

Habitatnutzung der Vögel in einer offenen Kulturlandschaft im Winter

Simon Birrer, Nicolas Auchli, Jérôme Duplain, Pius Korner, Michael Lanz, Bernard Lugin
und Julien Vasseur



BIRRER, S., N. AUCHLI, J. DUPLAIN, P. KORNER, M. LANZ, B. LUGRIN & J. VASSEUR (2018): Habitat usage by birds in an open agricultural landscape in winter. Ornithol. Beob. 115: 11–34.

While a large number of studies have dealt with the ecology and habitat requirements of farmland birds during breeding time, much less is known about the use of farmland by birds during winter. In this study, we counted the birds on transects on ten habitat types during winter 2014/2015 in the Champagne genevoise, canton of Geneva, Switzerland. The study area (7,7 km²) is a largely open arable countryside. Since 1991, a regional project to enhance farmland biodiversity has led to the creation of numerous field margins and wildflower areas that have contributed to a significant increase of breeding bird numbers (e.g., Common Whitethroat *Sylvia communis* and European Stonechat *Saxicola rubicola*). We observed 1480 individuals from 37 bird species. Eurasian Skylark *Alauda arvensis*, Common Chaffinch *Fringilla coelebs*, and European Goldfinch *Carduelis carduelis* were the most common species. We found that the number of species per transect strongly depended on the month of visit (less species in November/December versus January), on the observer, and on the habitat type. Positive effects on species numbers were found for medium-sized vegetation (tall herbs and bushes) and especially if there were trees in the vicinity of a transect. Increased numbers of species were also found at field margins (an ecological compensation area type specific to the regional project), at wildflower areas (an optional measure of the Swiss agri-environment scheme), at ruderal areas and maize stubbles. Cereals, rape and meadows supported the smallest numbers of species. However, habitat requirements varied among species. For example, the set of species differed between intertillage crops and stubble fields; to enhance farmland bird communities during winter, a mosaic of habitats is thus recommended.

Simon Birrer, Jérôme Duplain, Pius Korner und Michael Lanz, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, E-Mail simon.birrer@vogelwarte.ch, jerome.duplain@vogelwarte.ch, pius.korner@bluewin.ch, michael.lanz@vogelwarte.ch; Nicolas Auchli, Ortbühlweg 27, CH–3612 Steffisburg, E-Mail nicolas@auchli.biz; Bernard Lugin, chemin de Champ-Manon 33, CH–1233 Bernex, E-Mail b.lugin@bernex.ch; Julien Vasseur, 30 rue Victor Hugo, F–69100 Villeurbanne, E-Mail vasseurjulien@ymail.com

Viele Brutvogelarten der Landwirtschaftsgebiete erlitten in den letzten Jahrzehnten in Westeuropa einen starken Bestandsrückgang (Donald et al. 2006, Wilson et al. 2009, Voříšek et al. 2010). Der Verlust von Bruthabitat mit

genügend erreichbarer Nahrung und geeigneten Neststandorten ist einer der wichtigsten Ursachen für die negative Entwicklung. Eine weitere wichtige Ursache liegt in einer erhöhten Sterblichkeit im Winter (Newton 2004).

Die veränderte Landnutzung kann zu einem geringeren Nahrungsangebot im Winter führen. Noch vorhandene Nahrung wird dann bereits im Verlauf des Winters weitgehend von den Vögeln aufgebraucht (Siriwardena et al. 2008, Geiger et al. 2014), so dass es vor allem im Spätwinter zu Nahrungsengpässen kommt, was wiederum zu einer erhöhten Sterblichkeit führen kann. Als Gründe für das geringe Nahrungsangebot gelten der oft zu beobachtende Wechsel von Sommer- zu Wintergetreide (Donald et al. 2001, Newton 2004), das Wegfallen der Stoppelbrachen (Newton 2004, Gillings et al. 2005), der Einsatz moderner Erntemaschinen, die weniger Ernterückstände auf dem Feld zurücklassen, sowie eine verstärkte Unkrautbekämpfung (Newton 2004, Field et al. 2016).

Die meisten Untersuchungen zur Winterökologie der Landwirtschaftsvögel stammen aus Grossbritannien. Dort konnte gezeigt werden, dass Änderungen in der landwirtschaftlichen Praxis zu einem Mangel an Nahrung für die Vögel im Winter führten. Aus Mitteleuropa liegen hingegen nur wenige Untersuchungen vor (s. aber Geiger et al. 2014, Hammers et al. 2015, Joest et al. 2016). Auch zur Nutzung verschiedener Habitattypen durch die Vögel im Winter gibt es für Mitteleuropa nur wenig Daten (Hötter et al. 2004, Bellebaum 2008, Rühmkorf & Reich 2011, Kasprzykowski & Goławski 2012).

In der Schweiz wurde die Winterökologie von Kulturlandarten sehr selten studiert: Im Klettgau (Kanton Schaffhausen) untersuchte Buner die Nutzung von Buntbrachen durch das Rebhuhn (Buner et al. 2005) und den Turmfalken (Buner 1998), und im Wallis wurde die Nutzung der Reben durch Vögel im Jahresverlauf untersucht (Guyot et al. 2017). Da in der Schweiz und in Mitteleuropa ähnliche Veränderungen in der Landwirtschaft wie in Grossbritannien stattgefunden haben, muss damit gerechnet werden, dass sich auch bei uns die Überwinterungsbedingungen verschlechtern, was sich auf die Bestände der Standvögel auswirken könnte.

Als Massnahme gegen den Rückgang der Artenvielfalt im Kulturland wurden in den meisten Ländern Europas sogenannte Agrar-Umweltprogramme gestartet. In der Regel wer-

den die Landwirte angehalten, gewisse Flächen nur noch extensiv zu nutzen. In der Schweiz werden solche Flächen heute als Biodiversitätsförderflächen (BFF) bezeichnet. Europaweit ist die Wirkung solcher Flächen auf die Vögel zur Brutzeit inzwischen gut untersucht (Kleijn et al. 2006, Wróbk et al. 2008, Hiron et al. 2013, Neumann & Dierking 2013) und auch aus der Schweiz liegen mehrere Untersuchungen vor (Herzog et al. 2005, Birrer et al. 2007, Roth et al. 2008, Weggler & Schwarzenbach 2011). Offenbar wirken sich vor allem qualitativ hochwertige BFF positiv auf die Bestände von Brutvögeln aus (Meichtry-Stier et al. 2014); das gilt insbesondere für die Bunt- und Rotationsbrachen (Zollinger et al. 2013, Martinez et al. 2017). Der Bruterfolg in solchen Habitattypen entspricht zumindest im bisher einzig untersuchten Fall jenem in historisch-traditionell bewirtschafteten Flächen (Revaz et al. 2008).

Die Auswirkungen der Umwelt-Agrarprogramme auf die Vogelbestände im Winter wurden wiederum fast ausschliesslich in Grossbritannien untersucht (Stoate et al. 2004, Hinsley et al. 2010, Siriwardena 2010, Field et al. 2011). In der Schweiz existieren einzig die oben erwähnten Publikationen von Buner (1998, 2005), die zeigen, dass Brachen und Hecken von Rebhuhn und Turmfalke im Winter als Habitat bevorzugt werden.

Wir untersuchten, welche Habitattypen von den Vögeln im Winter in einer offenen Kulturlandschaft in der Schweiz genutzt werden. Wir führten dazu im Winter 2014/2015 in der Champagne genevoise Vogelkartierungen in zehn verschiedenen Habitattypen durch. Das Landwirtschaftsgebiet im Untersuchungsraum wurde in den letzten 25 Jahren ökologisch stark aufgewertet und umfasste 2015 10,5 % Brachflächen («Genfer Brachen» sowie Bunt- und Rotationsbrachen gemäss Direktzahlungsverordnung DZV). Es konnte gezeigt werden, dass sich diese Aufwertung positiv auf die Bestände der Brutvögel auswirkte (Lugrin & Regamey 2001, Birrer & Oppermann 2012, Meichtry-Stier et al. in Vorb.). So haben die Bestände von sieben der dreizehn untersuchten Vogelarten im Zeitraum 1992–2015 zugenommen. Dorngrasmücke *Sylvia communis*, Orpheusspötter *Hippolais polyglotta* und

Schwarzkehlchen *Saxicola rubicola* erreichen mittlerweile für die Schweiz rekordhohe Dichtewerte. Zudem bevorzugen zahlreiche Arten die Brachflächen als Brutstandort gegenüber den anderen Kulturen (Meichtry-Stier et al. in Vorb.). Allerdings fehlen systematische Untersuchungen zu den Auswirkungen der BFF in diesem Gebiet auf die Vögel im Winter.

In dieser Studie gehen wir der Frage nach, ob im Winter die Vögel in einer Ackerlandschaft bestimmte Kulturen bevorzugen oder meiden und ob die Biodiversitätsförderflächen, insbesondere die Brachen, auch im Winter ein bevorzugter Habitattyp für Vögel sind. Ferner

untersuchen wir, welche Unterschiede es zwischen einzelnen Vogelarten in der Habitatpräferenz gibt.

