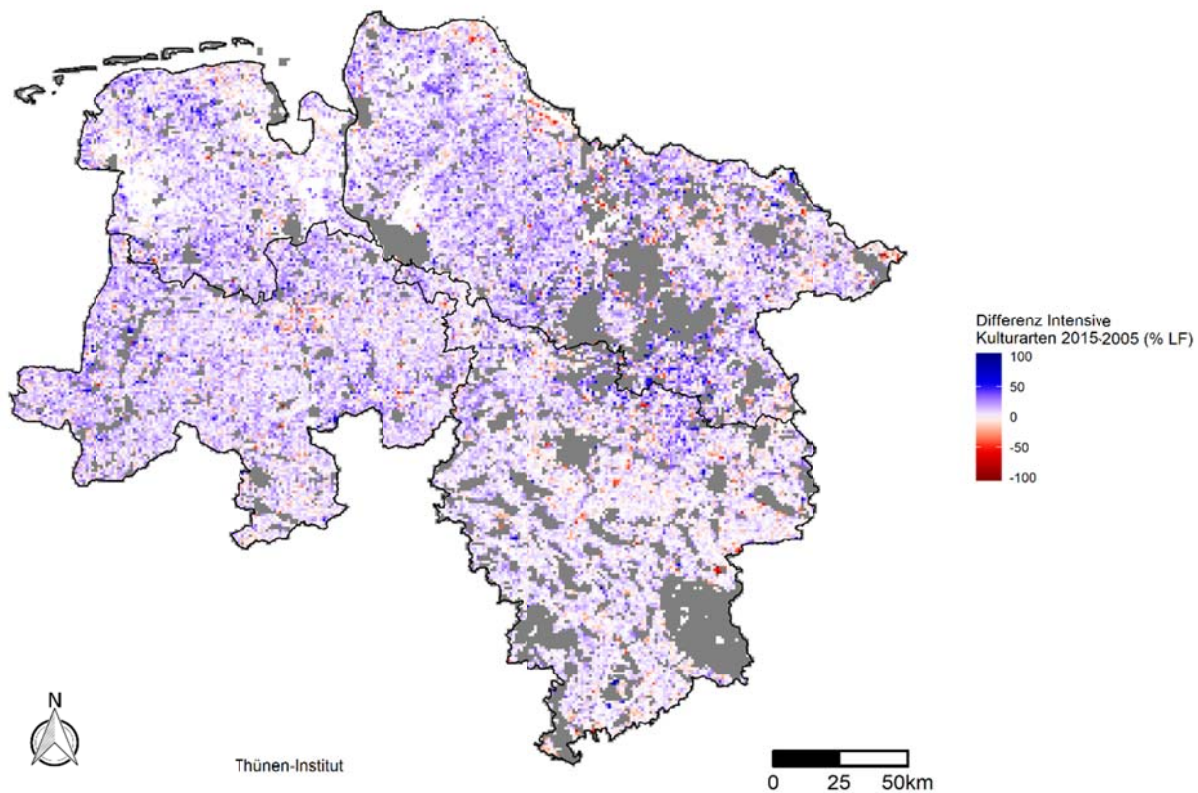


Abbildung 21: Trend intensive Ackerkulturen 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

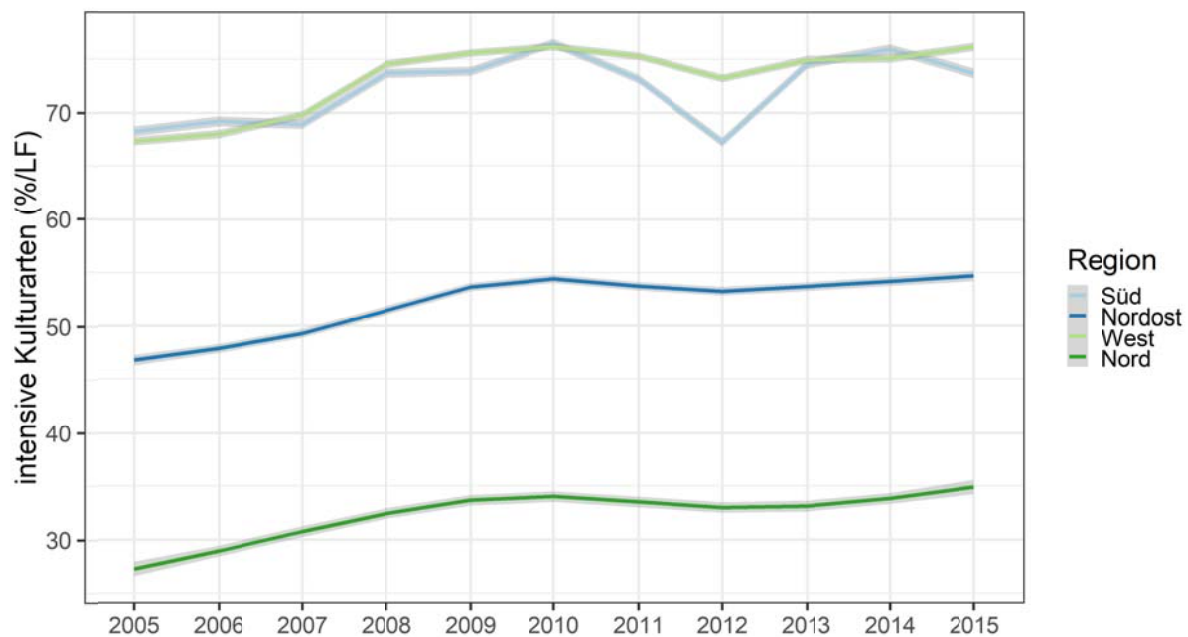


Abbildung 22: Anteil intensiver Ackerkulturen im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- Kulturartenvielfalt

Die Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen) ist im Jahre 2005 im Norden und Süden Niedersachsens tendenziell geringer als in einem zentralen Streifen quer durch Niedersachsen (Abb. 23). In diesem Bereich geht die Vielfalt der Ackerkulturen jedoch auch am stärksten zurück (Abb. 24, Abb. 25). Entgegen dem langjährigen Trend gab es jedoch 2012 einen Anstieg der Diversität in den Regionen Süd und West (Abb. 25). Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Wintergetreide durch den Frost im Februar stark geschädigt war und auf einigen Flächen eine Nachsaat mit Sommergetreide (siehe Anhang-Abb. 7) stattfand.

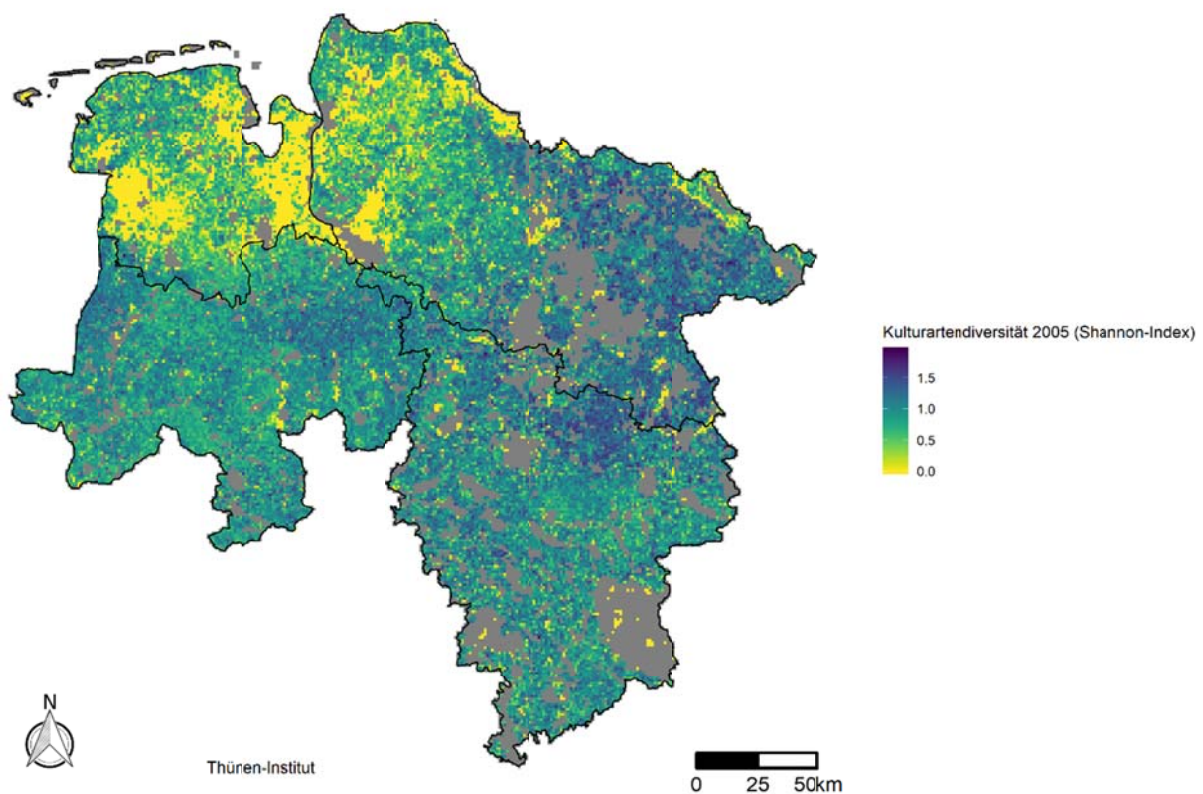


Abbildung 23: Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen, Shannon-Index) 2005. Dunkelgraue Schattierung <math>< 20\%</math> landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF).

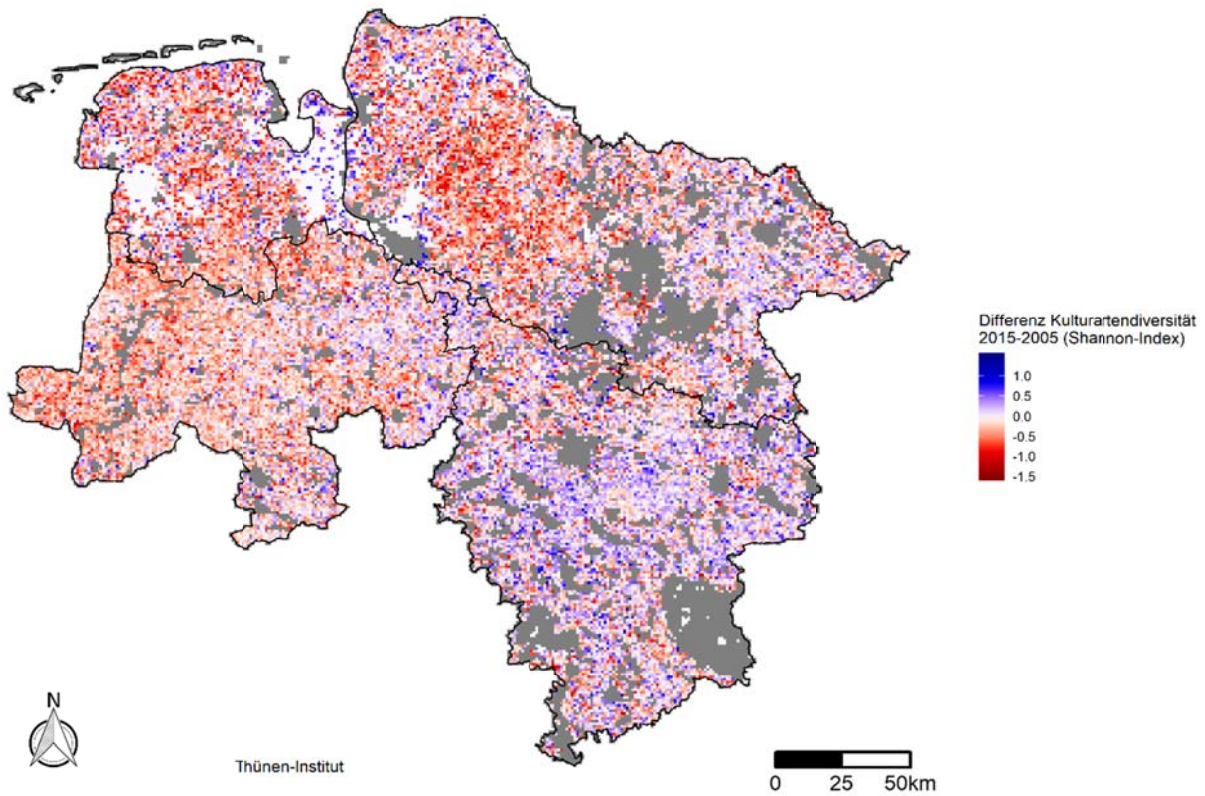


Abbildung 24: Trend Kulturartenvielfalt 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme der Kulturartenvielfalt.

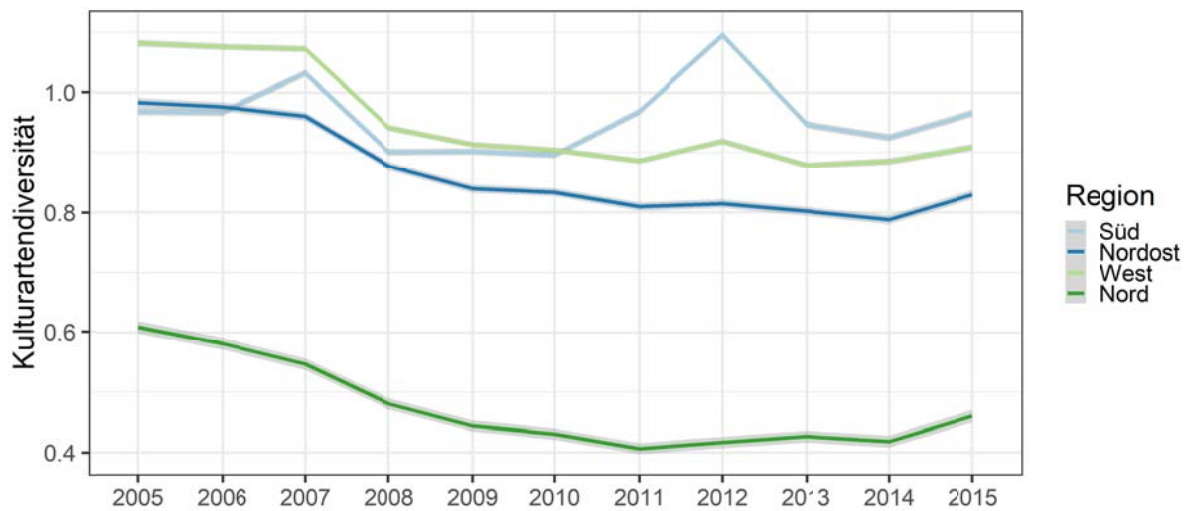


Abbildung 25: Kulturartenvielfalt (Diversität der Ackerkulturen, Shannon-Index) im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- **Agrarumweltmaßnahmen (AUM)**

2005 ist der Anteil von Agrarumweltmaßnahmen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche relativ gering (meist unter 5 %), jedoch relativ gleichmäßig über Niedersachsen verteilt (Abb. 26). Höhere Anteile sind allerdings im Osten des Landes sowie der Lüneburger Heide und der Emsmündung zu finden. Die Region West weist den niedrigsten Anteil auf. Zwischen 2005 und 2015 ist insbesondere in den östlichen Landesteilen wiederum eine Zunahme des Anteils an AUM zu sehen (Abb. 27). Nach einem Rückgang der Anteile AUM zwischen 2005 und 2007 ist wieder ein Zuwachs festzustellen (Abb. 28), im Norden jedoch ist der Anfangswert der Inanspruchnahme von AUM nicht mehr erreicht worden und der Anteil liegt weiter unter dem Wert von 2005.

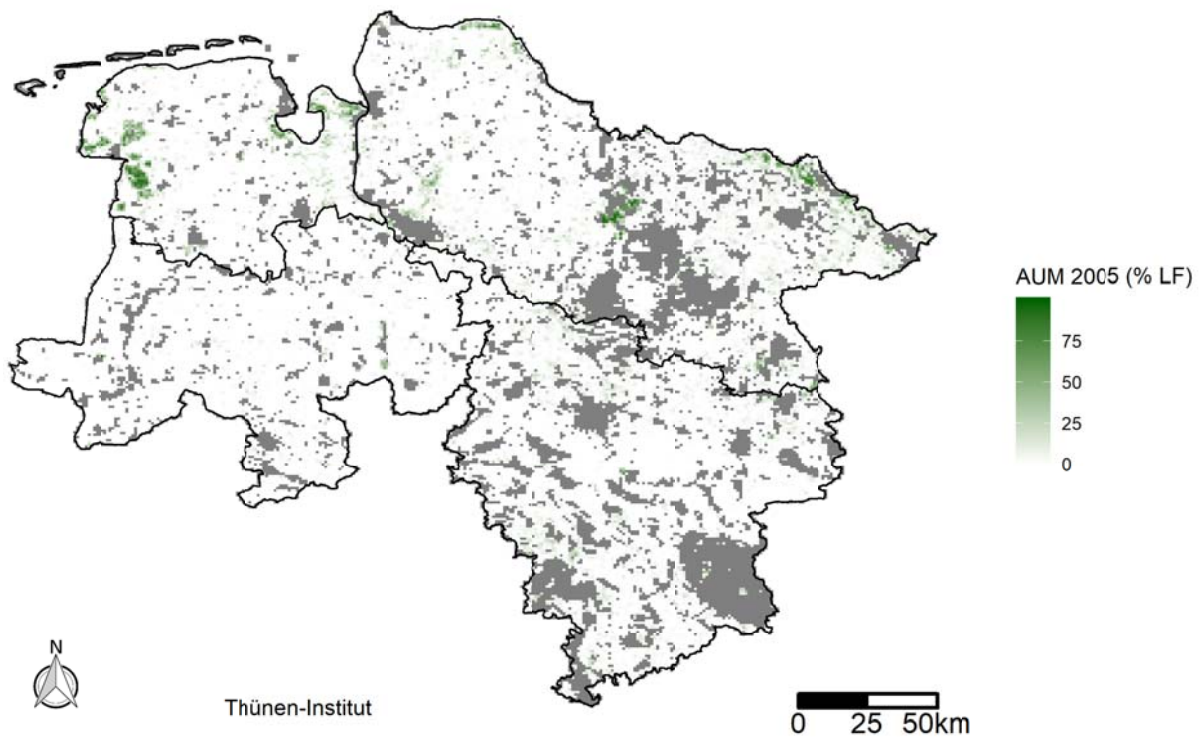


Abbildung 26: Anteil Agrarumweltmaßnahmen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

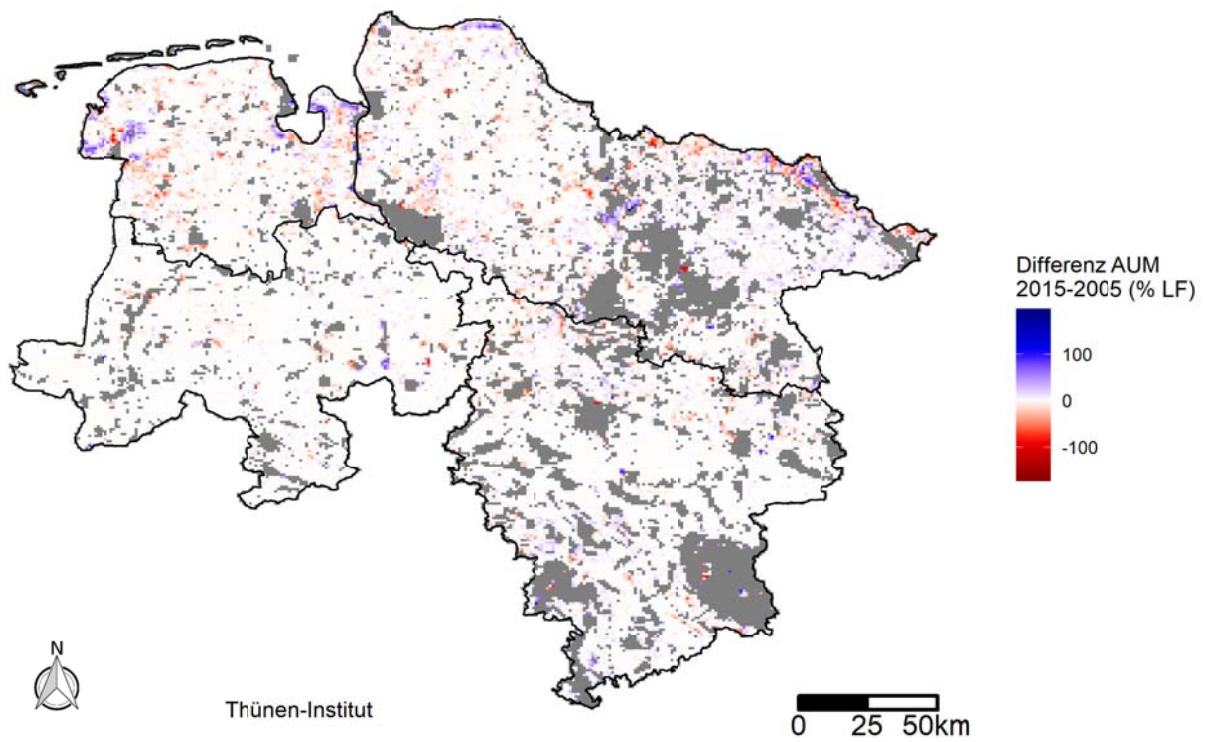


Abbildung 27: Trend Agrarumweltmaßnahmen 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

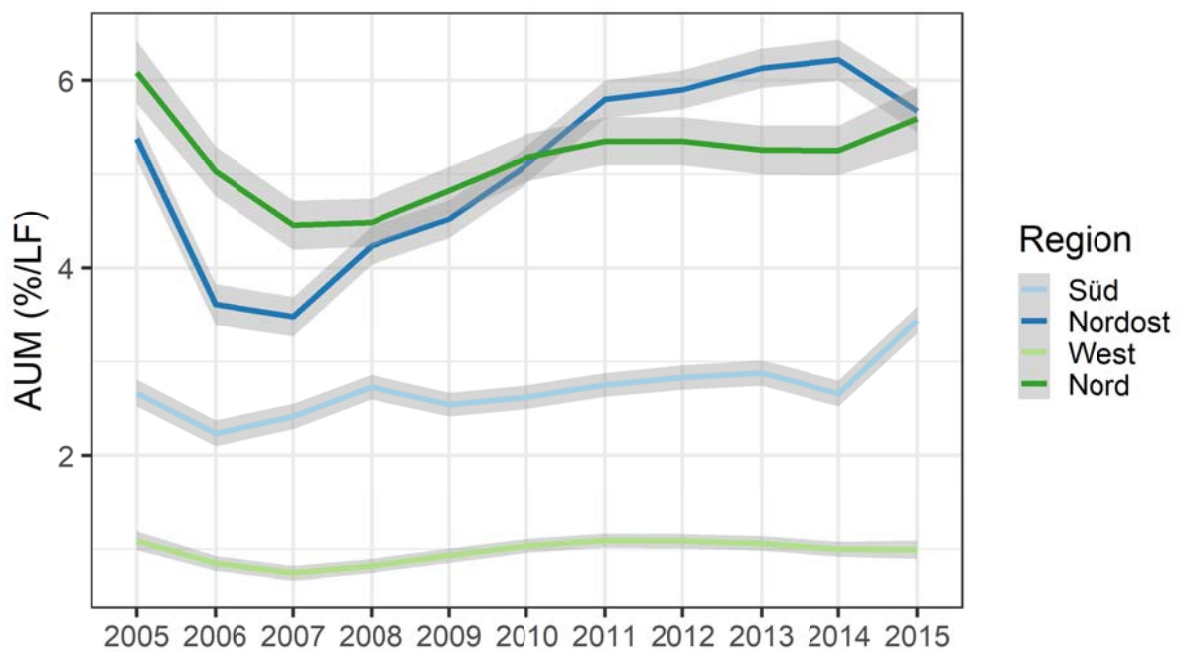


Abbildung 28: Anteil Agrarumweltmaßnahmen im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- **Ökologischer Landbau**

Der Anteil an ökologischem Landbau verteilt sich relativ gleichmäßig über Niedersachsen, mit dem höchsten Anteil im Nordosten (Abb. 29). Auch die Zunahme ist hier am höchsten (Abb. 30) und steigt von ca. 4 % auf ca. 5 % (Abb. 31). Im Westen liegt der Anteil relativ konstant bei 1 % (Abb. 31) und ist damit am geringsten. Im Norden steigt der Anteil von ca. 2 % in 2005 auf knapp 3 % in 2012, danach sinkt der Anteil wieder auf Werte nur knapp über denen aus 2005 (Abb. 31), auch die anderen drei Regionen verzeichnen ab 2013 wieder einen leichten Rückgang.

