© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg e.V. - www.ogbw.de
Ornithol. Jh. Bad.-Württ. **25**: 107-128 (2009)

Wirkung des Ackerrandstreifen-Managements auf Feldvogelarten in Heilbronn

Johannes Mayer, Florian Straub & Jürgen Hetzler

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen dem Grünflächenamt der Stadt Heilbronn, ehrenamtlichen Kartierern der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Heilbronn (OAG-HN) sowie der Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung (Filderstadt) wurden die Effekte des im Raum Heilbronn seit 1992 laufenden Ackerrandstreifenprogramms auf Feldvögel untersucht. Im Vordergrund stand dabei die Frage, ob und wie sich unterschiedliche Pflegeregime auf Bestände naturschutzrelevanter Brutvogelarten der Ackergebiete auswirken. Hierzu wurden im Frühjahr 2009 auf 16 Transekten (12 davon für die Auswertung verwendbar) die Vorkommen ausgewählter Brutvogelarten kartiert (Dorngrasmücke, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Klappergrasmücke, Neuntöter, Rebhuhn und Schafstelze). Die Kartierung erfolgte ehrenamtlich durch Mitglieder der OAG-HN. Begleitend erfolgte eine flächenscharfe Kartierung der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung. Zur Erhöhung der Stichprobenzahl wurden die Transekte in der Mitte geteilt. Die wesentlichsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

(A) Das Angebot an Ackerrandstreifen und deren Pflegeregime waren für die Besiedlung von Ackergebieten durch Feldlerche und Schafstelze im vorliegenden Fall nicht ausschlaggebend. Die Randbereiche von Ackerrandstreifen ohne Gehölzbestockung wiesen lediglich eine gewisse Bedeutung als Nahrungshabitat auf. Schlüsselfaktor für diese Ackervogelarten war hingegen eine weiträumig offene, kulissenfreie Landschaftsstruktur.

(B) Gehölzbewohnende Brutvogelarten (Dorn- und Klappergrasmücke, Goldammer) wurden durch gehölzbestandene Ackerrandstreifen gefördert.

(C) Das Rebhuhn profitierte von den Randstreifen aufgrund der damit verknüpften Erhöhung der Randlinienlänge. Nach vorliegenden Daten kann im Raum Heilbronn ab einem Schwellenwert von 4,3 Kilometer Randlinienlänge/10 ha Ackerfläche mit Rebhuhn-Vorkommen gerechnet werden. Den Heilbronner Untersuchungsgebieten fehlen jedoch altgrasreiche Randstreifen abseits des Wegenetzes, die sich in anderen Untersuchungen als für das Rebhuhn besonders bestandsfördernd erwiesen haben.

Johannes Mayer & Florian Straub, Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Johann-Strauß-Str. 22, 70794 Filderstadt-Harthausen, E-Mail: info@tieroekologie.de
Jürgen Hetzler, Grünflächenamt der Stadt Heilbronn, Cäcilienstr. 51, 74072 Heilbronn, E-Mail: juergen.hetzler@stadt-heilbronn.de

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Impact of arable field margin set-asides and their management on breeding birds in Heilbronn

Based on a cooperation between local authorities, field ornithologists and a private ecological planning office we investigated the effects on breeding bird abundances of a management program for arable field margin set-asides running since 1992. We were primarily interested in understanding how different management regimes affect breeding bird populations. In spring 2009, we performed a breeding bird census for eight target species (Whitethroat, Skylark, Yellowhammer, Corn Bunting, Lesser Whitethroat, Red-backed Shrike, Partridge, and Yellow Wagtail) at 16 transects. In parallel, we mapped current land use at all transects. Only 12 transects could be used for final analysis, and we split those in half to increase sample size for statistical analyses. The major findings can be summarised as follows: (A) Presence and abundance of both Skylark and Yellow Wagtail did not vary with the presence and management regime of field margin set-asides. Locally, field margins without taller shrubs were used for foraging. The prime relevant factor for the occurance of these two species was a largely open arable landscape. (B) Shrub-inhabiting species (Whitethroat, Lesser Whitethroat, and Yellowhammer) benefited from shrub-bearing field margins. (C) Partridge favoured areas with a high density of field margins. In the study region, we found a total field margin length of 4.3 km/10ha arable land to discriminate between areas inhabited and uninhabited by Partridge. We further suggest that Partridge Populations in Heilbronn could benefit if field margin set-asides would preferentially be set up away from rural roads, because Partridge is exceptionally sensitive to human disturbance along roads.

1 Einleitung

Die Stadt Heilbronn betreibt seit dem Jahr 1992 ein Ackerrandstreifenprogramm, mit dem verschiedene Zielsetzungen in der offenen Agrarlandschaft verfolgt werden (Grünflächenamt der Stadt Heilbronn 2005):

- Schaffung eines ansprechenden, abwechslungsreichen Landschaftsbildes mit erhöhtem Erholungswert in einer von intensiver ackerbaulichen Nutzung bestimmten Feldflur,
- Schaffung eines günstigen Lebensraumes für Insekten und Vögel (mit den Zielarten Dorngrasmücke, Feldlerche, Grauammer, Rebhuhn, Schafstelze und Steinkauz),
- Erhöhung des Retentionsvermögens des Bodens und Verringerung oberflächlicher Erosion durch Wasser.

Im Zuge des Programms wurden auf rund 68 ha Fläche Ackerrandstreifen mit einer Gesamtlänge von ca. 200 Kilometern angelegt (Stand November 2009). Es kommen mehrere Pflegevarianten zur Anwendung (Tab. 1). Da bis dato keine Erkenntnisse über konkrete Effekte des Ackerrandstreifenprojekts auf Brutvögel vorlagen, wurde vom Grünflächenamt der Stadt Heilbronn ein Projekt mit folgenden Fragestellungen initiiert:

- Welche Auswirkungen haben Ackerrandstreifen und andere Habitatfaktoren auf die Brutvogelfauna?
- Gibt es auf das jeweilige Pflegeregime zurückzuführende Unterschiede?
- Können Anlage und Pflege der Ackerrandstreifen bzgl. naturschutzrelevanter Brutvogelarten optimiert werden?

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 1. Pflegevarianten der Ackerrandstreifen auf Heilbronner Gemarkung (verändert nach Hetzler 2008: 3) – *Mangement regimes for arable field margins in Heilbronn (following Hetzler 2008:3).*

Pflege-variante	Mahd- oder Mulchtermin	Funktion
1	Erster Pflegegang zwischen dem 10.7. und 30.8. Bei Auftreten von Problemunkräutern (Ackerkratzdistel) und Gefahr der Aussamung ist Mahd oder Mulchen nach Genehmigung durch den Auftraggeber grundsätzlich ab dem 1.7. möglich.	Bodenbrüterschutz Schaffung eines Mosaiks unterschiedlicher Entwicklungszustände Erhalt von Deckung und Nahrungsbiotopen
2	Erster Pflegegang zwischen dem 1.6. und 30.6. Einzelflächen über 0,5 ha dürfen nicht auf einmal gemulcht/gemäht werden, sondern sind in zwei Pflegegängen je zur Hälfte zu bearbeiten, zwischen denen mindestens 7 Tage Wartezeit liegen. Zweiter Pflegegang im August. Es dürfen dann nur ¾ der Fläche gepflegt werden, auf dem Rest der Fläche muss Altgras bis zum nächsten Jahr stehen bleiben.	Erhaltung artenreicher Grünstreifen des Glatthaferwiesentyps Förderung von Wildbienen-Nahrungshabitaten Schaffung eines Mosaiks unterschiedlicher Entwicklungszustände Förderung des schnellen Abbaus des Mulchmaterials/Mähguts Erhalt von Deckung und Nahrungsbiotopen
3	Erster Pflegegang zwischen dem 15.4. und 30.4. Zweiter Pflegegang im August. Es dürfen dann nur ¾ der Fläche gepflegt werden, auf dem Rest der Fläche muss Altgras bis zum nächsten Jahr stehen bleiben.	Förderung von kurzrasigen, lückigen Wiesenbereichen als Grundlage für den Nahrungserwerb für Steinkauz, Wendehals und Grünspecht

Die dafür gewählte Projektstruktur beinhaltete mit dem Grünflächenamt (Auftraggeber, Koordination), der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Heilbronn (Felderhebungen) sowie der Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung (Koordination, wissenschaftliche Betreuung, Auswertung, Berichtsfassung) drei Partner. Die Mitarbeiter der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Heilbronn (im Folgenden OAG-HN abgekürzt) kartierten auf ehrenamtlicher Basis. Beteiligt waren hierbei C. Armbruster, S. Behrendahls, C. Binder, S. Bruckner, J. Fischer, K.-H. Graef, R. Gramlich, J. Hetzler, E. Mayer und B. Zoldahn. Bei ihnen möchten wir uns hiermit herzlich für ihr Engagement bedanken. Zudem bedanken wir uns bei N. Anthes und M. Kramer für wertvolle Hinweise zum Manuskript.

Die hier publizierte Arbeit stellt eine gekürzte Fassung des Projektberichts dar, der unter www.ackerrandstreifen-heilbronn.de im Internet abrufbar ist.