1. Methode

1.1. Studiengebiet und Wetter

Das Studiengebiet lag wenige Kilometer südwestlich von Genf rund um die Ortschaft Laconnex, Kanton Genf (46° 9' N/6° 2' E) auf einer Höhe von 420 bis 470 m ü.M. Das Studiengebiet umfasste 769 ha und bestand vor allem aus landwirtschaftlich genutzten Flächen

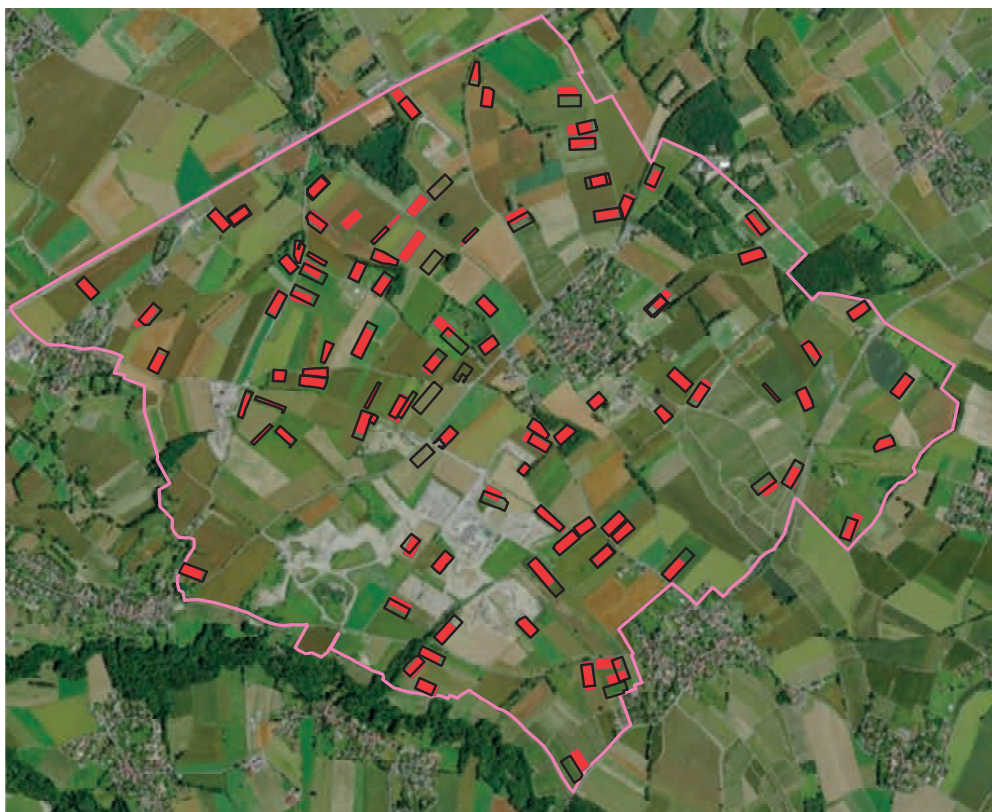


Abb. 1. Das Studiengebiet (7,7 km², rosa umrandet) mit der Ortschaft Laconnex im Zentrum und den untersuchten Flächen (schwarz umrandet = erste Kartierung, rot = zweite Kartierung). Sichtbar sind die Kiesgruben im Südwesten sowie die Wälder im Nordosten und angrenzend ans Studiengebiet im Südwesten. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA180001). – The study area (7.7 km², pink perimeter) with the village Laconnex in the middle and the study transects (black = first census, red = second census). Grey areas in the south-west are gravel pits.

Tab. 1. Beschreibung der Habitattypen im Studiengebiet im Winter 2014/2015 (769 ha) sowie der Transekte. – *Description of the habitat types in the study area in winter 2014/2015. The list includes the studied habitat types («Untersuchte Habitattypen») as well as other important habitat types in the study area («Andere Habitattypen im Studiengebiet»). The columns are: habitat type, description, total area in ha (and percentage of the study area covered by this habitat type), mean parcel size, number of transects (first/second visit), and mean transect size (with interquartile range).*

Habitattyp	Beschreibung	Gesamtfläche in ha (Anteil am Perimeter)	Mittlere Parzell- lengrösse in ha	Anzahl Transekte (1./2. Kartierung) ¹	Mittlere Transektfläche in m ² (25%- und 75%-Quantil)
Untersuchte Habitattypen					
– Getreide/cereals	Winterweizen, Wintergerste und Wintertriticale mit offenem Boden zwischen den Rosetten	165,0 (21,5 %)	1,51	10 10	4748 (4456–5209)
– Raps/rape	Winterraps mit offenem Boden zwischen den Rapsrosetten	42,2 (5,5 %)	1,41	11 10	4313 (3941–4774)
– Maisstoppeln/stubbles	Maisstoppeln mit offenem Boden, wenig Verunkrautung	14,5 (1,9 %)	1,81	10 10 ²	4863 (4641–4992)
– Zwischenfrucht/intertillage	Verschiedene Zwischenfrüchte (u.a. Mischungen mit Rettich, Senf und <i>Phacelia</i>), meist 0,5–1 m hoch	41,7 (5,4 %)	1,98	10 10	5715 (4898–6383)
– Brachen DZV/wildflower area	Bunt- und Rotationsbrachen gemäss DZV. Meist 1–2 m hoch	60,4 (7,9 %)	0,92	10 10	5062 (4549–5475)
– Genfer Brache/field margin	Regionaler Typ einer Biodiversitätsförderfläche: mehrjähriges Brachland, meist mit Brombeerdickicht (<i>Rubus</i> sp.) und etwas Gebüsch	20,4 (2,7 %)	0,29	10 10	2324 (1569–2871)
– Ruderalflächen/ruderal areas	Überwachsene Kiesfläche und ähnliche Habitats, mit oder ohne Gebüsch und Brombeeren	30,6 (4,0 %)	0,96	10 10	4139 (3330–5074)
– Wiese/meadow	Extensive Wiese (gemäss DZV), Fettwiese oder künstliche Wiese mit kurzem Gras, fast kein offener Boden. Keine Büsche	58,9 (7,7 %)	0,85	8 7	5236 (4729–5612)
– Weide/pasture	Durch Pferde oder Kühe intensiv beweidet. Während der Kartierung keine Tiere anwesend; ähnlich Wiese, Vegetationsstruktur aber heterogener	40,0 (5,2 %)	1,14	10 10	4718 (4265–5121)
– Reben/vine yard	Reben (ohne Kleinstrukturen wie Büschen, Mauern, usw.). Boden nur lokal künstlich begrünt, sonst verunkrautet; Rebstöcke rund 1,5 m hoch	55,1 (7,2 %)	1,15	10 10	5052 (4657–5439)

Tab. 1. (Fortsetzung).

Habitattyp	Beschreibung	Gesamtfläche in ha (Anteil am Perimeter)	Mittlere Parzell- lengrösse in ha	Anzahl Transekte (1./2. Kartierung) ¹	Mittlere Transektfläche in m ² (25%- und 75%-Quantil)
Andere Habitattypen im Studiengebiet					
– Offener Acker/ unsown field	Gepflügte und/oder geeggte Äcker, ohne Vegetation	66,5 (8,6 %)	1,33		
– Kiesgrube/ gravel pit	Vegetationslose Flächen in den Kies- gruben	44,3 (5,8 %)			
– Gehölz/hedges, woodland	Vor allem kleine Waldstücke, ein paar Hecken	80,2 (10,4 %)			
– Siedlung/ settlement	Versiegelte Flächen, Gärten und Zo- nen für Freizeitnutzung	43,7 (5,7 %)			
– andere/others	unversiegelte Wege, Naturresevat, Teiche usw.	5,7 (0,7 %)			

¹ Eine kleine Anzahl Transekte wurde wegen temporärer Unzugänglichkeit nur einmal kartiert.

² Aufgrund der geringen Anzahl Stoppelfelder konnten nur 5 solche Transekte ausgeschrieben werden, diese wurden aber pro Kartierung zweimal kartiert.

(Abb. 1). Im Südwesten lagen mehrere Kiesgruben (5,5 % des Untersuchungsgebiets), und der Nordosten wird durch einige Feldgehölze und kleinere Wälder gegliedert. Im südlichen Teil verläuft die Grenze des Studiengebiets entlang von Gehölzen; sonst ist das Gebiet ziemlich arm an Vertikalstrukturen.

Die Gegend ist mehrheitlich eben. Die Landwirtschaft wird von Ackerbau dominiert, wobei Getreide, Mais und Raps die Hauptfrüchte sind. Trotzdem waren die landwirtschaftlich genutzten Parzellen mit durchschnittlich 1,3 ha relativ klein. Die meisten Landwirte arbeiteten nach konventionellen Methoden.