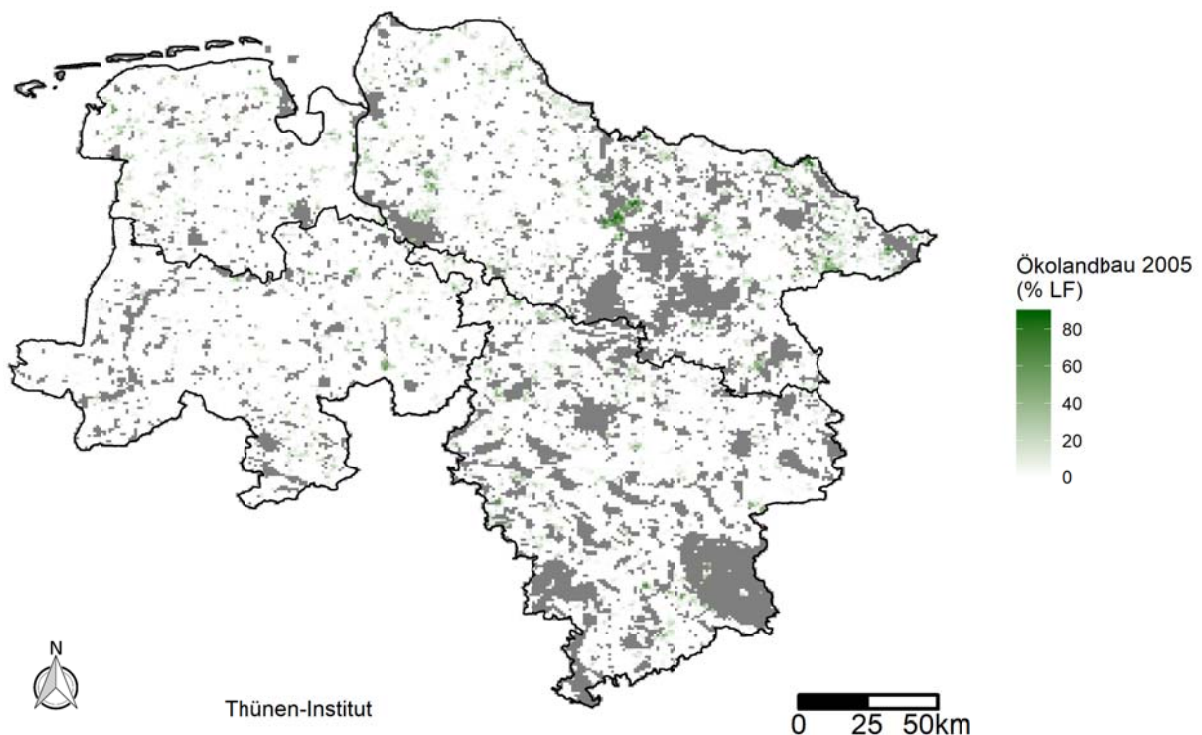


Abbildung 29: Anteil Ökolandbau an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) 2005. Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

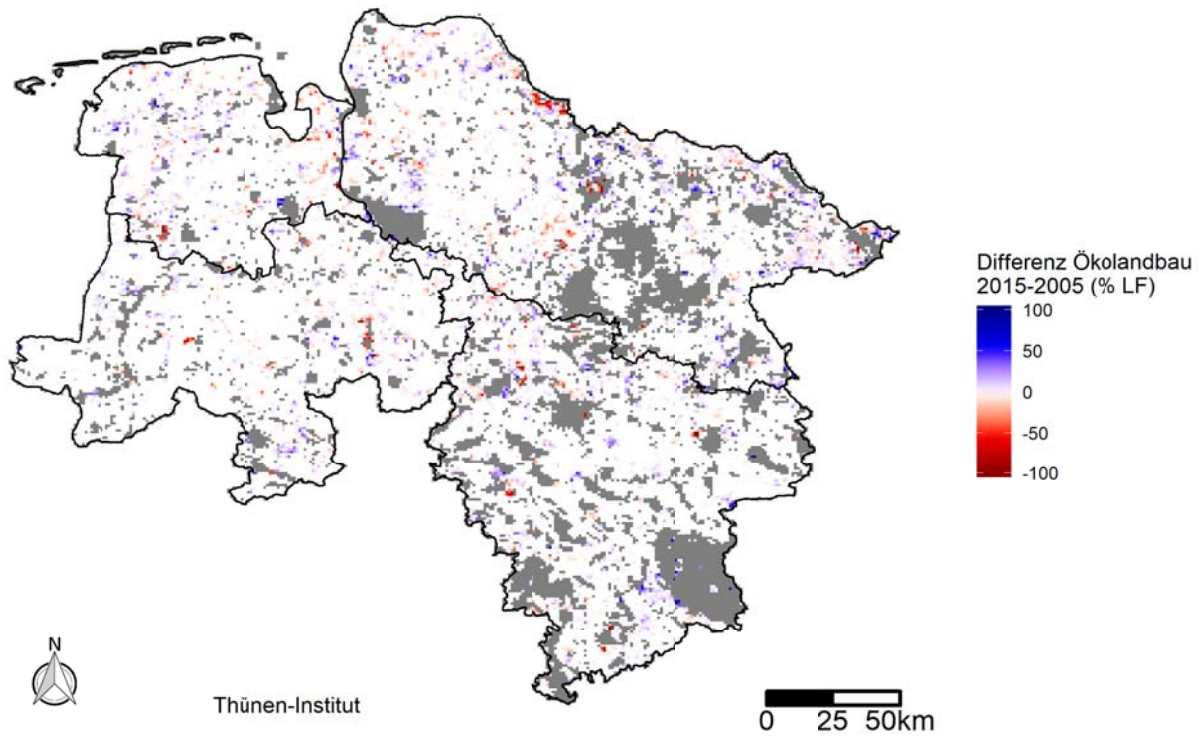


Abbildung 30: Trend Ökolandbau 2005-2015. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme des Flächenanteils.

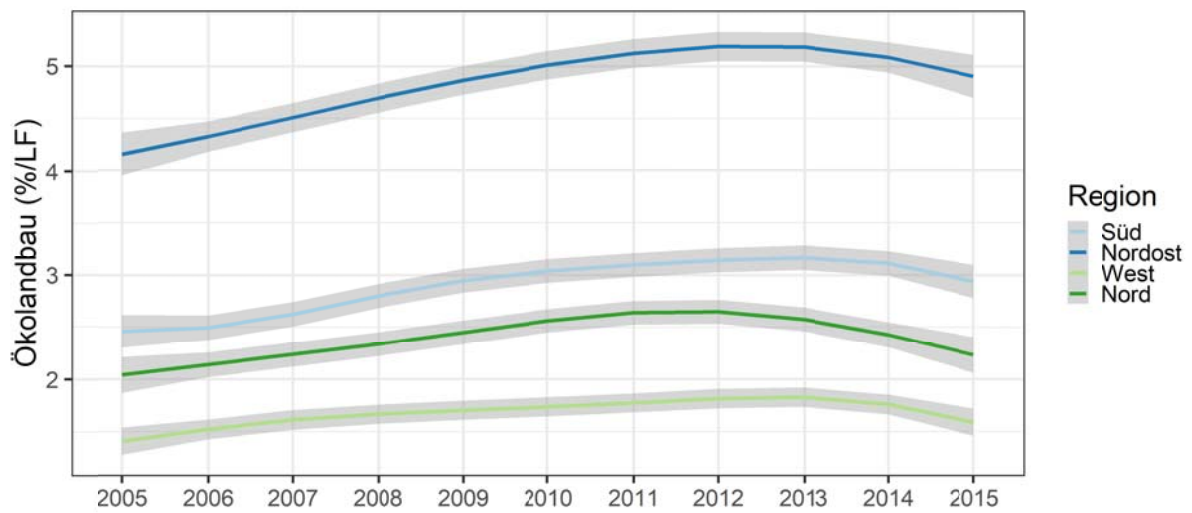


Abbildung 31: Anteil Ökolandbau im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

- **Schlaggröße**

Die meisten Ackerschläge in Niedersachsen liegen zwischen 3-6 ha ($3,8 \pm 0,8$ Mittelwert \pm Standardabweichung), nur einzelne Gegenden sind durch größere Schläge gekennzeichnet (Abb. 32). Insgesamt nimmt die Größe der Ackerschläge in allen Regionen zu (Abb. 33, Abb. 34).

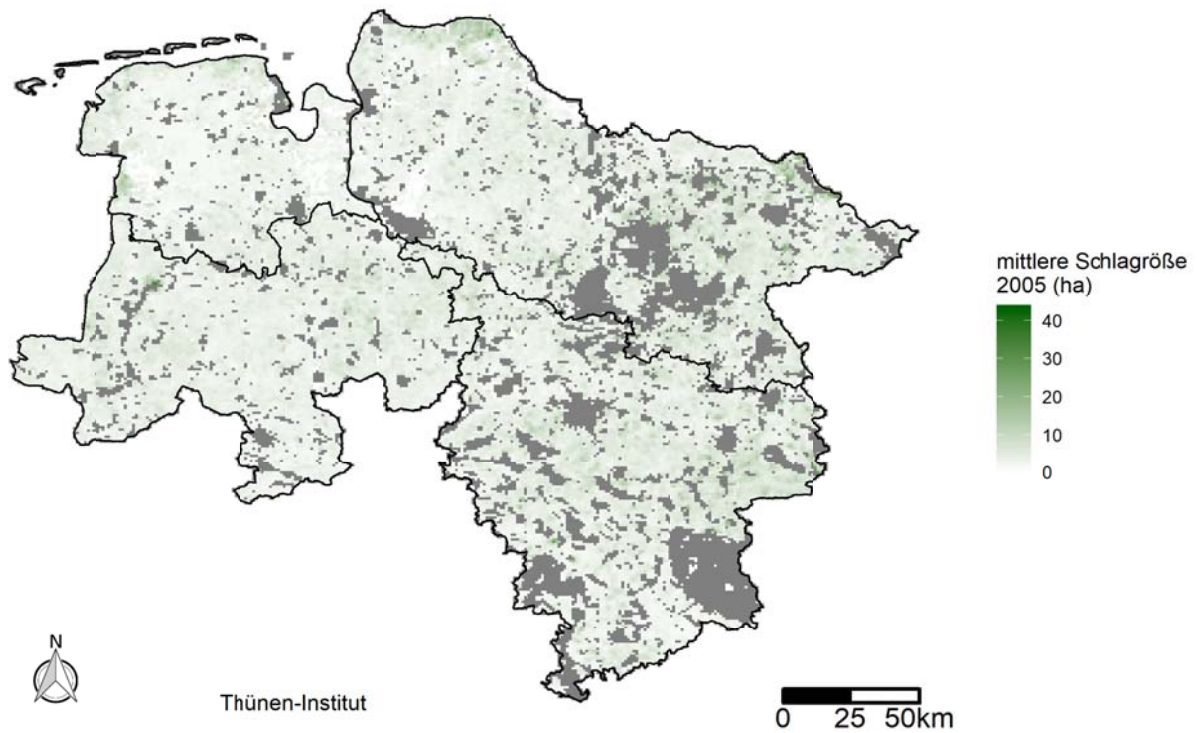


Abbildung 32: Mittlere Schlaggröße (ha) der Ackerkulturen pro 1 km² Gitterzelle mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF). Dunkelgraue Schattierung <20 % LF.

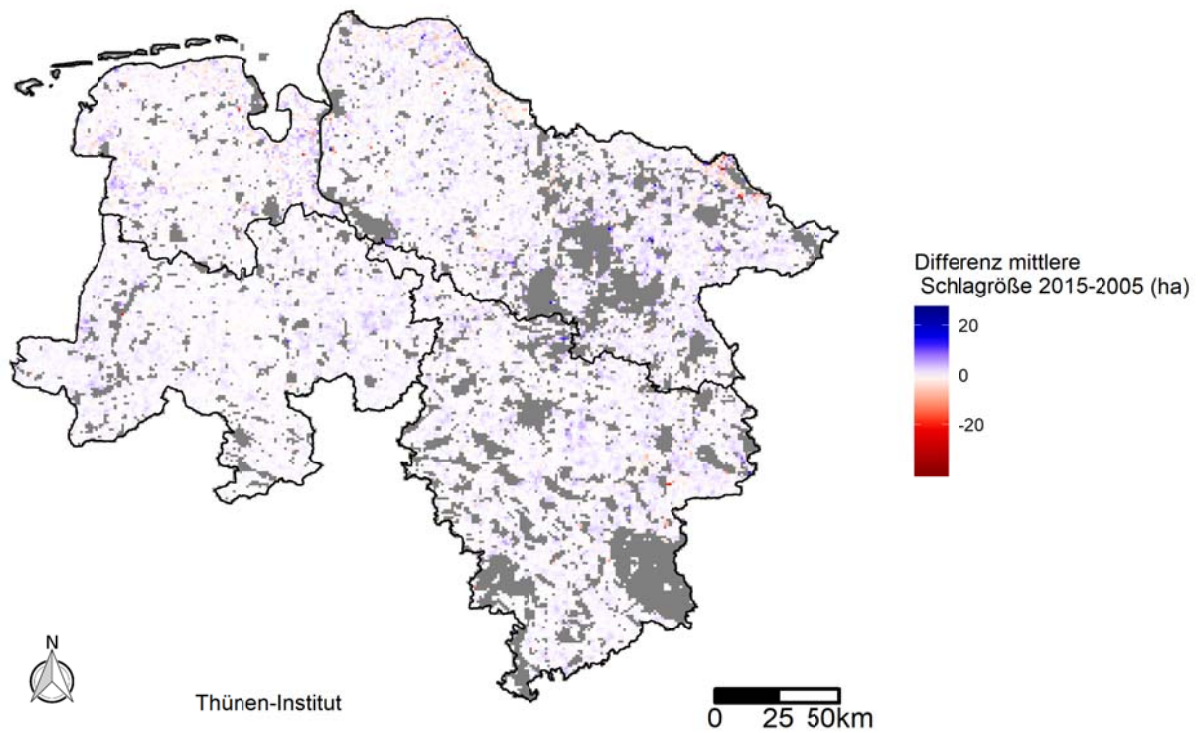


Abbildung 33: Trend der mittleren Schlaggröße der Ackerkulturen. Dunkelgraue Schattierung <20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF). Ein positiver Wert bedeutet eine Zunahme, ein negativer Wert eine Abnahme der mittleren Schlaggröße der Ackerkulturen.

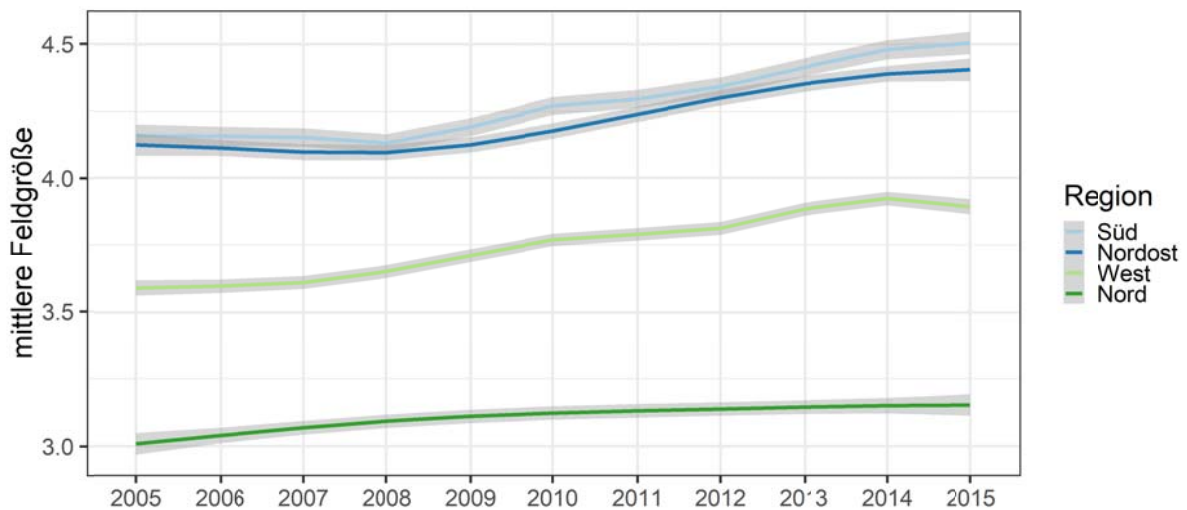


Abbildung 34: Mittlere Schlag- bzw. Feldgröße (ha) der Ackerkulturen im Verlauf der Jahre 2005-2015 der 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.

3.3 Beschreibung der naturräumlichen Regionen im Verlauf der Zeit

- **Region Nord:**

Der Nordwesten Niedersachsens ist geprägt durch ein maritimes Klima mit milden Temperaturen und höheren Niederschlagssummen. Der Waldanteil ist gering und dadurch weist diese Region mit >70 % landwirtschaftlich genutzter Fläche den höchsten Anteil auf (siehe Anhang-Abb. 3). Hier prägt die Haltung von Rauhfutterfressern (insbesondere Rinder) die Landnutzung und damit einhergehend befinden sich hier hohe Anteile an Dauergrünland (siehe Abb. 11 und 13). Die Flächenanteile der intensiven Ackerkulturen wie Wintergetreide, Ölfrüchte und Hackfrüchte sind hier am geringsten (siehe Anhang-Abb. 4, 5 und 6). Der Maisanteil ist steigend, jedoch auf mäßigem Niveau (siehe Abb. 10).
- **Region Nordost:**

Diese Region weist in vielerlei Hinsicht mittlere Werte auf. Sie weist den zweithöchsten Anteil an Dauergrünland und den zweithöchsten Anteil an Mais an der LF auf, mit einer deutlichen Zunahme des Maisanbaus von ca. 12 % in 2005 auf ca. 25 % in 2014 (siehe Abb. 10). Etwa 2011 erreicht der Maisanbau Anteile, wie sie in der Region West schon um 2005 vorlagen. Diese kontinentalste Region mit armen Sandböden weist viele Charakteristika auf, die für die Biodiversität grundsätzlich als günstig einzustufen sind. Sie weist den höchsten Anteil an Ökolandbau (siehe Abb. 31) und Sommergetreide (siehe Anhang-Abb. 7) sowie eine hohe, jedoch im Zeitverlauf abnehmende, Diversität der Ackerkulturen auf (siehe Abb. 25). Zudem ist der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in dieser Region am geringsten (siehe Anhang-Abb. 3).
- **Region West:**

Auch diese Region hat, wie die Region Nord, sehr geringe Waldanteile und somit einen hohen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche (siehe Anhang-Abb. 3). Die sogenannte Veredelungsregion ist die intensivste Fleischproduktionsregion Deutschlands, insbesondere Geflügel und Schweine werden hier in Ställen gehalten. Als Futterpflanze wurde hier schon lange viel Mais angebaut, dies verstärkte sich jedoch bis 2011 mit dem Bau von Biogasanlagen (siehe Abb. 10). Der Anteil intensiver Kulturarten an der LF ist in dieser Region am höchsten (siehe Abb. 22). Die Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen (siehe Abb. 28) und der Anteil Ökolandbau sind hier am geringsten (siehe Abb. 31).
- **Region Süd:**

Diese Region beinhaltet unterschiedliche Teilregionen. Einerseits die Hildesheimer Börde als Kornkammer Niedersachsens mit den fruchtbarsten Böden und daher den höchsten Anteil an Wintergetreide aber auch hohe Anteile an Ölfrüchten (siehe Anhang-Abb. 4 und 5). Andererseits gibt es Gebiete, die durch den Einfluss der Mittelgebirge geprägt sind. Der Maisanteil ist zunehmend, jedoch auf relativ niedrigem Niveau (siehe Abb. 10).

Bedingt durch den höchsten Anteil an Wintergetreide, ist in dieser Region auch der Anteil intensiver Kulturarten sehr hoch (siehe Abb. 22).

3.4 Auswirkungen des Anbaus intensiver Ackerkulturen und der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen auf Agrarvögel

Die Ergebnisse der statistischen Analysen werden hier dargestellt. Im „model averaging“ (siehe Punkt 2.4) erfüllten drei Modelle das Kriterium ($\Delta AICc < 4$, siehe Anhang-Tab. 4). Die gemittelten Schätzwerte dieser Modelle, also die Vorhersage der mittleren Anzahl Reviere pro Art und Probefläche, werden hier dargestellt. In den Abbildungen (Abb. 35, 36, 37 und 38) werden die nicht dargestellten Effekte marginalisiert. Dies bedeutet, dass die anderen Prädiktoren gemittelt werden (Median) und in einer Vorhersage die Effekte unabhängig von den anderen Prädiktoren dargestellt werden.

Die GLMMs zeigen insbesondere die Unterschiedlichkeit der Regionen. So ist die Anzahl geschätzter Reviere der Agrarvögel in allen Regionen höher als in der Region Süd (siehe Abb. 35, $p < 0,01$, Tab. 2) und die Feldbrüter sind insbesondere in der Region West häufiger als die nicht-Feldbrüter (Abb. 35). Auch die Trends der Gilden unterscheiden sich zwischen den Regionen, so zeigen die Feldbrüter signifikante Rückgänge in den Regionen West und Nord (Dreifachfachinteraktion: Jahr * Artengruppe * Region, $p < 0,05$, Tab. 2) und auch in der Region Nordost ist der Effekt marginal negativ (Tab. 2, $p = 0,066$).

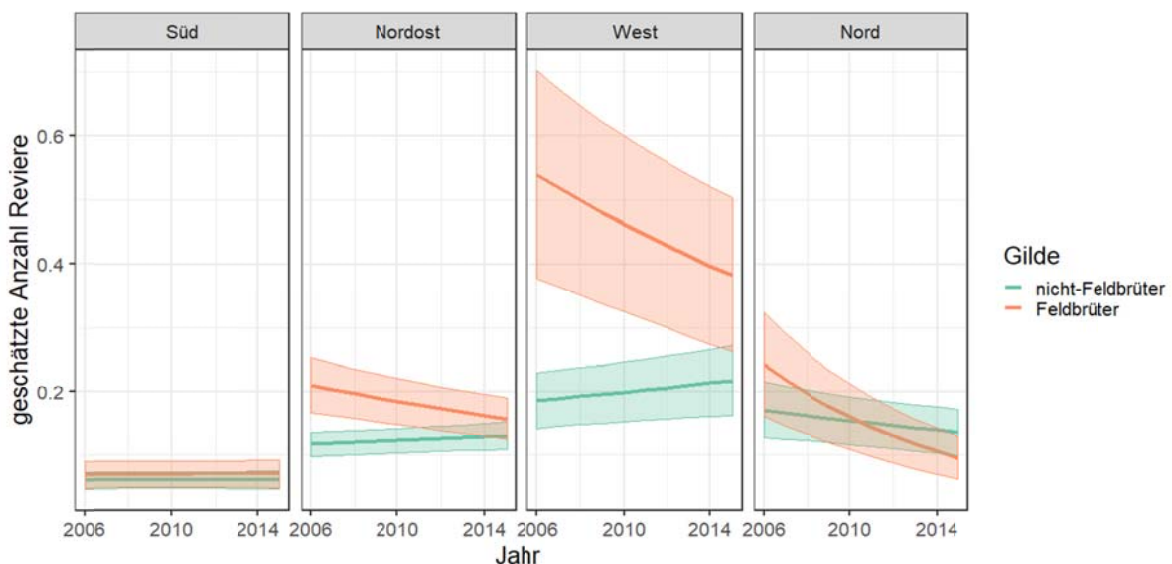


Abbildung 35: Agrarvögel Trends von 2006-2015 basierend auf „model averaging“. Die Linien in orange entsprechen den Trends der „Feldbrüter“, in grün entsprechen sie den „nicht-Feldbrütern“, die schattierten Bereiche zeigen die 95% Konfidenzintervalle.

Der signifikante Haupteffekt intensiver Ackerkulturen ($p = 0,011$ Tab. 2) zeigt im Süden einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen intensiven Ackerkulturen und

Agrarvögeln. Doch die signifikante Interaktion mit den anderen Regionen zeigt gegenläufige Zusammenhänge ($p < 0,05$, Tab. 2), wobei der negative Zusammenhang in der Region West am stärksten ausgeprägt ist (Abb. 36). Diese Zusammenhänge ändern sich nicht über die Zeit (Dreifachinteraktion: Jahr * intensive Ackerkulturen * Region, $p > 0,05$, Tab. 2).

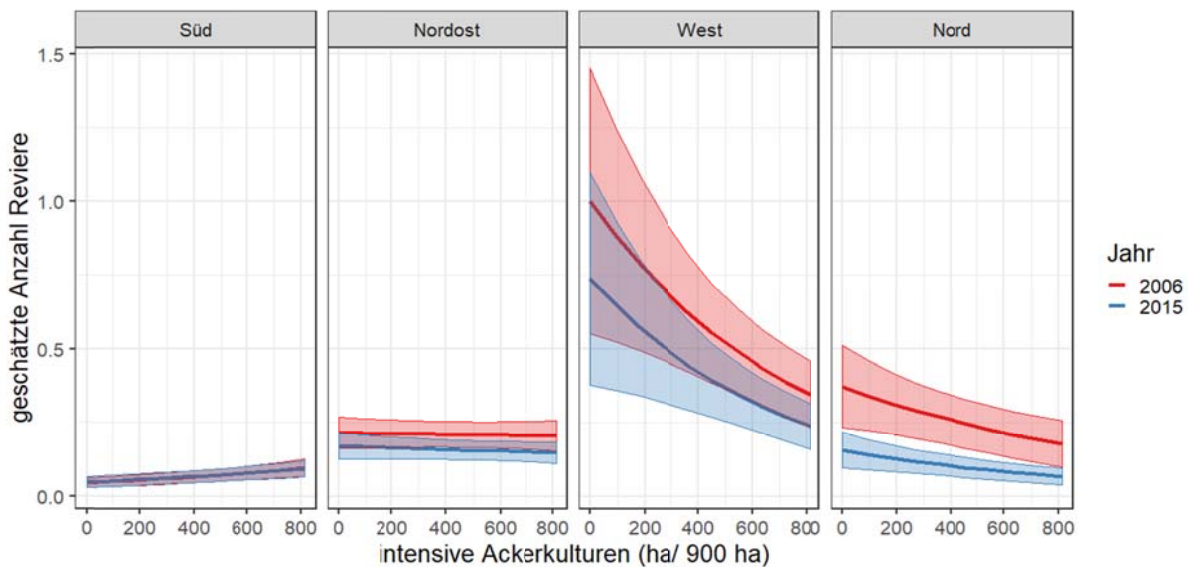


Abbildung 36: Abhängigkeit der Agrarvögel zu intensiven Ackerkulturen basierend auf „model averaging“. Die Linien in rot entsprechen den Effekten 2006, in blau entsprechen sie den Effekten in 2015, die schattierten Bereiche zeigen die 95% Konfidenzintervalle.

Zusammenhänge zwischen Agrarvögeln und AUMs konnten nicht gezeigt werden. Auch Unterschiede im Verlauf der Jahre oder zwischen Regionen zeigten keinerlei statistische Zusammenhänge ($p > 0,05$, Tab. 2). Allerdings zeigt die Dreifachinteraktion zwischen AUM * Region * Jahr einen signifikanten Effekt in der Region Nord. Während der Einfluss 2006 noch positiv war, so zeigte der Zusammenhang 2015 eher einen negativen Effekt (Abb. 37). Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass 2006 nur auf 8 Probeflächen überhaupt Agrarumweltmaßnahmen in Anspruch genommen wurden, wohingegen es in 2015 bereits 15 Probeflächen waren. Nur in der Region Nordost wurden Flächenanteile von $AUM \geq 100$ ha in der umgebenden Landschaft der Probeflächen erreicht (max. 608 ha/900 ha, siehe Abb. 37).

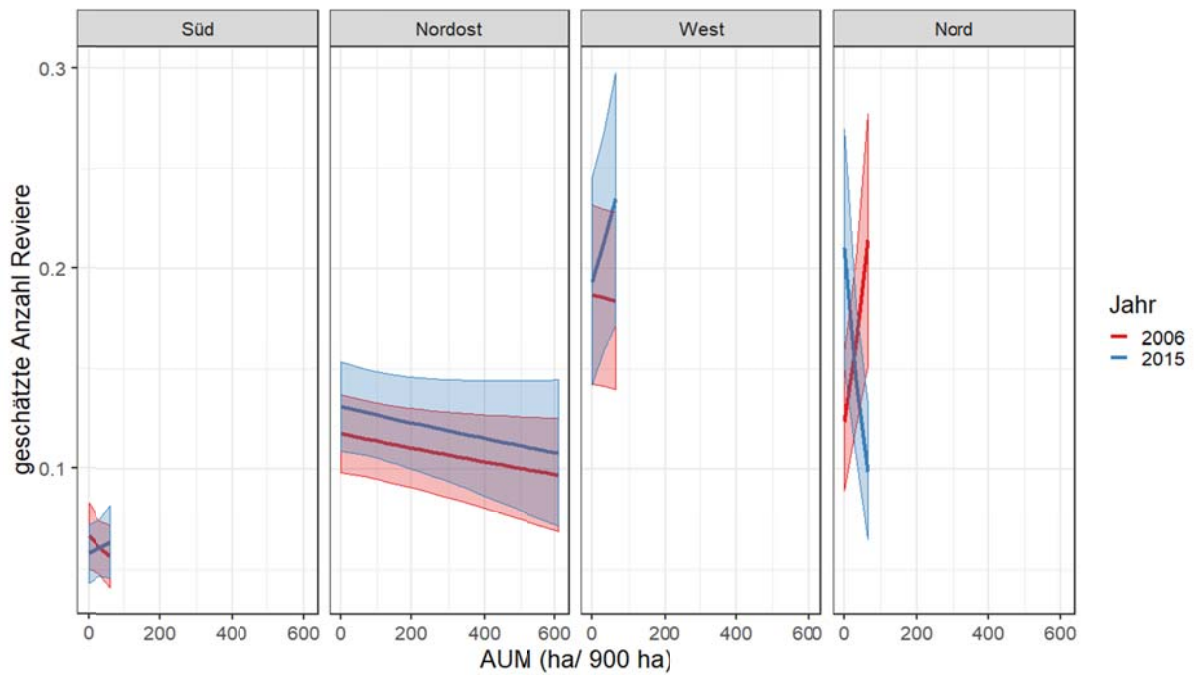


Abbildung 37: Abhängigkeit der Agrarvögel zu Agrarumweltmaßnahmen (AUM) basierend auf „model averaging“. Die Linien in rot entsprechen den Effekten 2006, in blau entsprechen sie den Effekten in 2015, die schattierten Bereiche zeigen die 95% Konfidenzintervalle.

Die Agrarvögel zeigen eine marginal höhere Anzahl geschätzter Reviere auf Probeflächen mit höheren Anteilen von NATURA 2000 Gebieten ($p = 0,071$, Abb. 38, Tab. 2).

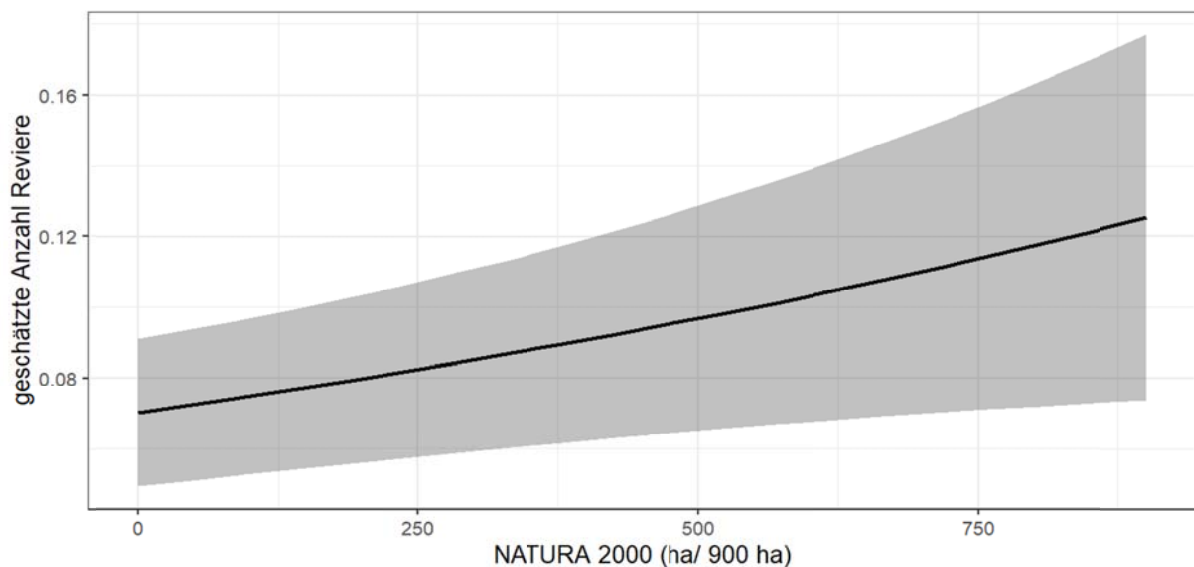


Abbildung 38: Abhängigkeit von Agrarvögeln von dem Flächenanteil von NATURA 2000 Gebieten basierend auf „model averaging“.

Tabelle 2: Ergebnisse des „model averaging“. Die Tabelle zeigt die gemittelten Effekte (Schätzwerte) der Prädiktoren (Jahr, Gilde, Region, Flächenanteil AUM, Flächenanteil intensive Kulturen und Flächenanteil NATURA 2000 Gebiete) und der Interaktionen. Zudem zeigt die Tabelle die Standardfehler sowie die relative Bedeutung des Prädiktors (z-Wert) und die Signifikanz (Pr(>|z|).

	Schätzwert	Standardfehler	Angepasster Standardfehler	z Wert	Pr(> z)
(Intercept)	-2,713	0,206	0,206	13,178	<0,001
Jahr	0,001	0,020	0,020	0,061	0,951
Feldbrüter	0,144	0,288	0,288	0,499	0,618
Nordost	0,707	0,244	0,244	2,899	0,004
West	1,202	0,303	0,303	3,970	<0,001
Nord	0,944	0,311	0,311	3,033	0,002
AUM	-0,040	0,161	0,161	0,251	0,802
intensive Kulturen	0,183	0,072	0,072	2,546	0,011
NATURA 2000	0,147	0,081	0,081	1,808	0,071
Feldbrüter: Jahr	0,000	0,020	0,020	0,014	0,989
Nordost: Jahr	0,011	0,020	0,020	0,548	0,583
West: Jahr	0,016	0,023	0,023	0,713	0,476
Nord: Jahr	-0,027	0,028	0,028	0,977	0,328
Nordost: Feldbrüter	0,265	0,346	0,346	0,765	0,444
West: Feldbrüter	0,702	0,417	0,417	1,685	0,092
Nord: Feldbrüter	-0,106	0,436	0,436	0,243	0,808
AUM: Nordost	0,022	0,162	0,162	0,136	0,892
AUM: West	0,109	0,174	0,174	0,626	0,531
AUM: Nord	0,013	0,201	0,201	0,062	0,950
intensive Kulturen: Nordost	-0,205	0,098	0,098	2,086	0,037
intensive Kulturen: West	-0,463	0,146	0,146	3,175	0,002
intensive Kulturen: Nord	-0,384	0,142	0,142	2,708	0,007
AUM: Jahr	0,026	0,045	0,045	0,576	0,565
Nordost: Feldbrüter: Jahr	-0,044	0,024	0,024	1,836	0,066
West: Feldbrüter: Jahr	-0,055	0,028	0,028	1,971	0,049
Nord: Feldbrüter: Jahr	-0,078	0,029	0,029	2,667	0,008
AUM: Nordost: Jahr	-0,026	0,045	0,045	0,576	0,565
AUM: West: Jahr	-0,005	0,048	0,048	0,102	0,919
AUM: Nord: Jahr	-0,156	0,074	0,074	2,124	0,034
intensive Kulturen: Jahr	-0,003	0,006	0,006	0,447	0,655
intensive Kulturen: Nordost: Jahr	0,000	0,004	0,004	0,037	0,971
intensive Kulturen: West: Jahr	0,001	0,006	0,006	0,127	0,899
intensive Kulturen: Nord: Jahr	0,000	0,005	0,005	0,091	0,928

4. Diskussion

4.1 Bestandsveränderungen ausgewählter Agrarvogelarten

Die deskriptive Analyse der Bestandsveränderungen der ausgewählten Agrarvogelarten ermöglichte eine Beschreibung der artspezifischen Trendverläufe differenziert nach naturräumlichen Regionen. Die ausgewählten Agrarvogelarten zeigten in dem betrachteten Zeitraum 2005-2015 unterschiedliche Bestandstrends, die sich zwischen den Regionen in Niedersachsen teilweise unterschieden. Unterschiede in regionalen Bestandstrends wurden auch durch Fewster et al. (2000) gezeigt und deuten als mögliche Ursache auf regional differenzierte Landnutzungsänderungen hin. Auch Wretenberg et al. (2007) zeigten, dass sich die Bestandstrends häufiger Agrarvogelarten signifikant zwischen Agrarlandstypen in Schweden unterschieden. Insbesondere Agrarvogelarten der Gruppe der Feldbrüter zeigten regionsübergreifend negative Bestandstrends, wobei die Rückgänge im Westen (Region West) für Kiebitz, Rebhuhn und Wiesenpieper am stärksten ausgeprägt waren. Damit legt die beschreibende Analyse der artspezifischen Bestandsveränderungen nahe, dass insbesondere die ökologische Gilde bzw. Gruppe der Feldbrüter negativ von den rezenten agrarischen Landnutzungsänderungen betroffen ist. Die Ergebnisse der Bestandsveränderungen der ausgewählten Agrarvogelarten decken sich auch weitestgehend mit dem Atlas der Brutvögel in Niedersachsen und Bremen 2005-2008 (Krüger et al. 2014), der die Verbreitung von Brutvögeln auf der Basis von TK (Topographische Karte) 25-Quadranten darstellt. Ein Vergleich der Bestandstrends in dem betrachteten Zeitraum 2005-2015 mit Entwicklungen seit ca. 1980 war in dieser Untersuchung nicht möglich, da bei häufigen Brutvogelarten im Rahmen des Atlas der Brutvögel in Niedersachsen und Bremen 2005-2008 meist keine Zahlen zum Landesbestand vorlagen, die es ermöglichen würden, die Entwicklungen seit 1980 verlässlich nachzuvollziehen (Krüger et al. 2014). Die artspezifischen Bestandstrends decken sich aber weitestgehend mit den bundesweiten Bestandstrends für den Zeitraum 1992 bis 2016 (DO-G 2019).

4.2 Räumliche und zeitliche Unterschiede in der Landnutzung

Mit dem Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) stand in diesem Kooperationsprojekt eine sehr genaue und zeitnahe Datenbasis zur Verfügung, um räumliche und zeitliche Unterschiede in der agrarischen Landnutzung nachzuvollziehen. Die Bereitstellung der InVeKoS-Daten (einschließlich der Geodaten) war auf Grundlage einer landesspezifischen, projektbezogenen Datennutzungsvereinbarung bzw. -freigabe, unter Einhaltung hoher Datenschutzvorgaben, möglich. Um die Rückverfolgbarkeit und den Aufbau von Zeitreihen (2005-2015) zu ermöglichen, mussten die InVeKoS-Daten jedoch in einem Datenbanksystem aufwendig aufgearbeitet und zusammengeführt werden (siehe Punkt 6.1).

Basierend auf den InVeKoS-Daten wurden vorrangig Landnutzungsvariablen ausgewählt, die über den betrachteten Zeitraum 2005-2015 eine starke zeitliche Dynamik

aufwiesen. Es wurden Variablen zur Landnutzung, zur Schlaggröße der Ackerkulturen sowie zur Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen bzw. Ökolandbau ausgewählt und berechnet. Die Variablen zeigten in dem betrachteten Zeitraum sowohl räumliche als auch zeitliche Unterschiede. Im Verlauf der Jahre wurden jedoch regionsübergreifend keine gegenläufigen Entwicklungen in der Landnutzung festgestellt, d.h. die Variablen zeigten über die Regionen hinweg ähnliche Entwicklungen, wobei jedoch die Variablen von unterschiedlichen Ausgangsniveaus ausgingen (bezogen auf das Jahr 2005) und die Entwicklungen unterschiedlich stark ausgeprägt waren. Die Ergebnisse geben Auskunft darüber, welche Landnutzungsvariable in welcher Region die größte Rolle spielt und die Differenz aus dem Flächenanteil 2015 zu dem Flächenanteil 2005 verdeutlicht räumlich explizit Änderungen in der Landnutzung. Die naturräumlichen Regionen spiegelten Unterschiede in den Anbaumustern, dominierenden Hauptbetriebstypen und der Landschaftsstruktur wider. Insbesondere die Region West war durch einen hohen und im Zeitverlauf steigenden Anteil intensiver Kulturarten sowie eine geringe Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen gekennzeichnet, wohingegen die Region Nord durch einen hohen Anteil an Dauergrünland an der LF geprägt ist (vgl. Lomba et al. 2017, Jerrentrup et al. 2017). Regional differenzierte Landnutzungsänderungen, vorrangig hervorgerufen durch Reformen der Europäischen Agrarpolitik, wurden auch in Schweden durch Wretenberg et al. (2007) festgestellt.

4.3 Auswirkungen des Anbaus intensiver Ackerkulturen und der Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen auf Agrarvögel

Die Untersuchung zu den Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen hat gezeigt, dass der Anbau intensiver Ackerkulturen regionsübergreifend die Bestandsentwicklung der Agrarvögel negativ beeinflusst hat und die Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen diese negative Entwicklung nicht abfangen konnte. Die Ergebnisse verdeutlichten auch, dass sich die Bestandsentwicklung der beiden ökologischen Gruppen (Feldbrüter/ nicht-Feldbrüter) zwischen den Regionen unterschied. Die Gruppe der Feldbrüter zeigte in der Region West und der Region Nord signifikante Rückgänge in dem betrachteten Zeitraum, wohingegen in der Region Süd keine Bestandsveränderungen festgestellt wurden. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass die Gruppe der Feldbrüter (Feldlerche, Kiebitz, Rebhuhn und Wiesenpieper) negativ durch die stattgefundenen Landnutzungsänderungen der letzten Jahre beeinflusst wurde. Die festgestellten Unterschiede zwischen den Regionen deuten des Weiteren darauf hin, dass Agrar-Umwelt-Förderinstrumente, wie z. B. Agrarumweltmaßnahmen, regional differenziert und nicht einheitlich für das gesamte Bundesland Niedersachsen gestaltet und umgesetzt werden sollten (vgl. Whittingham et al. 2007, Wretenberg et al. 2007). Insbesondere in der Region West wurden starke Landnutzungsänderungen festgestellt, die vorwiegend durch eine Zunahme des Anbaus intensiver Kulturarten, vorrangig Mais, verursacht wurden. Der Anteil

intensiver Ackerkulturen an der LF hatte einen signifikanten Einfluss auf die Agrarvögel und es wurde bis auf die Region Süd ein negativer Zusammenhang festgestellt, der sich über die Zeit nicht änderte. Die Landnutzungsvariable intensive Kulturarten integriert in dieser Untersuchung mehrere Kulturen, die durch einen hohen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Wintergetreide, Ölfrüchte, Hackfrüchte) und mineralischen Stickstoffdünger (Mais) gekennzeichnet sind (Andert et al. 2015, Roßberg 2016, Offermann et al. 2018, JKI 2019), wobei die ökologisch bewirtschafteten Flächen (d.h. kein Mineraleinsatz und weitgehender Verzicht auf Pflanzenschutzmittel) herausgerechnet wurden. Hohe Düngergaben und der Einsatz von Pestiziden verursachen generell dichtere Pflanzenbestände und ein verringertes Angebot pflanzlicher Nahrung sowie an Insekten, auf die die meisten Agrarvogelarten insbesondere während der Aufzucht ihrer Jungen als eiweißhaltige Nahrungsquelle angewiesen sind. Grundsätzlich verläuft die Wirkung von Pestiziden auf Agrarvögel in der Regel nicht direkt über die Erhöhung der Mortalität von Altvögeln, sondern eher indirekt über die Reduktion des Nahrungsangebotes (Calvo-Agudo et al. 2019) sowie der Nist- oder Deckungsmöglichkeiten (DO-G 2019). Für Feldbrüter, die auf offenen Boden oder lückenhafte Bestände mit niedriger Vegetation angewiesen sind, gibt es daher in intensiven Ackerkulturen kaum Nahrungs-, Brut- und Deckungsmöglichkeiten (Hötter & Leuschner 2014). Eine Untersuchung von Boatman et al. (2004) hat beispielsweise für spezifische Agrarvögel (Rebhuhn, Feldlerche sowie Grau- und Goldammer) einen negativen indirekten Einfluss von Pflanzenschutzmitteln gezeigt, hervorgerufen unter anderem durch ein verringertes Nahrungsangebot an Insekten und Samen (Ackerbegleitflora). Zudem wirken Pestizide, vor allem Insektizide aus der Gruppe der Neonicotinoide, die häufig als Beize für Saatgut verwendet werden, auch auf viele Nichtzielarten (Goulson 2013). Eine Untersuchung von Hallmann et al. (2014) hat in diesem Zusammenhang in einer Metastudie einen negativen Effekt des häufig verwendeten Neonicotinoids Imidacloprid auf die Populationen von insektenfressenden Vogelarten gezeigt. Dazu wurden in dieser Metastudie die Daten aus einer langjährigen Vogelzählung und aus Wasseruntersuchungen für den Zeitraum von 2003 bis 2010 ausgewertet und statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Neonicotinoid-Konzentration und dem Vogelbestand festgestellt (Hallmann et al., 2014). In dieser Untersuchung ist die Zunahme des Flächenanteils intensiver Kulturarten an der LF vorrangig auf die Ausdehnung des Maisanbaus zur Energie- und Futtererzeugung, insbesondere seit Wirksamwerden des Erneuerbare-Energien-Gesetzes nach 2005, zurückzuführen. Ein negativer Einfluss des zunehmenden Maisanbaus, vor allem in den viehstarken westlich gelegenen Veredelungsregionen von Niedersachsen, wurde bereits in der Untersuchung von Jerrentrup et al. (2017) gezeigt. Mais stellt geringe spezifische Ansprüche an die Fruchtfolge und kann aufgrund der guten Selbstverträglichkeit sowohl in Körnerfruchtfolgen als auch in Betrieben mit hohem Blattfruchtanteil gut integriert werden (Steinmann & Dobers 2013). Während die Integration von Mais in die Fruchtfolge in Regionen mit einer niedrigen Maisanbaufläche, wie der Region Süd in Niedersachsen, zu einer Erhöhung der Kulturartenvielfalt führen kann,

führt der Anbau von Mais in Regionen, die durch einen hohen Anteil von Mais an der LF gekennzeichnet sind, eher zu einer verringerten Kulturartenvielfalt (vgl. Sauerbrei et al. 2014). Damit bestätigt der in dieser Untersuchung festgestellte negative Einfluss des vermehrten Anbaus intensiver Ackerkulturen auf die Agrarvögel die Ergebnisse von Jerrentrup et al. (2017), in der gezeigt wurde, dass eine großräumige Homogenisierung der Agrarlandschaft durch den Maisanbau und die damit einhergehende Reduzierung der Kulturartenvielfalt negative Auswirkungen auf Agrarvögel, insbesondere Feldbrüter, hat. Mais stellt aufgrund seines Wachstumsverlaufs ein eher ungünstiges Brut- und Nahrungshabitat für viele Brutvogelarten dar (Hötker et al. 2009), wobei jedoch mache Feldbrüter, insbesondere die häufig vorkommende Feldlerche und der Kiebitz, Maisflächen als Brut- und Nahrungshabitat nutzen (Hötker et al. 2009, Praus & Weidinger 2015, Brandt & Glemnitz 2014). Diese artspezifischen Habitatpräferenzen können ein möglicher Grund für den festgestellten positiven Zusammenhang zwischen intensiven Ackerkulturen und Agrarvögeln in der Region Süd sein.

Zusammenhänge zwischen Agrarvögeln und der Inanspruchnahme von freiwilligen Agrarumweltmaßnahmen (AUM) konnten in dieser Untersuchung nicht gezeigt werden. Es wurden keine statistisch signifikanten Zusammenhänge in Verlauf der Jahre oder zwischen den Regionen festgestellt. Lediglich in der grünlanddominierten Region Nord wurde im Verlauf der Jahre ein signifikanter Effekt festgestellt. Während der Einfluss von AUM 2006 noch positiv war, so zeigte der Zusammenhang 2015 einen eher negativen Effekt. Dieser Effekt muss jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, da 2006 nur auf 8 Probeflächen überhaupt AUM in Anspruch genommen wurden, wohingegen es in 2015 bereits 15 Probeflächen waren. Grundsätzlich bestätigt dieses Ergebnis weitere Untersuchungen, die auch nur einen geringen bzw. keinen Einfluss von Agrarumweltmaßnahmen auf die Bestandsentwicklungen von Agrarvögeln, insbesondere auf der nationalen bzw. europäischen Ebene, festgestellt haben (z. B. Žmihorski et al. 2016, Gamero et al. 2017, Daskalova et al. 2019). In lokalen bzw. regionalen Untersuchungen wurden jedoch positive Effekte von Agrarumweltmaßnahmen auf spezifische Vogelarten, wie z. B. die Zaunammer (*Emberiza cirius*) im Südwesten Englands (Peach et al. 2001) oder die Grauammer (*Emberiza calandra*) im Osten von Schottland (Perkins et al. 2011), festgestellt. Grundsätzlich ist der Umfang von AUM mit Bedeutung für Agrarvögel in Niedersachsen über den betrachteten Zeitraum (2005-2015) regionsübergreifend sehr gering. Insbesondere in der Region West beträgt der Anteil an AUM an der LF weniger als zwei Prozent. Die geringe Inanspruchnahme und Flächenwirkung von AUM wird als ein wesentlicher Grund für die geringe Biodiversitätswirkung angesehen (Hötker & Leuschner 2014, Batáry et al. 2015, Daskalova et al. 2019, DO-G 2019). Eine Untersuchung von Zingg et al. (2019) im Tiefland der Schweiz hat gezeigt, dass ein steigender Anteil an ökologisch hochwertigen Flächen an der LF einen positiven Effekt auf die Anzahl der Vogelarten hat. In diesem Zusammenhang hat eine Untersuchung von Meichtry-Stier et al. (2014) in einer ackerdominierten Region in der

Schweiz einen Bedarf von mindestens 14 % ökologisch hochwertiger Flächen zur dauerhaften Erhaltung der Bestände einer Reihe von Agrarvogelarten ermittelt. Die Fachgruppe „Vögel der Agrarlandschaft“ der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft (DO-G) erachtet in Ihrem Positionspapier „Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik ab 2021: Erfordernisse zum Erhalt unserer Agrarvögel“ (DO-G 2019) einen Flächenanteil geeigneter Maßnahmen von insgesamt 20 bis 25 % in Ackerbaugebieten und 25 bis 50 % in Grünlandgebieten als notwendig. Neben der geringen Inanspruchnahme und damit räumlichen Abdeckung wird auch eine zu wenig spezifische inhaltliche Ausrichtung und Qualität der Agrarumweltmaßnahmen als ein weiterer wichtiger Grund für deren geringe Wirkung auf Agrarvögel angesehen (Hötker & Leuschner 2014, DO-G 2019). Insbesondere wirksame Maßnahmen für die Förderung der Agrarvögel, wie z. B. selbst begrünte Ackerbrachen, mehrjährige Blühstreifen /-flächen und extensiver Getreideanbau, werden kaum in Anspruch genommen und deren Flächenanteil ist daher sehr gering (Hötker & Leuschner 2014, DO-G 2019). In diesem Zusammenhang ist auch davon auszugehen, dass die im Rahmen des „Greening“ eingeführten ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) sowie die Maßnahmen Anbaudiversifizierung und Erhaltung von Dauergrünland kaum zur Verbesserung der Situation der Agrarvögel beigetragen haben (Pe'er et al. 2014, Josefsson et al. 2017, Pe'er et al. 2017, Assandri et al. 2018, Nitsch et al. 2018). Da die ökologischen Vorrangflächen erst 2015 eingeführt wurden, war es im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich, deren Auswirkung auf die Agrarvögel zu analysieren. Auch eine mangelnde Unterstützung und Beratung von Landwirten wird als wichtiger Grund für die geringe Inanspruchnahme und Wirksamkeit von Agrarumweltmaßnahmen angesehen (Hötker & Leuschner 2014, Batáry et al. 2015). Um eine bessere Wirksamkeit der Maßnahmen für die Förderung der Vögel der Agrarlandschaft zu erreichen, wird daher eine fachkundige Beratung und Betreuung der landwirtschaftlichen Betriebe hinsichtlich Maßnahmentypen, räumlicher Lage, Umsetzung und Pflege durch naturschutzfachlich und landwirtschaftlich geschultes, unabhängiges Personal als erforderlich erachtet (Kretzschmar et al. 2018, DO-G 2019). Des Weiteren wird in den meisten Bundesländern die Wirksamkeit der Maßnahmen nicht durch ein begleitendes, standardisiertes und gezieltes Monitoring überprüft, sodass keine Aussagen über die Qualität der einzelnen Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel für die Förderung der Vögel der Agrarlandschaft getroffen werden können (Hötker & Leuschner 2014).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten auch, dass die Agrarvögel von einem höheren Anteil von NATURA 2000 Gebieten in der umgebenden Landschaft der Probeflächen marginal profitierten. Dies stimmt mit Ergebnissen einer Studie von Gamero et al. (2017) überein, die auf der europäischen Ebene gezeigt hat, dass Zielarten (Vogelarten nach Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie) durch einen hohen Anteil von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Vogelschutzgebieten („Special Protected Areas, SPA“) gefördert werden. Auch eine Untersuchung aus Polen (Żmihorski et al. 2016) zeigte positive Effekte von

Vogelschutzgebieten auf spezifische Zielarten (Wachtelkönig, Kiebitz, Bekassine, Weißstorch). Da in der vorliegenden Untersuchung jedoch Zielarten definiert nach Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie nicht getrennt analysiert wurden, sind keine abschließenden Aussagen zur Wirksamkeit der NATURA 2000 Gebiete möglich.

5. Workshop zur Vermittlung und Diskussion der Ergebnisse

Zur Vermittlung und Diskussion der Ergebnisse des Kooperationsprojektes wurde am 19.06.2019 in Braunschweig ein Workshop mit Vertretern/innen aus Wissenschaft und Praxis durchgeführt. An dem Expertenworkshop mit dem Titel „Wege zu einer gezielteren Erhaltung und Förderung von Agrarvögeln am Beispiel Niedersachsens“ nahmen insgesamt 17 Personen teil. In dem Expertenworkshop wurden sieben Vorträge zu zwei Themenkomplexen gehalten.

Der erste Themenkomplex behandelte den Bereich „Status quo Agrarvögel und Agrarumweltmaßnahmen“.

- Im Auftaktvortrag von Alexander Mitschke von der Niedersächsischen Ornithologischen Vereinigung (NOV) mit dem Titel „Das Citizen Science Projekt Monitoring häufiger Brutvögel in Niedersachsen - Ergebnisse aus der Agrarlandschaft“ wurde das Monitoring häufiger Brutvögel (MhB) vorgestellt. Neben einem steigenden Vergabestand zeichnet sich das MhB dadurch aus, dass Trends für 81 von ca. 200 Brutvogelarten berechnet werden können. Damit deckt das MhB 40 % des Artenspektrums und 98 % des Brutbestandes im Land Niedersachsen ab. Bei häufigen Arten vor allem im Siedlungsbereich und teilweise auch in Wäldern überwiegen leicht die positiven Entwicklungen. Dagegen herrschen in der Agrarlandschaft ganz überwiegend negative Trends vor, die sich auch für (noch) häufige Arten wie Goldammer und Feldlerche inzwischen über annähernd 30 Jahre kontinuierlich belegen lassen. Die Rückgangsursachen der Agrarvögel sind artspezifisch zu differenzieren, wobei sich der Verlust kleinräumiger Strukturvielfalt, von nährstoffarmen bzw. nur schütter bewachsenen Teilflächen sowie von arten- und blütenreichen Säumen, die allgemeine Eutrophierung und Entwässerung der Landschaft sowie die Intensivierung der Bewirtschaftung (v.a. des Mahdregimes) bei vielen Arten in gleicher Weise als Lebensraumverlust auswirken.
- In einem zweiten einleitenden Vortrag wurden die Ergebnisse des Projektes „Agrarvögel und Landnutzung in Niedersachsen – ein Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaft und Ehrenamt“ durch Katrin Ronnenberg vorgestellt.
- Im Vortrag von Frau Kretzschmar von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurden Besonderheiten der Bodennutzung in Niedersachsen dargestellt. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass vor allem in der Veredlungsregion im Westen von

Niedersachsen ein enormer Druck auf die Fläche besteht, da die Viehhaltungsbetriebe darauf angewiesen sind, ihre Gülle auf die Felder zu bringen und damit sehr intensive Kulturen mit hohem Stickstoffbedarf bevorzugt werden. Dies bedingt auch eine geringere Akzeptanz für Agrarumweltmaßnahmen. Zudem wurden erste Ergebnisse aus dem Projekt MEDIATE (Entwicklung von zielorientierten und effizienten Verfahren und Maßnahmen zur Erhöhung der BioDiversität in AgrarlandschaftEn) vorgestellt. In diesem Projekt wurden Maßnahmen zur Pflege und Entwicklung von Landschaftsstrukturen/ Flächenbereitstellung, aber auch zur Integration biodiversitätsfördernder Produktions- und Anbauverfahren hinsichtlich der Agrarvögel getestet. Erste Ergebnisse zeigen eine Steigerung in der Brutpaardichte.

Der zweite Themenkomplex behandelte den Bereich „Evaluation von Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Agrarvögeln“.

- In dem Vortrag von Achim Sander (entera) wurde eine Evaluationsstudie zu Blühstreifen vorgestellt. In drei Regionen in Niedersachsen wurden vergleichende Untersuchungen zur Wirkung von Blühstreifen (einjährige Blühstreifen, einjährige Blühstreifen mit Struktur und mehrjährige Blühstreifen) auf Brutvögel durchgeführt. Insgesamt zeichneten sich die Blühstreifen durch eine höhere Artenzahl an Brutvögeln und höhere Brutpaardichten als die Kontrolle (Weizenschläge) aus. Die unterschiedlichen Blühstreifentypen zeigten jedoch eine unterschiedliche Wirkung auf die untersuchten „Indikatoren“ (Artenzahl Brutvögel, Brutvogeldichte (BP/ha), Dichte von Nahrungsgildenwiesen, Rote-Liste-Arten, Arten des Feldvogelindex, prioritäre Arten). Daher wurde eine Mischung aus verschiedenen Streifentypen als optimal für die Förderung von Brutvögeln angesehen.
- Ralf Joest vom Arbeitskreis Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest berichtete aus den Erfahrungen von über 10 Projektjahren in der Hellwegbörde. Hier gab es erfolgreiche Artenschutzmaßnahmen für Wiesenweihe und Kiebitz mit Gelegeschutz, die sich durch eine gute Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Landwirten auszeichneten. Zudem wurden die Wirkungen verschiedener Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes auf die Feldvögel untersucht und bewertet. Auch hier zeigten sich deutlich höhere Artenzahlen und Dichten als auf Kontrollflächen. Es wurde festgestellt, dass Vertragsnaturschutzmaßnahmen lokal wirksam sind, jedoch auf Landschaftsebene Rückgänge überwiegen, die dem Landestrend entsprechen. Daher konnte durch den Vertragsnaturschutz nur der Wegfall der Flächenstilllegung kompensiert werden, aber eine dauerhafte Sicherung ist nicht gegeben. Zukünftig müssen wirksame Maßnahmen einen ausreichenden Flächenanteil erreichen und aus fachlicher Sicht wird ein Flächenanteil von mind. 10 % als notwendig erachtet. Für die beteiligten Landwirte wurden die Teilhabe bei der Maßnahmenkonzeption, die wirtschaftliche Vergütung und Planungssicherheit, eine geringe Sanktionsgefahr und wenig Bürokratie, Flexibilität z. B.

hinsichtlich der Bearbeitungstermine sowie die Kommunikation der Ziele und Erfolge (Landwirte, Bevölkerung „Imagepflege“) als Erfolgsparameter herausgestellt.

- Herr Hunke von der Michael-Otto Stiftung berichtete von ersten Ergebnissen aus dem F.R.A.N.Z.-Projekt (<https://www.franz-projekt.de/>). Das Projekt hat das Ziel, Maßnahmen zum Erhalt und zur Steigerung der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu entwickeln und zu erproben. Auch in diesem Projekt konnten erste Erfolge von Maßnahmen festgestellt werden sowohl bezogen auf Feldhasenbesätze als auch auf Agrarvögel. In diesem Projekt besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Landwirten (Demonstrationsbetriebe), Betriebsbetreuern und der Begleitforschung. Neben den ökologischen Erfolgen, die bereits festzustellen sind, hat das Projekt Strahlwirkung auch auf Nachbarbetriebe, die z.T. Einzelmaßnahmen in ihrem Betrieb übernehmen. In der vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Landwirten wird ein enormes Potential für die Erhaltung und Steigerung der Artenvielfalt gesehen.
- Norbert Röder vom Thünen-Institut für Ländliche Räume berichtete über das Projekt „Sympathieträger Kiebitz“ (siehe auch <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/artenschutz/kiebitz/index.html>). Der Kiebitz zeigt dramatische Rückgänge und auch die Maßnahmen zur Erhaltung haben unter anderem auf Grund der opportunistischen Brutplatzwahl nur eine geringe Effektivität. Um eine stabile Population zu gewährleisten, müssen näherungsweise 60 % der in der Agrarlandschaft brütenden Kiebitze mit Schutzmaßnahmen erreicht werden. Um die Attraktivität von Schutzmaßnahmen für Landwirte zu erhöhen, würden insbesondere Regeln zur Flexibilisierung helfen. Wenn sich Landwirte z. B. nur für 1 Jahr verpflichten müssten und den Standort selber wählen dürften, würde ihnen eine geringere Vergütung bzw. Prämienhöhe ausreichen. Bei Betrachtung von dem Bedarf an unter Schutz gestellten Flächen, entscheidet die Qualität der Flächen. Je nach Rahmenbedingungen variiert die Zahlungserwartung für eine hohe Teilnahmebereitschaft an einer Kiebitzinsel auf Acker zwischen ca. 800 – 1.700 € pro ha. Ein Gebietsmanagement erhöht die Akzeptanz und Motivation der Landwirte sowie die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen. Diesbezüglich beinhaltet das Gebietsmanagement folgende Aufgaben: Ansprache, Information und Vernetzung von Betrieben (auch mit Bewilligungsstellen); betriebsindividuelle Beratungen mit Vorstellung möglicher Maßnahmen, Flächen- und Maßnahmenauswahl; fachliche Begleitung bei der Umsetzung; Unterstützung bei Antragsstellung und –abwicklung sowie bei Inaugenscheinnahme bei Vor-Ort-Kontrollen; Nestmarkierung (außerhalb der Förderfläche).

In der abschließenden Diskussion wurde insbesondere die Notwendigkeit einer fachkundigen Beratung und Betreuung der landwirtschaftlichen Betriebe hinsichtlich Maßnahmentypen, räumlicher Lage, Umsetzung und Pflege herausgestellt, um eine bessere Akzeptanz und Wirksamkeit der Maßnahmen für die Förderung der Vögel der Agrarlandschaft zu erreichen. Auch ein Gebietsmanagement, bei dem sich mehrere

Landwirte in einer Region vernetzen, unter fachkundiger Beratung und Betreuung auf eine betriebsangepasste Flächen- und Maßnahmenauswahl verständigen und bei deren Umsetzung fachlich begleitet werden, wurde als ein wirkungsvoller Ansatz identifiziert, um auf Landschaftsebene die Vögel der Agrarlandschaft zu fördern. Grundsätzlich wurde in der Diskussion festgestellt, dass die bisher ergriffenen Maßnahmen quantitativ und qualitativ nicht ausreichend sind und daher ein höherer Flächenanteil an wirksamen Maßnahmen erforderlich ist. Erforderliche Mindestflächenanteile an geeigneten Maßnahmen sollten auf regionaler Ebene und abgestimmt auf die spezifischen Habitatansprüche der Agrarvogelarten festgelegt werden. Zusammenfassend bestand in der Diskussion Konsens darüber, dass eine vertrauensvolle Zusammenarbeit von Landwirtschaft und Naturschutz notwendig ist, um hochwirksame Maßnahmen auf Betriebs- und Landschaftsebene umzusetzen und damit zu einer Verbesserung der Situation der Agrarvögel beizutragen.

6. Handlungsbedarf und Empfehlungen

6.1 Nutzbarkeit von InVeKoS-Daten

Die Daten des InVeKoS-Systems liefern jährliche, räumlich hoch aufgelöste Informationen zu großen Teilen der landwirtschaftlich genutzten Fläche und stellen daher eine sehr gute Basis für die Erfassung von Landnutzungsänderungen dar. Diese Daten wurden jedoch bisher eher selten verwendet, um räumlich explizite Änderungen in der landwirtschaftlichen Flächennutzung im zeitlichen Verlauf zu erfassen (z. B. Nitsch et al. 2012, Jerrentrup et al. 2017, Lomba et al. 2017, Röder et al. 2018). Die Qualität der InVeKoS-Daten ist als hoch einzuschätzen, da die Angaben zu Nutzung und Flächengröße konkreten Verwaltungskontrollen unterliegen, die bei Aufdeckung von Falschangaben Sanktionen nach sich ziehen (Osterburg et al. 2009). Flächen von Landnutzern, die keinen Beihilfeantrag stellen, sind jedoch nicht in den InVeKoS-Daten enthalten. Dieser Nachteil ist nur schwer auszugleichen, da keine vergleichbaren, zeitlich und räumlich hoch aufgelösten Daten für die sonstige Flächennutzung verfügbar sind. Zudem stellt die Aufbereitung und Zusammenführung der InVeKoS-Daten aufgrund der Anzahl der Datensätze und der Notwendigkeit Datenfehler zu bereinigen, eine besondere inhaltliche und technische Herausforderung dar. Insbesondere die Vereinheitlichung und Aggregation der Daten zur Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen ist sehr arbeits- und zeitaufwendig, da gegebenenfalls jährliche Änderungen einzelner Maßnahmeninhalte bzw. des Maßnahmenangebotes berücksichtigt werden müssen sowie beim Übergang von Förderperioden die Umbenennung von Maßnahmen, das Auslaufen bzw. die Neueinführung von Maßnahmen sowie die Veränderung von Bewirtschaftungsauflagen innerhalb einer Maßnahme einbezogen werden müssen.

In diesem Kooperationsprojekt ermöglichte die Verwendung von InVeKoS-Daten die Durchführung einer Ursachenanalyse in Bezug auf potenzielle Treiber von

Bestandsänderungen ausgewählter Agrarvögel. Daher wird eine Nutzung dieser Daten für biodiversitätsrelevante Fragestellungen, besonders hinsichtlich der Analyse der Wirkung von Agrar-Umwelt-Förderinstrumenten auf Agrarvögel, empfohlen. Bei der Nutzung der InVeKoS-Daten sind grundsätzlich datenschutzrechtliche Bestimmungen zu beachten und Auswertungen zu einzelnen Betrieben und Flächen ausgeschlossen. Auf Grundlage der InVeKoS-Daten sind jedoch keine Variablen zu mehreren bedeutenden Einflussfaktoren der Bestände von Agrarvögeln direkt ableitbar, wie z.B. Art und Aufwandsmenge von Pflanzenschutzmitteln, Düngungsniveau und Ertrag der Ackerkulturen, Art und Intensität der Grünlandnutzung sowie Art und Umfang von Landschaftsstrukturelementen (z. B. Hecken, Säume, Feldgehölze).

6.2 Fazit und Ausblick

Mit dem Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) steht der Agrarpolitik ein Instrument für ein Landnutzungsmonitoring zur Verfügung, welches zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Informationen zu großen Teilen der landwirtschaftlich genutzten Fläche bereitstellt. In diesem Kooperationsprojekt wurden auf Grundlage der InVeKoS-Daten Landnutzungsänderungen sowohl auf der Ebene der umgebenden Landschaft der Probeflächen des Monitorings häufiger Brutvögel (MhB) als auch niedersachsenweit erfasst. Es wurden vorrangig Landnutzungsparameter ausgewählt, die über den betrachteten Zeitraum (2005-2015) eine starke zeitliche Dynamik aufwiesen (z. B. Anbau intensiver Ackerkulturen, Maisanbau, Dauergrünlandfläche und Stilllegungsflächen bzw. Brachen). Des Weiteren wurde der Anteil von potenziell fördernden Agrarumweltmaßnahmen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche berechnet. Die Verwendung der InVeKoS-Daten ermöglichte die Durchführung einer Ursachenanalyse in Bezug auf potenzielle Treiber von Bestandsänderungen von Agrarvögeln, die differenziert nach ihrer Gilde („Feldbrüter“ vs. „nicht-Feldbrüter“) untersucht wurden. Für die Darstellung der räumlichen und zeitlichen Unterschiede der Landnutzungsvariablen wurde eine vereinfachte Version der naturräumlichen Regionen Niedersachsens verwendet. Die festgelegten vier Regionen (Region Nord, Nordost, Süd und West) spiegelten Unterschiede in den dominierenden Hauptbetriebstypen, Anbaumustern und der Landschaftsstruktur wider. Die Landnutzungsvariablen zeigten in dem betrachteten Zeitraum sowohl räumliche als auch zeitliche Unterschiede. Im Verlauf der Jahre wurden jedoch regionsübergreifend keine gegenläufigen Entwicklungen in der Landnutzung festgestellt, d.h. die Variablen zeigten über die Regionen hinweg ähnliche Entwicklungen, wobei jedoch die Variablen von unterschiedlichen Ausgangsniveaus ausgingen (bezogen auf das Jahr 2005) und die Entwicklungen unterschiedlich stark ausgeprägt waren.

Die Ergebnisse zu den Auswirkungen des rezenten agrarischen Landnutzungswandels in Niedersachsen auf die Agrarvögel verdeutlichten, dass insbesondere die Gilde der Feldbrüter (Felderche, Kiebitz, Rebhuhn und Wiesenpieper) negativ durch die

stattgefundenen Landnutzungsänderungen der letzten Jahre (2005-2015) beeinflusst wurde. In den Regionen West und Nord von Niedersachsen wurden signifikante Bestandsrückgänge festgestellt. Der Anteil intensiver Ackerkulturen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche hatte, bis auf die Region Süd, einen negativen Einfluss auf die Agrarvögel. Die Landnutzungsvariable intensive Kulturarten integrierte mehrere Kulturen, die durch einen hohen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Wintergetreide, Ölfrüchte, Hackfrüchte) und mineralischen Stickstoffdünger (Mais) gekennzeichnet sind, wobei die ökologisch bewirtschafteten Flächen herausgerechnet wurden. Der negative Einfluss intensiver Ackerkulturen, vorrangig bedingt durch einen zunehmenden Maisanbau, war in den viehstarken westlich gelegenen Veredelungsregionen von Niedersachsen (Region West) am stärksten ausgeprägt. Zusammenhänge zwischen Agrarvögeln und der Inanspruchnahme von freiwilligen Agrarumweltmaßnahmen (AUM) konnten nicht festgestellt werden. Der Anteil von Agrarumweltmaßnahmen mit Bedeutung für die Agrarvögel war regionsübergreifend sehr gering. In der Region West betrug der Anteil an AUM an der landwirtschaftlich genutzten Fläche über den betrachteten Zeitraum weniger als zwei Prozent. Daher waren im Rahmen dieser Untersuchung keine direkten Empfehlungen für eine zielgerichtete räumliche Lenkung von Agrarumweltmaßnahmen ableitbar. Neben der geringen Inanspruchnahme und damit räumlichen Abdeckung der AUM, wurde eine zu wenig spezifische inhaltliche Ausrichtung und Qualität sowie eine ungenügende Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen durch gezielte Monitoringprogramme und eine mangelnde Unterstützung und Beratung von Landwirten als wesentliche Gründe für deren geringe Wirkung auf Agrarvögel diskutiert.

Um die Lebensraumsituation der Agrarvögel in Niedersachsen zu verbessern, ist eine regional differenzierte und an die Region angepasste Erhöhung des Anteils an qualitativ wertvollen Maßnahmenflächen notwendig (z. B. mehrjährige Blühstreifen /-flächen, Ackerbrachen, extensiver Getreideanbau, artenreiches Grünland, Anlage von Randstreifen, Säume oder Hecken). Um dies zu erreichen, werden in Anlehnung eines Ansatzes aus der Schweiz (Walter et al. 2013) regionalisierte und quantifizierte Umweltziele für die Landwirtschaft im Bereich „Arten und Lebensräume“ als zielführend erachtet. Dazu sollten in einem ersten Schritt verschiedene Agrarräume bzw. landwirtschaftliche Zonen in Niedersachsen definiert werden und für diese basierend auf Verbreitungsdaten von Agrarvögeln (beispielsweise auf Grundlage des Atlas der Brutvögel in Niedersachsen und Bremen 2005-2008, Krüger et al. 2014) zu fördernde Ziel- und Leitarten festgelegt werden. In einem nächsten Schritt sollten für diese Ziel- und Leitarten basierend auf ihren spezifischen Lebensraumsansprüchen Qualitätskriterien für Maßnahmenflächen definiert werden. Dazu sollten vorhandene Untersuchungsergebnisse berücksichtigt und systematische Literaturrecherchen durchgeführt werden. Abschließend sollten agrarraumspezifische Zielgrößen (Soll-Anteil) für die definierten Maßnahmenflächen vorgeschlagen werden, die notwendig sind, um die Ziel- und Leitarten des Agrarraums auf einem stabilen

Populationsniveau zu erhalten oder ein solches wieder zu erreichen. Für die Festlegung der Zielgrößen (Soll-Anteil) sollten ergänzend hochauflösende Habitatmodelle und Landnutzungsszenarien verwendet werden. Über einen Vergleich des Ist-Anteils an qualitativ wertvollen Maßnahmenflächen in den Agrarräumen mit dem vorgeschlagenen Soll-Anteil kann der Handlungs- bzw. Änderungsbedarf regional differenziert abgeleitet werden. Neben der Notwendigkeit der Erhöhung des Anteils an qualitativ wertvollen Maßnahmenflächen sollte die fachkundige Beratung und Betreuung der landwirtschaftlichen Betriebe hinsichtlich Maßnahmentypen, räumlicher Lage, Umsetzung und Pflege verbessert werden, um eine höhere Akzeptanz und Wirksamkeit der Maßnahmen für die Förderung der Vögel der Agrarlandschaft zu erreichen. Um auf Landschaftsebene die Vögel der Agrarlandschaft zu fördern, sollten zudem kooperative Ansätze, bei denen sich mehrere Landwirte in einer Region vernetzen, unter fachkundiger Beratung und Betreuung auf eine betriebsangepasste Flächen- und Maßnahmenauswahl verständigen und bei deren Umsetzung fachlich begleitet werden, in Modellregionen entwickelt, getestet und durch ein Monitoring begleitet werden. Zudem sollten zur Aufklärung der Ursache-Wirkungsbeziehungen für Bestandsveränderungen von Agrarvögeln weitere, bundeslandübergreifende Untersuchungen basierend auf Daten des Monitorings häufiger Brutvögel und InVeKoS-Daten durchgeführt und statistische Methoden (weiter)entwickelt werden.

7. Literaturverzeichnis

- Achtziger, R., Stickroth, H., Zieschank, R., 2004. Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt – ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft in Deutschland. *Angewandte Landschaftsökologie* 63, 137 S.
- Andert, S., Bürger, J., Gerowitt, B., 2015. On-farm pesticide use in four Northern German regions as influenced by farm and production conditions. *Crop Protection* 75, 1-10.
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., Brambilla, M., 2019. Toward the next Common Agricultural Policy reform: Determinants of avian communities in hay meadows reveal current policy's inadequacy for biodiversity conservation in grassland ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 56, 604-617.
- Aue, B., Diekötter, T., Gottschalk, T.K., Wolters, V., Hotes, S., 2014. How High Nature Value (HNV) farmland is related to bird diversity in agro-ecosystems – Towards a versatile tool for biodiversity monitoring and conservation planning. *Agric. Ecosyst. Environ.* 194, 58-64.
- Baker, D.J., Freeman, S.N., Grice, P.V., Siriwardena, G.M., 2012. Landscape-scale responses of birds to agri-environment management: A test of the English Environmental Stewardship scheme. *J. Appl. Ecol.* 49, 871-882.
- Bartoń K. 2015. MuMIn: Multi-Model Inference.

- Batáry, P., Dicks, L.V., Kleijn, D., Sutherland, W.J., 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conserv. Biol.* 29, 1006-1016.
- Bengtsson, J., Ahnstrom, J., Weibull, A.-C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42, 261-269.
- Berg, Å., Wretenberg, J., Żmihorski, M., Hiron, M., Pärt, T., 2015. Linking occurrence and changes in local abundance of farmland bird species to landscape composition and land-use changes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 204, 1-7.
- Billetter, R., Liira, J., Bailey, D., Bugter, R., Arens, P., Augenstein, I., Aviron, S., Baudry, J., Bukacek, R., Burel, F., Cerny, M., De Blust, G., De Cock, R., Diekötter, T., Dietz, H., Dirksen, J., Dormann, C., Durka, W., Frenzel, M., Hamersky, R., Hendrickx, F., Herzog, F., Klotz, S., Koolstra, B., Lausch, A., Le Coeur, D., Maelfait, J.P., Opdam, P., Roubalova, M., Schermann, A., Schermann, N., Schmidt, T., Schweiger, O., Smulders, M.J.M., Speelmans, M., Simova, P., Verboom, J., Van Wingerden, W.K.R.E., Zobel, M., Edwards, P.J., 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: A pan-European study. *J. Appl. Ecol.* 45, 141-150.
- Boatman, N.D., Brickle, N.W., Hart, J.D., Milsom, T.P., Morris, A.J., Murray, A.W.A., Murray, K.A., Robertson, P.A., 2004. Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146, 131-143.
- Bonthoux, S., Barnagaud, J.-Y., Goulard, M., Balent, G., 2013. Contrasting spatial and temporal responses of bird communities to landscape changes. *Oecologia* 172, 563-574.
- Bowler, D.E., Heldbjerg, H., Fox, A.D., de Jong, M., Böhning-Gaese, K., 2019. Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. *Conserv. Biol.* 33, 1120-1130.
- Brandt, K., Glemnitz, M., 2014. Assessing the regional impacts of increased energy maize cultivation on farmland birds. *Environ. Monit. Assess.* 186, 679-697.
- Brooks, M., Kristensen, K., van Benthem, K., Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H., Mächler, M., Bolker, B., 2017. glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *R Journal* 9, 378-400.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002. *Model selection and multi-model inference: A practical information-theoretic approach.* (2. Ausg.). New York: Springer.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., Huyvaert, K., 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 65, 23-35.
- Calvo-Agudo, M., González-Cabrera, J., Picó, Y., Calatayud-Vernich, P., Urbaneja, A., Dicke, M., Tena, A., 2019. Neonicotinoids in excretion product of phloem-feeding insects kill beneficial insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, 16817-16822.

- Chamberlain, D.E., Fuller, R.J., Bunce, R.G.H., Duckworth, J.C., Shrubbs, M., 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *J. Appl. Ecol.* 37, 771-788.
- Concepción, E.D., Díaz, M., Baquero, R.A., 2008. Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecol.* 23, 135-148.
- Daskalova, G.N., Phillimore, A.B., Bell, M., Maggs, H.E., Perkins, A.J., 2019. Population responses of farmland bird species to agri-environment schemes and land management options in Northeastern Scotland. *J. Appl. Ecol.* 56, 640-650.
- DO-G (Deutsche Ornithologen-Gesellschaft), DDA (Dachverband Deutscher Avifaunisten), 2011. Positionspapier zur aktuellen Bestandssituation der Vögel der Agrarlandschaft. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 42, 175-184.
- DO-G (Deutsche Ornithologen-Gesellschaft), 2015. Positionspapier zur Ausgestaltung der Ökologischen Vorrangflächen aus Sicht des Vogelschutzes in der Agrarlandschaft. < http://www.do-g.de/fileadmin/do-g_dokumente/Positionspapier_DO-G_Oekol_Vorrangflaeche_Sept_2015.pdf> (letzter Zugriff: 24.10.2019)
- DO-G (Deutsche Ornithologen-Gesellschaft), 2019. Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik ab 2021: Erfordernisse zum Erhalt unserer Agrarvögel. < http://www.do-g.de/fileadmin/DO-G_Positionspapier_Agrarvoegel_21.10.2019_n.pdf> (letzter Zugriff: 24.10.2019)
- Donald, P.F., Green, R.E., Heath, M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 268, 25-29.
- Dziewaity, K., Bernardy, P., 2014. Erprobung integrativer Handlungsempfehlungen zum Erhalt einer artenreichen Agrarlandschaft unter besonderer Berücksichtigung der Vögel. *Landwirtschaftsverlag Münster, Bonn.*
- EBCC (European Bird Census Council), 2015. European wild bird indicators, 2015 update.
- Ekroos, J., Tiainen, J., Seimola, T., Herzog, I., 2019. Weak effects of farming practices corresponding to agricultural greening measures on farmland bird diversity in boreal landscapes. *Landsc. Ecol.* 34, 389-402.
- Fahrig, L., Girard, J., Duro, D., Pasher, J., Smith, A., Javorek, S., King, D., Lindsay, K.F., Mitchell, S., Tischendorf, L., 2015. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 200, 219-234.
- Fewster, R.M., Buckland, S.T., Siriwardena, G.M., Baillie, S.R., Wilson, J.D., 2000. Analysis of population trends for farmland birds using generalized additive models. *Ecology* 81, 1970-1984.
- Freese, J., 2012. Natur- und Biodiversitätsschutz in ELER – Naturschutz und Landschaftsplanung 44 (3), 69–76.
- Gabriel, D., Sait, S.M., Hodgson, J.A., Schmutz, U., Kunin, W.E., Benton, T.G., 2010. Scale matters: The impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecol. Lett.* 13, 858-869.

- Gabriel, D., Sait, S. M., Kunin, W. E., Benton, T. G., 2013. Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture. *J. Appl. Ecol.* 50, 355-364.
- Gamero, A., Brotons, L., Brunner, A., Foppen, R., Fornasari, L., Gregory, R.D., Herrando, S., Hořák, D., Jiguet, F., Kmecl, P., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Paquet, J.Y., Reif, J., Sirkiä, P.M., Škorpilová, J., van Strien, A., Szép, T., Telenský, T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., van Turnhout, C.A.M., Vermouzek, Z., Vikstrøm, T., Voříšek, P., 2017. Tracking Progress Toward EU Biodiversity Strategy Targets: EU Policy Effects in Preserving its Common Farmland Birds. *Conserv. Lett.* 10, 394-401.
- Gayer, C., Kurucz, K., Fischer, C., Tschardt, T., Batáry, P., 2019. Agricultural intensification at local and landscape scales impairs farmland birds, but not skylarks (*Alauda arvensis*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 277, 21-24.
- Gottschalk, T.K., Dittrich, R., Diekötter, T., Sheridan, P., Wolters, V., Ekschmitt, K., 2010. Modelling land-use sustainability using farmland birds as indicators. *Ecol. Indicators* 10, 15-23.
- Goulson, D., 2013. REVIEW: An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *J. Appl. Ecol.* 50, 977-987.
- Gregory, R.D., Van Strien, A., Vorisek, P., Meyling, A.W.G., Noble, D.G., Foppen, R.P., Gibbons, D.W., 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360, 269-288.
- Gregory, R.D., Skorpilova, J., Vorisek, P., Butler, S., 2019. An analysis of trends, uncertainty and species selection shows contrasting trends of widespread forest and farmland birds in Europe. *Ecol. Indicators* 103, 676-687.
- Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Geiger, F., Berendse, F., de Snoo, G., Eggers, S., Pärt, T., Bengtsson, J., Clement, L.W., Weisser, W.W., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Liira, J., Aavik, T., Fischer, C., Flohre, A., Thies, C., Tschardt, T., 2012. Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: landscape and field level management factors. *Biol. Conserv.* 152, 74–80.
- Hallmann, C.A., Foppen, R.P.B., van Turnhout, C.A.M., de Kroon, H., Jongejans, E., 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511, 341.
- Henderson, I.G., Evans, A.D., 2000. Responses of farmland birds to set-aside and its management. In: Aebischer, N.J., Evans, A.D., Grice, P.V., Vickery, J.A. (Hrsg.), *Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds*. British Ornithologists' Union, Hertfordshire, UK, pp. 69–76.
- Herzon, I., Ekroos, J., Rintala, J., Tiainen, J., Seimola, T., Vepsäläinen, V., 2011. Importance of set-aside for breeding birds of open farmland in Finland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 143, 3–7.
- Hoffmann, J., Wittchen, U., Berger, G., 2013. Identification of habitat requirements of farmland birds based on a hierarchical structured monitoring scheme. *Chinese Birds* 4, 265-280.

- Hole, D.G., Evans, A.D., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conserv.* 122, 113.
- Hötker, H., Bernardy, P., Cimiotti, D., Dziewiaty, K., Joest, R., Rasran, L., 2009. Maisanbau für Biogasanlagen–CO₂-Bilanz und Wirkung auf die Vogelwelt. *Ber. Vogelschutz* 46, 107-125.
- Hötker, H., Bernardy, P., Dziewiaty, K., Flade, M., Hoffmann, J., Schöne, F., Thomsen, K.-M., 2013. *Vögel der Agrarlandschaften. Gefährdung und Schutz.* NABU, Berlin.
- Hötker, H., Leuschner, C., 2014. *Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg – Misserfolge, Erfolge, neue Wege.* Michael Otto Stiftung für Umweltschutz, Hamburg.
- Isselstein, J., Michaelis, T., Bellof, G., Deblitz, C., Gerowitt, B., Graß, R., Greef, J. M., Heißenhuber, A., Klimek, S., Kuka, K., Müller, J., Pickert, J., Pries, M., Spiekers, H., Spiller, A., Taube, F., Thünen, T., Thumm, U., Wachendorf, M., Wiggering, H., Wrage-Mönnig, N., 2015. *Fachforum Grünland: Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen; Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz (DAFA).* DAFA, Braunschweig, 56 S. Stand: 12/2015.
- Jerrentrup, J.S., Dauber, J., Strohbach, M.W., Mecke, S., Mitschke, A., Ludwig, J., Klimek, S., 2017. Impact of recent changes in agricultural land use on farmland bird trends. *Agric. Ecosyst. Environ.* 239, 334-341.
- JKI Julius Kühn-Institut, 2019. *Statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis PAPA.* <<http://papa.julius-kuehn.de>> (letzter Zugriff: 24.10.2019)
- Josefsson, J., Berg, Å., Hiron, M., Pärt, T., Eggers, S., 2017. Sensitivity of the farmland bird community to crop diversification in Sweden: does the CAP fit? *J. Appl. Ecol.* 54, 518-526.
- Kleijn, D., Sutherland, W., 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J. Appl. Ecol.* 40, 947-969.
- Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H.G., Tscharntke, T., 2011. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends Ecol. Evol.* 26, 474-481.
- Kretzschmar, C., Meyerhoff, E., Metzner, J., Ochsner, S., Pfeffer, H., Schmidt, J., Stein-Bachinger, K., Oppermann, R., Sutcliffe, L.M.E., Arndt, J., Gottwald, F., Jedicke, E., Keelan, S., Wiersbinski, N., 2018. Improving farmland nature value through measures and advice - Five recommendations. *Natur und Landschaft* 93, 120-124.
- Krüger, T., Ludwig, J., Pfützke, S., Zang, H., 2014. *Atlas der Brutvögel in Niedersachsen und Bremen 2005-2008.* Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft 48, 552 Seiten, Hannover.
- Laiolo, P., 2005. Spatial and Seasonal Patterns of Bird Communities in Italian Agroecosystems. *Conserv. Biol.* 19, 1547-1556.
- Lomba, A., Strohbach, M., Jerrentrup, J.S., Dauber, J., Klimek, S., McCracken, D.I., 2017. Making the best of both worlds: Can high-resolution agricultural administrative data

- support the assessment of High Nature Value farmlands across Europe? *Ecol. Indicators* 72, 118-130.
- Lynch, H.J., Thorson, J.T., Shelton, A.O., 2014. Dealing with under- and over-dispersed count data in life history, spatial, and community ecology. *Ecology* 95, 3173-3180.
- Meichtry-Stier, K.S., Jenny, M., Zellweger-Fischer, J., Birrer, S., 2014. Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 189, 101-109.
- Meynen, E., Schmithüsen, J., Gellert, J., Neff, E., Müller-Miny, H., Schultze, J.H., 1962. *Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands*. Bad Godesberg.
- McKenzie, A.J., Emery, S.B., Franks, J.R., Whittingham, M.J., 2013. FORUM: Landscape-scale conservation: Collaborative agri-environment schemes could benefit both biodiversity and ecosystem services, but will farmers be willing to participate? *J. Appl. Ecol.* 50, 1274-1280.
- Mitschke, A., Sudfeldt, C., Heidrich-Riske, H., Dröschmeister, R., 2005. Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. *Vogelwelt* 126, 127-140.
- Nachtigall, W., Stubbe, M., Herrmann, S., 2003. Aktionsraum und Habitatnutzung des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Winter – eine telemetrische Studie im Nordharzvorland. *Journal für Ornithologie* 144, 284-294.
- Nitsch, H., Osterburg, B., Roggendorf, W., Laggner, B., 2012. Cross compliance and the protection of grassland - illustrative analyses of land use transitions between permanent grassland and arable land in German regions. *Land Use Policy* 29, 440–448.
- Nitsch, H., Röder, N., Oppermann, R., Milz, E., Baum, S., Lepp, T., Kronenbitter, J., Ackermann, A., Schramek, J., 2018. Ökologische Vorrangflächen: Gut gedacht - schlecht gemacht? *Natur und Landschaft* 93.
- Novoa, C., Dumas, S., Resseguier, J., 2006. Home-range size of Pyrenean grey partridges *Perdix perdix hispaniensis* during the breeding season. *Wildlife Biology* 12 (1), 11-18.
- Offermann, F., Banse, M., Freund, F., Haß, M., Kreins, P., Laquai, V., Osterburg, B., Pelikan, J., Rösemann, C., Salamon, P., 2018. Thünen-Baseline 2017 - 2027: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig, Germany.
- Osterburg, B., Nitsch, H., Laggner, B., Roggendorf, W., 2009. Auswertung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems zur Abschätzung der EU-Agrarreform auf Umwelt und Landschaft : Bericht für das F+E-Vorhaben "Naturschutzfachliche Bewertung der GAP-Effizienzsteigerung durch Nutzung bestehender Datenbestände", gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. (2., korr. u. erw. Aufl.). Braunschweig: vTI, 97 p, Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 2009/07
- Peach, W.J., Lovett, L.J., Wotton, S.R., Jeffs, C., 2001. Countryside stewardship delivers ciril buntings (*Emberiza cirilus*) in Devon, UK. *Biol. Conserv.* 101, 361-373.

- Pe'er, G., Dicks, L.V., Visconti, P., Arlettaz, R., Baldi, A., Benton, T.G., Collins, S., Dieterich, M., Gregory, R.D., Hartig, F., Henle, K., Hobson, P.R., Kleijn, D., Neumann, R.K., Robijns, T., Schmidt, J., Shwartz, A., Sutherland, W.J., Turbe, A., Wulf, F., Scott, A.V., 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* 344, 1090-1092.
- Pe'er, G., Zinngrebe, Y., Hauck, J., Schindler, S., Dittrich, A., Zingg, S., Tschardtke, T., Oppermann, R., Sutcliffe, L.M.E., Sirami, C., Schmidt, J., Hoyer, C., Schleyer, C., Lakner, S., 2017. Adding Some Green to the Greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for Biodiversity and Farmers. *Conserv. Lett.* 10, 517-530.
- 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*. *J. Appl. Ecol.* 48, 514-522
- Praus, L., Weidinger, K., 2015. Breeding biology of skylarks *Alauda arvensis* in maize and other crop fields. *Acta Ornithol.* 50, 59–68.
- R Core Team 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<http://www.R-project.org/>>
- Röder, N., Ackermann, A., Baum, S., Rudolph, S., 2018. Status quo und aktuelle Entwicklungen der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Deutschland. *Natur und Landschaft* 93, 250-257.
- Ronnenberg, K., Strauß, E., Siebert, U., 2016. Crop diversity loss as primary cause of grey partridge and common pheasant decline. *BMC Ecology*;16(39).
- Roßberg, D., 2016. Survey on application of chemical pesticides in agriculture. *Journal für Kulturpflanzen* 68, 25-37.
- Sauerbrei, R., Ekschmitt, K., Wolters, V., Gottschalk, T.K., 2014. Increased energy maize production reduces farmland bird diversity. *GCB Bioenergy* 6, 265–274.
- Scholefield, P., Firbank, L., Butler, S., Norris, K., Jones, L.M., Petit, S., 2011. Modelling the European Farmland Bird Indicator in response to forecast land-use change in Europe. *Ecol. Indicators* 11, 46-51.
- Saino, N., Ambrosini, R., Rubolini, D., Von Hardenberg, J., Provenzale, A., Hüppop, K., Hüppop, O., Lehikoinen, A., Lehikoinen, E., Rainio, K., Romano, M., Sokolov, L., 2011. Climate warming, ecological mismatch at arrival and population decline in migratory birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278, 835-842.
- Shmueli, G., Minka, T.P., Kadane, J.B., Borle, S., Boatwright, P., 2005. A useful distribution for fitting discrete data: revival of the Conway–Maxwell–Poisson distribution. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 54:127-142.
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A.B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Mignet, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giralt, D., Bota, G., Badenhauer, 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, X.O., Robleño, I., Bosch, J., Barrientos, J.A., Ricarte, A., Marcos-García, M.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. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 116, 16442-16447.
- Statistisches Bundesamt, 2014. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2014. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, p. 80.
- Steinmann, H.-H., Dobers, E.S., 2013. Spatio-temporal analysis of crop rotations and crop sequence patterns in Northern Germany: potential implications on plant health and crop protection. *J. Plant Dis. Protect.* 120, 85–94.
- Südbeck, P., Andretzke, H., Fischer, S., Gedeon, K., Schikore, T., Schröder, K., Sudfeldt, C., Hrsg. 2005. Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell, 792 Seiten.
- Sudfeldt, C., Dröschmeister, R., Wahl, J., Berlin, K., Gottschalk, T., Grüneberg, C., Mitschke, A., Trautmann, S., 2012. Vogelmonitoring in Deutschland. Programme und Anwendungen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 119. Landwirtschaftsverlag Münster. 257 S.
- Traba, J., Morales, M.B., 2019. The decline of farmland birds in Spain is strongly associated to the loss of fallowland. *Scientific Reports* 9, 9473.
- Trautmann, S., 2013. Agrarvögel als Bioindikatoren für landwirtschaftliche Gebiete. In: Tagungsband: Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“. *Julius-Kühn-Archiv*, Nr. 442. DOI 10.5073/jka.2013.442.002
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A., Bengtsson, J., 2014. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 51, 746-755.
- Vickery, J.A., Bradbury, R.B., Henderson, I.G., Eaton, M.A., Grice, P.V., 2004. The role of agri-environment schemes and farm management practices in reversing the decline of farmland birds in England. *Biol. Conserv.* 119, 19–39.
- Vickery, J.A., Tayleur, C., 2018. Stemming the decline of farmland birds: the need for interventions and evaluations at a large scale. *Anim. Conserv.* 21, 195-196.
- Walker, L.K., Morris, A.J., Cristinacce, A., Dadam, D., Grice, P.V., Peach, W.J., 2018. Effects of higher-tier agri-environment scheme on the abundance of priority farmland birds. *Anim. Conserv.* 21, 183-192.
- Walter, T., Eggenberg, S., Gonseth, Y., Fivaz, F., Hedinger, C., Hofer, G., Klieber-Kühne, A., Richner, N., Schneider, K., Szerencsits, E., Wolf, S., 2013. Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft: Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). *ART-Schriftenreihe* 18, 1-138.
- Whittingham, M.J., Krebs, J.R., Swetnam, R.D., Vickery, J.A., Wilson, J.D., Freckleton, R.P., 2007. Should conservation strategies consider spatial generality? Farmland birds show regional not national patterns of habitat association. *Ecol. Lett.* 10, 25-35.

- Winqvist, C., Ahnström, J., Bengtsson, J., 2012. Effects of organic farming on biodiversity and ecosystem services: taking landscape complexity into account. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1249, 191-203.
- Wretenberg, J., Lindström, Å., Svensson, S., Pärt, T., 2007. Linking agricultural policies to population trends of Swedish farmland birds in different agricultural regions. *J. Appl. Ecol.* 44, 933-941.
- Zingg, S., Ritschard, E., Arlettaz, R., Humbert, J.-Y., 2019. Increasing the proportion and quality of land under agri-environment schemes promotes birds and butterflies at the landscape scale. *Biol. Conserv.* 231, 39-48.
- Żmihorski, M., Kotowska, D., Berg, Å., Pärt, T., 2016. Evaluating conservation tools in Polish grasslands: The occurrence of birds in relation to agri-environment schemes and Natura 2000 areas. *Biol. Conserv.* 194, 150-157.
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York: Springer.

9. Danksagung

Unser großer Dank gilt der Niedersächsischen Ornithologischen Vereinigung (NOV) e.V. und den ehrenamtlichen Feldornithologen/innen und Vogelbeobachter/innen für die Möglichkeit der projektbezogenen Nutzung der Daten des Monitorings häufiger Brutvögel für Niedersachsen. Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die projektbezogene Freigabe der Nutzung der InVeKoS-Daten und Stefan Mecke sowie den Kollegen/innen des Thünen-Instituts für Ländliche Räume (vor allem Wolfgang Roggendorf, Norbert Röder und Andrea Ackermann) für die Unterstützung bei der Aufbereitung und Bereitstellung der Daten. Zudem danken wir Achim Sander (entera) für die Unterstützung hinsichtlich der Aufbereitung der Fördermaßnahmen (Agrarumweltmaßnahmen und Ökolandbau). Auch möchten wir allen Personen danken, die an dem Projekt-Workshop „Wege zu einer gezielteren Erhaltung und Förderung von Agrarvögeln am Beispiel Niedersachsens“ mitgewirkt und Beiträge geliefert haben (vor allem Alexander Mitschke, Nora Kretschmar, Achim Sander, Ralf Joest, Philip Hunke, Norbert Röder). Herzlichen Dank an Dr. Reinhard Stock (Projektträger Deutsche Bundesstiftung Umwelt) für die Unterstützung und Begleitung des Kooperationsprojektes.

10. Anhang

Anhang-Tabelle 1: Entwicklung der Feldblöcke und Schläge über die Jahre 2005-2015 hinsichtlich Anzahl, Summe, Minimum und Maximum, Mittelwert und Standardabweichung

Jahr	Anzahl	Summe (ha)	Minimum (ha)	Maximum (ha)	Mittelwert (ha)	Standardabweichung (ha)
Feldblöcke						
2005	528882	2684792,56	0,00	439,73	5,08	7,91
2006	602516	2795410,52	0,00	408,18	4,64	7,58
2007	607597	2808530,24	0,00	408,97	4,62	7,56
2008	606995	2809817,49	0,01	408,97	4,63	7,57
2009	537695	2724446,58	0,01	408,97	5,07	7,90
2010	535177	2722728,09	0,01	408,97	5,09	7,94
2011	586053	2781309,25	0,01	408,97	4,75	7,70
2012	579737	2772409,35	0,01	408,97	4,78	7,74
2013	547495	2748585,46	0,01	417,14	5,02	7,94
2014	547203	2726664,92	0,01	417,14	4,98	7,89
2015	564502	2714852,93	0,01	417,09	4,81	7,63
Schläge						
2005	965821	2589779,63	0,01	376,35	2,68	2,93
2006	957726	2587524,55	0,01	401,72	2,70	2,96
2007	958581	2595640,09	0,01	407,07	2,71	2,99
2008	948011	2600234,78	0,01	408,05	2,74	3,05
2009	934115	2595077,16	0,01	408,05	2,78	3,10
2010	929586	2590043,28	0,01	408,05	2,79	3,13
2011	926548	2585647,09	0,01	408,32	2,79	3,14
2012	924236	2582929,34	0,01	408,32	2,79	3,15
2013	914140	2580231,32	0,01	408,32	2,82	3,19
2014	909798	2579253,62	0,01	415,68	2,84	3,22
2015	918260	2577091,07	0,00	231,35	2,81	3,17

Anhang-Tabelle 2: InVeKos-Nutzungscode (Nutzcode) exemplarisch für das Jahr 2015. Dargestellt sind eine kurze Beschreibung des Nutzcodes und die Zuordnung zu Kulturartengruppen, sowie welche Kulturarten für die Berechnung der Schlaggröße genutzt wurde und welche Ackerkultur als intensiv eingeschätzt wurde.

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	intensive	
			Schlaggröße	Ackerkultur
50	Mischkulturen mit Saatgutmischung		0	0
51	Mischkulturen in Reihenanbau		0	0
52	Zwischenfrucht Gründecke ÖVF		0	0
53	Untersaat ÖVF		0	0
54	Streifen am Waldrand ohne Produktion ÖVF		0	0
55	Ufervegetation ÖVF		0	0
56	Pufferstreifen ÖVF AL		0	0
57	Pufferstreifen ÖVF DGL		0	0
58	Feldrand ÖVF		0	0
59	KuP ÖVF		0	0
60	Leguminosen ÖVF		0	0
61	Aufforstungsflächen ÖVF		0	0
62	Brachen ohne Erzeugung ÖVF		0	0
70	Hecken oder Knicks >10m CC		0	0
71	Baumreihe >50m CC		0	0
72	Feldgehölze 502.000 m ² CC		0	0
73	Feuchtgebiete < 2.000 m ² CC		0	0
74	Einzelbäume CC		0	0
75	Tümpel Sölle und Doline CC		0	0
76	Natur Stein oder Trockenmauer CC		0	0
77	Felds und Steinriegel naturversteinte Fläche CC		0	0
78	Feldraine CC		0	0
79	Trocken Be und Entwässerungsgräben CC		0	0
80	Terrassen CC		0	0
112	Winterhartweizen Durum	Wintergetreide	1	0
113	Sommerhartweizen Durum	Sommergetreide	1	0
114	WinterDinkel	Wintergetreide	1	0
115	Winterweichweizen	Wintergetreide	1	1
116	Sommerweichweizen	Sommergetreide	1	0
118	Winter Emmer Einkorn	Wintergetreide	1	0
119	SommerEmmer Einkorn	Sommergetreide	1	0
121	Winterroggen	Wintergetreide	1	1
122	Sommerroggen	Sommergetreide	1	0
125	Wintermenggetreide	Wintergetreide	1	1
126	Wintermenggetreide ohne Weizen	Wintergetreide	1	1
131	Wintergerste	Wintergetreide	1	1
132	Sommergerste	Sommergetreide	1	0
142	Winterhafer	Wintergetreide	1	0
143	Sommerhafer	Sommergetreide	1	0
144	Sommermenggetreide mit Weizen	Sommergetreide	1	0
145	Sommermenggetreide ohne Weizen	Sommergetreide	1	0
156	Wintertriticale	Wintergetreide	1	1
157	Sommertriticale	Sommergetreide	1	0
171	Mais ohne Silomais NC 411	Mais	1	1
181	Rispenhirse Rutenhirse	Sommergetreide	1	0
182	Buchweizen	Sommergetreide	1	0
183	Mohren Zuckerhirse ohne Sudangras NC 803	Sommergetreide	1	0
186	Amarant Fuchsschwanz	Sommergetreide	1	0
187	Quinoa	Sommergetreide	1	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
	Getreide einer Gattung Art die in der			
190	aktuellen Liste nicht aufgeführt ist	Sommergetreide	1	0
210	Erbsen Markerbse Schalerbse Zuckereerbse	Leguminosen	1	0
211	Gemüseerbse	Leguminosen	1	0
212	Platterbse	Leguminosen	1	0
	Ackerbohne Puffbohne Pferdebohne Dicke			
	BohnePuff Pferdebohnen zur			
220	Körnergewinnung	Leguminosen	1	0
	Wicken Pannonische Zottelwicke			
221	Saatwicke	Leguminosen	1	0
	Lupinen Süßlupine weiße Lupine blaue			
	schmalblättrige Lupine gelbe Lupine			
230	Anden Lupine	Leguminosen	1	0
	Erbsen Bohnen zur Körnergewinnung bis			
240	2014 NEU ab 2015 Erbsen Bohnen	Leguminosen	1	0
250	Gemenge Erbsen Getreide	Leguminosen	1	0
	Hülsenfrucht einer Gattung Art die in der			
290	aktuellen Liste nicht aufgeführt ist	Leguminosen	1	0
292	Linsen	Leguminosen	1	0
311	Winterraps	Ölfrüchte	1	1
312	Sommerraps	Ölfrüchte	1	0
315	Winterrübsen Rübsen Rübsamen Rübsaat	Ölfrüchte	1	1
	Sommerrübsen Rübsen Rübsamen			
316	Rübsaat	Ölfrüchte	1	0
320	Sonnenblumen	Ölfrüchte	1	0
330	Sojabohnen	Leguminosen	1	0
341	Lein Flachs	Ölfrüchte	1	0
	2015 Ölfrucht einer Gattung Art die in der			
390	aktuellen Liste nicht aufgeführt ist	Ölfrüchte	1	0
392	2015 Meerkohl Krambe	Ölfrüchte	1	0
393	Leindotter	Ölfrüchte	1	0
411	Silomais als Hauptfutter	Mais	1	1
413	Futtermübe Runkelrübe	Hackfrüchte	1	1
414	Kohlrübe Steckrübe	Hackfrüchte	1	1
	Rot Weiß Alexandriner Inkarnat Erd			
421	Schweden Persischer Klee	Leguminosen	1	0
	temporäres			
422	Klee gras	Grünland	1	0
423	Luzerne	Leguminosen	1	0
	temporäres			
424	Acker gras	Grünland	1	0
425	KleeLuzerneGemisch	Leguminosen	1	0
	temporäres			
426	2015 Bockshornklee Schabzieger Klee	Grünland	1	0
	temporäres			
428	Wechselgrünland	Grünland	1	0
	Futterpflanze einer Gattung Art die in der			
	aktuellen Liste nicht aufgeführt ist	temporäres		
429	Futterpflanze einer Gattung Art die in der	Grünland	1	0
	aktuellen Liste nicht aufgeführt ist			
	Stickstoffbindende Pflanze ÖVF bis 2015			
430	NEU ab 2016 Serradella	Leguminosen	1	0
431	Steinklee	Leguminosen	1	0
	Kleemischung aus NC 421427 431			
432	stickstoffbindend	Leguminosen	1	0
433	LuzerneGras	Leguminosen	1	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
441	Wiesen Grünlandneueinsaat im Rahmen von AUKM	temporäres Grünland	1	0
442	Mähweiden Grünlandneueinsaat im Rahmen von AUKM	temporäres Grünland	1	0
443	Weiden Grünlandneueinsaat im Rahmen von AUKM	temporäres Grünland	1	0
451	Wiesen	Dauergrünland	0	0
452	Mähweiden	Dauergrünland	0	0
453	Weiden und Almen	Dauergrünland	0	0
454	Hutungen	Dauergrünland	0	0
462	beweidete Sandheiden	Dauergrünland	0	0
463	beweidete Moorheiden	Dauergrünland	0	0
464	beweidete Magerrasen	Dauergrünland	0	0
465	beweidete montane Wiesen	Dauergrünland	0	0
466	gemähte Magerrasen	Dauergrünland	0	0
467	gemähte montane Wiesen	Dauergrünland	0	0
480	Streuobstfläche mit Grünlandnutzung	Dauergrünland	0	0
481	Streuobstfläche ohne Grünlandnutzung	Dauergrünland	0	0
	nicht BPbeihilfefähige Hutungen bis 2014			
	Neu ab 2015 Nicht DZbeihilfefähige			
490	Hutungen	Dauergrünland	0	0
491	Anteil an Gemeinschaftsweiden	Dauergrünland	0	0
	Dauergrünland unter etablierten lokalen			
492	Praktiken Z.B. Heide	Dauergrünland	0	0
510	Goldrute Solidago	Gartenbau	0	0
512	Iberischer Drachenkopf	Ölfrüchte	1	0
513	Braunellen	Gartenbau	0	0
514	Hauswurz Sempervivum	Gartenbau	0	0
515	Mühlenbeckia Drahtsträucher	Gartenbau	0	0
519	Köcherblümchen Cuphea	Gartenbau	0	0
520	Silberbrandschopf	Gartenbau	0	0
	Stilllegung für Naturschutz und Landschaftspflege 5Jahresprogramm auf			
549	AL	Stilllegung	0	0
	Stillgelegte Fläche gem. FLAMA 20 jährig			
555	hier Ökologische Stilllegung ab 1999 nach VO EG Nr. 1698 2005 Art. 43	Stilllegung	0	0
557	erstaufgeforstete Flächen bis 2014 Nach Art. 22 bis 24 der VO EG Nr. 1257 99	Stilllegung	0	0
563	stillgelegte Ackerfläche Nach Art. 22 bis 24 der VO EG Nr. 1257 99	Stilllegung	0	0
567	stillgelegte Dauergrünlandfläche	Stilllegung	0	0
576	Schutzstreifen Erosion	Streifen	0	0
581	Grünbrache 1jährig	temporäres Grünland	1	0
582	Grünbrache 2jährig	temporäres Grünland	1	0
	Nicht landwirtschaftliche aber nach Art. 342b i VO EG Nr. 73 2009 beihilfefähige			
583	Fläche		0	0
	Nicht landwirtschaftliche aber nach Art. 342b i VO EG Nr. 73 2009 beihilfefähig			
584	Natura2000		0	0
	Nicht landwirtschaftliche aber nach Art. 342b i VO EG Nr. 73 2009 beihilfefähig			
585	Wasserrahme		0	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung	intensive	
		Kulturartengruppen	Schlaggröße	Ackerkultur
591	Ackerland aus der Erzeugung genommen Dauergrünland aus der Erzeugung	Stilllegung	0	0
592	genommen Dauerkulturen aus der Erzeugung genommen iSd. Art. 4 Abs. 1 Buchst. c ii	Stilllegung	0	0
593	VO 1307 2013	Gartenbau	0	0
601	Stärkekartoffeln	Hackfrüchte	1	1
602	Kartoffeln Speise	Hackfrüchte	1	1
603	Zuckerrüben	Hackfrüchte	1	1
604	Topinambur	Hackfrüchte	1	0
605	Süßkartoffel	Hackfrüchte	1	0
606	Pflanzkartoffeln	Hackfrüchte	1	0
610	Gemüse	Gartenbau	0	0
611	Frühkartoffeln Gemüserübsen Stoppelrübe Weiße Rübe Bayerische Rübe Mairübe Chinakohl Pak Choi Teltower Rübchen Stielmus	Hackfrüchte	1	1
612	Herbstrübe	Hackfrüchte	1	1
613	Industriekartoffeln	Hackfrüchte	1	1
614	Futterkartoffeln	Hackfrüchte	1	1
615	Pflanzkartoffeln Stärkekartoffeln zur Vertragslieferung an	Hackfrüchte	1	1
616	Stärkefabrik	Hackfrüchte	1	0
617	Gartenkresse Gartenrettiche Weiße rote Rettiche schwarzer Winterrettich Örettich	Gartenbau	0	0
618	Radieschen Sonstige Kartoffeln bis 2014 NEU ab 2015	Gartenbau	0	0
619	Weißer Senf Gelber Senf	Hackfrüchte	1	0
620	Steckrübe Kohlrübe Gemüseanbau	Hackfrüchte	1	1
621	Zichorien zur Inulinproduktion	Gartenbau	0	0
622	Tomaten	Gartenbau	0	0
623	Auberginen	Gartenbau	0	0
624	Paprika Chilli Peperoni	Gartenbau	0	0
625	Schwarze Tollkirsche	Gartenbau	0	0
626	GemüseKürbisgewächse	Gartenbau	0	0
627	Salatgurke Gurke Salatgurke Einlegegurke	Gartenbau	0	0
628	Zuckermelone	Gartenbau	0	0
629	Riesenkürbis Risenkürbis Hokkaidokürbis	Gartenbau	0	0
630	Topinambur	Gartenbau	0	0
631	Melone Wassermelone	Gartenbau	0	0
632	Andere Gemüsearten Lauch SpeiseZwiebel Schalotte Lauch Knoblauch Schnittlauch	Gartenbau	0	0
633	Winterheckenzwiebel Bärlauch	Gartenbau	0	0
634	Möhre Möhre Karotte Futtermöhre Gartenbohne Gartenbohne Buschbohne	Gartenbau	0	0
635	Stangenbohne Feuerbohne Prunkbohne	Gartenbau	0	0
636	Feldsalat Ackersalat Rapunzel Lattich GartenSalat Lattich Lollo Rosso	Gartenbau	0	0
637	Romana Salat Römischer Salat	Gartenbau	0	0
638	Spinat	Gartenbau	0	0
639	Mangold Rote Beete Rote Rübe Stärkekartoffeln Vertragsanbau für	Gartenbau	0	0
640	Südstärke	Hackfrüchte	1	1

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
641	Stärkekartoffeln Vertragsanbau für Emslandstärke	Hackfrüchte	1	1
642	Stärkekartoffeln Vertragsanbau für AVEBE KPW Deutschland	Hackfrüchte	1	1
643	Stärkekartoffeln Vertragsanbau für AVEBE Niederlande	Hackfrüchte	1	1
644	Stärkekartoffeln Vertragsanbau für AGRANA	Hackfrüchte	1	1
645	Kichererbsen	Gartenbau	0	0
646	Meerrettich	Gartenbau	0	0
647	Schwarzwurzeln	Gartenbau	0	0
648	Fenchel Gemüsefenchel Körnerfenchel Gemüserüben Stoppelrübe Weiße Rübe Bayerische Rübe Mairübe Chinakohl Pak Choi Teltower Rübchen Stielmus	Gartenbau	0	0
649	Herbstrübe	Gartenbau	0	0
650	Küchenkräuter Heilund Gewürzpflanzen	Gartenbau	0	0
651	Anethum Dill Gurkenkraut	Gartenbau	0	0
652	Kerbel Kerbel echter Kerbel Wiesenkerbel	Gartenbau	0	0
653	Anis	Gartenbau	0	0
654	Kümmel	Gartenbau	0	0
655	Kreuzkümmel Schwarzkümmel Echter Schwarzkümmel	Gartenbau	0	0
656	Jungfer im Grünen	Gartenbau	0	0
657	Koriander	Gartenbau	0	0
658	Liebstöckel Maggikraut	Gartenbau	0	0
659	Petersilie	Gartenbau	0	0
660	Basilikum	Gartenbau	0	0
661	Rosmarin	Gartenbau	0	0
662	Salbei Küchen Heilsalbei Buntschopf Salbei	Gartenbau	0	0
663	Borretsch Oregano Echter Majoran Oregano Dost	Gartenbau	0	0
664	Wilder Majoran	Gartenbau	0	0
665	Bohnenkraut	Gartenbau	0	0
666	Ysop Eisenkraut	Gartenbau	0	0
667	Verbenen Echtes Eisenkraut Lavendel Echter Lavendel Speik Lavendel	Gartenbau	0	0
668	Hybrid Lavendel	Gartenbau	0	0
669	Thymian	Gartenbau	0	0
670	Melisse Zitronenmelisse	Gartenbau	0	0
671	Enzian	Gartenbau	0	0
672	Minzen Pfefferminze Grüne Minze	Gartenbau	0	0
673	Wermut Estragon Beifuß	Gartenbau	0	0
674	Ringelblumen GartenRingelblume Sonnenhut Schmalblättriger Sonnenhut	Gartenbau	0	0
675	Purpur Sonnenhut	Gartenbau	0	0
676	Wegerich Spitzwegerich	Gartenbau	0	0
677	Kamillen Echte Kamille	Gartenbau	0	0
678	Schafgarben Gelbe Schafgarbe	Gartenbau	0	0
679	Baldrian Echter Baldrian	Gartenbau	0	0
680	Johanniskräuter Echtes Johanniskraut	Gartenbau	0	0
681	Frauenmantel	Gartenbau	0	0
682	Mariendisteln	Gartenbau	0	0
683	Geißraute	Gartenbau	0	0
684	Löwenzahn	Gartenbau	0	0
685	Engelwurz ArzneiEngelwurz Echter	Gartenbau	0	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
	Engelwurz			
686	Malven Wilde Malve	Gartenbau	0	0
701	Hanf	Gartenbau	0	0
		temporäres		
702	Rollrasen	Grünland	0	0
703	FärberWaid	Gartenbau	0	0
	Glanzgräser Kanariensaat Echtes			
704	Glanzgras	Gartenbau	0	0
705	Virginischer Tabak	Gartenbau	0	0
706	Mohn Schlafmohn Backmohn	Gartenbau	0	0
707	Erdbeeren	Gartenbau	0	0
708	Färberdisteln	Gartenbau	0	0
709	Brennnesseln Große Brennnessel	Gartenbau	0	0
720	Gemüse im Freiland gärtnerischer Anbau	Gartenbau	0	0
721	Goldlack	Gartenbau	0	0
	Blumen und und nicht verholzende			
722	Zierpflanzen Freiland auch Wildblumen	Gartenbau	0	0
723	Erdbeeren Freiland	Gartenbau	0	0
724	Kugelamarant Echter Kugelamarant	Gartenbau	0	0
725	Taglilien Essbare Taglilie	Gartenbau	0	0
726	Lilien Türkenbund	Gartenbau	0	0
727	Narzissen Osterglocken	Gartenbau	0	0
728	Bischofskraut	Gartenbau	0	0
729	Hasenohren rundblättriges Hasenohr	Gartenbau	0	0
730	Seidenpflanzen IndianerSeidenpflanze	Gartenbau	0	0
731	Gemüse und Pilze unter Glas	Gartenbau	0	0
732	Milchstern		0	0
	Pilzbeet und Gemüseflächen in Gebäuden			
733	nicht im Gewächshaus		0	0
734	Pilze unter Glas		0	0
735	Strohblumen	Gartenbau	0	0
736	Edelweiß	Gartenbau	0	0
737	Margeriten	Gartenbau	0	0
	Rudbeckien Schwarzäugige Rudbeckie			
	Sonnenhut Leuchtender Sonnenhut			
738	Schlitzblättriger Sonnenhut	Gartenbau	0	0
739	Tagetes Studentenblume	Gartenbau	0	0
740	Wucherblumen Mutterkraut	Gartenbau	0	0
741	Strandflieder Geflügelter Strandflieder	Gartenbau	0	0
742	Spreublumen Einjährige Papierblume	Gartenbau	0	0
743	Zinnien	Gartenbau	0	0
744	Taubnesseln Weiße Taubnessel	Gartenbau	0	0
745	Gladiolen	Gartenbau	0	0
746	Tulpen	Gartenbau	0	0
747	TraubenSilberkerze	Gartenbau	0	0
748	Rittersporn	Gartenbau	0	0
749	Scabiosen	Gartenbau	0	0
750	Hopfen bis 2014 NEU ab 2015 Dahlien	Dauerkulturen	0	0
	Aromahopfen bis 2014 NEU ab 2015			
751	Rosenwurz	Dauerkulturen	0	0
752	Bitterhopfen	Dauerkulturen	0	0
	Hopfen vorübergehend stillgelegt Gerüst			
753	steht noch	Dauerkulturen	0	0
754	Strauch Bechermalven Bechermalve	Dauerkulturen	0	0
755	Wolfsmilch WeißbrandWolfsmilch	Gartenbau	0	0
756	Löwenmäulchen Großes Löwenmaul	Gartenbau	0	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
757	Montbretien	Gartenbau	0	0
758	Halskräuter Blaues Halskraut	Gartenbau	0	0
759	Gipskräuter Schleierkraut	Gartenbau	0	0
760	Tabak		0	0
	Tabak Sortengruppe I FLUE CURED z.B.			
761	Virgin D und Hybriden...	Gartenbau	0	0
	Tabak Sortengruppe II LIGHT AIR CURED			
762	z.B. Badischer Burley und Hybriden...	Gartenbau	0	0
	Tabak Sortengruppe III DARK AIR CURED			
	z.B. Badischer Geudertheimer und			
	Hybriden... bis 2014 NEU ab 2015			
763	Nachtkerzen Oenothera		0	0
764	Königskerzen Großblütige Königskerze	Gartenbau	0	0
765	Kapuzinerkressen	Gartenbau	0	0
	Pfingstrosen Päonien Gemeine Pfingstrose			
766	Strauch Pfingstrose	Gartenbau	0	0
767	Schwertlilien Deutsche Schwertlilie	Gartenbau	0	0
	Wiesenknopf Kleiner Wiesenknopf			
768	Pimpinelle	Gartenbau	0	0
769	Zieste Deutscher Ziest Knollen Ziest	Gartenbau	0	0
770	Heil Duft und Gewürzpflanzen		0	0
771	Küchenkräuter	Gartenbau	0	0
772	Nelken Bartnelke Land Edelnelke	Gartenbau	0	0
773	Gewöhnlicher Leberbalsam Ageratum	Gartenbau	0	0
774	Gelber Leberbalsam Lonas	Gartenbau	0	0
775	Kornblumen	Gartenbau	0	0
	Veilchen HornVeilchen Garten			
776	Stiefmütterchen Wildes Stiefmütterchen	Gartenbau	0	0
	Faserbrennesseln zur			
	Textilherstellung bis 2014 NEU ab 2015			
778	Alpendistel	Gartenbau	0	0
779	Amacrinum	Gartenbau	0	0
780	Begonien	Gartenbau	0	0
781	Calla Drachenwurz	Gartenbau	0	0
782	Glockenblumen Campanula	Gartenbau	0	0
783	Schildblume Chelone	Gartenbau	0	0
	Christrose Schnee Weihnachtsrose			
784	Korischer Nieswurz	Gartenbau	0	0
785	Eukalyptus	Gartenbau	0	0
786	Fingerhut	Gartenbau	0	0
787	Fuchsien	Gartenbau	0	0
788	Geranien	Gartenbau	0	0
795	Pelargonien	Gartenbau	0	0
796	Fetthenne Mauerpfeffer Sedum	Gartenbau	0	0
797	Rhizinus	Gartenbau	0	0
798	Ramtillkraut	Gartenbau	0	0
799	Husarenknopf Sanvitalia	Gartenbau	0	0
	Energiepflanze einer Gattung Art die in			
801	der aktuellen Liste nicht aufgeführt ist	Energiepflanzen	1	0
	Silphium Durchwachsene Silphie			
802	Becherpflanze	Energiepflanzen	1	0
803	Sudangras	Energiepflanzen	1	0
804	Virginiamalve	Energiepflanzen	1	0
805	Igniscum	Energiepflanzen	1	0
821	Pfirsiche in Vollanbau	Dauerkulturen	0	0
822	Kirschen Ertragsanlagen	Dauerkulturen	0	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung	intensive	
		Kulturartengruppen	Schlaggröße	Ackerkultur
823	Pflaumen Ertragsanlagen	Dauerkulturen	0	0
824	Haselnüsse	Dauerkulturen	0	0
825	Walnüsse	Dauerkulturen	0	0
826	sonstige Schalenfrüchte	Dauerkulturen	0	0
827	Äpfel in Vollarbau	Dauerkulturen	0	0
828	sonst. Steinobst ohne Kirschen Pflaumen Sonstige Obstanlagen z.B. Holunder	Dauerkulturen	0	0
829	Aronia Maulbeeren	Dauerkulturen	0	0
830	Baumschulen nicht für Beerenobst Beerenobst zur Vermehrung in	Forst	0	0
831	Baumschulen	Dauerkulturen	0	0
832	Pflaumen Ertragsanlagen	Dauerkulturen	0	0
833	Haselnüsse	Dauerkulturen	0	0
834	Walnüsse Rebschulfläche bis 2014 NEU ab 2015	Dauerkulturen	0	0
835	Riesenweizengras SzarvasiGras Hirschgras	Dauerkulturen	0	0
836	Äpfel in Vollarbau	Dauerkulturen	0	0
837	sonst. Steinobst ohne Kirschen Pflaumen	Dauerkulturen	0	0
838	Baumschulen nicht für Beerenobst Beerenobst zur Vermehrung in	Dauerkulturen	0	0
839	Baumschulen	Dauerkulturen	0	0
840	Korbweiden KUP lt.	Dauerkulturen	0	0
841	Direktzahlungendurchführungsverordnung	Dauerkulturen	0	0
842	Rebland	Dauerkulturen	0	0
843	Bestockte Rebfläche	Dauerkulturen	0	0
844	Unbestockte Rebfläche Schnellwüchsige Forstgehölze	Dauerkulturen	0	0
849	Umtriebszeit kleiner gleich 20 Jahre auf GL	Forst	0	0
851	Bestockte Rebfläche	Dauerkulturen	0	0
852	Unbestockte Rebfläche	Dauerkulturen	0	0
853	Rebschulfläche	Dauerkulturen	0	0
854	Unterlagsrebfläche	Dauerkulturen	0	0
855	Steillagenweinbau	Dauerkulturen	0	0
856	Tafeltrauben	Dauerkulturen	0	0
857	Aromahopfen	Dauerkulturen	0	0
858	Bitterhopfen Hopfen vorübergehend stillgelegt Gerüst	Dauerkulturen	0	0
859	steht noch	Dauerkulturen	0	0
860	Spargel	Gartenbau	0	0
861	Artischocke	Gartenbau	0	0
863	Rosen Baumschulen Schnittrosen	Dauerkulturen	0	0
864	Rhododendron	Dauerkulturen	0	0
865	Trüffel		0	0
871	Erstaufforstung Kulturpflegezuschuss	Forst	0	0
872	Nachbesserung Saat		0	0
873	Pflanzung im Privatwald	Forst	0	0
874	Hochdurchforstung	Forst	0	0
875	Läuterung		0	0
876	Kompensationskalkung		0	0
877	Insektizidfreier Waldschutz		0	0
878	Wegneubau		0	0
879	Wegausbau		0	0
880	Weg Grundinstandsetzung		0	0
881	Sicherung besonderer Lebensräume		0	0
882	Sicherung Waldlebensraumtypen		0	0

Nutzcode	Beschreibung	Zuordnung Kulturartengruppen	Schlaggröße	intensive Ackerkultur
883	Ausschluss von Waldpflegemaßnahmen		0	0
884	Reduktion des Hiebsatzes		0	0
885	Wiederaufforstung	Forst	0	0
886	Verbrennen		0	0
887	Kleinhäckseln Mulchen		0	0
888	Einrichten von Fanghaufen		0	0
910	sonst. Fläche z.B. Wildäsungsfläche		0	0
		temporäres		
912	Grassamenvermehrung Versuchsflächen mit mehreren	Grünland	1	0
914	beihilfefähigen Kulturarten ohne OGS		0	0
915	Ackerrandstreifen und Blühflächen	Streifen	0	0
918	Mehrjährige Blühstreifen und Blühflächen	Streifen	0	0
919	Mais zur Saatgutvermehrung	Mais	1	0
920	Haus und Nutzgarten		0	0
925	Biotope mit landwirtschaftlicher Nutzung		0	0
927	Flächen mit LPRPflegevertrag	Dauergrünland	0	0
928	Saum und Bandstrukturen Gründüngung im Hauptfruchtanbau f.	Dauergrünland	0	0
941	Ausgleichszul. Erstaufforstung ldw. Flächen gem. VO EG	Leguminosen	1	0
954	Nr. 1257 1999 Grünland Aufforstung nach der	Forst	0	0
956	Einkommensverlustprämie ab 2007	Forst	0	0
960	Dämme und Deiche Pflege aufgegebenen Flächen im Rahmen	Dauergrünland	0	0
961	einer VNSMaßnahme		0	0
980	Sudangras		0	0
981	Pilze unter Glas		0	0
982	Sonstige KUP		0	0
983	Weihnachtsbäume	Forst	0	0
990	alle anderen Flächen Vorübergehende unbefestigte Mieten Stroh Futter und Dunglagerplätze auf		0	0
994	DGL		0	0
995	Forstflächen Waldbodenflächen Vorübergehende unbefestigte Mieten	Forst	0	0
996	Stroh Futter und Dunglagerplätze auf AL		0	0
998	Bodenschutzwald auf Grund Härtefall vorübergehend nicht	Forst	0	0
999	verfügbare Fläche		0	0

Anhang-Tabelle 3: Agrarumweltmaßnahmen (AUM) mit der Zuordnung zu solchen Maßnahmen, die als potenziell fördernde Maßnahmen bewertet wurden. „Potenziell fördernde“ Maßnahmen sind grau schattiert dargestellt und wurden in den Auswertungen verwendet.

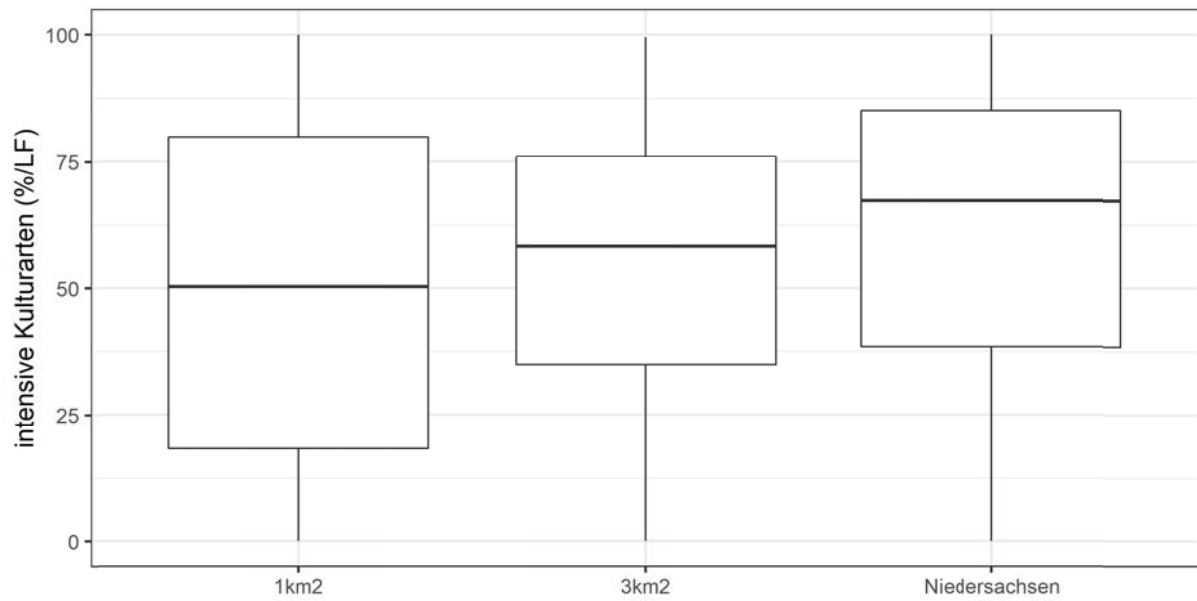
FACHCODE	Beschreibung	AUM
140	10 jährige Stilllegung	X
150	10 jährige Stilllegung mit Anlage und Pflege von Hecken	x
170	20 jährige Stilllegung	x
200	Mulch-/Direktsaat, Direktpflanzverfahren	
210	Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger	
431	KoopNat, Acker, Utb Ackerwildkräuter	x
432	KoopNat, Acker, Utb Vogel- und sonstige Tierarten	x
450	Erschwernisausgleich, NSG	x
752	W 2 Winterharte Zwischenfrüchte oder Untersaaten	
753	W3 Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	
754	W4 Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung nach Raps	
755	Anbau Winterrüben vor Wintergetreide	
430	Koop. Biolog. Vielfalt Acker	x
AL1	Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau	
AL21	A7 Zwischenfruchtanbau bzw. Untersaaten	
250	A7 Zwischenfruchtanbau bzw. Untersaaten	
AL22	W2 Winterharte Zwischenfrüchte oder Untersaaten	
AL3	Cultanverfahren zur Ausbringung von Mineraldünger	
AL4	W4 Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung nach Raps	
AL5	W3 Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	
BB1	KoopNat, Besondere Biotoptypen, Utb Beweidung	x
BB2	KoopNat, Besondere Biotoptypen, Utb Mahd	x
230	A5 einjährige Blühstreifen	x
240	mehrfährige Blühstreifen	x
BS1	A5 einjährige Blühstreifen	x
BS11	Grundförderung Blühstreifen	x
BS12	Strukturreiche Blühstreifen	x
BS2	Mehrfährige Blühstreifen	x
BS3	KoopNat, Tb Acker, Utb Ackerwildkräuter	x
BS4	Mehrfährige Schonstreifen für den Feldhamster	x
BS5	KoopNat, Acker, Utb Vogel- und sonstige Tierarten	x
BS6	KoopNat, Acker, Utb Vogel- und sonstige Tierarten	x
BS7	Grünstreifen zum Schutz gegen Wassererosion und von Gewässern	x
BS71	Erosionsschutzstreifen	x
BS72	Gewässerschutzstreifen	x
BS8	Anlage von Hecken zum Schutz vor Winderosion	x
BS9	Anlage von Hecken für den Wildtier- und Vogelschutz	x
130	Ökologische Anbauverfahren	
BV1	Ökologische Anbauverfahren	
BV11	Ökologische Anbauverfahren	
BV12	Ökologische Anbauverfahren - Zusatzförderung Wasserschutz	
BV2	Emissionsarme Ausbringung von Gülle und Gärresten	
	Ökologischer Landbau – Zusatzförderung Wasserschutz in	
BV3	Kulisse	
101	klimaschonende GL-Bewirtschaftung der gesamten Dgflächen	
120	Extensive Grünlandnutzung	x
121	Extensive Grünlandnutzung - Verringerung der Betriebsmittel	x
122	Extensive Grünlandnutzung - Erhalt wertvoller Glvegetation	x
123	Extensive Grünlandnutzung - Ruhephase & Schonstreifen	x
400	Koop.programm Dauergrünland	x
410	Koop.programm Feuchtgrünland	x
411	KoopNat, Dauergrünland, Utb ergebnisorientiert	x
412	Extensive Bewirtschaftung	x

FACHCODE	Beschreibung	AUM
GL1	Extensive Bewirtschaftung Grünland	x
GL11	Extensive Bewirtschaftung Grünland	x
GL12	KoopNat, Dauergrünland, Utb handlungsorientiert	x
GL2	Einhaltung einer Frühjahrsruhe	x
GL21	Einhaltung einer Frühjahrsruhe Grundförderung Naturschutzgerechte Bewirtschaftung in bestimmten	x
GL22	Schwerpunkträumen des Wiesenvogelschutzes	x
440	Koop.programm Biotoppflege	x
441	KoopNat, Besondere Biotoptypen, Utb Beweidung	x
442	KoopNat, Besondere Biotoptypen, Utb Mahd	x
GL3	Weidenutzung in Hanglagen	x
GL31	Grundförderung Weidenutzung in Hanglagen	x
GL32	Naturschutzgerechte Weidenutzung	x
GL4	KoopNat, Dauergrünland, Utb handlungsorientiert	x
GL5	KoopNat, Dauergrünland, Utb ergebnisorientiert	x
GL51	Artenreiches Grünland - Nachweis von 4 Kennarten	x
GL52	Artenreiches Grünland - Nachweis von 6 Kennarten	x
GL53	Artenreiches Grünland - Nachweis von 8 Kennarten	x
420	Koop.programm Biolog. Vielfalt Gänse	x
421	KoopNat, nordische Gastvögel, Utb Acker	x
422	KoopNat, nordische Gastvögel, Utb Dauergrünland	x
NG1	KoopNat, nordische Gastvögel, Utb Acker	x
NG2	Winterharte Zwischenfrüchte für nordische Gastvögel	
NG3	KoopNat, nordische Gastvögel, Utb Dauergrünland Naturschutzgerechte Bewirtschaftung auf DGL innerhalb	x
NG4	Schwerpunktr. des Wiesenvogelschutzes	x

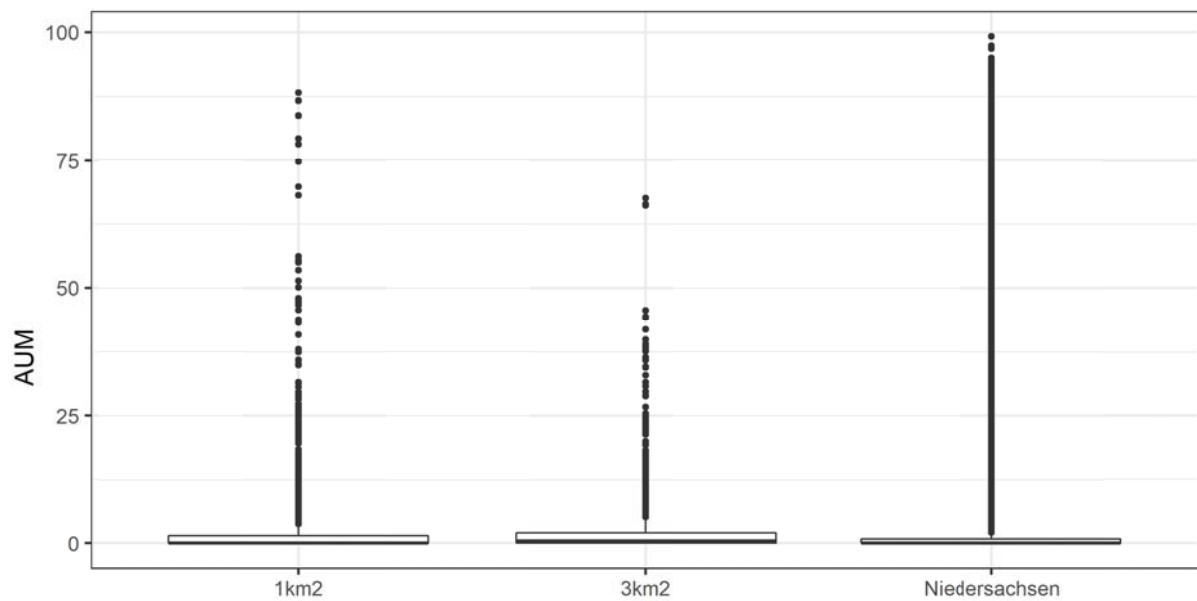
Anhang-Tabelle 4: Liste der Modelle, die in dem Prozess des „model-averaging“ getestet wurden. Dargestellt sind die Prädiktoren. Haupteffekte sind durch ein + getrennt. Interaktionen werden als * oder : dargestellt. Der AICc stellt ein relatives Maß der Modelgüte dar. So ist das oberste Modell das parsimonischste Modell. Damit sind die Modelle gemeint, die die Daten gut erklären können, ohne überflüssige Prädiktoren zu berücksichtigen. Delta stellt die Differenz des AICc Werts zum besten Modell dar. Die obersten drei Modelle (grau schattiert) sind für die Ermittlung der gemittelten Schätzwerte und Signifikanzen genutzt worden (delta AICc <4).

Prädiktoren	AICc	delta
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Region + AUM : Jahr + AUM : Region : Jahr + NATURA 2000	28670,54	0,00
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Jahr + AUM : Jahr + AUM : Region : Jahr + NATURA 2000	28671,26	0,73
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Region + NATURA 2000	28674,29	3,76
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Jahr + int, Ackerkulturen : Region : Jahr + AUM : Jahr + AUM : Region : Jahr + NATURA 2000	28675,43	4,89
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + AUM : Jahr + AUM : Region : Jahr + NATURA 2000	28679,02	8,48
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Region : Jahr + NATURA 2000	28680,53	9,99
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + int, Ackerkulturen + AUM : Jahr + AUM : Region : Jahr + NATURA 2000	28681,02	10,49
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + AUM + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Region : Jahr + NATURA 2000	28681,96	11,42
Jahr * Gilde * Region + NATURA 2000	28682,16	11,62
Jahr * Gilde * Region	28684,12	13,59
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + NATURA 2000	28684,14	13,61
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + NATURA 2000	28684,88	14,34

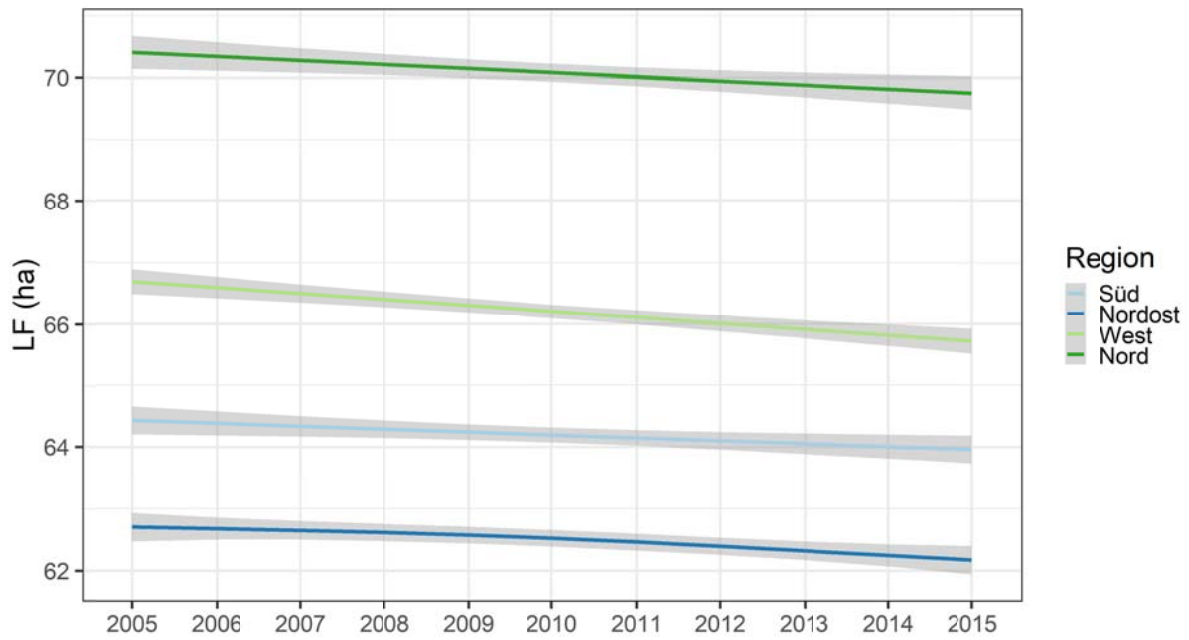
Prädiktoren	AICc	delta
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + AUM + AUM : Region + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Region : Jahr + NATURA 2000	28686,77	16,23
Jahr * Gilde * Region + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + AUM + AUM : Region + AUM : Jahr + int, Ackerkulturen : Region + int, Ackerkulturen : Region : Jahr + NATURA 2000	28688,63	18,09
Jahr * Gilde * Region + AUM + AUM : Region + NATURA 2000	28688,64	18,11
Jahr * Gilde + AUM + NATURA 2000	28695,01	24,47
Jahr * Gilde + int, Ackerkulturen + NATURA 2000	28695,48	24,94
Jahr * Gilde + int, Ackerkulturen + NATURA 2000 + AUM	28697,00	26,47
Jahr * Gilde	28697,08	26,55
Jahr * Gilde + AUM + int, Ackerkulturen + int, Ackerkulturen : Jahr + NATURA 2000	28698,37	27,83
Jahr * Gilde + AUM	28698,90	28,37
Jahr * Gilde + int, Ackerkulturen	28698,94	28,41
Region	28710,20	39,67
Jahr * Region	28714,56	44,02
Gilde	28722,34	51,80
int, Ackerkulturen	28727,91	57,38
AUM	28727,96	57,42
Jahr	28728,03	57,49
Jahr * int, Ackerkulturen	28731,21	60,67
Jahr * AUM	28731,78	61,25



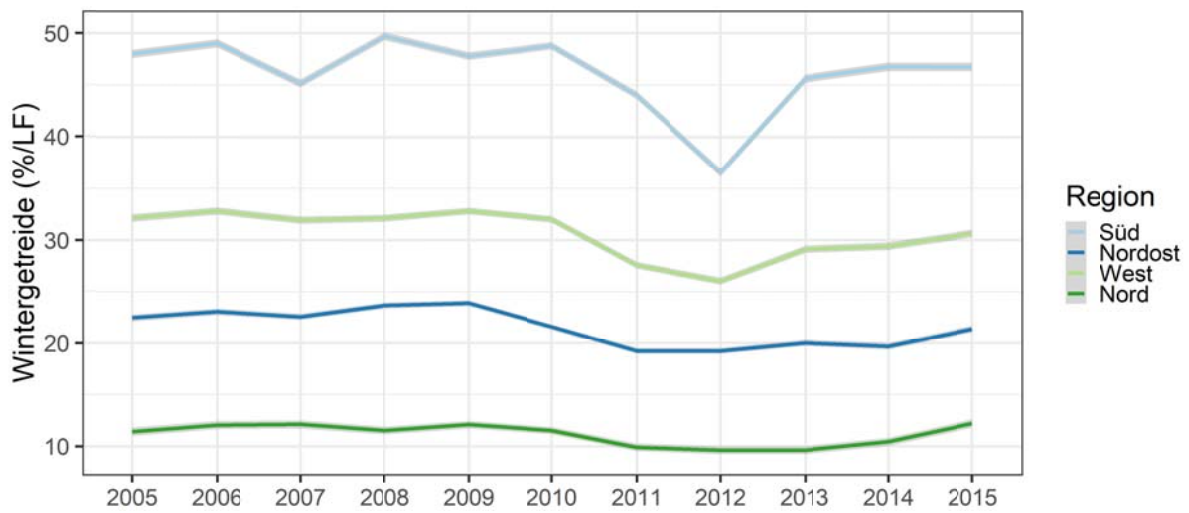
Anhang-Abbildung 1: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Verteilung des Anteils von intensiven Ackerkulturen innerhalb der 1 km² Probeflächen des MhB, der umgebenden Landschaft der Probeflächen (3 km² bzw. 900 ha) und niedersachsenweit (1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche).



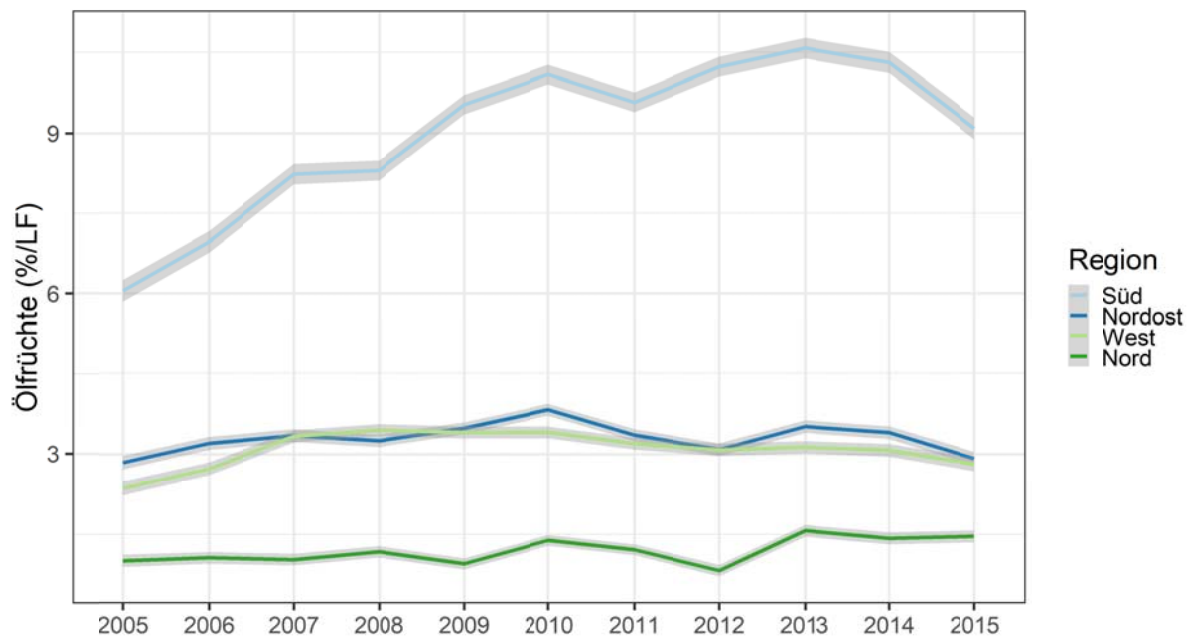
Anhang-Abbildung 2: Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Verteilung des Anteils von Agrarumweltnahmen (AUM) innerhalb der 1 km² Probeflächen des MhB, der umgebenden Landschaft der Probeflächen (3 km² bzw. 900 ha) und niedersachsenweit (1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche).



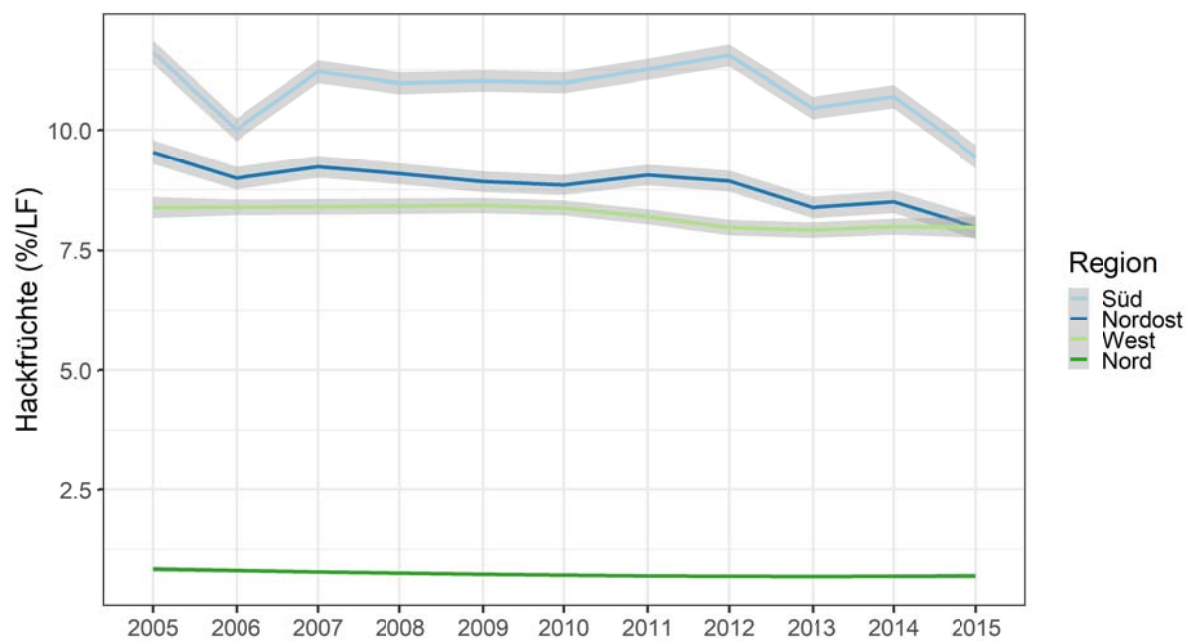
Anhang-Abbildung 3: Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.



Anhang-Abbildung 4: Anteil Wintergetreide im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.



Anhang-Abbildung 5: Anteil Ölfrüchte im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.



Anhang-Abbildung 6: Anteil Hackfrüchte im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.



Anhang-Abbildung 7: Anteil Sommergetreide im Verlauf der Jahre 2005-2015 an den 1 km² Gitterzellen mit >20 % landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) differenziert nach naturräumlicher Region.