2 Methoden

2.1 Allgemeines und Auswahl der Arten

Die Erfassung der Brutvögel und der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung erfolgte auf Transektbasis innerhalb eines beidseitigen Puffers von 100 m um 16 jeweils 1,5 Kilometer lange Transekte. Auf Basis vorhandener Kenntnisse über die in den Ackergebieten des Heilbronner Raums vorkommenden Brutvogelarten wurden Dorngrasmücke, Feldlerche, Goldammer, Grauammer, Klappergrasmücke, Neuntöter, Rebhuhn und Schafstelze für die Untersuchung

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

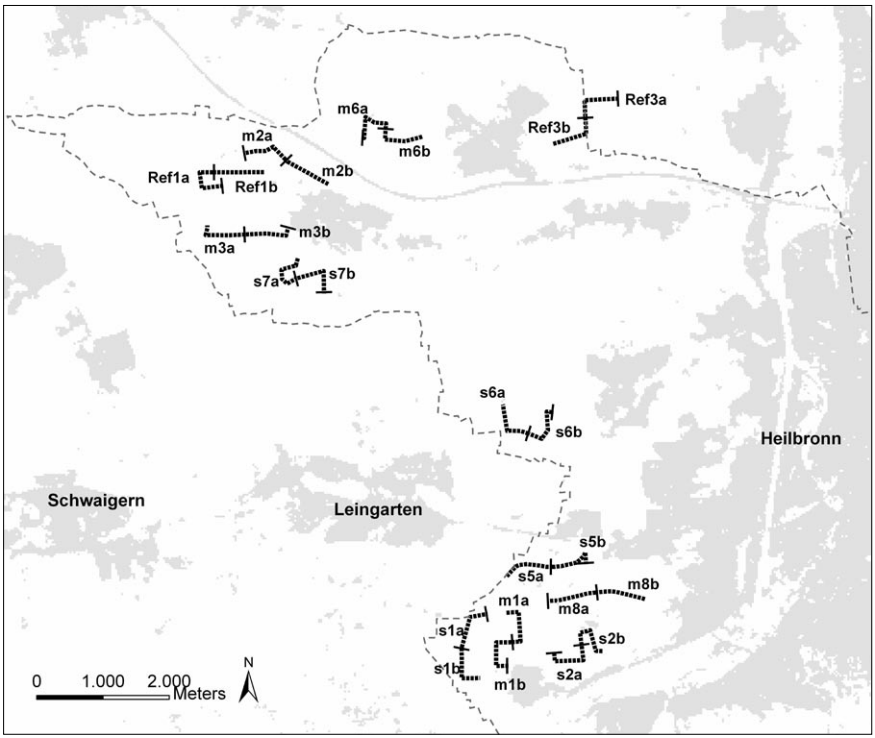

Abbildung 1. Lage und Bezeichnung der in die Auswertung eingeflossenen Transekte (schwarz gepunktete Linien) auf Heilbronner Gemarkung (grau gestrichelte Linie). Siedlungsflächen sind hellgrau dargestellt. – *Localities and labels of 12 analysed transects (black dotted lines) within the Heilbronn district (dashed line). Grey shading indicates settlement areas.*

ausgewählt. Die Wachtel wurde im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt, da die Bestände dieser Art nur mit deutlich erhöhtem Aufwand gesamthaft erfassbar sind (eig. Daten). Die Kartierer der OAG-HN erhielten für die Geländeerhebungen vom wissenschaftlichen Betreuer eine ausführliche Beschreibung der im Gelände anzuwendenden Methoden sowie Artenlisten und Geländekarten, um Beobachtungen vor Ort eintragen zu können.

2.2 Auswahl der Transekte

Zur Auswahl der Transekte (Abb. 1) wurden in einem ersten Schritt Bereiche mit einem möglichst einheitlichen Pflegeregime der Ackerrandstreifen ermittelt. Diese Gebiete wurden dann mit denjenigen Flächen verschnitten, die innerhalb eines 100-m-Puffers um geschlossenen Wald, Siedlungen oder Straßen mit einem Verkehrsaufkommen >10.000 Kfz/24 h liegen. Flächen, die innerhalb dieser "Ungunstbereiche" für Zielarten des Ackerlandes lagen, wurden zur Vermeidung randlicher Störwirkungen nicht berücksichtigt. Nachfolgend wurden händisch Transekte von je 1,5 km Länge erstellt, die einen möglichst hohen Flächenanteil von Ackerrandstreifen in einem 100-m-Puffer aufweisen. Die je Transekt untersuchte Fläche beläuft sich abhängig von dessen Ausrichtung (gestreckt, kurvenreich etc.) zwischen 31 und 34 ha.

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Aufgrund der vorgegebenen Länge war es in Einzelfällen nicht möglich, den Abstand von 100 m zu Siedlungen einzuhalten. Um die Stichprobenanzahl für die statistische Auswertung zu erhöhen, wurden die Transekte in zwei gleichlange Abschnitte geteilt (Abb. 1).

2.3 Geländeerhebungen

Die Revierkartierungen zur Ermittlung der Brutvogelbestände orientierten sich an den Vorschlägen in Südbeck et al. (2005). Aufgrund dort dargestellter artspezifischer Wertungsgrenzen waren zur Erfassung der Zielarten mindestens fünf Kartiergänge notwendig, die auf die folgenden Zeitfenster 2009 zu verteilen waren: März (1. - 31.3.), Ende April (21. - 30.4.), Anfang Mai (1. - 10.5.), Mitte Mai (11. - 20.5.) und Ende Mai (21. - 31.5.). Ergänzend empfohlen wurde eine zusätzliche Begehung Anfang Juni (1. - 10.6.) zur optimierten Erfassung von Neuntöter und Schafstelze.

Die erste Begehung (März) fand abends statt und diente ausschließlich der Erfassung des Rebhuhns. Dabei wurden geeignete Standorte mit Hilfe von Klangattrappen gezielt auf die Anwesenheit von Reviervögeln überprüft. Die Kartiergänge ab Ende April begannen jeweils bei Sonnenaufgang und erstreckten sich über die frühen Vormittagsstunden. Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Bearbeitern wurde als anzustrebende Kartiergeschwindigkeit 1,5 h/Transekt vorgegeben. Während der Begehungen wurden die innerhalb eines beidseitigen 100-m-Korridors beobachteten Individuen der zu kartierenden Arten in Tageskarten verzeichnet. Einträge erfolgten unter Verwendung von Standard-Artkürzeln und -Verhaltenssymbolen.

Auf Basis der so gewonnen Daten erfolgte nach Abschluss der Geländearbeiten eine Statuseinstufung. Den Status „Brutvogel“ erhielten alle Arten, von denen mindestens an zwei Begehungsterminen Revier anzeigende Verhaltensmerkmale an ungefähr gleicher Stelle bzw. in demselben (Teil-)Gebiet festgestellt wurden. Hierzu zählen vor allem Reviergesang, Warnrufe sowie Futter, Kot oder Nistmaterial tragende Altvögel. Außerdem wurden Nestfunde und frischflügge Jungvögel als Brutnachweis gewertet. Bei einmaliger Registrierung Revier anzeigender Verhaltensmerkmale im bruttypischen Lebensraum außerhalb der Hauptdurchzugszeit erhielten die betreffenden Arten den Status „Brutverdacht“. Weitere Arten ohne Revier anzeigendes Verhalten bzw. mit Registrierungen außerhalb der Wertungsgrenzen wurden zudem als „Nahrungsgast“ oder „Durchzügler“ eingestuft. Diese Arten gingen nicht in die weitere Auswertung ein. Die Auswertung der Geländekarten erfolgte durch den wissenschaftlichen Betreuer, eine anschließende Plausibilitätsprüfung der Einstufungen wiederum durch den jeweiligen Transekt-Kartierer.

Bei der Feldlerche treten zwischen der ersten und zweiten Brut oft deutliche Verschiebungen der Reviere auf (Südbeck et al. 2005), was die Abgrenzung so genannter „Papierreviere“ erheblich erschwert. Aus diesem Grund erfolgte die Analyse der Habitatansprüche stattdessen anhand der mittleren Anzahl registrierter Sänger pro Begehung und Transekt. Zur Ermittlung einer Revier-Mindestanzahl je Transekt wurde für die Feldlerche die maximale Anzahl der bei einer Begehung registrierten Sänger herangezogen.

Ergänzend zur Revierkartierung der Zielarten erfolgte durch jeden Transekt-Kartierer eine Erfassung der im Untersuchungsjahr angebauten Feldfrüchte innerhalb des 100-m-Puffers. Die Kartiergrundlage bildeten die abgegrenzten Bewirtschaftungseinheiten im Amtlichen Liegenschaftskataster (ALK). Allen Ackerparzellen wurde von den Kartierern die im Frühjahr 2009 vorhandene Feldfrucht zugeordnet. Die Ergebnisse wurden ins GIS übertragen, um in

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

nachfolgenden Auswertungsschritten Fläche und Randlinienlänge der einzelnen Feldfrüchte für alle Transekte zu ermitteln.

Die Berechnung der Randlinienlänge erfolgte auf der Grundlage der ALK-Grenzen. Hierfür wurden im GIS alle nebeneinander liegenden Flächen mit derselben Nutzung vereinigt und deren gemeinsame Außenlinie berechnet. Hierin flossen die Randlinien der Ackerrandstreifen nicht ein, da diese nicht hinreichend genau für GIS-basierte Flächenverschneidungen erfasst sind und eine entsprechende Nacherhebung im Zeitbudget der Kartierer nicht machbar war. Die für die Berechnung herangezogenen Randlinienlängen sind folglich immer auf die Nutzung der einzelnen Schläge bezogen, d.h. die Randlinien der Ackerrandstreifen innerhalb dieser Schläge mussten unberücksichtigt bleiben. Auch dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten.

2.4 Habitatanalysen

Aufgrund von Erfassungsdefiziten mussten 4 Transekte aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden (s. u.). Für die verbleibenden 12 Transekte wurden zunächst mit Hilfe einer Clusteranalyse (Ähnlichkeitsmaß: Sørensen, Clusteralgorithmus: Nearest Neighbour) geprüft, ob die vorgenommene Halbierung der Transekte als Pseudoreplikation aufzufassen ist. Lediglich drei der 12 Transektpaare wurden im Clusterdendrogramm als nächste Nachbarn gruppiert, so dass die Teilung keine erhebliche Pseudoreplikation nach sich zog. Die resultierenden 24 Transekte wurden anschließend auf erhebliche Ausreißer (Inkonsistenz) getestet (Distanzmaß: Sørensen). Ausreißer sind Datenpunkte, die mehr als zwei Standardabweichungseinheiten vom Gesamtmittelwert abweichen. Ein Transekt (Ref3b) wurde aufgrund der hohen Anzahl an Goldammerrevieren als Ausreißer identifiziert und deshalb komplett verworfen. Für die Analyse verblieben somit 23 Transekte.