Aus Bodenschutzgründen wird im Herbst auf einem Teil der abgeernteten Felder eine Zwischenfrucht gesät. Oft sind das Mischungen von Pflanzenarten, die bis Ende des Winters grün bleiben. Der grösste Teil der Ackerfläche wird aber bereits im Herbst wieder mit Winterweizen oder Winterraps bestellt (Tab. 1). Ein Teil der spät geernteten Maisfelder bleibt über den Winter als Stoppeln stehen. Das Grünland (Wiesen, Weiden) macht 12,9 % der Untersuchungsfläche aus (Tab. 1). Rund 7 % der Untersuchungsfläche wird von Reben eingenommen, die meist an leicht gegen Südwest geneigten Hängen gepflanzt wurden (v.a. südöstlich von Laconnex, Abb. 5). Schliesslich machen Brach- und Ruderalflächen («Brachen DZV», «Genfer Brachen» und Ruderalflächen) knapp 15 % der Untersuchungsfläche aus. Unter «Brachen DZV» fassen wir die Biodiversitätsförderflächen Bunt- und Rotationsbrachen gemäss Direktzahlungsverordnung zusammen (Schweizerischer Bundesrat 2013). Sie wurden mit einer speziellen Samenmischung angesät und können je nach Alter verschieden ausgeprägt sein. In der Regel präsentierten sich diese Flächen im Winter als hoch (1–2 m) aufgewachsene, dürre Krautvegetation. Häufig dominierten Wilde Karde *Dipsacus fullonum* oder Wilde Möhre *Daucus carota*.

Bunt- und Rotationsbrachen bleiben während acht bzw. drei Jahren am selben Ort und werden in dieser Zeit höchstens auf Teilflächen geschnitten. Die «Genfer Brachen» (Abb. 2) stammten aus einem von 1991 bis 2017 laufenden kantonalen Programm zur Förderung der



Abb. 2. Eine «Genfer Brache» im Winter 2014/2015. Die Brache war im 16. Standjahr, deutlich erkennbar sind die heterogene Vegetation und aufkommende Gebüsche. Aufnahme Februar 2012, J. Duplain. – *A field margin, which is an ecological compensation area typical for the region (see Table 1). This field margin was 16 years old and had a heterogeneous vegetation structure including small bushes.*

Biodiversität in der Champagne genevoise und waren 2014/2015 im Durchschnitt 14 Jahre alt. Sie wurden nur zum Teil mit einer reduzierten Saatmenge angesät oder konnten sich spontan begrünen. Eine Pflege der Genfer Brachen war nicht vorgesehen, so dass die natürliche Sukzession ablaufen konnte. Viele Genfer Brachen enthalten deshalb heute Brombeerdickichte oder aufgewachsene Sträucher, vor allem Hartriegel *Cornus sanguinea*, kleine Weiden *Salix* sp. oder Pappeln *Populus* sp. Einige der Genfer Brachen wiesen auch grosse Bestände amerikanischer Goldrute *Solidago* sp. auf.

Das Winterklima ist relativ mild für die Schweiz. Auf dem benachbarten Flughafen Genf-Cointrin lag im Mittel der Winter 1982/1983 bis 2012/2013 an $9,0 \pm 4,7$ (SD) Tagen Schnee, davon an $4,4 \pm 1,8$ Tagen mehr als 10 cm. Der Winter 2014/2015 kann als durchschnittlich bis eher mild bezeichnet werden. Zwischen November 2014 und Februar 2015 lag an 9 Tagen Neuschnee. Die durchschnittliche Temperatur betrug $4,2$ °C. An fünf

Tagen stieg das Thermometer nie über 0 °C (Klimadaten von MeteoSchweiz).

1.2. Vogelaufnahmen

Auf Transekten in zehn verschiedenen Habitat-typen wurden alle Vogelindividuen gezählt. Pro Habitattyp wurden in der Regel zehn Flächen aus dem ganzen Studiengebiet zufällig ausgewählt und mit einem Transekt belegt (Abb. 1, Tab. 1). Im Frühwinter zwischen dem 26. November und dem 21. Dezember 2014 wurden die Vögel auf 99 dieser Transekte erhoben. Die zweite Kartierung fand im Hochwinter zwischen dem 5. Januar und dem 24. Januar 2015 statt und umfasste 97 Transekte. Da es im Gebiet weniger als zehn Stoppelfelder gab, wurden nur fünf Transekte in diesem Habitattyp ausgewählt, diese aber doppelt begangen.

Die Transekte waren typischerweise 100 m lang. Die Länge variierte jedoch je nach Situation. Die genaue Länge wurde aus den GPS-

Positionen berechnet, die am Anfang und Ende jedes Transekts erhoben wurden. Die Transekte befanden sich im zentralen Teil der Parzelle und starteten, wenn möglich, 25 m vom Feldrand (meist ein Feldweg) entfernt. Die Vögel wurden links und rechts des Transekts bis zu einem Abstand von 25 m erhoben, d.h. die abgesuchten Flächen waren 50 m breit. Parzellen, die nicht durchquert werden konnten, wurden von einem Transekt entlang des Parzellenrands aus kartiert (bis 50 m in die Parzelle hinein). In jedem Fall aber wurden nur die Vögel im entsprechenden Habitattyp gezählt, das heisst die Transektfläche wurde reduziert, wenn die Parzelle schmaler als 50 m (vor allem Genfer Brachen) oder kürzer als 100 m war. Typische Transektflächen umfassten also rund 5000 m² (Tab. 1). Zwischen den zwei Kartierungen mussten einzelne Transekte leicht verschoben werden, wenn die Kulturen nicht mehr begehbar waren. Insgesamt wurden bei der ersten Kartierung 45,9 ha, bei der zweiten Kartierung 44,2 ha abgedeckt.

Bei der Aufnahme wurden die Transekte abgesprochen, wodurch am Boden oder in der Vegetation versteckte Vögel aufgeschreckt wurden. Alle Vogelindividuen wurden notiert, inklusive solche, welche aus dem Transekt hinaus oder in den Transekt hinein flogen. Überfliegende Vögel wurden nur notiert, wenn sie einen klaren Bezug zur Transektfläche hatten, z.B. wenn sie auf Nahrungssuche waren.

Eine Vogelaufnahme auf einem Transekt dauerte 7 bis 10 min, nur wenige Aufnahmen dauerten bis zu 15 min. Die Aufnahmen wurden zwischen 8.00 und 17.00 h gemacht, meistens zwischen 10.00 und 11.00 sowie zwischen 14.00 und 16.00. Bei acht von 196 Aufnahmen gab es leichten Niederschlag (das entspricht 5 % bei der ersten und 3 % bei der zweiten Kartierung); etwa ein Drittel der Aufnahmen fanden bei Sonnenschein statt (22 % bzw. 44 %); während der übrigen Aufnahmen war es mehr oder weniger stark bewölkt (73 % bzw. 52 %). Die Temperatur lag mehrheitlich zwischen 0 und 10 °C, während 2 % bzw. 12 % der Aufnahmen war es kälter als 0 °C und während 25 % bzw. 8 % über 10 °C. Schnee (maximal 6 cm) lag nur während 5 % der Aufnahmen der zweiten Kartierung.

1.3. Beobachtereffekt

Die Aufnahmen machten Nicolas Auchli und Julien Vasseur. Sie kartierten gleichzeitig, aber jeweils unterschiedliche Transekte. Die beiden waren erfahrene Feldornithologen, die auch schon vor dem Projekt gemeinsam beobachteten und dabei nicht den Eindruck erhielten, dass zwischen ihnen ein ausgeprägter Unterschied im Entdecken von Vögeln bestünde.

Wir waren deshalb davon ausgegangen, dass mit der gewählten Aufnahmemethode relativ kleine Unterschiede zwischen den Beobachtern bestehen würden. Trotzdem zeigte sich in den Daten ein recht deutlicher Unterschied zwischen den beiden Ornithologen. Wir haben deshalb statistisch auf diesen Unterschied kontrolliert, indem der Beobachter als Faktor in den Modellen mitberücksichtigt wurde. Allerdings wurden bei gewissen Habitattypen alle Transekte nur vom einen oder vom anderen Feldarbeiter kartiert, während bei anderen Habitattypen beide Feldarbeiter je ein Teil der Transekte übernahmen. Deswegen konnten die Effekte von Beobachter und Habitattyp nicht sauber getrennt werden. Wir gehen davon aus, dass der Beobachtereffekt bei allen Habitattypen proportional ähnlich war. Die Unterschiede zwischen den Habitattypen sind zudem so gross, dass wir trotz der methodischen Einschränkung robuste Aussagen zur Habitatwahl der Vögel im Winter machen können.

1.4 Geografische Daten und statistische Analysen

Auf der Grundlage der Nutzungskartierung von 2012 (Guinand et al. 2013) und der Raumdaten des Kantons Genf (Département de l'intérieur et de la mobilité, Service de l'organisation et des systèmes d'information, Centre de compétence du SITG; Daten erhalten am 20. Dezember 2011) haben wir im Aufnahmewinter eine Nutzungskartierung (Tab. 1) durchgeführt. Die Gehölze haben wir von aktuellen Orthofotos für das Studiengebiet und mindestens 300 m darüber hinaus digitalisiert und dabei zwischen niederen (Sträucher) und hohen (Bäume) Gehölzen unterschieden.

Den Vogelbestand im ganzen Studiengebiet haben wir geschätzt, in dem wir die Zählwer-

Tab. 2. Bei den Kartierungen im Winter 2014/2015 festgestellte Vogelarten. Die Abkürzung wird nur für jene Arten angegeben, die auch in Tab. 6 erscheinen. – *Bird species registered during the two censuses in winter 2014/2015. Abbreviations (last column) as used in Table 6.*

Artname		Abkürzung
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	TUF
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	REB
Jagdfasan	<i>Phasianus colchicus</i>	FAS
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	BEK
Hohltaube	<i>Columba oenas</i>	
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	
Türkentaube	<i>Streptopelia decaocto</i>	
Grünspecht	<i>Picus viridis</i>	
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	FEL
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	WIP
Bergpieper	<i>Anthus spinoletta</i>	
Gebirgsstelze	<i>Motacilla cinerea</i>	
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola rubicola</i>	SKE
Amsel	<i>Turdus merula</i>	
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	
Tannenmeise	<i>Parus ater</i>	
Blaumeise	<i>Cyanistes caeruleus</i>	
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	
Elster	<i>Pica pica</i>	
Rabenkrähe	<i>Corvus corone</i>	
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	STA
Hausperling	<i>Passer domesticus</i>	
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	
Bergfink	<i>Fringilla montifringilla</i>	
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>	
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	STI
Bluthänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	HÄN
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	GOA
Zaunammer	<i>Emberiza cirlus</i>	ZAA
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	ROA

te von den Transekten auf die Gesamtfläche hochgerechnet haben. Dazu wurde die Anzahl beobachteter Individuen pro Habitattyp proportional zur vorhandenen Fläche hochgerechnet und addiert. Zur Berechnung einer Unsicherheitsangabe wurde Bootstrapping

gemacht, indem pro Habitattyp und pro Kartierung aus den entsprechenden Beobachtungen je eine Stichprobe gezogen wurde (mit Zurücklegen). Dies wurde 5000-mal wiederholt und die 95 % zentralen Werte als Unsicherheitsangabe der hochgerechneten Individuenzahlen verwendet; die untere Intervallgrenze war aber immer mindestens die Summe der tatsächlich beobachteten Individuen.

Die Anzahl Arten wurde mittels eines Poisson-Modells mit Log-Linkfunktion untersucht. Die benutzten Einflussgrößen sind in Tab. 3 definiert; zudem wurde der Transekt als Zufallsfaktor berücksichtigt (da die Transekte in der Regel zweimal erhoben wurden). Die Transektfläche wurde als linearer und quadratischer Prädiktor berücksichtigt, um auf eine mögliche Abflachung des Zusammenhangs zwischen Flächengröße und Anzahl Arten zu korrigieren. Eine Interaktion zwischen Habitat und der Kartierung (also eine Veränderung der Habitatwahl im Frühwinter verglichen mit dem Hochwinter) wurde in einem zweiten Modell untersucht. Dabei wurden neben der Interaktion wieder die gleichen Einflussgrößen berücksichtigt. Allerdings mussten wir die Habitate zusammenfassen, da viele Kombinationen von Habitat, Kartierung und Beobachter in den Daten nicht vorkamen; die zehn Habitate (Tab. 1) wurden zu drei Habitaten zusammengefasst: Brachen- und Ruderalflächen (ursprünglich drei Habitate), Reben (ein Habitat) und restliche Flächen (ursprünglich sechs Habitate).

Für diese Poisson-Modelle verwendeten wir Bayesianische Statistik mit wenig-informativen Priors; zur Beschreibung der Unsicherheit der Parameterschätzung wurden 10000 Werte von der Posteriorverteilung simuliert (Funktion `sim` in R; Gelman & Yu-Sung 2014) und daraus 95%-Kreditabilitätsintervalle bestimmt; der wahre Wert liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in diesem Intervall, gegeben dass die statistischen Annahmen zutreffen.

Modellannahmen wurden vor allem grafisch überprüft. Übergrosse Streuung (overdispersion) wurde mit der Funktion `dispersion_glm` (R package `blmeco`; Korner-Nievergelt et al. 2015) überprüft (gemäss einer Empfehlung von D. Bates; vgl. Hilfe-Datei zur genannten Funktion). Räumliche Autokorrelation wur-

de mittels eines Semi-Variogramms und die Anzahl Nullen (zur Überprüfung von zero-inflation) mittels posterior predictive model checking überprüft (Korner-Nievergelt et al. 2015). Die Analysen wurden mit der Statistiksoftware R durchgeführt (Version 3.2.4 für Windows; R Development Core Team 2015).

Mittels eines Randomisierungstests wurde pro Art beurteilt, welche Habitattypen die Art mied oder bevorzugte. Dazu wurden die beobachteten Individuenzahlen pro Transekt einer Art zufällig auf alle Transekte verteilt. Dies wurde 10000-mal wiederholt. Die tatsächlich beobachtete mittlere Anzahl Individuen pro Habitattyp wurde dann verglichen mit der mittleren Anzahl Individuen pro Habitattyp aus den 10000 Randomisierungen. Lag der beobachtete Wert unterhalb des 2,5%-Quantils (d.h. der tatsächliche Wert lag bei den 2,5 % kleinsten Werten aus der Randomisierung), sprechen wir davon, dass die Art dieses Ha-

bitattyp «deutlich meidet», zwischen 2,5 % und 33 % nennen wir es «meiden», zwischen 67 % und 97,5 % «bevorzugen», und lag der tatsächliche Wert bei den 2,5 % grössten Werten aus der Randomisierung (also über dem 97,5%-Quantil), sprechen wir von «deutlich bevorzugen». Aufgrund der zahlreichen Nullen und dem häufigen Auftreten von Vogelschwärmen wurde dieses Verfahren einer parametrischen Modellierung (einem Poisson-Modell) vorgezogen.

2. Ergebnisse

Insgesamt wurden 1480 Individuen aus 37 Arten registriert (Tab. 2, Abb. 3). Gemäss der Hochrechnung schätzen wir den Vogelbestand in den untersuchten Habitaten des ganzen Studiengebiets im Frühwinter bzw. Hochwinter auf 5000–10000 bzw. 6000–15000 Indivi-

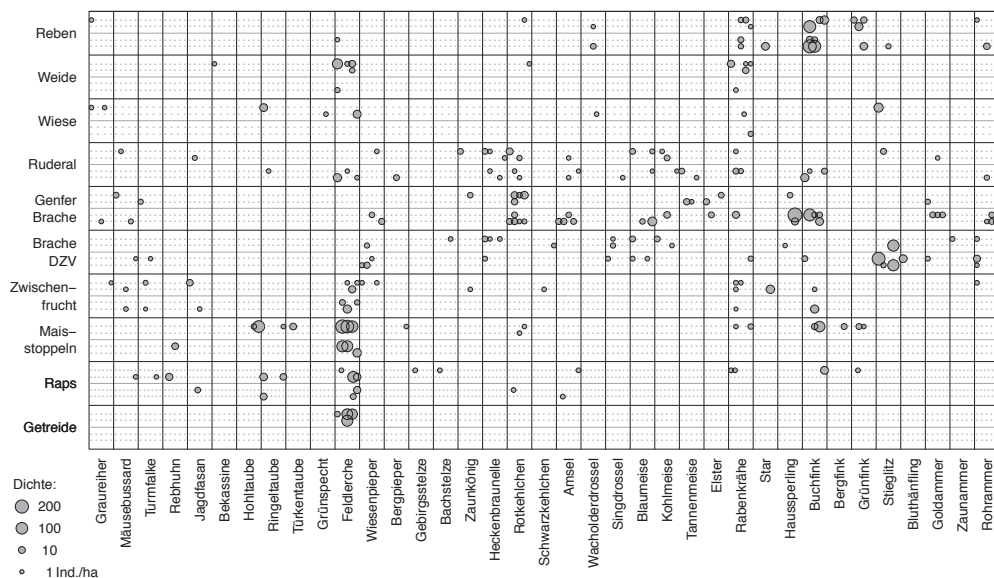


Abb. 3. Verteilung der Individuen pro Vogelart auf die zehn untersuchten Habitattypen. Pro Art und Habitattyp sind die (meist) zehn Transekte als kleine Punkte dargestellt, separat für die erste (unterhalb der feinen Linie) und die zweite (oberhalb) Kartierung. Wenn während eines solchen Transekts eine bestimmte Art beobachtet wurde, ist dies mit einem Kreis dargestellt, dessen Grösse die Individuendichte angibt (logarithmierte Skala, vgl. die vier Beispiele unten links). – *Distribution of individual birds per habitat type (y-axis, see Table 1) and species (x-axis, see Table 2).* Small grey points are transect visits during which no individual was seen; points below the faint line are from the first visit, above from the second visit. Circles indicate birds counted during a transect visit, with circle sizes indicating the number of individuals per ha (see bottom left).

Tab. 3. Für die Modellierung verwendete Einflussgrössen. – *Predictors used in the models. Columns headers: predictor name; unit, levels, transformations; comments; proportion in the study perimeter; and average value (with quartiles) per transect. Predictors are visit (1st and 2nd), observer (2 levels), transect area (linear and quadratic effect), habitat type (10 levels, see Table 1), and proportions of semi-natural medium-high vegetation (low hedges, field margins, wildflower areas, ruderal areas) and of semi-natural high vegetation (high hedges, walnut cultivations, woods).*

Kurzname	Einheit, Faktorstufen Transformation	Definition, Bemerkungen	Anteil im Studiengebiet	Mittelwert (Quartile ¹) für Transekte/Puffer
Kartierung	2 Stufen	Frühwinter: 26.11.–21.12.2014 Hochwinter: 5.1.–24.1.2015		
Beobachter	2 Stufen	93 bzw. 103 Aufnahmen je Beobachter		
Transektfläche	m ² , zentriert	linearer und quadratischer Effekt (orthogonale Polynome)		vgl. Tab. 1
Habitattyp	10 Stufen			vgl. Tab. 1
Vegetation mittelhoch	Anteil, arcsin-Wurzel	mittelhohe naturnahe Vegetation ² , im 30-m-Puffer um Transekt	16,6 %	20,5 % (0; 12,4; 28,9 %)
Vegetation hoch	Anteil, arcsin-Wurzel	hohe naturnahe Vegetation ³ , im 30-m-Puffer um Transekt	10,0 %	8,3% (0; 1,1; 13,1 %)

¹ Auf der untransformierten Skala; 2. Quartil = Median.

² Niederhecke, Brache DZV, Genfer Brache, Ackersaum, Ruderalfläche.

³ Hochhecke, Nussbaumkultur, Feldgehölz.

duen, was einer mittleren Dichte von 7–20 bzw. 11–29 Individuen pro ha entspricht. Die häufigsten Arten waren Feldlerche, Buchfink und Stieglitz; ihre Bestände im ganzen Studiengebiet (in den untersuchten Habitattypen) wurden während einer der beiden Kartierungen auf über 1000 Individuen geschätzt (Abb. 4). Acht weitere Arten erreichten gemäss der Hochrechnung bei mindestens einer Kartierung über 100 Individuen: Hohltaube, Ringeltaube, Rotkehlchen, Rabenkrähe, Star, Haussperling, Grünfink und Rohrammer.

Die Vögel waren über das ganze Studiengebiet verteilt (Abb. 5). Es fällt auf, dass es lokale Konzentrationen gab, etwa im Frühwinter auf Bunt- und Rotationsbrachen und Rebflächen im Norden. Auch im Hochwinter wurden solche Konzentrationen festgestellt, zum Teil auf denselben Transekten, zum Teil aber auf Transekten, auf denen bei der ersten Kartierung überhaupt keine Vögel festgestellt wurden. Es gab auch grosse Unterschiede in der Vogeldichte auf benachbarten Transekten in denselben Habitattypen, so etwa auf den Bunt- und Rotationsbrachen im Nordosten.

Klare Einflussgrössen (Tab. 4) sind Kartierung, Beobachter, Habitattyp und hohe naturnahe Strukturen in der Umgebung des Transekts (d.h. im 30-m-Puffer um den Transekt; vgl. die Kreditibilitätsintervalle, die deutlich weg von Null liegen; Tab. 4). Als weniger klare Einflussfaktoren erscheinen die mittelhohen naturnahen Strukturen in der Umgebung sowie die Grösse der Transektfläche (hier umfassen die Kreditibilitätsintervalle einen weiten Bereich und die realen Werte könnten sowohl positiv als auch negativ sein).

Die mittlere Artenzahl pro Transekt war im Hochwinter 57 % grösser als im Frühwinter (berechnet mit $\exp(0,45) = 1,57$; Tab. 4). Der Beobachtereffekt war erstaunlich gross: Der eine Beobachter notierte gemäss der Modellschätzung rund dreimal mehr Arten pro Transekt als der andere. Aufgrund der erwähnten Korrelation zwischen Beobachter und Habitattyp ist das tatsächliche Ausmass des Beobachtereffekts aber unsicher. Von besonderem Interesse für uns ist der Effekt des Habitattyps (Tab. 4). Die Habitattypen wurden sehr unterschiedlich durch Vögel genutzt.

Tab. 4. Modell zur Schätzung der Artenzahl pro Transekt und Kartierung. Angegeben sind die Einflussgrößen (inklusive Faktorstufen für die kategorialen Einflussgrößen), die Schätzwerte und die 95%-Kreditibilitätsintervalle. Die Polynome für die Einflussgrösse «Transektfläche» sind zentriert (s. Tab. 3 für die vollständigen Definitionen und Transformationen der Einflussgrößen). Verwendet wurde ein Poisson-Modell mit Log-Linkfunktion. – *Effects of predictors («Einflussgrösse», see Table 2) on numbers of species per transect visit as estimated from a Poisson model with log-link. Factor levels are given in the second column (for transect area, «Transektfläche», we used the first two orthogonal polynomials; for the habitat types see Table 1). «Referenzstufe» = baseline level. The last column gives Bayesian 95 % credible intervals.*

Einflussgrösse	Stufe, Polynom	Schätzwert	95%-Kreditibilitätsintervall
Achsenabschnitt		–1,37	–2,53; –0,20
Kartierung	Frühwinter	<i>Referenzstufe</i>	
	Hochwinter	0,45	0,16; 0,74
Beobachter	1. Beobachter	<i>Referenzstufe</i>	
	2. Beobachter	–1,14	–1,58; –0,70
Transektfläche	linear	1,17	–2,13; 4,43
	quadratisch	0,39	–2,12; 2,81
Habitattyp	Getreide	<i>Referenzstufe</i>	
	Raps	0,48	–0,81; 1,77
	Maisstoppeln	1,76	0,45; 3,04
	Zwischenfrucht	0,73	–0,55; 2,00
	Brache DZV	1,69	0,38; 2,99
	Genfer Brache	2,24	0,85; 3,63
	Ruderal	1,78	0,49; 3,09
	Wiese	0,22	–1,19; 1,62
	Weide	1,02	–0,28; 2,33
	Reben	1,01	–0,24; 2,26
Vegetation mittel		0,39	–0,34; 1,12
Vegetation hoch		1,03	0,15; 1,89

Stoppeln, Brachen DZV, Genfer Brachen und Ruderalflächen fallen mit besonders hohen Artenzahlen pro Transekt auf (Tab. 4, Abb. 6). Gemäss Rohdaten wiesen die verschiedenen Brachetypen mit 16–19 Arten auch die höchsten Werte auf (s. Abb. 3). Gemäss Modell liegt die durchschnittliche Artenzahl auf Zwischenfrucht-Transekten tiefer (Abb. 6). Dies mag erstaunen, weil dort gemäss Rohdaten ebenfalls total zwölf Arten entdeckt wurden (Abb. 3).

Allerdings war die mittlere Artenzahl im Hochwinter deutlich höher als im Frühwinter, und vor allem wurde dieser Habitattyp von dem Beobachter kartiert, der deutlich mehr Arten sah. Das Modell versucht, darauf zu korrigieren und schätzt entsprechend die tatsächlich im Mittel vorhandene Artenzahl auf Zwischenfrucht tiefer ein als die Rohdaten suggerieren. Der Schätzwert für solche Habitattypen ist also mit Vorsicht zu interpretieren; was aber eindeu-

tig ist, sind die grossen Unterschiede zwischen den Habitattypen und die generell höhere Artenzahl in strukturreichen Habitattypen, während intensiv landwirtschaftlich genutzte und dadurch strukturarmer Habitattypen wie Getreide, Raps und Wiese besonders wenige Arten beherbergten (Abb. 6).

Die Umgebung der Transekte hatte ebenfalls einen Einfluss auf die Artenzahl im Transekt. Insbesondere hohe naturnahe Vegetation (etwa Hochhecken oder Feldgehölzränder) hatte einen positiven Effekt (Abb. 7). Wir zeigen im Folgenden Resultate bei einer Breite der Pufferzone rund um das Transekt von 30 m.

Wir haben aber auch untersucht, wie sich das Resultat ändert, wenn wir einen breiteren Puffer berücksichtigen. Dabei zeigte sich, dass der positive Effekt bis zu einer Pufferbreite von etwa 80 m erhalten blieb. Bei noch grösseren Pufferzonen korreliert der Anteil hoher

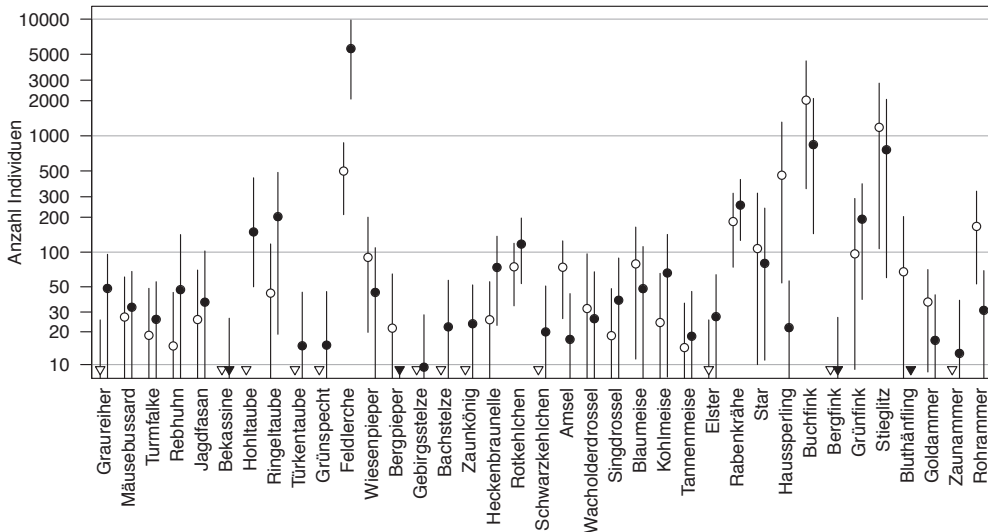


Abb. 4. Hochgerechnete Anzahl Individuen im ganzen Studiengebiet (ohne offene Äcker, Kiesgruben, Wälder und Siedlung; total 529 ha) für den Frühwinter (26. November – 21. Dezember 2014; offene Kreise) und den Hochwinter (5.–24. Januar 2015; schwarze Kreise). Dargestellt ist der Median und das 95%-Vertrauensintervall basierend auf 5000 Bootstrapping Stichproben. Eine geschätzte Anzahl von weniger als zehn Individuen ist mit einem Dreieck angezeigt. Die Skala auf der y-Achse ist logarithmiert. – *Estimated number of individuals on the total of the 10 studied habitat types in the study perimeter (an area of 529 ha) per species, as extrapolated from the counts on the transects. Open circles refer to the first visit (26 November – 21 December 2014), black circles to the second visit (5–24 January 2015). Rhombi indicate numbers of less than 10 individuals. Vertical lines are 95 % bootstrap confidence intervals. For species names, see Table 2.*

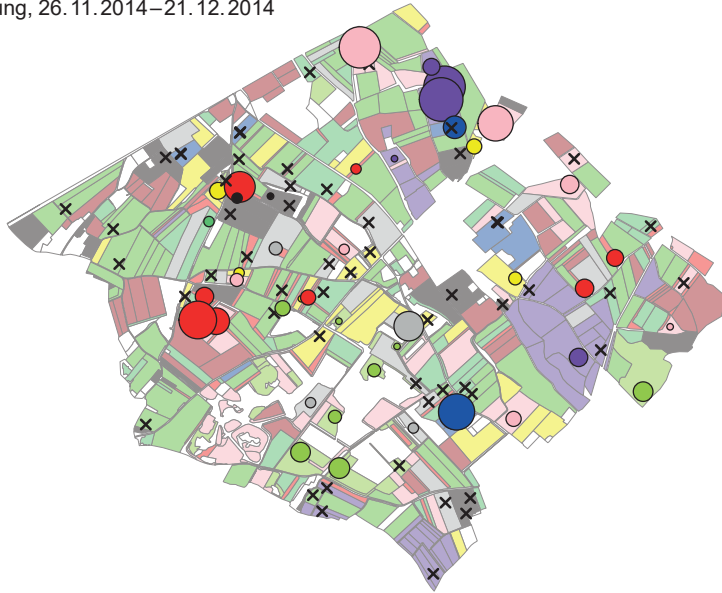
naturnaher Vegetation in der Pufferzone nicht mehr mit der Artenzahl im Transekt. Mittelhoh naturnahe Vegetation hatte offenbar ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Artenzahl (Abb. 7), der Effekt war aber weniger stark und könnte gemäss Kreditibilitätsintervall sogar negativ sein (Tab. 4). Allerdings ist der Effekt der mittelhohen Vegetation unsicher, da er nur beschränkt vom Effekt der Habitattypen getrennt werden konnte, weil die zwei Einflussgrößen korrelierten: Rund um Transekte auf Brachen DZV gab es naturgemäss viel mehr mittelhoh naturnahe Vegetation als in der Umgebung von anderen Habitattypen.

Unsere Daten zeigen artspezifische Präferenzen für bestimmte Habitattypen (Abb. 3, Tab. 5). Von besonders vielen Arten, nämlich von je 6–7 Arten, werden die drei Brachetypen bevorzugt. Drei Arten bevorzugten die Bunt- und Rotationsbrachen sogar deutlich; bei den Genfer Brachen sind es vier und bei den Rude-

ralflächen fünf Arten. Gemieden werden hingegen alle Brachetypen von der Feldlerche sowie je ein Brachetyp von der Rabenkrähe und dem Buchfinken. Das Rotkehlchen ist die einzige Art, die gewisse Brachetypen bevorzugt und andere meidet (Genfer Brachen deutlich bevorzugt, Ruderalflächen bevorzugt, Bunt- und Rotationsbrachen gemieden). Die Rebflächen werden von vier Vogelarten bevorzugt, besonders stark von Buch- und Grünfink. Nur die Feldlerche meidet diesen Habitattyp. Alle anderen Habitattypen werden von einer bis drei Arten bevorzugt. Aktiv gemieden werden offenbar weniger Habitattypen. Am meisten Arten meiden den Raps (sechs Arten) und das Getreide (vier Arten). Alle anderen Habitattypen werden von einer bis drei Arten gemieden.

Die Artenzahl war in den Brachen- und Ruderalflächen sowie in den Reben bei beiden Kartierungen ähnlich. Die übrigen Flächen hingegen wurden im Hochwinter von mehr Arten

Erste Kartierung, 26. 11. 2014–21. 12. 2014



Zweite Kartierung, 7. 1. 2015–24. 1. 2015

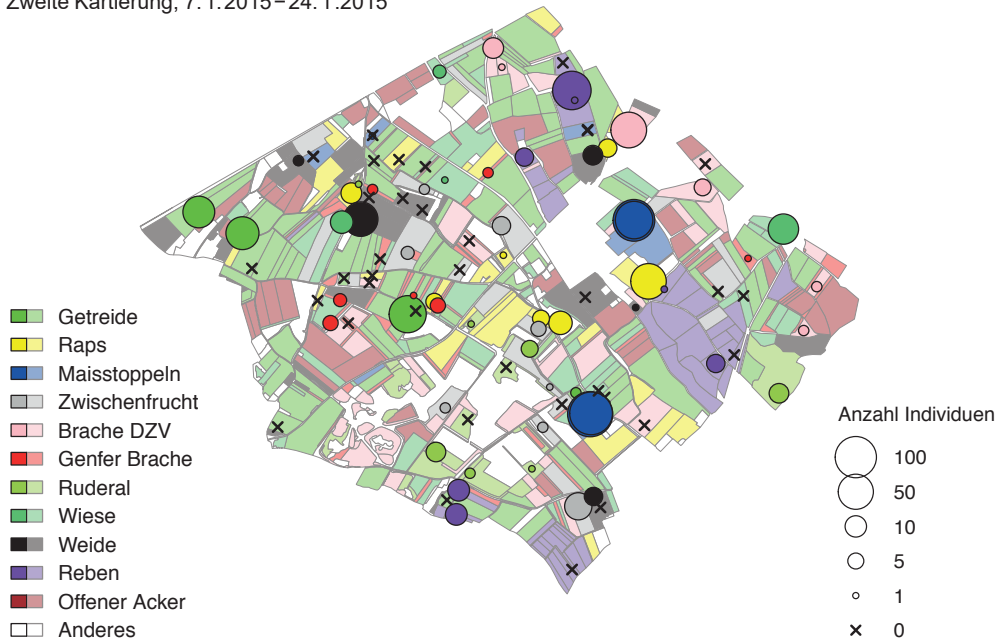


Abb. 5. Verteilung der Individuen im Studiengebiet für die erste und zweite Kartierung. Die Hintergrundkarten zeigen zudem die Verteilung der Habitattypen (s. auch Tab. 1). – Distribution of the number of birds during the first and second visit. The color of the parcels and circles indicate the habitat type (see Table 1), the sizes of circles the number of individuals of all species observed per transect. Crosses indicate transect visits where no birds were seen. «Anderes» = other habitat types (mainly gravel pits, settlements, and woods).

Tab. 5. Habitatpräferenzen der Vögel. Berücksichtigt wurden Arten, die auf den zwei Begehungen zusammen auf mindestens fünf Transekten beobachtet wurden. Habitatpräferenz: kein Eintrag = keine Bevorzugung oder Meidung, ++ = deutlich bevorzugt, + = bevorzugt, – = gemieden. N = Anzahl Transekte mit Vorkommen (summiert über beide Kartierungen). Randomisierungstest, s. Erklärungen im Methodenteil. – *Habitat preference per species as indicated by a randomisation test. The counts per species were randomly distributed over all transects to create a scenario with no habitat preference. ++ means that the observed counts in that habitat type were within the 2.5 % largest values from the randomisation (strong preference); +: within the 2.5 % and 33 % largest values (weak preference), no entry: neither preference nor avoidance, -: within the 2.5 % and 33 % lowest values from the randomisation (weak avoidance).* «Art» = species, N = number of transects with the respective species observed (summed over both visits), and other column names are habitat types (see Table 1).

Art	N	Getreide	Raps	Maisstoppeln	Zwischenfrucht	Brache DZV	Genfer Brache	Ruderalflächen	Wiese	Weide	Reben
Graureiher	5								+		
Mäusebussard	7				+		+				
Turmfalke	5				+						
Ringeltaube	6		++						+		
Feldlerche	31	+		++		–	–	–	–		–
Wiesenpieper	9		–			++					
Heckenbraunelle	9		–			++		++			
Rotkehlchen	18	–	–		–	–	++	+	–		
Amsel	9						++	+			
Blaumeise	8					+	+	+			
Kohlmeise	6					+	+	+			
Rabenkrähe	25	–	–				–			++	+
Buchfink	20	–	–	+		–			–	–	++
Grünfink	7										++
Stieglitz	7					++			+		
Goldammer	6						++				
Rohrhammer	12	–	–	–		+	+	+		–	+

genutzt als im Frühwinter (Abb. 8). Verantwortlich für den Unterschied bei den übrigen Flächen scheinen vor allem Wiesen, Maisstoppeln und Rapsflächen zu sein (Abb. 3).

3. Diskussion

Bei unserer Untersuchung in einer intensiv genutzten Kulturlandschaft im Winter fanden wir auf den Transekten insgesamt 37 Vogelarten. Die grosse Mehrzahl der festgestellten Arten brütet auch im Untersuchungsperimeter oder in dessen unmittelbarer Umgebung (Lugin et al. 2003). Bei einigen Arten liegen aber die von uns geschätzten Grössen der Winterbestände deutlich über den Brutvogelbestän-

den in der Region; im Gebiet halten sich also zahlreiche Wintergäste auf. So schätzen wir den Januarbestand der Feldlerche auf über 5500 Individuen im ganzen Untersuchungsgebiet, während der Brutbestand in diesem Gebiet bei weniger als 100 Paaren liegt (unveröff. Daten). Auch der Bestand im November und Dezember beim Buchfinken (rund 2000 Ind.) und Stieglitz (1200 Ind.) ist nur durch Zuzug zu erklären. Als Gastvögel sind auch die Graureiher zu werten, die jedoch in der Umgebung brüten und auch zur Brutzeit im Untersuchungsgebiet angetroffen werden können. Reine Wintergäste sind Bekassine, Wiesenpieper und Bergpieper.

Im Vergleich zwischen den Habitattypen fällt die hohe Bedeutung der verschiedenen

Abb. 6. Geschätzte Artenzahl pro Transekt für verschiedene Habitattypen. Die geschätzten Mittelwerte (Kreise mit 95%-Kreditibilitätsintervall) gelten für den Frühwinter, den 1. Beobachter sowie für mittlere Werte bei Transektfläche sowie bei mittelhohen und hohen naturnahen Habitattypen im 30-m-Puffer um den Transekt (Tab. 3). Rechts von den Schätzwerten für den Mittelwert sind die Rohdaten als kleine Kreise angegeben. – *Estimated numbers of species (with 95 % Bayesian credible interval) per habitat type (see Table 1). Small circles are raw data. Estimates are for the first visit, for the first observer, and for average values of the covariates (see Table 3 and 4).*

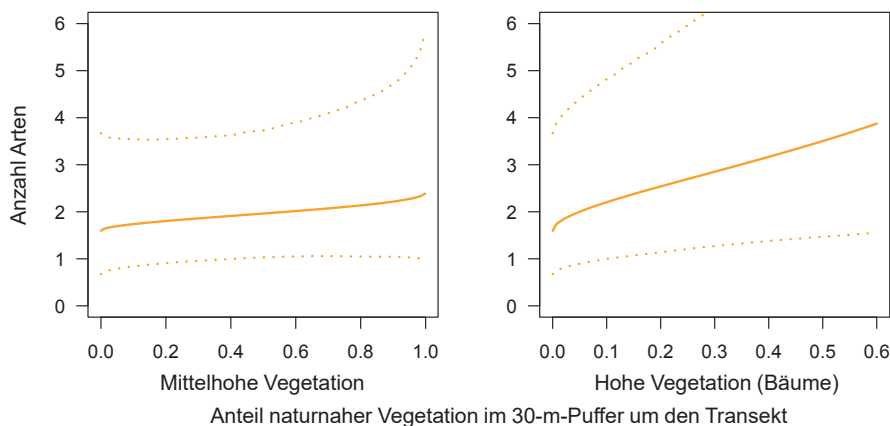
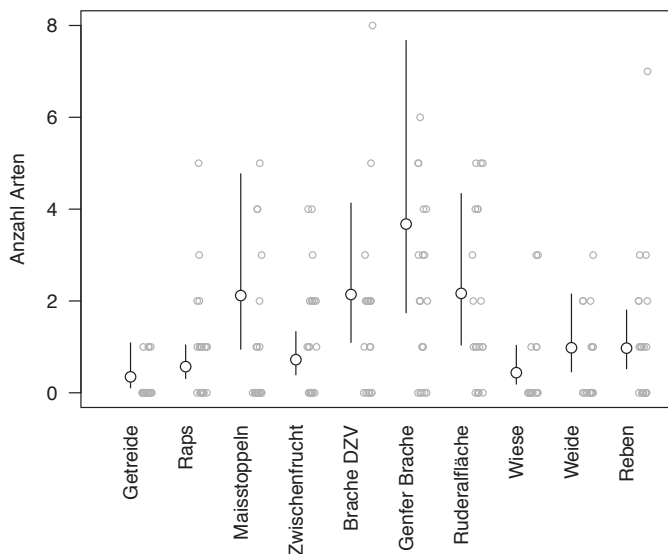
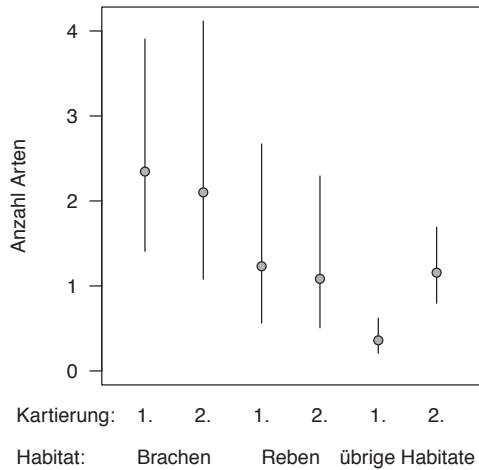


Abb. 7. Zusammenhang zwischen der naturnahen Vegetation in einem 30-m-Puffer um den Transekt und der im Transekt beobachteten Artenzahl (Schätzwerte mit 95%-Vertrauensbereich aus dem Poisson-Modell, Tab. 3). Mittelhohe Vegetation umfasst zum Beispiel Niederhecken, Brachen oder Ruderalflächen, hohe Vegetation Hochhecken und andere Habitattypen mit Bäumen. Die y-Achse wurde in beiden Teilabbildungen gleich gewählt, um einen Vergleich zu erleichtern. Die Schätzwerte gelten für Frühwinter, 1. Beobachter, mittelgroße Transektfläche, Brache DZV als Habitattyp und keine hohe Vegetation (links) bzw. keine mittelhohe Vegetation (rechts) im Puffer. Die x-Achsen decken den beobachteten Bereich ab. – *Estimated effect (and 95 % confidence area) of the amount of medium tall semi-natural vegetation (left) and tall semi-natural vegetation (right) in the 30 m buffer zone around the transect on the number of species observed on the transect. Estimates are from the Poisson model (see Table 3 and 4). Estimates are for the first visit, the first observer, medium tall transect area, Brache DZV as habitat, no tall semi-natural vegetation in the buffer for the left plot, and no medium tall semi-natural vegetation in the buffer for the right plot. The x-axes span the observed ranges of the corresponding covariates.*

Abb. 8. Geschätzte Artenzahlen (und 95%-Kreditintervalle) pro Transekt für die erste und zweite Kartierung auf den zusammengefassten Habitattypen «Brachen» (inkl. Ruderalflächen), «Reben» und den übrigen sechs Habitaten (Tab. 1). – *Effects (and 95 % credible intervals) of visit («Kartierung») and habitat on the number of species from a model similar to the one presented in Table 4, Figure 6 and 7, but including an interaction between habitat and visit (see Table 3). For this model, the ten habitats (Table 1) had to be aggregated to «Brachen» (wildflower areas, field margins, and ruderal areas), «Reben» (vineyards) and «übrige Habitate» (the remaining six habitat types) for reasons of model convergence.*



Brachetypen auf. Diese Habitattypen beherbergen die höchsten Artenzahlen im Gebiet, und die Individuenzahlen waren ebenfalls sehr hoch. Zehn der insgesamt 37 festgestellten Arten beobachteten wir nur auf den Brach- und Ruderalflächen (Abb. 3). Einige dieser Arten sind vorwiegend als Waldbewohner bekannt, etwa Heckenbraunelle, Singdrossel oder die Meisenarten; andere sind typische Kulturlandarten: Bluthänfling, Gold- und Zaunammer. Wir haben unsere Auswertungen ein zweites Mal durchgeführt, und zwar ohne die Arten mit Wald als Hauptlebensraum (Keller et al. 2010). Diese Auswertung ergab jedoch sehr ähnliche Resultate und wird hier deshalb nicht präsentiert und besprochen.

Die Entdeckungswahrscheinlichkeit für ein Vogelindividuum dürfte durch die oft dicht und hoch stehende Vegetation in den Brach- und Ruderalflächen eher geringer sein als in anderen Habitattypen; das heisst, dass wir die Bedeutung dieser Habitattypen wohl sogar eher unterschätzen. Die Bedeutung der Brach- und Ruderalflächen für die Vögel ist wohl auf die grosse Nahrungsmenge in diesem Habitattyp zurückzuführen. Die Samen zahlreicher Krautpflanzen bleiben auch im Winter verfügbar. Auch Insektenfresser finden in der dünnen Vegetation genügend überwinternde Gliedertiere. Ausserdem bietet das Pflanzengewirr den Kleinvögeln Schutz vor Prädatoren.

Bei der zweiten Kartierung im Hochwinter fanden wir durchschnittlich höhere Artenzahlen pro Transekt. Eine solche Erhöhung kann zustande kommen, indem die vorhandenen Arten mehr verschiedene Habitate nutzen oder indem sich die Artenzahl im Gebiet erhöht. Die vorliegenden Daten weisen vor allem auf eine insgesamt erhöhte Artenzahl hin: Nur im Frühwinter wurde der Bluthänfling beobachtet, während Bekassine, Hohl- und Türkenstaube, Grünspecht, Gebirgs- und Bachstelze, Zaunkönig, Schwarzkehlchen, Bergfink sowie Zaunammer nur im Hochwinter festgestellt wurden. Die Feldlerche war während der ersten Kartierung mit rund 500 Individuen vertreten, nahm bis zur zweiten Kartierung aber auf über 5000 Individuen zu und nutzte dann auch regelmässig Getreidefelder und Weideflächen, wo sie im Frühwinter noch fehlte.

Auch andere Kurzstreckenzieher wie Hohl- und Ringeltaube waren im Januar häufiger. Ein Zuzug aus Norden respektive aus höheren Lagen oder eine frühe Rückkehr könnten diese Zunahme erklären. In Grossbritannien wird die Theorie der Nahrungsverknappung («seed depletion»; Robinson & Sutherland 1999, Bright et al. 2014) intensiv diskutiert. Demnach kann der Samenvorrat in an sich gut geeigneten Habitaten im Laufe des Winters durch die grosse Anzahl der dort nahrungssuchenden Vögel aufgebraucht werden, so dass diese gezwungen



Abb. 9. Die Champagne genevoise ist eine der letzten Regionen der Schweiz, in der Rebhühner beobachtet werden können. Laconnex, 3. Januar 2007. Aufnahme J. Duplain. – *The Champagne genevoise is one of the last regions of Switzerland where Grey Partridges can be found.*

sind, anfänglich schlechtere Habitate aufzusuchen. Im vorliegenden Fall gibt es nur schwache Hinweise auf einen solchen Effekt innerhalb des Untersuchungsgebiets beim Buchfinken, der im Frühwinter in grossen Zahlen auf Brach- und Ruderalflächen vorkommt, dort aber im Hochwinter fehlt und dafür in einigen Transekten auf den Maisstoppeln auftrat. Bei anderen Arten ist kein solcher Effekt zu erkennen, und in den Brach- und Ruderalflächen nimmt weder die Arten- noch die Individuenzahl ab. Warum wir bei der zweiten Kartierung mehr Vogelarten beobachtet haben, bleibt also unsicher.

Unsere Ergebnisse passen gut zu den bisherigen Publikationen aus Westeuropa, auch wenn dort etwas andere Habitattypen untersucht wurden (Tab. 6).

In Grossbritannien nutzen fünf von sechs untersuchten Kulturland-Brutvogelarten mit rückläufigem Bestand die dort vorhandenen Stilllegungsflächen («set-aside land») im Winter über Erwarten häufig (Buckingham et al.

1999). In Polen waren Arten- und Individuenzahl auf jungen Brachflächen im Winter hoch, nicht aber in alten Brachflächen (Orlowski 2006). In der Hellwegbörde (Nordrhein-Westfalen) fanden sich in Grasbrachen ebenfalls hohe Artenzahlen, jedoch relativ kleine Individuenzahlen (Joest et al. 2016).

Die Maisstoppeln wurden im November und Dezember von den anwesenden Vögeln kaum genutzt. Wir fanden nur auf drei der zehn Transekte Feldlerchenschwärme und auf einem Transekt eine Kette von Rebhühnern (Abb. 9). Im Hochwinter zeigte sich ein anders Bild: Zehn Arten nutzten Maisstoppeln, Buchfink und Feldlerche bevorzugten diesen Habitattyp sogar. Stoppeln, allerdings meist auf Getreide, wurden in anderen Untersuchungen von vielen Vogelarten als Winteraufenthaltsgebiet genutzt oder bevorzugt (Wilson et al. 1996, Wakeham-Dawson & Aebischer 1998, Rühmkorf & Reich 2011; Tab. 6). In Grossbritannien fand sich sogar eine Korrelation zwischen dem Anteil von Stoppelfeldern im Winter pro Qua-

Tab. 6. Nutzung von landwirtschaftlichen Kulturen im Winter durch Vogelmischungen in Westeuropa gemäss Literaturangaben. Aufgeführt sind die Artenzahl (AZ) oder Gesamtdichte (GD; obere Zeile) oder Bestände von einzelne Arten oder Artgruppen, soweit sie in unserem Untersuchungsgebiet ebenfalls angetroffen wurden (untere Zeile), auf den jeweiligen Kultursorten in Relation zu Vergleichsflächen: Pfeil nach oben = häufiger als auf Vergleichsflächen, Pfeil nach unten = seltener als auf Vergleichsflächen. 0 = ähnlich häufig wie auf Vergleichsflächen. – : nicht untersucht. Artabkürzungen s. Tab. 2. Andere Habitattypen: in den Untersuchungen ebenfalls einbezogene, hier aber nicht wiedergegebene Habitattypen. – *Summary of a literature review on habitat type use in winter by open-land birds in Western Europe. The first row per study refers to the number of species («AZ») or total density («GD»), the second row to individual species or groups of species. Arrows indicate a preference (arrow upwards) or avoidance (arrow downwards) of the respective habitat type relative to control areas. The last column shows other habitat types of the corresponding study not included in our study. For habitat types see Table 1, for species abbreviations see Table 2; Greifv. = raptors, Kulturlandv. = farmland birds, Ammern = buntings, keine Vögel = no birds found in this habitat type.*

Ort Quelle	Getreide	Getreide- stoppeln	Mais- stoppeln	Zwischen- frucht	Brachen	Wiesen	Weiden	andere Habitat- typen
Champagne genevoise (vorliegende Studie)	AZ ↑ FEL ↑, ROA ↑	–	AZ ↑ FEL ↑, ROA ↑	AZ 0 TUF ↑	AZ ↑ WIP ↑, STI ↑, GOA ↑, ROA ↑	AZ ↓ FEL ↑, STI ↑ ROA ↑	AZ 0 ROA ↑	Winterraps, Ruderalflächen, Reben
Hellwegbörde (Nordrhein-West- falen, D) (Joest et al. 2016)	AZ ↑, GD ↑	AZ 0, GD 0 HÄN ↑, STI ↑	–	AZ ↑, GD 0 WIP ↑	AZ ↑, GD 0 Greifvögel ↑	–	–	nicht geerntete Getreidestreifen
Polen (südöstl. Wrocław) (Orlowski 2006)	AZ ↑, GD ↑ keine Vögel	AZ ↑, GD 0 REB ↑, HÄN ↑, GOA ↑	–	–	AZ ↑, GD ↑ ² STI ↑	–	–	Hackfrüchte, Gemüse
South Downs ESA (Hampshire, Sussex, GB) und South Wessex Downs (Dorset, Wiltshire, GB) (Wakeham-Dawson & Aebischer 1998)	FEL ↓	FEL ↑, Am- mern ↑	–	–	–	–	–	extensiv ge- nutzte Wiesen auf Kalk bzw. auf Moorböden
Thames Valley west (Oxfordshire, GB) (Wilson et al. 1996)	FEL ↑, WIP ↑, STA ↑, STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ROA ↑	REB ↑, FEL ↑, WIP ↑, STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ROA ↑	–	–	–	STI ↑, HÄN ↑, STA ↑, TUF ↑, GOA ↑, REB ↑, FEL ