

Brutvogelausstattung der Agrarlandschaften Brandenburgs – zwischen Artenreichtum und Artenarmut

Breeding birds survey in agrarian landscapes of Brandenburg – between species richness and poverty

Gerd Lutze, Alfred Schultz, Beatrix Wuntke, Marion Voss, Joachim Kiesel & Karl-Otto Wenkel

Abstract

For the assessment of biodiversity in agrarian landscapes (here in case of breeding birds) an effective, random sampling based monitoring approach was developed. It was practically tested in the federal state of Brandenburg in the years 2005 and 2006. The number of species at 1 km² observation sites ranged between 5 and 41 (mean 22.2) and the number of revers ranged between 21 and 217 (mean 80.3) in the whole Brandenburg above both the years. The enormous variation shows a high potential of species diversity and population abundance on the one hand and extreme poverty on the other hand. The species inventory demonstrates a narrow relation to landscape structure. Methodical experience of this special bird monitoring approach can be also used for creating new survey approaches considering other ecological variables in order to verify the effect of agri-environmental measures as well as to develop new agri-environment programmes at field and landscape level. The approach has proved its usefulness concerning ecological results as well as technical and organizational flexibility.

Keywords: *assessment of biodiversity, agrarian landscapes, random sampling, farm birds inventory, species diversity, landscape structure, Federal State of Brandenburg*

Zusammenfassung

Für die Ermittlung der Biodiversität in Agrarlandschaften (hier am Beispiel der Brutvögel) wurde ein auf stichprobentheoretischer Grundlage basierendes, geschichtetes, großräumiges Monitoring entwickelt und in den Jahren 2005 und 2006 flächendeckend in Brandenburg erprobt. Die Artenzahlen auf den 1 km² Beobachtungsflächen schwankten zwischen 5 und 41 (Mittelwert 22,2) und die Zahl der ermittelten Brutvogelreviere/km² lag zwischen 21 und 217 (Mittelwert 80,3) im gesamten Bundesland Brandenburg über beide Jahre. Diese enorme Streubreite verweist einerseits auf ein hohes Artendiversitäts- bzw. ein hohes Abundanzpotenzial in den Agrarlandschaften und andererseits auf eine große Armut bestimmter Flächen. Die Artenausstattung zeigt eine hohe Bindung an die Landschaftsstrukturen. Die methodischen Erkenntnisse aus dem Brutvogelmonitoring weisen neue Wege zur langfristigen Erfolgskontrolle von Agrar-Umwelt-Maßnahmen und zur Ableitung von effizienten, zielorientierten Agrar-Umwelt-Maßnahmen auf den Produktionsflächen und im Landschaftsmaßstab. Der Monitoring-Ansatz hat sich sowohl hinsichtlich der ökologischen Ergebnisse als auch hinsichtlich der technisch-organisatorischen Durchführbarkeit bewährt.

Schlüsselwörter: Bewertung der Biodiversität, Agrarlandschaften, Stichprobenerhebung, Landschaftsaufnahme und Artenreichtum, Landschaftsstruktur, Bundesland Brandenburg

1 Einführung

Die Agrarlandschaften nehmen im Bundesland Brandenburg mit ca. 57 % der Landesfläche den dominierenden Anteil ein. Obwohl sie vorrangig der Erzeugung von Nahrungsmitteln für die menschliche Ernährung und zunehmend für die Produktion nachwachsender Rohstoffe dienen, bilden sie gleichzeitig Lebensraum für eine große Anzahl freilebender Tier- und Pflanzenarten, so auch für über 50 % der in Brandenburg nachgewiesenen Brutvogelarten. Die Notwendigkeit der gleichzeitigen Nutzung der Produktions- und Lebensraumfunktion führte und führt zu mannigfachen Konflikten. Während einerseits durch Züchtungsfortschritt und hoch produktive Bewirtschaftungstechnologien die landwirtschaftlichen Erträge seit den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts kontinuierlich stiegen, wurde parallel dazu ein dramatischer Rückgang der Abundanzen und Artenzahlen bei Brutvögeln auf dem Agrarland beobachtet. Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland sowie zwischen Boden- und Heckenbrütern (EUROSTAT 2005, GREGORY 2005, SCHWARZ & FLADE 2005, MITSCHKE et al. 2008).

In Folge der enorm gewachsenen Produktionsintensität und der Veränderungen der Landschaftsstruktur haben sich die Lebensraumbedingungen auch für die Brutvogelarten verändert. Dass es auf den Agrarlandschaften bedeutende Rückgänge im Artenbestand und in der Abundanz der häufigsten Arten gegeben hat, ist eindeutig belegt (u. a. VOIGTLÄNDER et al. 2001, GEORGE 2004). Ein „Gegensteuern“ mittels Vertragsnaturschutz bzw. spezieller Agrar-Umwelt-Programme brachte aus verschiedenen Gründen nicht den erhofften Erfolg.

Da einerseits die Landwirtschaft im beträchtlichen Maße aus EU-Mitteln gefördert wird und andererseits die Entwicklung der Biodiversität auch auf dem Agrarland von steigendem Interesse ist, erwachsen den zuständigen Landwirtschaftsministerien des Bundes und der Länder neue Pflichten der fachlichen Berichterstattung gegenüber der EU bezüglich des effizienten und wirksamen Einsatzes der Mittel. Um hierfür eine fundierte Informationsbasis zu schaffen, wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein Forschungsprojekt initiiert, das die Entwicklung eines entsprechenden Monitoringverfahrens und die Definition eines Biodiversitätsindikators zum Ziel hatte. Zur Berichterstattung über die ökologische Qualität der

landwirtschaftlicher Nutzflächen und Agrarlandschaften seitens des BMELV sind fundierte, repräsentative Informationen über die Artenausstattung der regionalen, naturräumlich-differenzierten Agrarlandschaften in Deutschland notwendig. Zur Erreichung dieser Zielstellung wurde ein Monitoring-Ansatz, der die Artenvielfalt am Beispiel der Brutvögel sowie maßgebliche Einflüsse wie Landschaftsstruktur und Bewirtschaftung erfasst, entwickelt und ein Artenvielfaltsindikator für den Agrarraum definiert.

Die Entwicklung und Erprobung des Verfahrens erfolgte in den Jahren 2005 und 2006 im Bundesland Brandenburg und im Jahr 2006 zusätzlich im Bundesland Baden-Württemberg. Die mit dem Monitoringansatz in Brandenburg erreichten Ergebnisse sollen im Folgenden vorgestellt werden.

2 Methodik des Agrarlandschaftsmonitorings

2.1 Monitoringkonzepte und -anforderungen

Für eine repräsentative Einschätzung des ökologischen Zustandes von Agrarlandschaften, z. B. der zeitlichen Entwicklung der Vielfalt von Vogelartengruppen, ist ein stichprobentheoretisch fundiertes Monitoring erforderlich. Der Begriff Monitoring wird im Bereich der Ökologie sehr vielfältig gebraucht. Häufig werden die Begriffe Monitoring, Verbreitungskartierung, Überwachung und Beobachtung synonym verwendet. In Anlehnung an z. B. BÜRGER & DRÖSCHMEISTER (2001), HELLAWELL (1991) oder HINTERMANN et al. (2000) wird unter Monitoring hier die systematische, routinemäßige und kontinuierliche (Dauer-)Erfassung von Biodiversitätsmerkmalen nach einem Überwachungsprogramm mit definierter Zielsetzung und mit standardisierten Methoden, die zu eindeutig reproduzierbaren Ergebnissen führen, verstanden. Zwischen einem Monitoring und einer Verbreitungskartierung besteht ein wesentlicher Unterschied. Ein Monitoring basiert in der Regel auf einer Stichprobenerhebung. Eine Verbreitungskartierung ist die flächendeckende Aufnahme der Präsenz – meist von Arten – in einem definierten Raum (qualitative Rasterkartierung) und in großen zeitlichen Abständen.

In den europäischen Ländern wurden seit den 1990er Jahren Monitoringprogramme für Merkmale der Biodiversität mit steigender Intensität und wachsendem Umfang etabliert. Dennoch ergibt sich ein sehr differenziertes Bild mit meist ungenügend standardisierten und stichprobentheoretisch fundierten Ansätzen (HENRY et al. 2008, LENGYEL et al. 2008, SCHMELLER 2008). Mit dieser Vielfalt werden jedoch integrative Auswertungen und Betrachtungen sehr erschwert. Die Avifauna zählt demgegenüber zu den Objekten, die schon traditionell langfristig beobachtet wurden, aber erst in jüngster Zeit mit zunehmend standardisierten Monitoringverfahren (GREGORY et al. 2005, MITSCHKE et al. 2005). Da die Beobachtungen – ebenfalls traditionell – überwiegend von ehrenamtlich tätigen Ornithologen ausgeführt werden, stehen seltene, besonders schützenswerte und attraktive Arten bzw. Habitate häufig im Vordergrund. Den „Agrararten“ wird weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Für sie gibt es kein spezielles Monitoring. Informationen über sie werden meist aus den allgemeinen Erhebungen herausgezogen (PAPAZOGLU et al. 2004).

Für langfristige ökologische Zustandserhebungen im Rahmen eines Monitorings eignen sich als Stichprobenansatz vor allem:

- systematische oder Rasterstichprobenpläne mit Zufallsstart (Beispiel: Biodiversitätsmonitoring der Schweiz (HINTERMANN et al. 2002)) oder
- geschichtete (stratifizierte) Stichprobenpläne (Beispiel: Brutvogelmonitoring der Normallandschaft Deutschland (STICKROTH et al. 2003, MITSCHKE et al. 2005)).

Beide Typen von Stichprobenplänen weisen Vor- und Nachteile auf. Ein systematischer Stichprobenplan (z. B. Gitternetz) ist einfach, robust und kann verschiedenen Zielstellungen dienen. Stratifizierte Stichprobenpläne mit Zufallsauswahl oder systematischer Auswahl innerhalb der Straten bieten eine bessere Möglichkeit, alle verschiedenen Vorkommensgebiete zu erfassen und dabei Zeit und Kosten der Merkmalserfassung zu senken. Monitoringverfahren auf stichprobentheoretischer Basis erschließen gegenüber anderen empirischen Aufnahmeverfahren prinzipiell die außerordentlich wichtige Möglichkeit der statistisch qualifizierten Hochrechnung der Befunde und liefern somit repräsentative Informationen für das gesamte Betrachtungsgebiet. Sie gestatten aber auch eine Optimierung des finanziellen und personellen Aufwandes im Bezug zur Datenqualität. Deshalb wurde entschieden, ein stratifiziertes Stichprobenverfahren zu entwickeln.

Mit dem Verfahren der „Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS)“ (HOFFMANN-KROLL et al. 1999, DRÖSCHMEISTER 2001) wurde bereits ein deutschlandweiter allgemeiner Ansatz entwickelt, der diesen Anforderungen weitgehend entspricht. Er wird derzeit offenbar aus Kostengründen nicht realisiert, dient jedoch als Basis für das spezielle Brutvogelmonitoring Deutschland des Dachverbands Deutscher Avifaunisten (DDA). Eine Voranalyse mit den für das DDA-Monitoring in Brandenburg ausgewählten Beobachtungsflächen zeigte allerdings, dass die Agrarlandschaften innerhalb der DDA-Monitoringflächen nicht ausreichend repräsentiert werden, und dass das verwendete Aufnahmeverfahren (Linien- oder Schleifenkartierung) die agrarökologischen Auswertungsmöglichkeiten nur eingeschränkt erlaubt. Deshalb wurde entschieden, das hier vorgestellte Brutvogelmonitoring auf Agrarflächen auf der Basis einer eigenen Flächenauswahl zu begründen.

Dass auf geschichtete großräumige Flächenstichproben basierende Verfahren praktisch effektiv umsetzbar sind, bewies die auf vergleichbarer theoretischer Grundlage wie die ÖFS basierende „EDV-gestützte Schaderregerüberwachung“, die für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche der DDR über 15 Jahre durchgeführt wurde (EBERT et al. 1980, TROMMER 1986). Auch wenn bei deren Entwicklung und Betreibung andere Kostenrelationen existierten, wurde das Verfahren mehrmals auf der Grundlage der empirischen Ergebnisse optimiert und effizienter gestaltet, ohne dass sich die statistische Signifikanz der Aussagen verschlechterte (EBERT & LUTZE 1987).

Ein Beispiel für ein gegenwärtig praktisch umgesetztes stichprobenbasiertes Monitoring-Verfahren ist das vom Bundesamt für Umwelt der Schweiz durchgeführte integrative Biodiversitätsmonitoring (BUWAL 2002, 2005).

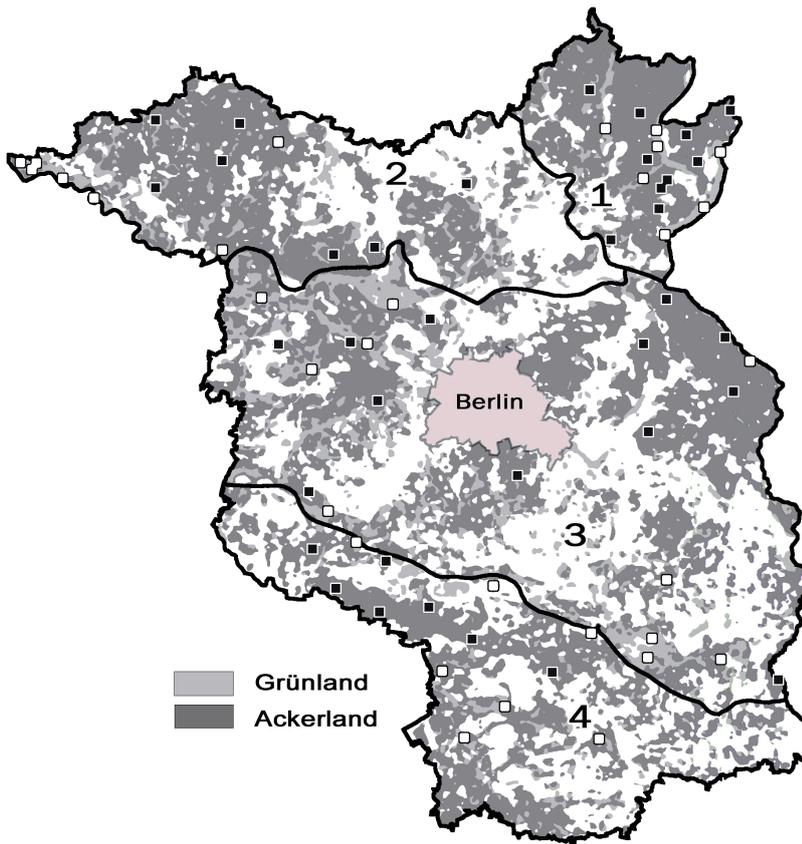


Abb. 1: Stratifizierung des Landes Brandenburg in 4 Straten (1, 2, 3, 4), Verteilung von Ackerland und Grünland und Lage der Beobachtungsflächen in den Straten (weiße Quadrate: Grünland; schwarze Quadrate: Ackerland).

Fig. 1: Stratification of federal state Brandenburg in 4 strata (1, 2, 3, 4), distribution of arable land and grassland and distribution of observation sites in strata (white squares: grassland; black squares: arable land).

2.2 Raum- und Stichprobenkonzept

Für die Realisierung des stratifizierten Stichprobenverfahrens waren zunächst zwei Schritte erforderlich:

- die Bildung von (großräumigen) Straten auf Landesebene auf der Basis einer allgemein akzeptierten naturräumlichen Gliederung und
- die Abgrenzung der Agrarlandschaften, auf denen die Stichprobe zu ziehen ist.

Stratifizierung der Landesfläche

Auf der Grundlage der vorhandenen naturräumlichen Strukturen wurden für das Brutvogelmonitoring auf Agrarflächen in Brandenburg vier Schichten oder Straten ausgegrenzt (Abb. 1). Unter einem Stratum wird dabei ein solcher Teil der Grundgesamtheit verstanden, der in sich als möglichst homogen bezüglich des Erhebungsmerkmals gelten kann. Im konkreten Fall wurde davon ausgegangen, dass vor allem die geomorphologische Vorprägung der Naturräume und die aktuelle Nutzung die Biodiversitätspotenziale prägen (LUTZE et al. 2004).

Die Begrenzung auf vier Straten ist dabei ein Kompromiss zwischen naturräumlich-landschaftlicher Vielfalt und statistisch notwendiger Mindestanzahl von zu kartierenden Beobachtungsflächen innerhalb eines Stratums. Berücksichtigung fanden dabei die Ausstattung der Landschaft mit charakteristischen Strukturelementen als auch die Landnutzungsverteilung. Die gebildeten vier Straten werden in Tabelle 1 beschrieben. Bei der Betrachtung der Landnutzungsverhältnisse in den Straten zeigte sich, dass das „Uckermark“-Stratum mit einem hohen Anteil von Ackerland herausragt.

Bei den drei anderen Straten verteilen sich die Hauptlandnutzungsformen zu relativ gleichen Anteilen. Diese Relationen wiesen bereits darauf hin, dass sich auch die Strukturen der Agrarlandschaften bzw. die Habitatbedingungen für die Brutvögel zwischen den Straten nicht gravierend unterscheiden werden. Daher konnten auch relativ große Straten definiert werden. Dennoch sind die regionale Abhängigkeit vom Landschaftstyp und dessen typbezogene Ausstattung mit Strukturelementen der Agrarlandschaften von wesentlicher Bedeutung. Es mussten sowohl bei dem Stratifizierungskonzept als auch bei der Interpretation der Monitoringergebnisse die regional- bzw. landschaftstypischen Charakteristika Beachtung finden.

Abgrenzung der agrarischen Landnutzung

Entsprechend der Zielstellung mussten im nächsten Schritt der zu untersuchende Hauptlebensraumtyp (Agrarlandschaften) und innerhalb dessen die Lebensraumtypen (Ackerland, Grünland) geometrisch abgegrenzt werden. Aus diesen galt es dann innerhalb der Straten entsprechende Stichproben zu ziehen. Die Abgrenzung der von Acker- bzw. Grünland dominierten Flächen wurde auf der Grundlage der in Brandenburg verfügbaren Geodatenbasis der „Biotoptypenkartierung“ (Daten zur Umweltsituation 1995) mit einem „Moving-Window“-Ansatz realisiert (ISAAKS & SRIVASTAVA 1989).

Zufallsauswahl der Beobachtungsflächen

Der nächste Schritt bestand in der Zufallsauswahl der Beobachtungsflächen. Dafür wurden folgende fachliche und statistische Bedingungen formuliert:

- je Stratum sind mindestens 7 Flächen auszuwählen (statistische Mindestanforderungen),
- die Auswahl erfolgt mit einem Zufallsgenerator,
- als Suchraum wird das vorher abgegrenzte Acker- bzw. Grünland festgelegt und
- die Beobachtungsflächen sind jeweils 1 km² groß (vgl. 2.3 Aufnahmeverfahren).

Für das Ziehen der Beobachtungsflächen war des Weiteren zu beachten, dass ein Abstand von 50 m zum nächsten Hauptlebensraum (z. B. Wald oder Siedlung) eingehalten wird und dass sich die Beobachtungsflächen nicht überschneiden dürfen. Mit diesen Bedingungen sollte sicher gestellt werden, dass die Aufnahmen auf die Agrarlandschaften und nachfolgende Auswertungen und Interpretationen möglichst auf die landwirtschaftlichen Einflüsse konzentriert werden können. Die Konzentration auf die Agrarlandschaft bedeutet aber auch, dass das zu ermittelnde Artenspektrum deutlich auf die „Agrar“-Arten eingeschränkt wird.

Es wurden folgende Beobachtungsflächen ausgewählt und kartiert: 2005 34 Acker- und 29 Grünlandflächen und 2006 35 Acker- und 31 Grünlandflächen. 2006 wurden gegenüber 2005 zwei Flächen getauscht und drei Flächen zusätzlich kartiert. Die räumliche Verteilung der Beobachtungsflächen ist aus Abbildung 1 zu entnehmen.

2.3 Aufnahmeverfahren für Brutvogel- und Zusatzdaten auf den Beobachtungsflächen

Das Aufnahmeverfahren dient sowohl der standardisierten Erfassung von artenspezifischen als auch von zusätzlichen Daten (Landschaftsstruktur und Bewirtschaftungsinformationen) auf den Beobachtungsflächen. Letztere sind notwendig, um Voraussetzungen für die Ursache-Wirkungs-Analysen zu schaffen.

Tab. 1: Natur- und landschaftliche Charakterisierung der Straten.

Tab. 1: *Morphological and landscape characteristics of strata.*

Stratum	Name	Charakterisierung
1	Uckermark (Rückland der Pommerschen Endmoräne)	Gebiet geprägt als becken- und seenreiches Rückland der Pommerschen Haupteisrandlage, des jüngsten Stadiums der Wechseleiszeit; Agrarlandschaften vorrangig Grundmoränenbereiche mit Lehmplatten, teilweise sehr kuppig bzw. flach wellig; weit offene Landschaften, mit bindigen, fruchtbaren Böden und mit teilweise hoher Reliefenergie; hohe Dichte an Ackerhohlformen (Sölle); bevorzugt ackerbauliche Landnutzungen.
2	Prignitz – Ruppiner (Vorland der Pommerschen Endmoräne und Prignitzer Platte)	Gebiet meist sandiges Vorland der Pommerschen Haupteisrandlage mit Decksand-Lehmplatten und Altmoränenbereiche der Prignitzer Platte mit Lehmplatten bis Decksand-Lehmebenen und ebenem Relief.
3	Barnim – Teltow – Havelland (Gebiet der mittelbrandenburgischen Platten und Niederungen)	Gebiet mit großräumigen Platten und Niederungen im mittleren Brandenburg zwischen dem Eberswalder und Baruther Urstromtal; flache Hochflächen mit Decksand-Lehmplatten und Sandplatten; Ackerbauareale minderer Fruchtbarkeit; Niederungen mit größeren Grünlandbereichen auf Niedermoor.
4	Fläming – Niederlausitz (Südlicher Landrücken und sein Vorland)	Gebiet der Altmoränen; Haupthöhenzug des Fläming mit überwiegend Sandplatten und schmalem Sandlößgürtel; Niederlausitz mit Sandniederungen und -ebenen sowie eingestreuten Decksand-Lehmebenen.

Die Aufnahme der Brutvögel erfolgte nach dem avifaunistisch anerkannten Verfahren der flächendeckenden Revierkartierung (DORNBUSCH et al. 1968, FLADE 1994, SÜDBECK et al. 2005). Es wurden im Frühjahr 5 Beobachtungsgänge (von Mitte März bis Mitte Juni) auf den quadratischen 1 km² Flächen absolviert, die revieranzeigenden Merkmale der Vögel aufgenommen und die Ergebnisse in Arbeitskarten verortet. Aus diesen wurde nachfolgend eine Ergebniskarte mit den abgeleiteten Brutvogelrevieren erstellt. Größe, Form und zufällige Allokation der Beobachtungsflächen erwiesen sich mit Blick auf den „Home Range“ der meisten Brutvogelarten als geeignet für die Ermittlung der vorkommenden Vogelarten und Revierdichten.

Gleichzeitig mit den Brutvogelerhebungsdaten wurden auch die angebauten Fruchtarten von den Schlägen auf den Beobachtungsflächen erfasst. Die gleichzeitige Gewinnung von Bewirtschaftungsinformationen, für die spezielle Befragungen der Landnutzer notwendig gewesen wären, konnte jedoch nicht realisiert werden.

2.4 Praktische Erprobung

Die Erprobung des Agrarlandschaftsmonitorings erfolgte in den Jahren 2005 und 2006 mit 21 vertraglich gebundenen und methodisch geschulten Ornithologen. Als Arbeitsgrundlage zur Kartierung wurden Arbeitskarten auf der Basis aktueller, qualitativ hochwertiger Luftbildkarten erstellt. Diese wurden mit Informationen der Landschaftsstrukturen und dem Wegesystem (GIS-Daten aus der Biotoptypen-Kartierung, topographische Daten) und großräumigen Orientierungskarten ergänzt. Die vertragliche Bindung sicherte die Einhaltung eines straffen Zeitplans für den Ablauf der Kartierung und für die Datenübergabe. Die umfangreiche Schulung und die Bereitstellung von detaillierten Kartierunterlagen sicherten einen gleichen Qualitätsstandard der Feldaufnahmen durch die verschiedenen Kartierer.

Nach der Datenübergabe erfolgte unter ornithologisch-fachlicher Kontrolle die Digitalisierung der Erhebungsdaten und ihre Einpflege in die Datenbank. Den großen Digitalisierungs-

aufwand aller Beobachtungsdaten rechtfertigten die flexiblen Analysemöglichkeiten.

2.5 Auswertung der Beobachtungsdaten

Die Brutvogelerhebungsdaten wurden einer intensiven explorativen und konfirmatorischen Datenanalyse unterzogen. Die Ergebnisse werden im Einzelnen in 3. dargestellt.

Die Hauptfragestellungen bezogen sich erstens auf die Untersuchung von statistisch signifikanten Unterschieden in den Artenzahlen zwischen den Landnutzungsformen, den Straten und zwischen den Jahren mittels zweifaktorieller ANOVA und nachfolgenden Mittelwertvergleichen sowie mittels Vergleich von unabhängigen Stichproben. Für beide Beobachtungsjahre (2005, 2006) wurde jeweils eine zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Stratum (vier Faktorstufen) und Landnutzung (zwei Faktorstufen) und der Zielgröße Artenzahl durchgeführt. Für die anschließenden Mittelwertvergleiche der Stufen des Faktors Stratum und der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren wurde der Tukey-Test benutzt. Auf Grund der Stufenanzahl von nur zwei wurde der Mittelwertvergleich der Stufen des Faktors Landnutzung nicht im Rahmen der ANOVA, sondern als separater Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben mittels t-Test durchgeführt. Die Vergleiche der Artenzahlen zwischen den beiden Beobachtungsjahren für die beiden Landnutzungsformen und über alles wurden mit einem t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt.

Zweitens wurde die regionale Differenzierung der Abundanz ausgewählter Arten untersucht. Die Abundanzvergleiche wurden hier auch mittels t-Tests für verbundene Stichproben durchgeführt.

Vor der Anwendung der statistischen Verfahren wurden die notwendigen Verteilungsuntersuchungen und entsprechenden Datenaufbereitungsschritte durchgeführt. ANOVA und Mittelwertvergleiche wurden mit dem Statistikpaket SPSS durchgeführt. Alle konfirmatorischen Analysen wurden mit einem statistischen Fehler 1. Art von 5 % durchgeführt.

Der Test der Brutvogelbeobachtungsdaten (d. h. der Artenzahlen auf den Beobachtungsflächen) auf Normalverteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test. Wird in der folgenden Ergebnisdarstellung auf signifikante oder nicht-signifikante Unterschiede Bezug genommen, ist immer eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % bezogen auf das benutzte statistische Verfahren gemeint.

Schließlich erfolgte eine Hochrechnung der ermittelten Reviervichten und Reviersummen ausgewählter Brutvogelarten für das Ackerland, das Grünland und das gesamte Agrarland im Bundesland Brandenburg.

Zusätzlich zu den statistischen Analysen wurde eine empirische Bildung von typischen Brutvogelgilden vorgenommen.

3 Ergebnisse der Brutvogelaufnahmen

3.1 Allgemeine Brutvogelausstattung der Agrarlandschaften Brandenburgs

Auf den Beobachtungsflächen wurden insgesamt 125 (2005) bzw. 117 (2006) Brutvogelarten erfasst. Zählt man die registrierten Nahrungsgäste und „Überflieger“ hinzu, steigen die Artenzahlen auf 161 (2005) bzw. 159 (2006). In Relation zu den ca. 220 Brutvogelarten, die in Brandenburg insgesamt nachgewiesen sind, unterstreicht dies die große Bedeutung der Agrarlandschaft als Brutvogellebensraum. Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Mittelwerte der je Beobachtungsfläche erfassten Brutvogelarten und Reviersummen (Abundanz) in den Untersuchungsjahren.

Entsprechend der Erwartung weist das Grünland in beiden Untersuchungsjahren statistisch gesichert mehr Arten und Reviere auf als das Ackerland. Zwischen den Untersuchungsjahren konnten keine signifikanten Unterschiede in den Brutvogelarten- und Reviierzahlen ermittelt werden. Des Weiteren konnten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Straten insgesamt und keine signifikanten nutzungsbezogenen Unterschiede zwischen den Straten ermittelt werden.

In Abbildung 2 wird die Abundanz der 25 häufigsten beobachteten Brutvogelarten auf dem Ackerland als Summe aller Reviere aller Beobachtungsflächen (Mittelwert aus den Jahren 2005 und 2006) wiedergegeben. Die Feldlerche (*Alauda arvensis*) ist mit Abstand der häufigste Brutvogel in den Agrarlandschaften Brandenburgs. In der Regel dominieren relativ wenige Arten. Aus Abbildung 3 sind die häufigsten Arten des Grünlandes ersichtlich. Hier dominiert ebenfalls die Feldlerche mit Abstand zu den nachfolgenden „Grünland“-Arten bzw. den Arten der Feuchtgebiete.

Die Artenzahl je Beobachtungsfläche schwankte zwischen 5 und 41 (2005 und 2006) (Tab. 2). Die Zahl der ermittelten Reviere/km² lag zwischen 21 und 217 (Mittelwert 80,3 von

Tab. 2: Brutvogelarten und Reviersummen (Mittelwert je 1 km² Beobachtungsfläche) im Bundesland Brandenburg.

Tab. 2: Breeding bird species and territory sum (average per 1 km² observation site) in federal state Brandenburg.

Jahr	Brutvogelarten		Reviersumme aller Arten	
	Mittelwert je Fläche	Min. / Max.	Mittelwert je Fläche	Min. / Max.
2005				
Agrarland	21,7	5 / 41	77,7	23 / 217
Ackerland	19,7	5 / 40	70,3	23 / 149
Grünland	24,1	8 / 41	86,4	30 / 217
2006				
Agrarland	22,6	5 / 41	82,9	21 / 178
Ackerland	19,8	5 / 39	74,3	26 / 178
Grünland	25,8	8 / 41	91,9	21 / 172

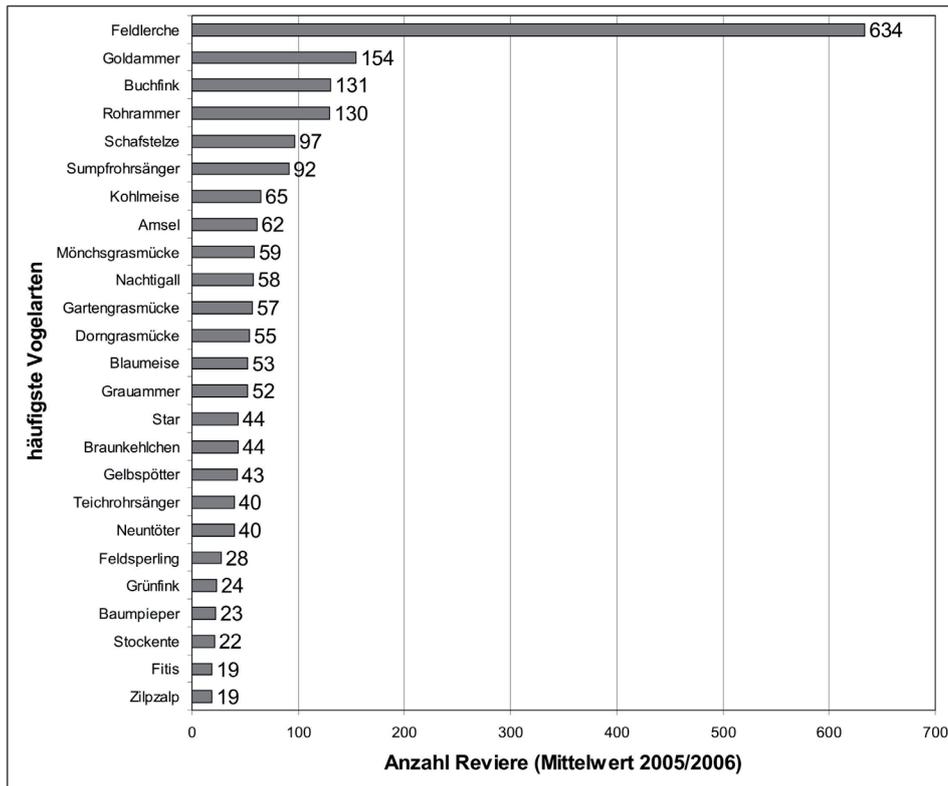


Abb. 2: Mittlere Revierhäufigkeit der meist verbreiteten Brutvogelarten auf den Beobachtungsflächen des Ackerlandes in den Jahren 2005 und 2006.

Fig. 2: Average of territory abundance of most distributed breeding bird species at observation sites of arable land in 2005 and 2006.

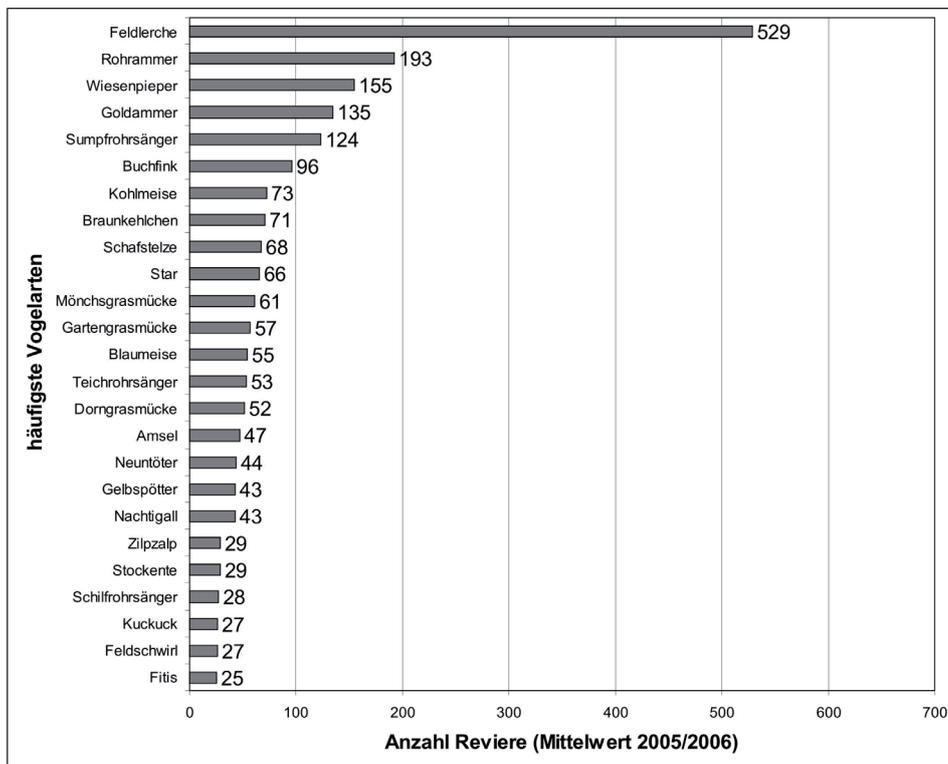


Abb. 3: Mittlere Revierhäufigkeit der meist verbreiteten Brutvogelarten auf den Beobachtungsflächen des Grünlandes in den Jahren 2005 und 2006.

Fig. 3: Average of territory abundance of most distributed breeding bird species at observation sites of grassland in 2005 and 2006.

2005 und 2006). Die enorme Spannweite verweist einerseits auf ein hohes Artendiversitäts- und Abundanzpotenzial der Agrarlandschaften, zeigt andererseits aber offenbar auch erhebliche Unterschiede in der konkreten Habitatqualität.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass aus methodischen Gründen bestimmte Arten der Agrarlandschaft nicht oder nur ungenügend erfasst werden. Das betrifft z. B. die Arten mit großem Raumanspruch, wie Greifvögel, Weißstorch (*Ciconia ciconia*) und Kranich (*Grus grus*).

Neben den Informationen zum Artenspektrum und zur Abundanz der häufigsten Arten (Rangfolge) ist die Stetigkeit des Artenvorkommens auf den Beobachtungsflächen (Stetigkeit der räumlichen Verteilung) ein bedeutsames Kriterium für die Auswahl von Indikatorarten.

Abbildung 4 zeigt die Stetigkeitsverhältnisse für Ackerland und Grünland. Stetigkeit ist hier ausgedrückt als Anteil der durch die jeweilige Art besetzten Beobachtungsflächen. Über die Zeit sollte sich eine gewisse Stabilität einstellen. Für die Auswahl als typische Indikatorart für eine Region sollte diese auf mindestens 70 % der Beobachtungsflächen vorkommen.

3.2 Regionale Differenzierungen der Brutvogelausstattung der Agrarlandschaften Brandenburgs

Die regionale Rangfolge von 10 häufigen Arten ist in Abbildung 5 dargestellt. Prinzipiell zeigt sich eine relative Ausgeglichenheit im Artenspektrum und in der Rangfolge der Arten zwischen den Regionen (Straten).

Dennoch fällt auf, dass in den einzelnen Gebieten einzelne Arten herausragen. So zeigt die Feldlerche im Stratum 2 (Prignitz-Ruppin) auf dem Grünland zwar eine höhere Abundanz als in den übrigen Regionen. Der Unterschied konnte allerdings statistisch nicht gesichert werden. Im Stratum 1 (Uckermark) weist die Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*) auf dem Grünland statistisch signifikant die höchste Abundanz auf. Hier bestehen klare ökologische Bezüge zum Vorkommen von Feldsöllen, die das Haupthabitat der Rohrammer bilden. Die Feldsölle kommen in besonders großer Dichte in den Agrarlandschaften der Uckermark vor. Zu registrieren sind die höhere Abundanz der Schafstelze (*Motacilla flava*) im Stratum 2 auf dem Acker- und dem Grünland, jedoch ohne statistische Signifikanz. Auch die erhöhte Dichte des Wiesenpiepers (*Anthus pratensis*) in der Uckermark konnte nicht statistisch gesichert werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Signifikanztests für die hier diskutierten vier Arten weder zwischen den Regionen, den Jahren, den Nutzungsarten noch in der Kombination signifikante Unterschiede zeigten. Die einzige Ausnahme bildet die höhere Abundanz der Rohrammer im Stratum 1 im Vergleich zu den Straten 2, 3 und 4. Die in der Abbildung 4 ersichtlichen Differenzen waren statistisch nicht zu sichern.

3.3 Flächenbezogene Hochrechnung der Brutvogelbestände

Das mittels stratifiziertem Stichprobefahren angelegte Brutvogelmonitoring ermöglicht die Hochrechnung der

standardisiert erfassten Einzelmerkmale, im vorliegenden Fall die landesweite Hochrechnung der Revierzahlen. Die Hochrechnung erfolgt zunächst für die Lebensräume Acker und Grünland. Es wurde folgendermaßen vorgegangen. Aus den Mittelwerten der Revierzahlen einer Art je Stratum wurde der flächengewichtete Mittelwert jeweils für Ackerland und für Grünland kalkuliert. Aus den Standardabweichungen der Revierzahlen je Stratum wurde dann die flächengewichtete gepoolte Standardabweichung des Mittelwertes ermittelt. Aus geschätztem Mittelwert und gepoolter Standardabweichung des Mittelwertes wurde das 95 %-Konfidenzintervall berechnet. Die Ergebnisse der Schätzung der Abundanzwerte für 10 ausgewählte Brutvogelarten der Brandenburger Agrarlandschaften enthält die Tabelle 3. Aus der Tabelle sind sowohl die mittleren Revierzahlen als auch die flächengewichtete Hochrechnung der Brutrevierzahlen für die Lebensräume Acker- und Grünland einschließlich der unteren und oberen Grenze der 95 %-Konfidenzintervalle zu ersehen. Die Ermittlung der Revierzahlen für Brandenburg erfolgte schließlich durch Multiplikation der beobachtungsflächenbezogenen Schätzwerte mit der landesweiten Fläche.

Für die häufigste Brutvogelart, die Feldlerche, wurde für Ackerland eine mittlere Siedlungsdichte von 20,7 +/- 2,9 (2005) und 22,0 +/- 3,0 (2006) sowie für Grünland von 17,5 +/- 4,2 (2005) und von 18,1 +/- 4,3 (2006) bezogen jeweils auf 1 km² ermittelt. Die in beiden Jahren geringeren Werte für das Grünland gingen mit einer höheren Konfidenzintervallbreite einher. Bezogen auf die gesamte Agrarlandfläche des Bundeslandes Brandenburg ergaben sich Hochrechnungswerte von 304 083 (2005) und 320 576 (2006) Revieren. Damit wurden wesentlich geringere Revierzahlen errechnet, als sie in der Avifauna Brandenburgs (ABBO 2001) angegeben wurden. Die Schätzung aus der Avifauna basiert auf Erhebungen aus dem Jahr 2001 und seitdem ist der Feldlerchenbestand in Mitteleuropa – nachweislich auch in Deutschland – weiter deutlich abgesunken (SCHWARZ & FLADE 2005, GREGORY 2006, SUDFELDT et al. 2007).

Allerdings basierten die Schätzungen für die Avifauna Brandenburgs noch nicht auf einem statistisch fundierten Erhebungsverfahren, so dass sie nicht direkt mit den hier ermittelten Werten von 2005 und 2006 in einer Zeitreihe betrachtet werden können. Auch erlauben die Erhebungen aus den Jahren 2005 und 2006 selbst keine Trendaussagen. Die geschätzte Populationsgröße kann jedoch für diesen Zeitraum als zuverlässig gelten, da mit dem genutzten Stichprobefahren im Wesentlichen die Lebensräume der Feldlerche einbezogen wurden.

Stabile Schätzwerte wurden auch für die Goldammer ermittelt. Unterschiede zwischen den Jahren und den Nutzungsarten sind statistisch nicht signifikant.

3.4 Brutvogelgilden und Lebensraumgliederung

Um Gruppen von Brutvogelarten mit ähnlichen Lebensraumansprüchen zu bilden und damit eine artübergreifende Betrachtung zu ermöglichen, wurden im Anschluss an die statistische Auswertung drei typische Brutvogelgilden empirisch definiert (vgl. WAWRZYŃIAK et al. 2006).

Gilde 1 – enthält Arten, die auf Arealen brüten, die „frei von Landschaftsstrukturelementen“ sind (z. B. auf Äckern).

Der für diese Areale häufig gebrauchte Begriff „strukturlos“ ist eigentlich nicht zutreffend, denn auch auf den freien, offenen Äckern oder Grünlandflächen sind Strukturen in Form der verschiedenen Bestände der Feldkulturen während der Anbauperiode vorhanden. Deshalb wurde hier zutreffender der Begriff „frei von Landschaftsstrukturelementen“ gewählt. Markante Vertreter dieser Gilde sind die Feldlerche und die Schafstelze.

Gilde 2 – enthält Arten, die an Landschaftsstrukturelemente gebundenen sind (Hecken- und „Strukturbewohner“).

Als markante Landschaftsstrukturelemente werden in den Jungmoränenlandschaften z. B. Sölle bzw. Ackerhohlformen vergesellschaftet mit Büschen und Baumgruppen, anders gestaltete Flurgehölze und seltener auch Streusiedlungen verschiedener Ausprägung angetroffen (LUTZE et al. 2006).

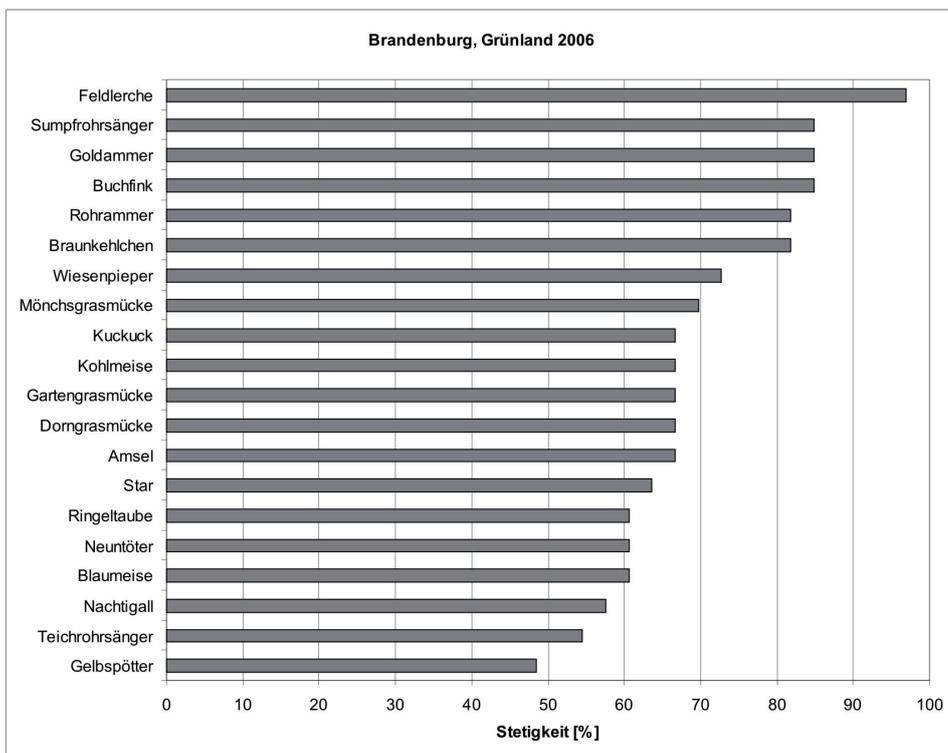
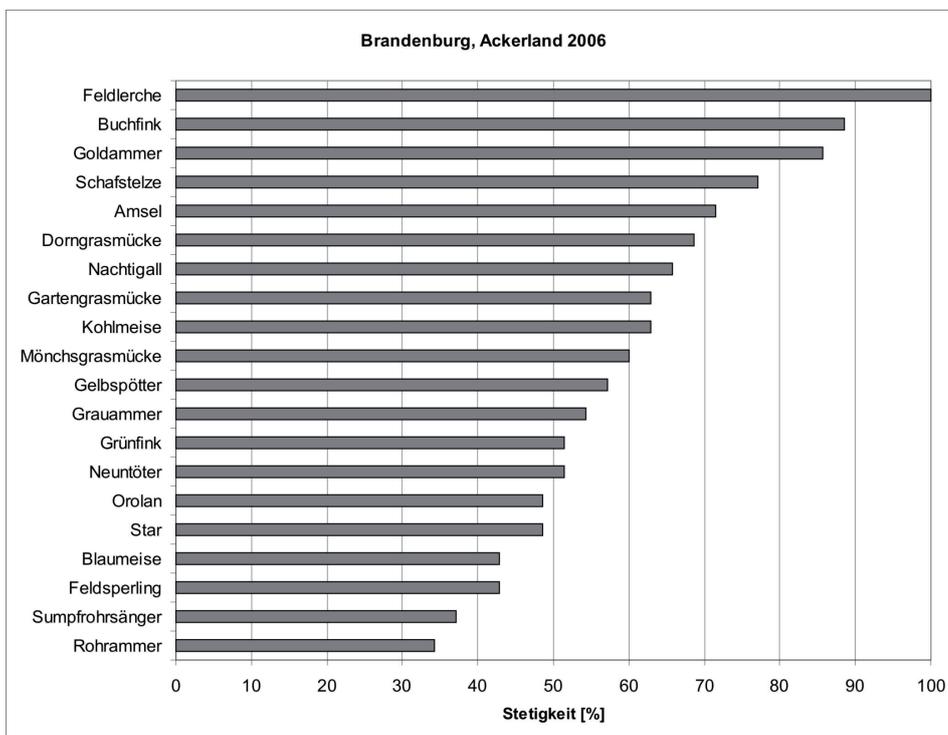


Abb. 4: Stetigkeit der Arten auf Acker- und Grünland (2006).

Fig. 4: Frequency of species at arable and grassland (2006).

Die charakteristischen Brutvogelvertreter dieser Gilde sind die Goldammer, die Dorngrasmücke, der Sumpfrohrsänger u. a. (vgl. Tab. 4). Diese Gilde kann weiter untergliedert werden in Arten, die gehölzdominierte, gewässerdominierte oder siedlungsdominierte Areale der Agrarlandschaft besiedeln.

Gilde 3 – enthält die Arten der „Großvögel“ der Agrarlandschaft.

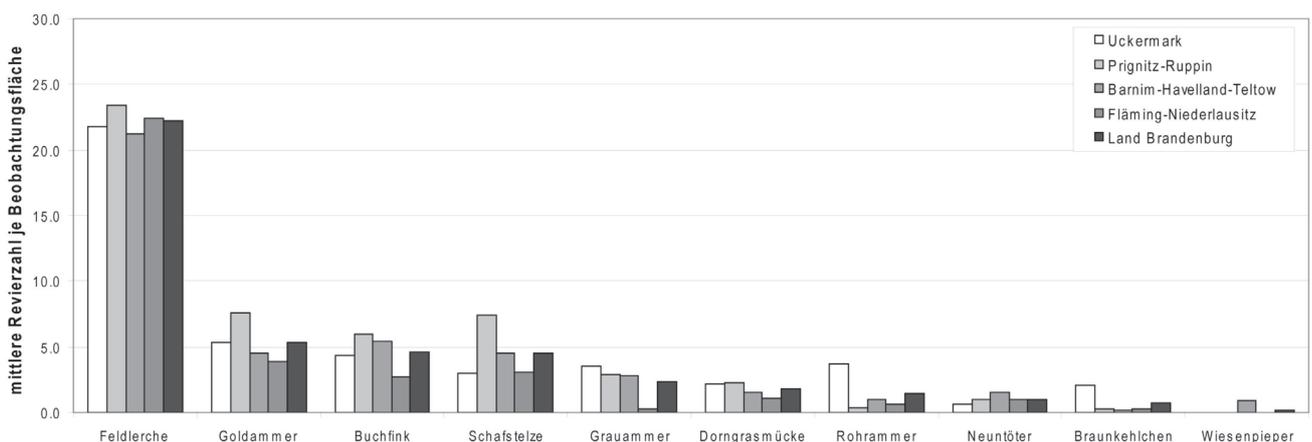
Diese Gilde der Brutvögel wird mit der verwendeten Methode der Revierdichtekartierung nur unzureichend erfasst, da der „home range“ dieser Arten in der Regel über das Gebiet der abgegrenzten Untersuchungsflächen hinausgeht und die Horststandorte sich meist nicht auf den Beobachtungsflächen, sondern auf angrenzenden Arealen befinden. Als charakteristische Vertreter für das Untersuchungsgebiet können der Kranich, der Weißstorch und die Greifvogelarten Habicht (*Accipiter gentilis*), Mäusebussard (*Buteo buteo*), Rotmilan (*Milvus milvus*), Schleiereule (*Tyto alba*) und Fischadler (*Pandion haliaetus*) angeführt werden.

Die Analyse des Vorkommens und der Häufigkeit von Arten belegt des Weiteren eine grundlegende Differenzierung der Artenausstattung für Grünland und Ackerland (vgl. Abb. 2

und 3). Deshalb wurden diese Lebensräume nach ihrer landschaftsstrukturellen Ausstattung in weitere Teillebensräume unterteilt (Abb. 6) und damit der Hauptlebensraum Agrarland (vgl. Gliederung der Hauptlebensräume im Brutvogelmonitoring der Normallandschaft nach ACHTZIGER et al. 2004) detailliert untersetzt. Aus ornithologischer Sicht wäre gewiss eine noch weitergehende Differenzierung denkbar, aus pragmatischer Sicht der Indikatorenentwicklung und unter Beachtung der realen Datenmengen ist jedoch eine weitere Untergliederung vorerst nicht angebracht.

Die vorgenommene Gildebildung bietet einen klaren landschaftsökologischen Zugang zur gezielten Analyse von Veränderungen in der Agrarlandschaft und ihrer Auswirkungen auf bestimmte Artengruppen. Die Arten der Gilde 1 unterliegen unmittelbar den Einflüssen der landwirtschaftlichen Anbau- und Bewirtschaftungssysteme. Die Arten der Gilde 2 hingegen werden eher von der Ausstattung mit Landschaftsstrukturelementen (d. h. deren Komposition und Konfiguration) beeinflusst. Somit bieten sich gildenbezogene Ansätze für Entwicklungs- bzw. Fördermaßnahmen an.

Ackerland - 2006



Grünland - 2006

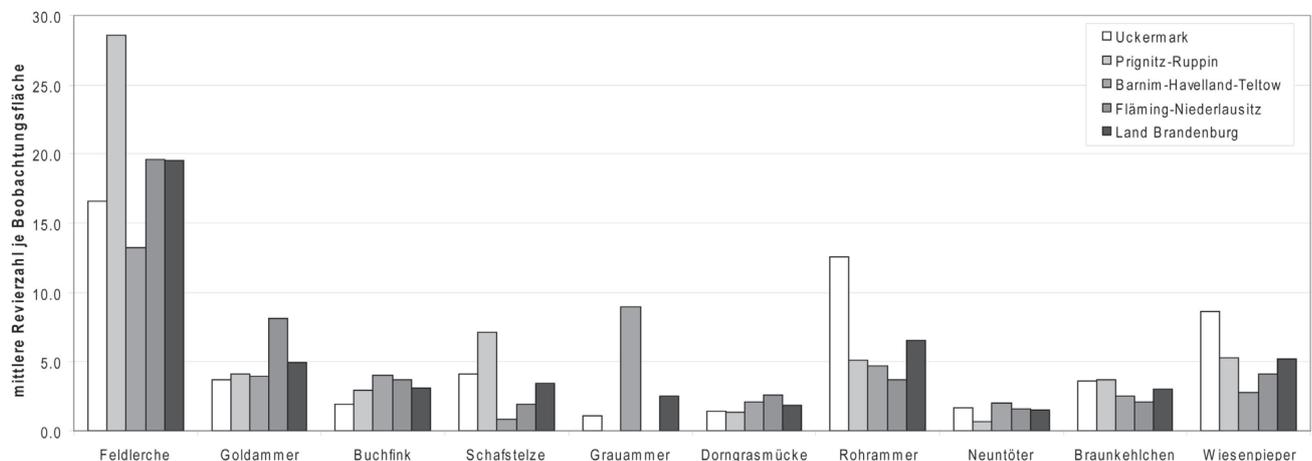


Abb. 5: Auftreten von 10 häufigen Arten in den Regionen des Landes Brandenburg (2006).

Fig. 5: Ranking of 10 most abundant species in regions in federal state Brandenburg (2006).

Tab. 3: Hochrechnung der Revierdichte und Reviersummen ausgewählter Brutvogelarten für das Agrarland im Bundesland Brandenburg (2005 und 2006 – Flächenbasis: Ackerland: 1 040 313 ha, Grünland: 505 241 ha und Agrarland: 1 545 554 ha)

Tab. 3: *Estimation of territory density and territory sums selected breeding bird species at arable land in federal state Brandenburg (2005 and 2006 – reference area: arable land: 1 040 313 ha, grassland: 505 241 ha and agrarian land: 1 545 554 ha).*

Vogelart	Jahr	Ackerland						Grünland						Agrarland	
		Reviere je km ²			Reviere insgesamt			Reviere je km ²			Reviere insgesamt			Reviere je km ²	Reviere insgesamt
		min.	Mittel	max.	min.	Mittel	max.	min.	Mittel	max.	min.	Mittel	max.		
Feldlerche	2005	17,8	20,7	23,6	185 592	215 761	245 930	13,3	17,5	21,7	67 045	88 316	109 587	38,2	304 077
	2006	19,0	22,0	25,0	197 659	228 973	260 286	13,8	18,1	22,5	69 572	91 499	113 427	40,1	320 472
Goldammer	2005	4,4	6,0	7,5	45 774	62 107	78 440	3,0	4,6	6,2	15 107	23 292	31 477	10,6	85 398
	2006	3,8	5,1	6,4	39 220	53 056	66 892	3,1	4,7	6,3	15 511	23 595	31 679	9,8	76 651
Rohrhammer	2005	0,4	1,3	2,3	3 849	13 732	23 615	4,7	6,2	7,8	23 544	31 426	39 308	7,5	45 158
	2006	0,3	1,2	2,1	2 705	12 068	21 430	3,9	5,5	7,1	19 502	27 637	35 771	6,6	39 704
Buchfink	2005	3,6	5,3	7,0	37 763	55 345	72 926	1,9	3,6	5,2	9 650	18 037	26 424	8,9	73 382
	2006	3,5	4,8	6,1	35 995	49 831	63 667	1,8	3,5	5,2	8 842	17 481	26 121	8,3	67 312
Schafstelze	2005	1,8	3,2	4,6	18 518	32 978	47 438	0,7	1,7	2,8	3 638	8 791	13 945	4,9	41 769
	2006	2,8	4,7	6,5	29 337	48 479	67 620	1,1	2,8	4,4	5 457	13 945	22 433	7,4	62 423
Grauammer	2005	1,2	2,2	3,2	11 964	22 679	33 394	-	0,5	1,1	-	2 425	5 305	2,7	25 104
	2006	1,3	2,4	3,5	13 420	24 863	36 307	-	0,6	1,2	-	2 880	6 113	3,0	27 743
Dorngrasmücke	2005	1,1	1,7	2,3	11 443	17 685	23 927	0,7	1,7	2,8	3 335	8 741	14 147	3,4	26 426
	2006	1,2	1,7	2,2	12 796	17 789	22 783	1,2	1,9	2,7	5 810	9 751	13 692	3,6	27 541
Wiesenpieper	2005	-	0,0	0,0	-	104	416	3,0	4,9	6,8	15 157	24 656	34 154	4,9	24 760
	2006	0,0	0,0	0,0	416	416	416	2,5	4,2	6,0	12 378	21 271	30 163	4,3	21 687
Neuntöter	2005	0,6	1,2	1,7	6 450	12 276	18 101	0,6	1,5	2,3	3 234	7 528	11 823	2,7	19 804
	2006	0,6	1,1	1,7	6 554	11 860	17 165	0,8	1,6	2,4	4 092	8 134	12 176	2,8	19 994
Braunkehlchen	2005	0,2	0,5	0,7	2 289	4 994	7 698	1,1	2,1	3,2	5 406	10 762	16 117	2,6	15 755
	2006	0,2	0,5	0,8	1 873	5 098	8 323	1,8	2,8	3,9	8 892	14 298	19 704	3,3	19 396

Tab. 4: Ausgewählte Brutvogelarten für die gildenbasierte Indikatorermittlung.**Tab. 4:** *Selected breeding bird species for gild based indicator construction.*

Lebensraum	Teillebensraum	Vogelarten	Rang (Häufigkeit)	Stetigkeit [%]
Ackerland	offene Areale (Produktionsfläche Acker)	Feldlerche	1	100,0
		Schafstelze	4	77,1
		Graumammer*	6	54,3
	gehölzdominierte Areale	Buchfink	3	88,6
		Dorngrasmücke	14	68,6
		Goldammer	2	85,7
		Nachtigall	7	57,6
		Neuntöter	16	51,4
		Ortolan*	18	48,6
	gewässerdominierte Areale	Mönchsgrasmücke	10	60,0
		Nachtigall	7	65,7
		Rohrammer	9	34,3
		Sumpfrohrsänger	5	37,1
	siedlungsdominierte Areale	Blaumeise	17	42,9
		Kohlmeise	13	66,7
Star		15	77,1	
Grünland	offene Areale (genutzte Grünlandareale)	Feldlerche	1	97,0
		Schafstelze	6	42,4
		Wiesenpieper	4	72,7
	gehölzdominierte Areale	Buchfink	7	84,8
		Dorngrasmücke	13	66,7
		Goldammer	3	84,8
		Nachtigall	17	57,6
		Neuntöter	19	60,6
	gewässerdominierte Areale	Mönchsgrasmücke	12	69,7
		Nachtigall	17	57,6
		Rohrammer	2	81,8
		Sumpfrohrsänger	5	84,8
		Teichrohrsänger	11	54,6
	siedlungsdominierte Areale	Blaumeise	16	60,6
		Kohlmeise	10	62,9
Star		8	42,4	

(Eine mit * gekennzeichnete Art ist nur regional verbreitet und kommt für bundesweite Bewertungen nicht infrage.)

3.5 Landschaftsstruktur und Brutvogelausstattung

Die Erhebungsdaten auf den Beobachtungsflächen belegen eine enge Beziehung zwischen Artenausstattung und der naturräumlich vorgeprägten und landnutzungsseitig beeinflussten Landschaftsstruktur. Reichtum an Strukturelementen ermöglicht auch in der Agrarlandschaft eine hohe Artenvielfalt. So sind die Artenspektren auf den Beobachtungsflächen auch ein Ausdruck der differenzierten Strukturausstattung. Abbildung 7 veranschaulicht z. B. die Beziehung zwischen Flächenanteil von Landschaftsstrukturelementen und Revierzahl der Gilde „Gehölzstrukturbewohner im Ackerland“.

4 Diskussion

4.1 Diskussion des methodischen und organisatorischen Ansatzes

Mit dem vorgestellten Monitoringansatz wurde ein Beobachtungsverfahren entwickelt und erprobt, das weitgehend stichprobentheoretischen und ornithologisch fachlichen Erfordernissen entspricht als auch über den Flächenbezug der

Vogelaufnahmen (Einzelbeobachtung, abgeleitete Reviere) mit Standort- und Nutzungs- bzw. Bewirtschaftungsinformationen integrative Analysemethoden ermöglicht, wie sie z. B. von HENRY et al (2008) für standardisierte Biodiversitätsmonitorings gefordert werden. Potenziell ermöglicht das Monitoring auch die Aufnahme weiterer Agrar-Umweltmerkmale auf den Beobachtungsflächen, um z. B. der Notwendigkeit der ELER-Verordnung (ELER 2006) zum Nachweis der Wirkung von Agrar-Umweltmaßnahmen auf Biodiversitäts- und Umweltmerkmale zu entsprechen, die derzeit noch mangelhaft entwickelt sind.

Insgesamt wurde eine effiziente Organisation zur Implementierung des Monitorings von der Vorbereitung (Flächenauswahl, Kartierunterlagen, Bindung von Kartierern), der unmittelbaren Durchführung der Feldaufnahmen und der anschließenden Auswertung aufgebaut, die sich in den zwei Jahren bewährte.

Der methodische Ansatz des Brutvogelmonitorings auf Agrarflächen in Brandenburg ist dem „Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands“ (MITSCHKE et al. 2005) ähnlich. Allerdings ist als Bezugsraum (Grundgesamtheit) das Agrarland mit den Lebensräumen der Acker- und Grün-

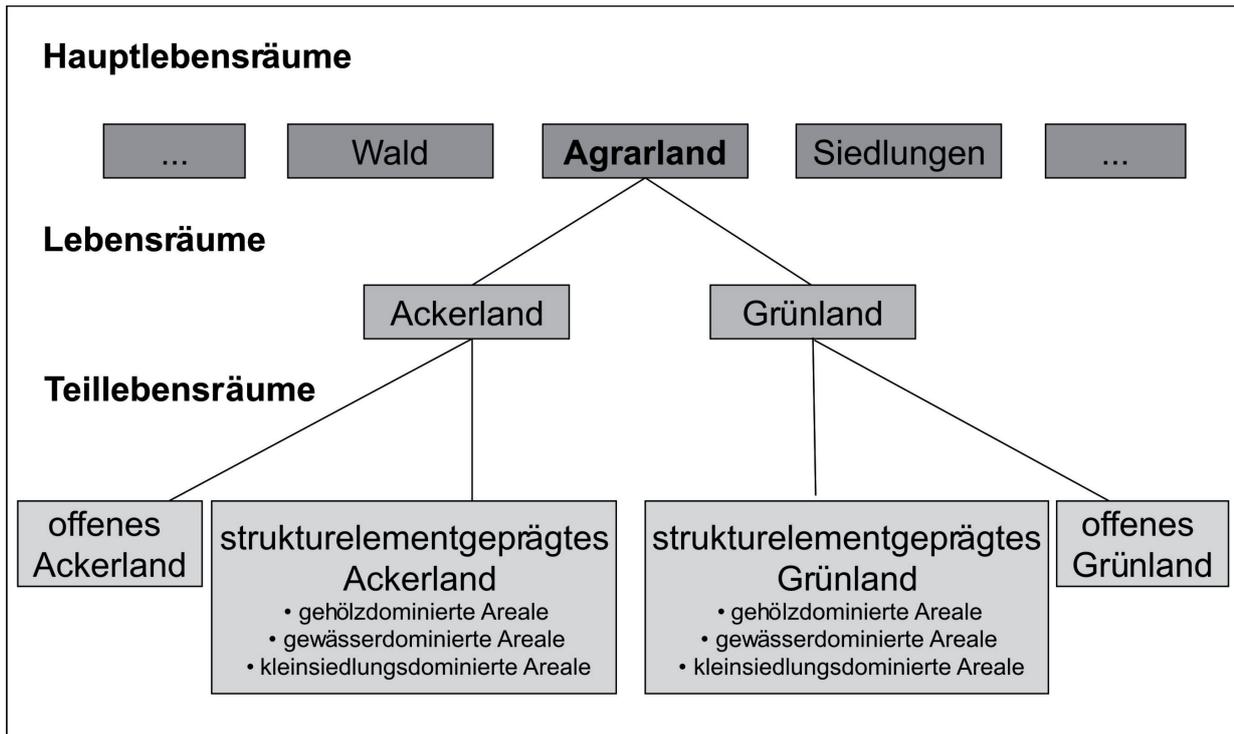


Abb. 6: Gliederung des Hauptlebensraumes Agrarland in Teillebensräume.

Fig. 6: Structuring of the main habitat farmland into partial habitats.

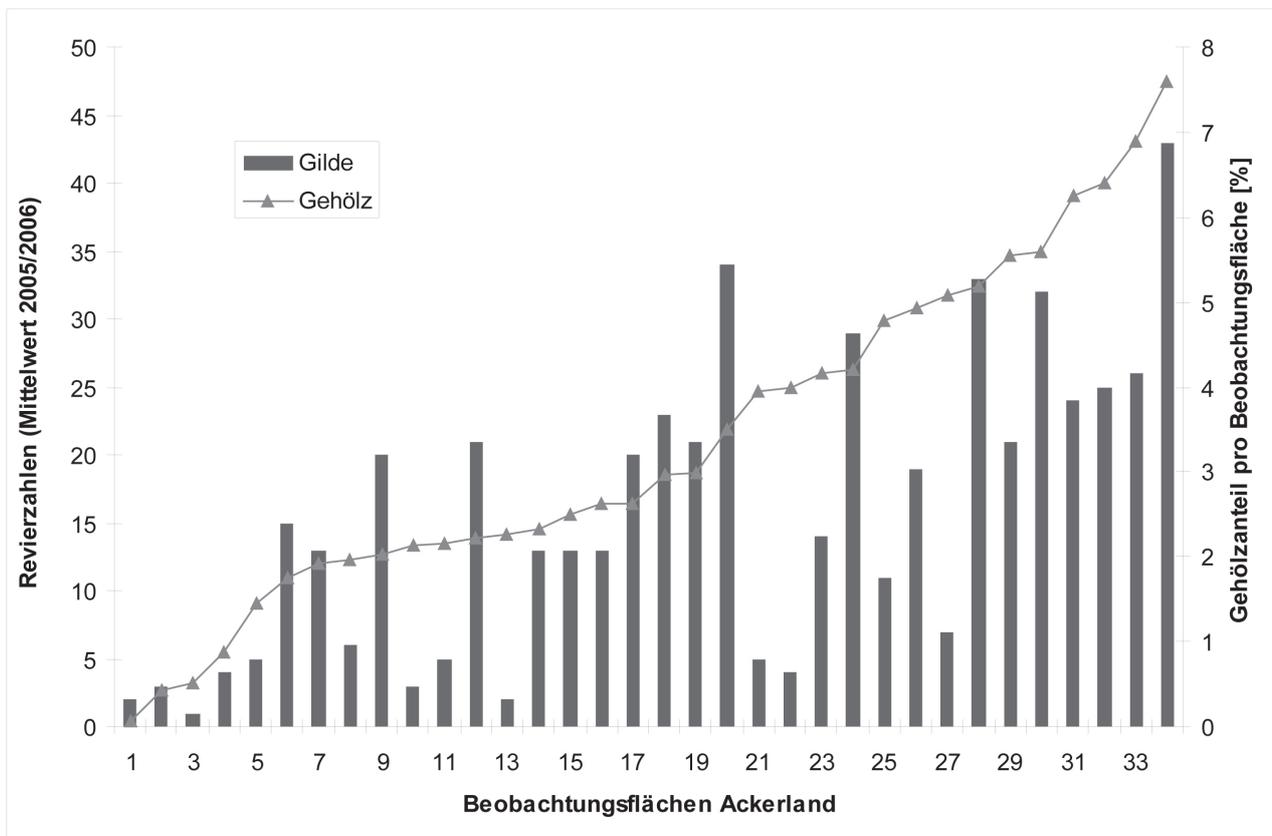


Abb. 7: Beziehung zwischen dem Gehölzanteil je Untersuchungsfläche und der Reviersumme der Gilde „Gehölzstrukturbewohner im Ackerland“.

Fig. 7: Relationship between percentage of wood areas per observation site and territory sum of guild "in landscape structure areas living species at arable land".

land dominierten Flächen Brandenburgs ausgewählt worden (Konzentration auf die Agrarlandschaften), aus der die entsprechenden Stichproben gezogen wurden. Die Aufnahmen werden nicht als Linien-, sondern als ganzflächige Revierkartierung durchgeführt. Dadurch bestehen bessere flächenbezogene, integrative Analysemöglichkeiten.

Häufig begegnet man dem Vorwurf, dass ein professionelles Monitoring für die Erfassung von Daten für landesweite Umweltberichterstattungen zu teuer wäre, und es wird deshalb von Entscheidungsträgern auf u. E. kaum weniger Kosten verursachende, sporadisch vergebene Fachgutachten zurückgegriffen. Für das hier entwickelte und erprobte Verfahren konnte eine hohe Effizienz demonstriert werden. Mit geringem Erhebungsaufwand auf der überschaubaren Anzahl von ca. 65 Beobachtungsflächen von je 1 km² Größe wird mit definierter Genauigkeit die ökologische Situation auf der Grundgesamtheit von 1 545 573 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche geschätzt.

4.2 Beobachtungsspezifische Diskussion

Die Artenzahlen auf den 1 km² Beobachtungsflächen schwankten zwischen 5 und 41, im Mittel um 22. Die Zahl der ermittelten Brutvogelreviere/km² lag zwischen 21 und 217, im Mittel bei ungefähr 80. Die Artenausstattung zeigt eine hohe Bindung an die Landschaftsstrukturen. Diese enorme Streubreite verweist einerseits auf eine geringe Artenausstattung und/oder wenig Reviere auf bestimmten Flächen und andererseits auf eine hohe Artendiversität und/oder viele Reviere auf anderen ausgewählten Beobachtungsflächen. Die gegenwärtige Ausstattungssituation offenbart ein beträchtliches Entwicklungspotenzial in Teilen der Agrarlandschaften. Mit den vorliegenden Erhebungsdaten und Hochrechnungen steht erstmals eine repräsentative Schätzung der aktuellen Brutvogel-Artenausstattung auf Agrarlandschaften zur Verfügung.

Die Untersuchungen der Verteilung der Brutvogelarten unter Beachtung ihrer Lebensraumsansprüche führten zu einer plausiblen Gildenbildung. Damit wurden die Voraussetzungen für die hierarchische Gliederung des Hauptlebensraumes Agrarland in seine untergeordneten Lebensräume Acker- und Grünland und weitere untergeordnete Teillebensräume geschaffen, die bewusst an die Lebensraumklassifizierung des Bundesamtes für Naturschutz angeknüpft. Die Gildenbildung bzw. Definition der Teillebensräume können eine wichtige Grundlage für die pragmatische Bildung von Biodiversitätsindikatoren und für die gezielte Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der Habitat- und Landschaftsstrukturen sein.

5 Schlussfolgerungen

Um den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität unter sich ändernden natürlichen und anthropogenen Einflüssen zu verfolgen, ist ein statistisch fundiertes Monitoring notwendig. Das entwickelte Brutvogelmonitoring auf Agrarflächen in Brandenburg hat sich bei der Erfassung der Biodiversitätssituation am Beispiel der Brutvögel bewährt. Es besitzt eine für Status- und Entwicklungsanalysen ausreichende fachliche Tiefe und ist technisch-organisatorisch effektiv durchführbar. Das Brutvogelmonitoring auf Agrarflächen in Brandenburg kann als Modell für ein umfassenderes Monitoring auf Agrarlandschaften, bei dem auch weitere Agrar-Umweltindikatoren integrierbar sind, genutzt werden.

Danksagung

Die Arbeiten wurden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und das Bundesamt für Ernährung und Landwirtschaft so wie durch das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Der besondere Dank gilt den 21 Kartierern für ihre qualifizierte und termingerechte Brutvogelaufnahme. Die Autoren bedanken sich für die technische Assistenz bei Frau Karin Luzi (ZALF) und die kritische Begleitung des Projektes durch Herrn Dr. Dr. J. Hoffmann (vTI Braunschweig).

Literatur

- ABBO (2001): Arbeitsgemeinschaft Berlin-Brandenburgischer Ornithologen: Die Vogelwelt von Brandenburg und Berlin. Verlag Natur & Text, Rangsdorf: 683 S.
- ACHTZIGER, R., STICKROTH, H. & ZIESCHANK, R. (2004): Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt – ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft in Deutschland. In: Angewandte Landschaftsökologie, Heft **63**, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg: 85 S. + Anhang.
- BÜRGER, K. & DRÖSCHMEISTER, R. (2001): Naturschutzorientierte Umweltbeobachtung in Deutschland: ein Überblick. Natur und Landschaft **76** (2): 49-57.
- BUWAL (2002): Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM, Zwischenbericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. **342**, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 88 S. online at: <http://www.comm-care.ch/pdf/SRU-342-D.pdf> (abgerufen am 09.02.2006).
- BUWAL (2005): Vielfalt auf Wiesen – Zahlt der Bund für die richtigen Flächen? Journal Hotspot **11/2005**. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. online at: http://www.umweltschweiz.ch/imperia/md/content/subsite/bdm/hotspot_112004.pdf (abgerufen am 15.02.2006).
- DATEN ZUR UMWELTSITUATION (1995): Daten zur Umweltsituation im Land Brandenburg (DUB), Biotoptypen- und Landnutzungskartierung Brandenburg aus CIR-Luftbildern. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam.
- DORNBUSCH, M., GRÜN, G., KÖNIG, H. & STEPHAN, B. (1968): Zur Methode der Ermittlung von Brutvogel-Siedlungsdichten auf Kontrollflächen. In: Mitt. IG Avifauna DDR **1**: 7-16.
- DRÖSCHMEISTER, R. (2001): Bundesweites Naturschutzmonitoring in der „Normallandschaft“ mit der Ökologischen Flächenstichprobe. Natur und Landschaft **76**: 58-69.
- EBERT, W., TROMMER, R. & SCHWÄHN, P. (1980): Ein operatives Überwachungs- und Prognosesystem auf EDV-Basis für Schaderreger der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (I. Teil: Schaderregerüberwachung). Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz **16**: 119-134.
- EBERT, W. & LUTZE, G. (1987): Entwicklung der Schaderreger- und Bestandesüberwachung zum komplexen Überwachungs- und Prognosesystem des Pflanzenschutzes. Nachr. Bl. Pflanzenschutz DDR **41**: 5-8.
- FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. Eching: 879 S.
- ELER (2006): VERORDNUNG (EG) Nr. 1974/2006 DER KOMMISSION vom 15. Dezember 2006 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates über die Förderung der Entwicklung des ländlichen

- Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER): 56 S.
- EUROSTAT (2005): Messung der Fortschritte auf dem Weg zu einem nachhaltigen Europa. – Indikatoren für nachhaltige Entwicklung für die Europäische Union, Daten 1990–2005, Europäische Kommission, Luxemburg: 271 S.
- GEORGE, K. (2004): Veränderungen der ostdeutschen Agrarlandschaft und ihrer Vogelwelt. Dissertation, Univ. Halle-Wittenberg. In: Beiträge zur Avifauna Sachsen-Anhalts **12**: 138 S.
- GREGORY, R.D. (2005a): Bird monitoring at European scale. Vortragstagung anlässlich des 35-jährigen Bestehens des DDA, Gnevikow, 27.–30.10.2005.
- GREGORY, R.D., VAN STRIEN, A., VORISEK, P., MEYLING, A.W.G., NOBLE, D.G., FOPPEN, R.P.B. & GIBBONS, D.W. (2005b): Developing indicators for European birds. Phil. Trans. Soc. R. Soc. B **360**: 269-288.
- GREGORY, R.D. (2006): Birds as biodiversity indicators for Europe. Significance: 106-110.
- HENRY, P.-Y., LENGYEL, S., NOWICKI, P., JULLIARD, R., CLOBERT, J., ČELIK, T., GRUBER, B. SCHMELLER, D.S., BABIJ, V. & HENLE, K. (2008): Integrating ongoing biodiversity monitoring: potential benefits and methods. Biodivers Conserv **17**: 3357-3382.
- HELLAWELL, J.M. (1991): Development of a rationale for monitoring. In: GOLDSMITH, F.B. (Hrsg.): Monitoring for Conservation and Ecology. London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: 1-14.
- HINTERMANN, U., WEBER D. & ZANGGER, A. (2000): Biodiversity monitoring in Switzerland. Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz **62**: 47-58.
- HINTERMANN, U., WEBER, D., ZAGGER, A. & SCHMILL, A. (2002): Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM, Zwischenbericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. **342**, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 88 S.
- HOFFMANN-KROLL, R., SCHÄFER, D. & SEIBEL, S. (1999): Die Ökologische Flächenstichprobe. In: Jb. Naturschutz u. Landschaftspflege **51**: 215-226.
- ISAAKS, E.H. & SRIVASTAVA, R.M. (1989): Applied Geostatistics. Oxford University Press: 572 pp.
- LENGYEL, S., DĚRI, E., VARGA, Z., HORVÁTH, R., TÓTHMÉRÉSZ, B., HENRY, P.-Y., KOBLEK, A., KUTNAR, L., BABIJ, V., SELINKAR, A., CHRISTIA, C., PAPASTERGIADOU, E., GRUBER, B. & HENLE, K. (2008): Habitat monitoring in Europe: a description of current practices. Biodivers Conserv **17**: 3327-3339.
- LUTZE, G., SCHULTZ, A. & KIESEL, J. (2004): Landschaftsstruktur im Kontext von naturräumlicher Vorprägung und Nutzung – Beispiele aus nordostdeutscher Landschaften. In: WALZ, U., LUTZE, G., SCHULTZ, A. & SYRBE, R.-U. (Hrsg.): Landschaftsstruktur im Kontext von naturräumlicher Vorprägung und Nutzung – Datengrundlagen, Methoden und Anwendungen. IÖR-Schriftenreihe, Dresden, Bd. **43**: 313-324.
- LUTZE, G., KIESEL, J. & KALETTKA, T. (2006): Charakteristische Ausstattungselemente von Jungmoränenlandschaften – dargestellt am Beispiel von Ackerhohlformen und Flurgehölzen in der Ziethener Moränenlandschaft. In: LUTZE, G., SCHULTZ, A. & WENKEL, K.-O. (Hrsg.): Landschaften beobachten, nutzen und schützen: Landschaftsökologische Langzeit-Studie in der Agrarlandschaft Chorin 1992–2006. Teubner, Wiesbaden: 219-235.
- MITSCHEKE, A., SUDFELDT, CH., HEIDRICH-RISKE, H. & DRÖSCHMEISTER, R. (2005): Das neue Brutvogelmonitoring in der Normallandschaft Deutschlands – Untersuchungsgebiete, Erfassungsmethode und erste Ergebnisse. Vogelwelt **126**: 127-140.
- MITSCHEKE, A., FLADE, M. & SCHWARZ, J. (2008): Häufige Brutvögel. In: SUDFELDT, C., DRÖSCHMEISTER, R., GRÜNEBERG, C., JAEHNE, S., MITSCHEKE, A. & WAHL, J. (Hrsg.): Vögel in Deutschland – 2008. DDA, BfN, LAG VSW, Münster. 4-7.
- PAPAZOGLU, C. KREISER, K., WALICZKY, Z. & BURFIELD, I. (2004): Birds in the European Union: a status assesment. Wageningen. The Netherlands: BirdLife International, 50 p.
- SCHMELLER, D.S. (2008): European species and habitat monitoring: where are we now? Biodivers Conserv **17**: 3321-3326.
- SCHWARZ, J. & FLADE, M. (2005): 14. Bericht über das DDA-Monitoringprogramm häufiger deutscher Brutvögelarten. Zeitraum 1989–2004. Bericht Nr. 14, Dachverband Deutscher Avifaunisten e. V.: 44 S.
- STICKROTH, H., SCHMITT, G., ACHTZIGER, R., NIGMANN, U., RICHTER, E. & HEILMEISER, H. (2003): Konzept für ein naturschutzorientiertes Tierartenmonitoring – am Beispiel der Vogelfauna. Endbericht zum F+E-Projekt „Modell für eine Gesamtkonzeption zum Tierartenbestandsmonitoring des Bundes am Beispiel der Vogelfauna. In: Angewandte Landschaftsökologie, Heft **50**. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg: 397 S.
- SUDFELD, C., DRÖSCHMEISTER, R., GRÜNEBERG, C., MITSCHEKE, A., SCHÖPF, H. & WAHL, J. (2007): Vögel in Deutschland – 2007. DDA, Bundesamt für Naturschutz, LAG VSW, Münster, 40 S.
- SÜDBECK, P., ANDRETTZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K. & SUDFELDT, C. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Raldolfzell: 792 S.
- TROMMER, R. (1969): Ein Vergleich verschiedener Stratifizierungsmöglichkeiten bei der Variablen Probenahme in ihrer Auswirkung auf die Genauigkeit der Grundfläche. Arch. Forstwesen **18**: 561-567.
- TROMMER, R. (1986): Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren bei der Überwachung von Schaderregern der landwirtschaftlichen Produktion. Dissertation B, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR: 139 S.
- VOIGTLÄNDER, U., SCHELLER, W. & MARTIN, C. (2001): Ursachen für die Unterschiede im biologischen Inventar der Agrarlandschaften in Ost- und Westdeutschland. Angewandte Landschaftsökologie, Heft **40**. Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg: 408 S.
- VORISEK, P. & MARCHANT, J.H. (2003): Review of large-scale generic population monitoring schemes in Europe. Bird Census News **16**: 14-38.
- WAWRZYNIAK, H., LUTZE, G., KIESEL, J. & VOSS, M. (2006): Brutvogelarten in der Ziethener Moränenlandschaft als Indikator der biotischen Integrität. In: LUTZE, G., SCHULTZ, A. & WENKEL, K.-O. (Hrsg.): Landschaften beobachten, nutzen und schützen: Landschaftsökologische Langzeit-Studie in der Agrarlandschaft Chorin 1992–2006. Teubner, Wiesbaden: 219-235.

submitted: 24.11.2008

reviewed: 03.11.2009

accepted: 07.01.2010

Autorenanschriften:

Dr. sc. Gerd Lutze*, Marion Voss, Joachim Kiesel,
Prof. Dr. Karl-Otto Wenkel
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und
Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.
Institut für Landschaftssystemanalyse
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

* Korrespondierender Autor

Tel.: 03334/82395

Email: gerd.lutze@googlemail.com

Prof. Dr. Alfred Schultz
Fachhochschule Eberswalde
Möllerstr. 1, 16225 Eberswalde

Dr. Beatrix Wuntke
Umweltforschung, -bildung und -beratung
Kirschenallee 1a, 14550 Groß Kreutz/Havel