Die Transekte wurden nach den Nutzungstypen der darin gelegenen Ackerrandstreifen gruppiert. Mit Hilfe des nicht-parametrischen Kruskal-Wallis-Tests (Sachs 1997) wurde geprüft, ob sich die unterschiedlichen Nutzungstypen hinsichtlich Präsenz und Abundanz der einzelnen Arten signifikant unterscheiden.

Die Abundanzwerte der Vogelarten wurden anschließend auf Korrelationen mit der Ausprägung der verschiedenen ermittelten Habitatvariablen untersucht. Um die Voraussetzungen für die Verwendung des parametrischen Pearson Korrelations-Koeffizienten zu erfüllen, wurden die Datensätze zunächst logarithmiert und standardisiert. Der Pearson-Korrelationskoeffizient ist ein Maß der linearen Assoziation zweier Variablen und kann Werte von -1,0 (stark negativer Zusammenhang) bis +1,0 (stark positiver Zusammenhang) annehmen (Sachs 1997). In ökologischen Untersuchungen kann bereits ein Korrelationskoeffizient von $\geq 0{,}3$ bzw. von $< -0{,}3$ auf einen relevanten Trend hindeuten, auch wenn das Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ nicht erreicht wird. Dies ist auf das starke „Rauschen“ im Datenmaterial zurück zuführen (McCune & Grace 2002).

Durch die vorstehend erläuterten univariaten statistischen Methoden kann der mögliche Einfluss einzelner Habitatvariablen auf bestimmte Vogelarten aufgezeigt werden. Um zu verstehen, welche Habitatvariablen in der Gesamtheit den stärksten Einfluss auf die Ausprägung der Vogelgemeinschaft haben, ist jedoch ein weiterer Schritt erforderlich. Zunächst werden mit Hilfe der multivariaten Hauptkomponentenanalyse (PCA) die vielen verschiedenen

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

gemessenen Umweltvariablen zu so genannten Hauptkomponenten zusammengefasst, die die dominierenden Umweltgradienten abbilden (z. B. eine generell Zu- oder Abnahme von Gehölzstrukturen). Diese Hauptkomponenten werden anschließend mit Vorkommen der einzelnen Arten korreliert (McCune & Grace 2002). Die PCA gruppiert zum einen die Transekte entsprechend ihrer Ähnlichkeit hinsichtlich der Vogelartenzusammensetzung und Abundanz, und zeigt zum anderen, welche Umweltgradienten am besten mit den Vorkommen bestimmter Arten in Beziehung gesetzt werden können.

Die o. g. Korrelationsanalyse zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen Rebhuhn-Abundanz und der Randlinienlänge (siehe Kap. 3.4). Um als Ergänzung dieser Analyse einen Randlinien-Schwellenwert herauszuarbeiten, ab dem das Rebhuhn ein Transekt mit hoher Wahrscheinlichkeit besiedelt, wurde eine Schwellenwertberechnung (*Maximally selected rank statistics*) mit dem *Maxstat add-on package* (Hothorn & Lausen 2002) durchgeführt. Dieses Verfahren ermittelt einen Schwellenwert entlang einer kontinuierlichen Habitatvariable (hier: Randlinienlänge), welcher das Beobachtungskollektiv optimal in zwei Gruppen (Rebhuhn kommt vor oder kommt nicht vor) teilt. Der Schwellenwert wird über ein *cutpoint regression model* hergeleitet und anschließend auf statistische Signifikanz getestet (Lausen & Schumacher 1992).

Alle Analysen wurden mit dem Programm R 2.7.2 durchgeführt.

Das wesentliche Ziel der Untersuchung war, Effekte der Ackerrandstreifen auf Siedlungsdichte und Revierverteilung der typischen Feldvogelarten zu prüfen. Aus pragmatischen Gründen war es allerdings nur begrenzt möglich, Aussagen zum grundsätzlichen Einfluss der Ackerrandstreifen zu treffen. Lediglich ein Transekt (Ref3) wies keine Ackerrandstreifen auf. Vergleiche der Auswirkungen unterschiedlicher Ackerrandstreifen-Netzdichte und Pflegeregime der Randstreifen auf die erfassten Vogelarten sowie eine für die untersuchten Gebiete gültige Habitatanalyse sind mit den erhobenen Daten jedoch zulässig. Allerdings sind die Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl an Transekten vorsichtig zu interpretieren.

In der vorliegenden Ausarbeitung werden ausschließlich signifikante Zusammenhänge und Unterschiede dargestellt. Aufgrund der o. g. geringen Stichprobengröße wird in der im Internet verfügbaren Langfassung des Projektberichts jedoch auch auf tendenzielle Zusammenhänge und Unterschiede eingegangen, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich bei einem größeren Stichprobenumfang Signifikanzen aufzeigen lassen.

3 Ergebnisse der Kartierung

3.1 Datengrundlage

In den insgesamt 23 bearbeiteten Transekten konnten mit Dorngrasmücke, Goldammer, Klappergrasmücke, Neuntöter, Rebhuhn, Schafstelze und Feldlerche sieben Zielarten der Ackergebiete festgestellt werden (Anzahl der Reviere je Transekt s. Tab. 2). Nicht nachgewiesen wurde die Grauammer, von der frühere Daten aus dem Heilbronner Raum vorliegen (Furrington 2002). In den zur Auswertung herangezogenen Transekten konnte zudem kein Neuntöter nachgewiesen werden

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

3.2 Ausprägung des Nutzungsregimes der Ackerrandstreifen in Nutzungstypen

Hinsichtlich des Nutzungsregimes lassen sich die Transekte in sechs Gruppen einteilen.

- Kein Ackerrandstreifen: Lediglich ein Transekt (Ref3a), das als Referenz für die Analyse diente.
- Ackerrandstreifen gehölzfrei, Erstpflege zu mittlerem Mahdtermin (1.6.-30.6.): Fünf Transekte (m3a, m3b, m6a, m6b, m8b)
- Ackerrandstreifen gehölzfrei, Erstpflege zu spätem Mahdtermin (10.7. bis 30.8.): Sieben Transekte (s2a, s2b, s5a, s6a, s6b, s7a, s7b)
- Ackerrandstreifen gehölzfrei, Pflege an beiden Mahdterminen: Fünf Transekte (m2b, Ref1a, Ref1b, s1a, s1b)
- Ackerrandstreifen mit Gehölzen bepflanzt, mittlerer Mahdtermin: Zwei Transekte (m1a, m8a)
- Ackerrandstreifen mit Gehölzen bepflanzt, Pflege an beiden Mahdterminen: Drei Transekte (m1b, m2a, s5b).

Tabelle 2. Anzahl der in den einzelnen Transekten (n=24) festgestellten Reviere/Brutverdachtsfälle (Dg = Dorngrasmücke, G = Goldammer, Kg = Klappergrasmücke, Nt = Neuntöter, Re = Rebhuhn, St = Schafstelze, Fl = Feldlerche) – *Distribution of bird breeding territories across all 24 transects (Dg = Whitethroat, G = Yellowhammer, Kg = Lesser Whitethrotat, Nt = Red-backed Shrike, Re = Grey Partridge, St = Yellow Wagtail, Fl = European Skylark).*

Transekt	Dg	G	Kg	Nt	Re*	St	Fl**
m1a	-	1	-	-	-	2	6
m1b	-	1	-	-	-	1	1
m2a	-	-	-	-	-	4	3
m2b	-	-	-	-	1	1	3
m3a	1	-	-	-	-	4	5
m3b	-	-	-	-	1	-	3
m6a	-	2	-	-	-	4	9
m6b	-	1	-	-	-	5	9
m8a	-	1	1	-	-	1	1
m8b	1	1	-	-	(1)	-	7
Ref1a	1	1	-	-	1	3	5
Ref1b	1	1	-	-	-	6	8
Ref3a	-	1	-	-	(1)	4	9
Ref3b	2	5	1	1	-	2	9
s1a	-	1	-	-	1 (1)	2	8
s1b	-	-	-	-	1	-	6
s2a	-	-	-	-	-	2	11
s2b	-	1	-	-	1	-	7
s5a	1	-	-	-	-	3	9
s5b	-	-	-	-	-	4	4
s6a	-	-	-	-	(1)	2	3
s6b	-	-	-	-	(1)	5	7
s7a	2	3	-	-	-	3	6
s7b	-	1	-	-	-	3	5
Gesamtzahl	**9**	**21**	**2**	**1**	**6(5)**	**61**	**144**

* In Klammern steht die Anzahl zusätzlich in direkter Umgebung der Transekte registrierter Rebhuhnreviere.

** Bei der Feldlerche ist die maximal registrierte Zahl singender Männchen je Transekt dargestellt

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 3. Unterschiede zwischen den fünf Pflegevarianten hinsichtlich Präsenz und Abundanz der fünf in größeren Beständen vorkommenden Vogelarten (Kruskal-Wallis Chi²-Tests). df = Freiheitsgrade. – *Results of Kruskal-Wallis Chi²-Tests for differences between the five management regimes in the abundance of the five most frequent bird species.*

Art	Chi²	df	*P*-Wert (Signifikanz)
Dorngrasmücke	2,8	5	0,73
Goldammer	2,3	5	0,80
Rebhuhn	9,8	5	0,08
Schafstelze	2,0	5	0,84
Feldlerche	6,1	5	0,30

3.3 Abundanz der betrachteten Vogelarten nach Nutzungstypen

Die Abundanz und Präsenz der fünf häufigsten Vogelarten unterschied sich nicht zwischen den Nutzungstypen (Tab. 3). Beim Rebhuhn ($P = 0{,}08$) wurde das kritische Signifikanzniveau allerdings nur knapp verfehlt, und es deutete sich eine Bevorzugung von Ackerrandstreifen mit einem gemischten Mähregime gegenüber ausschließlich spät gemähten Flächen an.

3.4 Einfluss der Habitatvariablen auf die Abundanz der betrachteten Vogelarten

Die Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen Arten und Umweltvariablen sind in Tab. 4 dargestellt und die signifikanten Zusammenhänge sind hervorgehoben. In Abb. 2 bis 4 wurde eine Auswahl an signifikanten Zusammenhängen visualisiert. Im Diskussionsteil (Kap. 4) erfolgt eine artbezogene Interpretation.

3.5 Einfluss der Habitatvariablen auf die Ausprägung der Vogelgemeinschaft

Nachfolgend werden die Ergebnisse der multivariaten Hauptkomponentenanalyse (PCA) dargestellt. Die ersten drei Hauptkomponenten der PCA (Abb. 5) werden interpretiert. Diese erklären 71,6 % der gesamten Varianz (Tab. 5).

Korrelation der Hauptkomponenten mit den Vogelarten

Hinsichtlich der Artenausstattung unterscheiden sich die Transekte in erster Linie durch das Vorkommen von Rebhuhn und Schafstelze, die eng (aber gegenläufig) mit der ersten Hauptkomponente korreliert sind (Tab. 6, Abb. 5). Die Abundanzen der Feldlerche variieren weitgehend unabhängig von Vorkommen von Rebhuhn und Schafstelze und sind stattdessen eng mit der zweiten Hauptkomponente korreliert (Tab. 6, Abb. 5). Die dritte Achse differenziert die Transekte nach der Abundanz der Goldammer (Tab. 6, Abb. 5).

Korrelation der Hauptkomponenten mit Umweltvariablen und Interpretation der Gradienten

Die erste Hauptkomponente beschreibt einen Gradienten von siedlungsnahen, relativ kleinparzellierten und reich strukturierten, randlinienreichen Ackerlandschaften hin zu siedlungsfernen, an Randlinien armen, durch große Schläge und Getreideanbau geprägten Ackerbaugebieten (Tab. 7, Abb. 5). Negative Korrelationen mit der ersten Hauptkomponente ergeben sich daher für die Variablen „Fläche des Siedlungsbereichs“ ($r^2 = -0{,}552$), Randlinienlänge ($r^2 = -0{,}336$) und Rapsanbaufläche ($r^2 = -0{,}408$). Die „Fläche des Getreideanbaus“ ($r^2 = 0{,}488$) ist hingegen positiv mit der ersten Achse korreliert.

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 4. Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen Umweltvariablen und der Abundanzen der betrachteten Vogelarten (* = signifikanter Zusammenhang mit P ≤ 0,05; ** = hochsignifikanter Zusammenhang mit P ≤ 0,01). – *Pearson correlation coefficients between environmental variables and the abundance of five bird species. Asterisks indicate coefficients that are significant at α = 0.05 (*) or α = 0.01 (**).*

Habitatvariable	Dorngras-mücke	Gold-ammer	Reb-huhn	Schaf-stelze	Feld-lerche
(Anbau-)Fläche					
Gehölze	0,116	0,100	0,243	-0,385	0,147
Getreide	0,205	-0,001	-0,460*	0,327	0,332
Grünland	0,286	0,003	0,028	0,310	-0,017
Kartoffel	0,167	0,032	0,325	-0,038	-0,416*
Mais	-0,262	-0,028	0,422*	-0,294	0,081
Streuobst	-0,291	0,330	-0,061	-0,015	0,095
Raps	-0,209	-0,218	0,351	-0,394	-0,062
Siedlungsbereiche	-0,291	-0,026	0,100	-0,521*	-0,566**
Sonderkultur	0,178	-0,061	-0,198	0,348	-0,009
Wegenetz	0,531**	0,081	-0,086	0,409	-0,056
Zuckerrüben	-0,357	0,047	-0,235	-0,030	0,022
Zwischenfrucht	0,564**	0,081	0,218	0,064	-0,008
Randlinienlänge					
Gehölze	0,317	0,332	0,118	-0,329	0,206
Getreide	0,137	-0,032	-0,341	0,261	0,439*
Grünland	0,159	-0,145	0,132	0,071	0,093
Kartoffel	0,212	0,068	0,320	-0,072	-0,457*
Mais	-0,269	-0,003	0,466*	-0,259	0,124
Streuobst	-0,332	0,264	-0,056	-0,260	-0,008
Raps	-0,204	-0,256	0,296	-0,337	-0,059
Siedlungsbereiche	-0,270	0,014	0,035	-0,468*	-0,595**
Sonderkultur	0,123	-0,118	-0,137	0,286	-0,060
Wegenetz	-0,052	0,011	0,075	0,063	0,292
Zuckerrüben	-0,396	0,037	-0,226	-0,010	-0,013
Zwischenfrucht	0,622**	0,137	0,158	-0,054	0,039
Randlinienlänge gesamt	-0,062	0,076	0,423*	-0,339	0,152
Ackerrandstreifen: Fläche					
Ohne Gehölze, mittlerer Mahdtermin	-0,103	0,170	-0,330	-0,005	-0,094
Mit Gehölzen, mittlerer Mahdtermin	-0,173	0,123	-0,185	-0,188	-0,143
Ohne Gehölze, später Mahdtermin	-0,019	-0,312	0,110	0,011	0,275
Mit Gehölzen, später Mahdtermin	-0,172	-0,093	-0,183	0,004	-0,365
Ackerrandstreifen: Randlinienlänge					
Ohne Gehölze, mittlerer Mahdtermin	-0,170	0,149	-0,330	0,054	-0,055
Mit Gehölzen, mittlerer Mahdtermin	-0,178	0,116	-0,190	-0,184	-0,156
Ohne Gehölze, später Mahdtermin	-0,067	-0,270	0,201	-0,078	0,323
Mit Gehölzen, später Mahdtermin	-0,170	-0,110	-0,181	0,028	-0,350

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

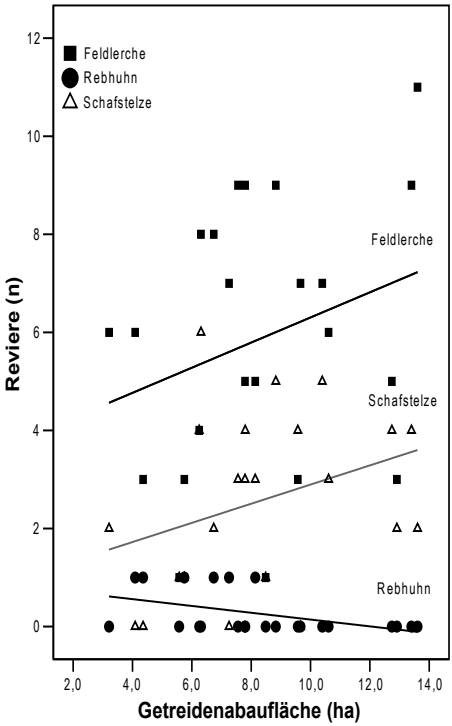

Abbildung 2. Abundanz von Rebhuhn (r^2 = -0,460*), Schafstelze (r^2 = 0,327) und Feldlerche (r^2 = 0,332) in Abhängigkeit von der Getreideanbaufläche. Zur Visualisierung der Trends sind jeweils Regressionsgeraden eingefügt. – *Effects of total coverage of cereal crops on the abundance of Partridge (r^2 = -0.460*), Yellow Wagtail (r^2 = 0.327) and Skylark (r^2 = 0.332). Regression lines are added for illustrative purpose only.*

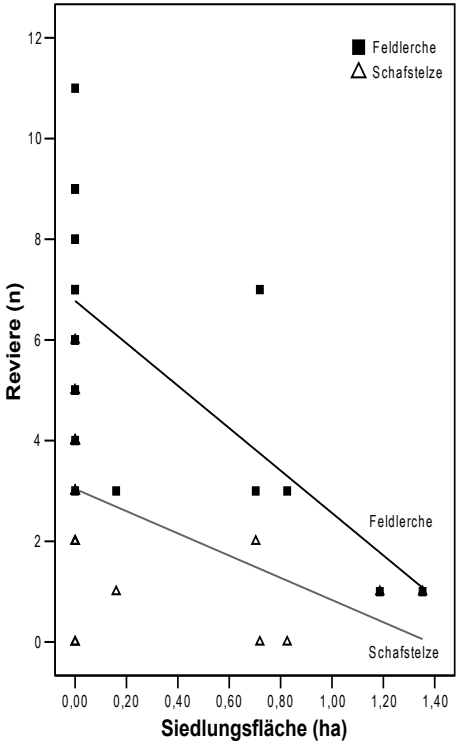

Abbildung 3. Abundanz von Schafstelze (r^2 = -0,521*) und Feldlerche (r^2 = -0,566**) in Abhängigkeit von der Siedlungsfläche. Zur Visualisierung der Trends sind jeweils Regressionsgeraden eingefügt. – *Effects of total area settlement area on the abundance of Yellow Wagtail (r^2 = -0.521*) and Skylark (r^2 = -0.566**). Regression lines are added for illustrative purpose only.*

Tabelle 5. Eigenwert und Varianzerklärung der drei extrahierten Hauptkomponenten der PCA. – *Eigenvalue and proportion explained variances of the 3 main principal components on habitat characteristics.*

Achse (Hauptkomponente)	**Eigenwert**	**% erklärte Varianz**	**% erklärte Varianz** (kumuliert)
1	37,4	30,8	30,8
2	27,3	22,5	53,4
3	22,1	18,3	71,6

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

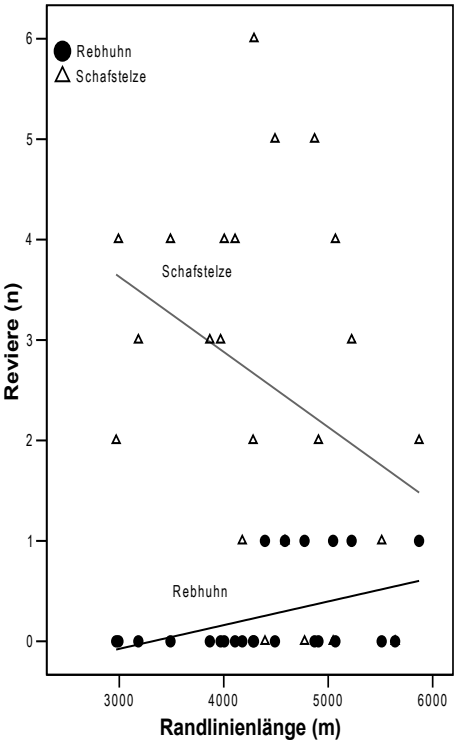

Abbildung 4. Abundanz von Schafstelze (r^2 = -0,339) und Rebhuhn (r^2 = 0,423*) in Abhängigkeit von der Randlinienlänge. Zur Veranschaulichung der Trends sind jeweils Visualisierung eingefügt. – *Effects of total length of field margins on abundance of Yellow Wagtail (r^2 = -0.339) and Partridge (r^2 = 0.423*). Regression lines are added for illustrative purpose only.*

Tabelle 6. Korrelationen der Vogelarten mit den drei Hauptkomponenten der PCA (Achsen 1 – 3, fett = signifikanter Zusammenhang). – *Correlations between the 3 main principal components and the abundances of five bird species. Bold letters indicate significant correlation coefficients.*

Art	**Pearson Korrelationskoeffizient (r^2)**		
	Achse 1	*Achse 2*	*Achse 3*
Dorngrasmücke	0,117	-0,180	-0,116
Goldammer	0,082	-0,018	**-0,736**
Rebhuhn	**-0,708**	-0,059	-0,010
Schafstelze	**0,675**	0,057	0,049
Feldlerche	0,078	**-0,716**	0,047

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 7. Korrelationen der Umweltvariablen mit den drei Hauptkomponenten der PCA (Achsen 1 – 3, fett = signifikanter Zusammenhang). – *Pearson correlations of all recorded environmental variables with the three main principal components. Bold letters indicate significant correlation coefficients.*

Umweltvariable	**Pearson Korrelationskoeffizient (r^2)**		
	Achse 1	***Achse 2***	***Achse 3***
Getreide (Anbaufläche)	**0,488**	-0,056	0,146
Getreide (Randlinienlänge)	**0,387**	-0,130	0,079
Randlinienlänge gesamt	**-0,336**	-0,177	**-0,368**
Raps (Randlinienlänge)	**-0,387**	0,138	0,103
Raps (Anbaufläche)	**-0,408**	0,143	0,049
Siedlungsbereiche (Randlinienlänge)	**-0,546**	**0,597**	-0,198
Siedlungsbereiche (Fläche)	**-0,552**	**0,580**	-0,193
Ackerrandstreifen mit Gehölzen, später Mahdtermin (Fläche)	0,014	**0,456**	0,040
Ackerrandstr. mit Gehölzen, späte Mahd (Randlinienlänge)	0,014	**0,454**	0,043
Ackerrandstreifen mit Gehölzen, mittlerer Mahdtermin (Fläche)	0,111	**0,426**	-0,172
Ackerrandstr. mit Gehölzen, mittlere Mahd (Randlinienlänge)	0,112	**0,424**	-0,149
Gehölze (Randlinienlänge)	0,041	**-0,360**	**-0,483**
Gehölze (Fläche)	0,005	**-0,373**	**-0,485**
Zwischenfrucht (Anbaufläche)	-0,020	**-0,394**	**-0,404**
Zwischenfrucht (Randlinienlänge)	-0,028	**-0,394**	**-0,406**
Flächengröße des Transekts	-0,004	0,051	**-0,550**
Kartoffel (Randlinienlänge)	-0,035	0,244	**-0,357**
Kartoffel (Anbaufläche)	-0,035	0,249	**-0,342**
Randlinie Transekt	0,042	0,117	0,038
Ackerrandstreifen ohne Gehölze, mittlere Mahd (Fläche)	-0,076	0,237	-0,247
Ackerrandstr. ohne Gehölze, mittlere Mahd (Randlinienlänge)	-0,047	0,256	-0,234
Ackerrandstreifen ohne Gehölze, später Mahdtermin (Fläche)	-0,122	-0,144	0,195
Ackerrandstreifen ohne Gehölze, späte Mahd (Randlinienlänge)	-0,131	-0,147	0,190
Grünland (Anbaufläche)	0,035	-0,289	0,035
Mais (Anbaufläche)	-0,232	-0,269	-0,015
Streuobst (Anbaufläche)	-0,214	0,155	-0,152
Sonderkultur (Anbaufläche)	0,028	-0,109	-0,017
Wegenetz (Fläche)	0,172	-0,253	0,005
Zuckerrüben (Anbaufläche)	-0,146	0,001	-0,038
Grünland (Randlinienlänge)	0,029	-0,285	0,055
Mais (Randlinienlänge)	-0,227	-0,266	0,007
Streuobst (Randlinienlänge)	-0,215	0,175	-0,162
Sonderkultur (Randlinienlänge)	0,013	-0,094	-0,004
Wegenetz (Randlinienlänge)	0,014	-0,216	0,168
Zuckerrüben (Randlinienlänge)	-0,145	0,026	-0,034

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Die zweite Hauptkomponente bildet einen Gradienten ab, der in erster Linie zwischen siedlungsnahen Ackerbaulandschaften, die durch mit Gehölzen bepflanzte Ackerrandstreifen geprägt sind, und siedlungsfernen Ackerbaugebieten mit gehölzfreien Ackerrandstreifen und vglw. hohem Zwischenfruchtanteil verläuft (Tab. 7, Abb. 5). Unabhängig vom Mahdregime sind Ackerrandstreifen mit Gehölzen daher positiv mit der zweiten Achse korreliert ($r^2 = 0{,}424$ bis $r^2 = 0{,}456$). Dies gilt auch für die Siedlungsfläche ($r^2 = 0{,}580$). Eine negative Korrelation weist hingegen der Zwischenfruchtflächenanteil auf ($r^2 = -0{,}394$).

Die dritte Hauptkomponente trennt zwischen gehölzreichen und gehölzarmen Transekten (Tab. 7, Abb. 5). Die Gehölzfläche ist negativ mit der dritten Achse korreliert ($r^2 = 0{,}485$).

3.6 Randlinienlänge und Rebhuhn - gibt es einen Schwellenwert?

Die Korrelationsanalyse zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen Rebhuhn-Abundanz und der Randlinienlänge (Kap. 3.5). Die Streuung der Punktewolke (Abb. 4) deutet darauf hin, dass das Rebhuhn erst ab einer gewissen Randlinienlänge überhaupt in der Lage ist, ein Transekt zu besiedeln. Um diesen Schwellenwert herauszuarbeiten und statistisch abzusichern wurde eine Schwellenwertberechnung durchgeführt. Die Analyse ermittelt für das Rebhuhn einen signifikanten Schwellenwert ($P \leq 0{,}05$) in Bezug auf die Randlinienlänge von 4.290 m/10 ha (Abb. 6). Erst ab einer derart kleinparzellierten Nutzungstextur ist mit dem Auftreten des Rebhuhns im Heilbronner Raum zu rechnen.

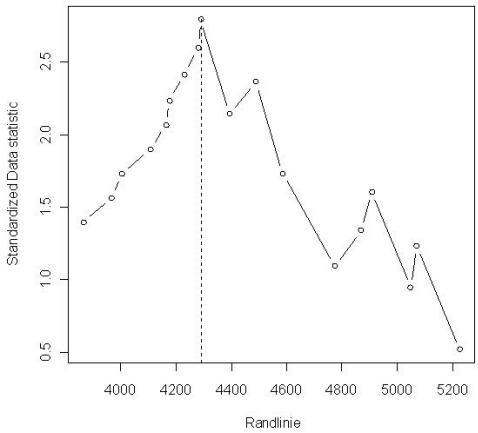

Abbildung 6. Schwellenwertanalyse für Rebhuhnvorkommen in Abhängigkeit von der Randlinienlänge. Die Randlinienlänge mit der maximalen „Standardisierten Statistik“ teilt den Datensatz am besten ein in Transekte ohne Vorkommen und solche mit Vorkommen des Rebhuhns. Dieser Wert wird hier bei einer Randlinienlänge von 4.290 m/10 ha erreicht (gestrichelte Linie). Der Schwellenwert ist signifikant ($P \leq 0{,}05$). – *Threshold analysis for the occurrence of Partridge in response to the length of field margins. The value that maximizes the standardized data statistic optimally divides the dataset in transects with and without Partridge territories. The threshold (4,290 m/ha field margins; dashed line) is significant at $P \leq 0.05$.*

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

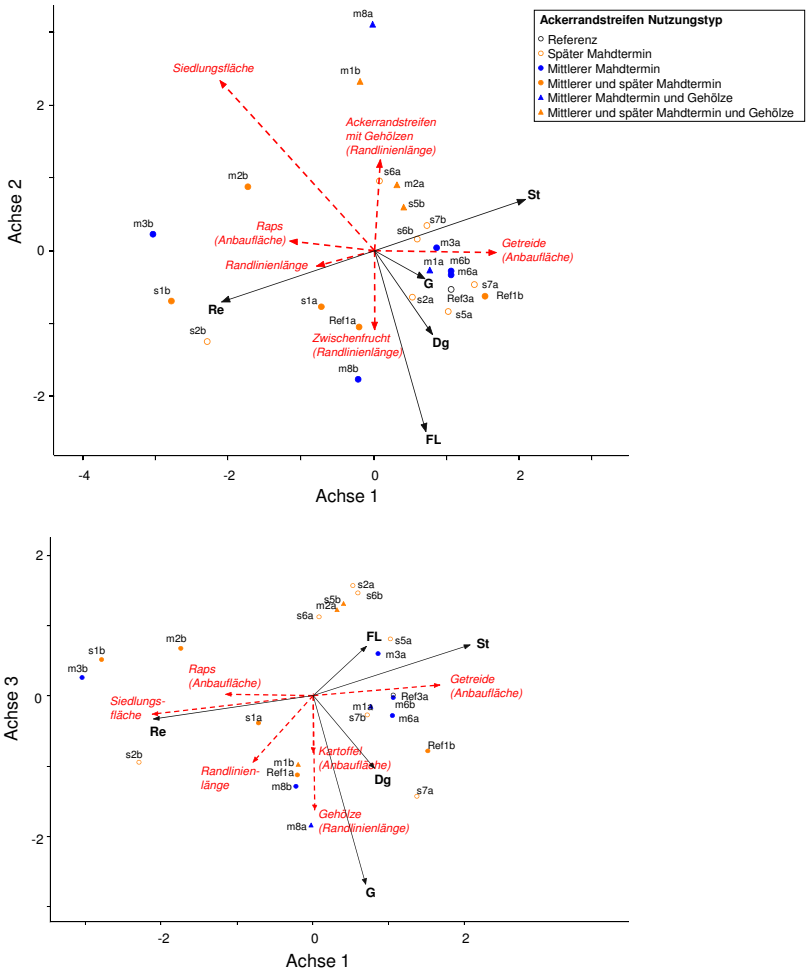

Abbildung 5. Ordinationsdiagramme der Hauptkomponentenanalyse (PCA). Dargestellt sind die Transekte als Symbole entsprechend den Nutzungstypen. Der Abstand zwischen den Symbolen gibt die Ähnlichkeit in der Vogel-Abundanz und damit der Artenausstattung wieder. Je geringer der Abstand desto ähnlicher sind sich die Transekte. Die Arten und Umweltvariablen (Faktoren) wurden als Vektoren in das Diagramm geladen. Der Winkel zwischen den Vektoren beschreibt die Korrelation zwischen den betreffenden Faktoren. Beträgt der Winkel 90° sind die Faktoren unabhängig und nicht korreliert. Kleinere Winkel (0-89°) beschreiben eine positive Korrelation zwischen den Faktoren. Je enger der Winkel desto stärker die Korrelation. Große Winkel (91-180°) beschreiben eine negative Korrelation. Je weiter der Winkel desto stärker der Zusammenhang. Je näher ein Transektsymbol am Ende eines Faktors zum liegen kommt, desto stärker ist die entsprechende Merkmalsausprägung. – *Ordination plot for the principal component analysis. Transect symbols represent their corresponding management regime. Short distances between symbols indicate high similarity in the composition of the breeding bird community. Bird species and environmental variables are added as vectors. The angle between two vectors indicates the degree to which they covary. 90° angels indicate zero covariance, smaller angles positive covariance, and larger angles negative covariance. The closer a transect symbol is located to the tip of a vector the closer the match in composition.*

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

4 Artbezogene Diskussion

Bezüglich des Pflegeregimes der Ackerrandstreifen konnten keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden. Dies ist vermutlich in erster Linie auf die geringe Stichprobengröße zurückzuführen. Plausible Trends die bei einer größeren Stichprobe möglicherweise Signifikanz erlangen könnten (z. B. Meidung gehölzbestandener Randstreifen durch die Feldlerche) werden aber ausführlich im bereits erwähnten Endbericht (s. Kap. 1) diskutiert.

4.1 Dorngrasmücke

Die Dorngrasmücke besiedelt nach Bauer et al. (2005b) halboffene bis offene Landschaften mit mindestens kleinen Komplexen nicht zu dichter Gebüsche oder Stauden in bevorzugt wärmebegünstigten Lagen. Optimal sind trockene Gebüsche oder lockere Hecken mit dichter, mehrjähriger Krautschicht.

Die Abundanz der Dorngrasmücke zeigte nur geringe Korrelationen mit den relevanten Habitatvariablen. Dass die Art wenig spezifisch auf die registrierten Habitatvariablen der Ackerrandstreifen reagiert, wird auch durch die Hauptkomponentenanalyse belegt, bei der keine der drei Achsen eine Korrelation mit dem Vorkommen der Dorngrasmücke aufweist.

Die signifikante Zunahme der Abundanz der Dorngrasmücke mit dem Flächenanteil des Wegenetzes ist möglicherweise zu erklären durch das Vorhandensein einzelner wegbegleitender Gebüsche, welche bei der Nutzungskartierung nicht explizit als Gehölz aufgenommen wurden, aber als Brutplatz der Art fungieren (Beispiel hierfür ist das Transekt s7a). So besiedelt die Art nach Glutz v. Blotzheim et al. (2001) unter anderem „…auch Weg- und Straßenränder mit einzelnen Bäumen…“

Die Dorngrasmücke kann durch Gebüschentwicklung in der offenen Feldflur gefördert werden. Das Pflegeregime umgebender Randstreifen hatte im vorliegenden Fall keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf die Besiedlung.

4.2 Feldlerche

Die Feldlerche besiedelt nach Angaben von Bauer et al. (2005b) offenes Gelände mit freiem Horizont, trockenen bis wechselfeuchten Böden und niedriger sowie abwechslungsreicher Gras- und Krautschicht. Die Siedlungsdichte nimmt mit ansteigender Bodenfeuchte und mit der Anwesenheit hochragender Einzelstrukturen (Einzelhäuser, -bäume und -masten, Gebüsch- und Baumreihen) ab. Waldrandbereiche werden komplett gemieden. Die Hangneigung hat ebenfalls einen großen Einfluss auf die Besiedlung durch die Feldlerche. So konnte Elle (2005) nachweisen, dass Flächen mit einer Neigung bis 5 % bevorzugt und Hangneigungen zwischen 7 % und 11 % bereits deutlich gemieden werden. Schön (1999) stellte in zwei Untersuchungsgebieten Südwestdeutschlands eine starke Bevorzugung von Störstellen mit Kümmerwuchs im Vergleich zu einer zufälligen Besiedlung fest. Solche Störstellen entstehen durch traditionelle Bewirtschaftungsformen (kleinräumige Richtungswechsel im Verlauf der Flurstücksgrenzen, Kleinsenken) oder sind mikrotopografisch-geologisch (Dolinen, staunasse oder steinige Senken) bedingt. Die Forderung von Schön (1999) nach gezielter Anlage von Kleinstrukturen mit geringem Bewuchs wird im Konzept der „Skylark-Plots“ (Lerchenfenster) nach Donald & Morris (2005) aufgegriffen.

In den von Dierschke & Vowinkel (1990) in Süd-Niedersachsen untersuchten Feldlerchenrevieren waren, in Bezug auf die Flächenanteile der Anbaukulturen, Weizen deutlich über-,

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Gerste und Zuckerrüben dagegen deutlich unterrepräsentiert. Jeromin (2002) konnte in seiner Untersuchung eine herausgehobene Funktion junger, lückiger Brachen als Nahrungshabitate feststellen.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie meidet die Feldlerche siedlungsnahe bzw. -reiche Transekte. Dies ist mit der oben beschrieben Meidung von Sichtkulissen zu erklären. Die Bevorzugung von Getreideäckern wird durch den signifikanten Anstieg der Abundanz mit zunehmender Randlinienlänge von Getreidefeldern belegt. In diesen liegen zum einen die Brutplätze und zum anderen suchen die Vögel nach Jenny (1990) unter anderem bevorzugt an Ackerrändern nach Nahrung. Dies wurde durch einzelne Beobachtungen Nahrung suchender Feldlerchen an Ackerrändern und auch in den Randbereichen der Ackerrandstreifen bestätigt. Auf den Transektflächen sank die Feldlerchen-Abundanz mit steigendem Flächenanteil an Kartoffeläckern, was mit den Angaben von Pätzold (1963, zitiert in Hölzinger 1999) übereinstimmt. Demnach besiedelt die Feldlerche Hackfruchtäcker weit weniger als Getreide-, Luzerne- oder Rotkleefelder.

In Transekt m3a konnte ein Hinweis auf einen Brutplatz der Feldlerche in einem Getreideacker erbracht werden. In m3b wurde ein Feldlerchenpärchen beim Nestbau in einem Kartoffelacker beobachtet. Hinweise auf Feldlerchenbruten in Ackerrandstreifen fehlten dagegen.

Aufgrund fehlender signifikanter Zusammenhänge (vgl. Tab. 4) sind das Vorhandensein gehölzfreier Ackerrandstreifen und deren Pflegeregime im Heilbronner Raum also nicht als ausschlaggebenden Faktoren für ein Vorkommen der Feldlerche anzusehen. Die Feldlerche war in allen Transekten als Brutvogel vorhanden und mit insgesamt mindestens 144 Revieren der mit Abstand häufigste Brutvogel der Heilbronner Ackergebiete (Tab. 2). Die entlang der Transekte festgestellte mittlere Siedlungsdichte der Feldlerche lag bei 3,6 Revieren/10 ha, die maximale Siedlungsdichte bei 6,6 Revieren/10 ha (s2a). Werden nur Transekte mit mehr als einem Revier der Feldlerche betrachtet und davon ausgegangen, dass die komplette Transektfläche als Revier genutzt wird, lag die mittlere Reviergröße bei 3,0 ha/Revier. Bei der Interpretation der genannten Werte sind jedoch die methodischen Schwierigkeiten bei der Abgrenzung von Revieren der Art (vgl. Kap. 2.3) sowie die „künstliche“ Abgrenzung der Transektflächen zu berücksichtigen.

Diese für Ackerbaugebiete vergleichsweise hohen Dichten (Hölzinger 1999) haben ihre Ursachen sicherlich in der Landschaftsstruktur (weiträumig offene, ebene bis flachwellige Ackerbaugebiete) sowie der Klimagunst. Nach Pätzold (1963, zitiert in Hölzinger 1999) liegt die durchschnittliche Siedlungsdichte in günstigen Lebensräumen der mitteleuropäischen Kulturlandschaft zwar zwischen 10 und 20 Paaren je 10 Hektar. In Baden-Württemberg werden solche Werte heutzutage jedoch fast nur noch auf extensiv genutzten Grünlandflächen wie z. B. Flugplätzen erreicht. Die höchste im benachbarten Landkreis Ludwigsburg dokumentierte Siedlungsdichte liegt bei 5,6 Revieren/10 ha auf einer fünfjährigen Brachfläche (Randler 1995, zitiert in Anthes & Randler 1996). Zum flächenhaften Rückgang der Siedlungsdichte der Feldlerche siehe zum Beispiel Wahl et al. (2004), Bauer et al. (2005a) oder Cimiotti & Joest (2009).

Nach Hölzinger (1999) besitzt die Feldlerche im Heilbronner Raum ein landesweites quantitatives Schwerpunktvorkommen. Aufgrund der landes- und bundesweiten Gefährdung (vgl. Hölzinger et al. 2007) hat die Förderung der Feldlerche in Ackergebieten Heilbronns eine höhere Priorität als die der gehölzabhängigen Arten Goldammer, Klappergrasmücke und Dorngrasmücke.

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

4.3 Goldammer

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte belegt werden, dass die Abundanz der Art mit zunehmender Randlinienlänge von Gehölzen ansteigt. Der Siedlungsanteil bzw. die Entfernung von Siedlungen hat ebenso wie das Mahdregime der Ackerrandstreifen keinen Einfluss auf das Vorkommen der Goldammer.

Diese Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der bekannten Habitatansprüche der Goldammer plausibel. Die Art besiedelt nach Bauer et al. (2005b) offene und halboffene, abwechslungsreiche Landschaften mit Büschen, Hecken und Gehölzen. Die Autoren verweisen ebenso wie Glutz v. Blotzheim et al. (2001) explizit auf das Vorhandensein vieler Randlinien zwischen unterschiedlichen Vegetationshöhen bzw. Ökotonen in Goldammerlebensräumen. Dorsch (1995 zit. in Glutz v. Blotzheim et al. 2001) bezeichnet Habitate mit 2 - 10 Büschen/100 m² als optimal und eine Bodenbedeckung mit >55 % und einer gut ausgebildeten Mittelschicht (>10 % Deckung) als begehrt. Die Brut findet in Gebüschen am Boden oder bodennah statt, zur Nahrungssuche werden die offenen angrenzenden Flächen aufgesucht. Ackerrandstreifen ohne Gehölze und mit später Mahd weisen entsprechend den Habitatansprüchen der Art zu wenig Deckung auf, um als Brutplatz fungieren zu können und sind gleichzeitig zu dicht für eine effektive Nahrungssuche. Zudem fehlen hier exponierte Sitzwarten, die insbesondere für die singenden Männchen eine hohe Bedeutung haben.

Spezifische Artenschutzmaßnahmen für die Goldammer in Konkurrenz zu Ansprüchen naturschutzfachlich deutlich relevanterer Arten (z. B. Feldlerche als Kulissenflüchter, Prädation des Rebhuhns durch in hohen Hecken brütende Beutegreifer) sollten u.E. derzeit nicht in Erwägung gezogen werden.

4.4 Rebhuhn

Das Rebhuhn ist auf kleinflächig gegliederte Ackerlandschaften mit Büschen und Hecken, insbesondere jedoch mit Brachen und Säumen angewiesen, die im Winter Deckung und im Frühjahr Brutplätze bieten (Altgras). Ein extensives Nutzungsmosaik aus Mehrfelderwirtschaft mit Fruchtwechsel, integrierten Viehweiden, Staudenfluren und Bracheflächen führen zu hohen Siedlungsdichten. Im Winter und Frühjahr werden Flächen mit Wintergetreide bevorzugt, zur Nestanlage sind Altgrasbestände essenziell. Präferiert werden zudem trockene, fruchtbare Böden in klimatisch begünstigten Räumen, für eine erfolgreiche Jungenaufzucht sind zudem insektenreiche Flächen ausschlaggebend. Hohe Heckendichten führen zu hohen Siedlungsdichten, da die Reviere auf Sicht verteidigt werden (Glutz v. Blotzheim et al. 2001, Bauer et al. 2005a, Gottschalk & Barkow 2005, Potts 1986).

In den Heilbronner Ackergebieten stieg mit zunehmender Randlinienlänge die Abundanz signifikant an, großflächiger Getreideanbau wirkte sich dagegen negativ auf das Rebhuhn aus, während kleinparzelliert eingestreute Maisäcker positiv mit der Abundanz korreliert waren. Dabei wird jedoch nicht der Mais bevorzugt, sondern die Art profitiert von der damit zusammenhängenden Erhöhung der Randlinienlänge. Mithilfe einer Schwellenwert-Analyse konnte für das Rebhuhn ein signifikanter ($P \leq 0{,}05$) Schwellenwert in Bezug auf die Randlinienlänge von 4.290 m/10 ha ermittelt werden (Abb. 6). Erst bei einer derartig kleinparzellierten Landschaftsstruktur ist im Heilbronner Raum mit dem Auftreten des Rebhuhns zu rechnen. Diese Ergebnisse heben die Notwendigkeit einer kleinparzellierten, randlinien- und strukturreichen Ausgestaltung von Ackerbaugebiete für eine Besiedlung durch das Rebhuhn hervor. Auch

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Gottschalk & Barkow (2005) verweisen auf die Randliniendichte als einen ausschlaggebenden Habitatparameter für das Rebhuhn.

Durch die Anlage der Ackerrandstreifen hat sich die tatsächliche Randlinienlänge im Gebiet gegenüber der vorherigen Situation sicherlich erhöht, wenngleich dies durch die vorliegenden Daten nicht abgebildet werden kann. In diesem Zusammenhang dürfte das stark gefährdete Rebhuhn daher in gewissem Umfang von den Maßnahmen profitiert haben. Es ist aber dennoch festzuhalten, dass das vorliegende Mahdregime nicht auf die essenzielle Bedeutung Deckung bietender Altgrasstrukturen abgestimmt ist und insoweit zukünftig deutlich optimiert werden kann (s. Kap. 5).

4.5 Schafstelze

Ursprünglich ein typisches Element der Brutvogelgemeinschaft weiträumig offener Sumpfwiesen, verändert die Schafstelze seit den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts ihr Habitatspektrum und kommt inzwischen in weiten Teilen Deutschlands und auch Baden-Württembergs schwerpunktmäßig in weitgehend ebenen Ackergebieten vor (Bauer et al. 2005b, Hölzinger 1999). Im benachbarten Landkreis Ludwigsburg liegen die Revierzentren bevorzugt in Kartoffel- und Rübenfeldern, Winter und Sommergetreide werden dagegen gemieden. Alle weiteren Kulturen werden entsprechend ihres Angebots genutzt (vgl. Anthes et al. 2002). In den Schweizer Ackergebieten bevorzugt die Schafstelze mit einem Anteil von 75 % ebenfalls Kartoffeläcker, weitere Brutplätze finden sich in anderen Hackfrucht-, in Getreide- oder Gemüsefeldern (Maumary et al. 2007).

Nach den vorliegenden Daten bevorzugt die Schafstelze im Heilbronner Raum siedlungsferne, großparzellierte, randlinienarme Getreideanbauflächen. So nahm die Abundanz der Schafstelze mit zunehmendem Siedlungsanteil signifikant ab. Dies ist mit einer Kulissenmeidung, die auch bei Gehölzbeständen festzustellen ist, zu begründen. Siedlungen und größere Gehölze führen möglicherweise zu einer erhöhten Prädation durch Katzen und Krähen und könnten deshalb von der Schafstelze gemieden werden.

In Transekt m3a gelang ein Nestfund der Schafstelze in einem Ackerrandstreifen. Zusätzlich lagen über Verhaltensbeobachtungen (Futter bzw. Nistmaterial tragend) während der Revierkartierung Hinweise auf drei Brutplätze in Getreideäckern (s6b, s3b, s7b) sowie auf einen weiteren Brutplatz in einem Kartoffelacker (Ref1b) vor.

Das Vorhandensein gehölzfreier Ackerrandstreifen und deren Pflegeregime sind somit im Heilbronner Raum nicht die ausschlaggebenden Faktoren für ein Vorkommen der Schafstelze. Von einer Meidung gehölzbestandener Ackerrandstreifen ist auszugehen.

5 Synthese und Ausblick

Nach den mit der Reform der europäischen Agrarpolitik im Jahr 2005 eingeführten „anderweitigen Verpflichtungen“ (Überkreuzverpflichtungen oder Cross Compliance) dürfen zum Schutz wildlebender Tieren Stilllegungsflächen zwischen dem 1. April und dem 30. Juni weder gemulcht, gemäht, noch gehäckselt werden. Die Ackerrandstreifen inklusive Obstbaumreihen zählen zu diesen Stilllegungsflächen nach der „Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)“ oder sind prämienberechtigt und dürfen somit in der Zeit zwischen dem 1. April und dem 30. Juni grundsätzlich nicht bearbeitet werden. Für das Pflegekonzept der Ackerrandstreifen im Heilbronner Raum wurde nach Hetzler (2008) aus Artenschutzgründen von dieser Regelung

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

abgewichen (vgl. Tab. 1) und es wurden für alle Ackerrandstreifen, auf denen die Erstpflege am frühen oder mittleren Termin stattfand, ein Antrag auf Befreiung von den Cross Compliance-Verpflichtungen gestellt.

Mit Vogelschutzbelangen ist dies nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung nur bedingt zu begründen. Zur Förderung des Rebhuhns ist zwar ein Mosaik unterschiedlich gepflegter Ackerrandstreifen förderlich, die Vorgaben hierfür könnten jedoch allgemeiner und nicht zwingend flächenscharf formuliert werden. Es bestünde z. B. die Möglichkeit, die verschiedenen Pflegeregime pauschal in gleichen Anteilen auf den Ackerrandstreifen zu verteilen. Dies würde zu einer mosaikartigen Struktur mit einer Erhöhung der Randliniendichte führen (zu den Auswirkungen der Cross Compliance-Regelung auf die Biodiversität s. Oppermann et al. 2009).

Viele Kartierer der OAG-HN berichteten von starken Störungen der Ackerrandstreifen durch fahrende und parkende Autos, Spaziergänger und insbesondere Hunde. Durch diese Störungen wird das von Vögeln zur Nahrungssuche nutzbare Zeitfenster entlang der Randstreifen deutlich verkürzt, die Eignung als Brutplatz für bestimmte Arten (insbesondere Rebhuhn) geht ganz verloren. Aus diesem Grund wäre aus avifaunistischer Sicht eine deutliche Erhöhung des Anteils nicht wegbegleitender Ackerrandstreifen dringend erforderlich, insbesondere zur Förderung der vorrangigen Zielart Rebhuhn. Letzteres sollte bei der Neuplanung von Ackerrandstreifen als Anlagegrundsatz berücksichtigt werden.

Das mit insgesamt 11 Revieren (zwei weitere in der näher zweier nicht berücksichtigter Transekte) festgestellte Rebhuhn ist sowohl landes- als auch bundesweit in der Roten Liste als „stark gefährdet“ eingestuft (Hölzinger et al. 2007, Südbeck et al. 2007) und hat als Landesart der Kategorie A im Zielartenkonzept Baden-Württemberg vorrangigen Schutz- und Förderungsbedarf, sie wird dort zusätzlich als zielorientierte Indikatorart geführt (MLR & LUBW 2009). Aus artenschutzfachlichen Gesichtspunkten besteht somit eine sehr hohe Priorität für Schutzmaßnahmen für diese Art.

Maßnahmen für das Rebhuhn sind insbesondere in Landschaften, in denen aktuell noch vergleichsweise gute Rebhuhnbestände vorhanden sind, vordringlich (so in Heilbronn), zumal die Wiederbesiedlung einmal verwaister Habitatverbände nur selten stattfindet (Gottschalk & Barkow 2005). Umgekehrt kann durch die Schaffung produktiver Kernhabitate die (Wieder-) Besiedlung umgebender unbesiedelter Habitate gefördert werden. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie nahe legen, ließe sich das Rebhuhn durch die Anlage von Ackerrandstreifen (Erhöhung der Randliniendichte, Deckung für Anlage des Brutplatzes) prinzipiell fördern. Mit Blick auf die Habitatansprüche des Rebhuhns besteht bei Gestaltung und Pflege der Randstreifen im Heilbronner Raum jedoch ein erhebliches Optimierungspotenzial. Für die zukünftige Förderung des Rebhuhns auf Heilbronner Gemarkung wird die Umsetzung von Schutzmaßnahmen nach Spittler (2000) bzw. Gottschalk et al (2006) empfohlen. Diese beinhalten die Anlage von Buntbrachen oder Gras-Krautsäumen abseits von Wegen. Auf die Pflanzung von Feldgehölzen oder Hecken für das Rebhuhn ist aufgrund naturschutzfachlicher Zielkonflikte (s. Kap. 4.2, 4.5) zwingend zu verzichten. Zur genauen Maßnahmenbeschreibung s. bei den oben genannten Autoren oder in dem im Internet unter www.ackerrandstreifen-heilbronn.de verfügbaren Endbericht.

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

6 Literatur

Anthes, N. & C. Randler (1996): Die Vögel im Landkreis Ludwigsburg - eine kommentierte Artenliste mit Statusangaben. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 12: 1-235.

Anthes, N., R. Gastel & P.-C. Quetz (2002): Bestand und Habitatwahl einer Ackerpopulation der Schafstelze (*Motacilla f. flava*) im Landkreis Ludwigsburg, Nordwürttemberg. Ornithol. Jh.Bad.-Württ. 18: 347-361.

Bauer, H.-G., E. Bezzel & W. Fiedler (Hrsg., 2005a): Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Band 1: Nonpasseriformes - Nichtsperlingsvögel. Aula-Verlag, Wiebelsheim. 808 S.

Bauer, H.-G., E. Bezzel & W. Fiedler (Hrsg., 2005b): Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Band 2: Passeriformes - Sperlingsvögel. Aula-Verlag, Wiebelsheim. 622 S.

Biber, O. (1993): Lebensraum und Raumnutzung der Goldammer *Emberiza citrinella* zur Brutzeit in einer intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft. Dissertation an der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel. 64 S.

Bommer, K. (2000): Ölsaaten als bevorzugte Nist- und Nahrungsstätten für wildlebende Vögel und Säugetiere in Oberschwaben/Baden-Württemberg mit Ausblicken auf Mitteleuropa, Biozid-Anwendungen sowie Brutvögel in Hanf und Leguminosen. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 16: 85-176.

Cimiotti, D. & R. Joest (2009): Die Feldlerche - Vom Charaktervogel zum Sorgenkind. In: Sudfeldt, C., R. Dröschmeister, M. Flade, C. Grüneberg, A. Mitschke, J. Schwarz & J. Wahl (2009): Vögel in Deutschland - 2009. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.

Dierschke, V. & K. Vowinkel (1990): Großflächige Brutvogelbestandsaufnahme und Habitatwahl der Feldlerche (*Alauda arvensis*) auf Ackerland in Süd-Niedersachsen. Verh. Ges. Ökol. 19: 216-221.

Donald, P.F. & T.J. Morris (2005): Saving the Skylark: new solutions for a declining farmland bird. Brit. Birds 93: 136-143.

Elle, O. (2005): Einfluss der Hangneigung auf die räumliche Verteilung der Feldlerche *Alauda arvensis*. Vogelwelt 126: 243-251.

Furrington, H. (2002): Die Vögel im Stadt- und Landkreis Heilbronn aus historischer Zeit bis 2001. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 18: 1-304.

Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (Bearb., 2001): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. CD-ROM-Lizenzausgabe. Vogelzug-Verlag, Wiebelsheim.

Gottschalk, E. & A. Barkow (2005): Ist das Rebhuhn noch zu retten? Eine populationsbiologische Gefährdungsanalyse des Rebhuhnbestandes im Raum Göttingen. Göttinger Naturkdl. Schr. 6: 117-140.

Gottschalk, E, W. Beeke & A. Görlich (2006): Sachbericht zum Rebhuhnschutzprojekt im Landkreis Göttingen. Unveröff. Bericht der Biologischen Schutzgemeinschaft Göttingen e. V. 21 S.

Grünflächenamt der Stadt Heilbronn (2005): Das Ackerrandstreifen-Programm. Online unter http://www.stadt-heilbronn.de.

Hetzler, J. (2008): Ackerrandstreifen der Stadt Heilbronn Pflegekonzept 2008. Online unter http://www.ackerrandstreifen-heilbronn.de.

Hölzinger, J. (1999): Die Vögel Baden-Württembergs. Band 3.1: Singvögel 1. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 861 S.

Hölzinger, J., H.-G. Bauer, P. Berthold, M. Boschert & U. Mahler (2007): Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Brutvogelarten Baden-Württembergs. 5. Fassung. Stand 31.12.2004. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 11, 172 S. (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.)

Hothorn, T. & B. Lausen (2002): On maximally selected rank statistics. R. News 2: 3-5.

Jenny, M. (1990): Nahrungsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Ornithol. Beob. 87: 31-53.

Jeromin, K. (2002): Zur Ernährungsökologie der Feldlerche (*Alauda arvensis* L. 1758) in der Reproduktionsphase. Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 191 S.

Lausen, B. & M. Schumacher (1992): Maximally selected rank statistics. Biometrics 48: 73-85.

Maumary, L., L. Volloton & P. Knaus (2007): Die Vögel der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, und Nos Oiseaux, Montmollin. 848 S.

McCune, B. & J.B. Grace (2002): Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 363 S.

MLR - Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum & LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2009): Informationssystem Zielartenkonzept Baden-Württemberg. Planungswerkzeug zur Erstellung eines kommunalen Zielarten- und Maßnahmenkonzepts Fauna. (Stand 2006, ergänzt und z. T. aktualisiert 4/2009). http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

© Ornithologische Gesellschaft Baden-Württemberg, download unter www.biologiezentrum.at

Müller, J. & T. Hothorn (2004): Maximally selected two-sample statistics as a new tool for the identification and assessment of habitat factors with an application to breeding-bird communities in oak forests. Europ. J. Forest Res. 123: 219- 228.

Oppermann, R., M. Beil, J. Gelhausen, I. Brunk, S. Haack, A. Helmecke, H. Hötker, L. Rasran, J. Blew, N. Voigt, P. Kollmar, P. Poschlod & C. Römermann, C. (2009): Gemeinsame Agrarpolitik: Cross Compliance und Auswirkungen auf die Biodiversität. Ergebnisse eines Forschungsprojektes und Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Mannheim. 12 S.

Potts, G.R. (1986): The Partridge: Pesticides, Predation and Conservation. Colins, London. 274 S.

Robinson, R.A. (2004): The diet of seed-eating birds on lowland farmland. Brit. Birds 97: 464-467.

Sachs, L. (1997): Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. Springer-Verlag, Berlin. 881 S.

Schön, M. (1999): Zur Bedeutung von Kleinstrukturen im Ackerland: Bevorzugt die Feldlerche (*Alauda arvensis*) Störstellen mit Kümmerwuchs? J. Ornithol. 140: 87-91.

Spittler, H. (2000): „Niederwildgerechte“ Flächenstilllegung. Umsetzung eines Modells. LÖBF-Mitt. 1/2000: 12-19.

Südbeck, P., H. Andretzke, S. Fischer, K. Gedeon, T. Schikore, K. Schröder & C. Sudfeldt (Hrsg., 2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten und des Dachverbandes Deutscher Avifaunisten, Radolfzell. 777 S.

Südbeck, P., H.-G. Bauer, M. Boschert, P. Boye & W. Knief [Nationales Gremium Rote Liste Vögel] (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 4. Fassung, 30. November 2007. Ber. Vogelschutz 44: 23-81.

Wahl, J., D. Doer, F. Peterskeit & N. Anthes (2004): Drastischer Bestandsrückgang der Feldlerche *Alauda arvensis* in Münster von 1997 bis 2004. Charadrius 40: 57-67.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: 25

Autor(en)/Author(s): Mayer Johannes, Straub Florian, Hetzler Jürgen

Artikel/Article: Wirkung des Ackerrandstreifen-Managements auf Feldvogelarten in Heilbronn. 107-128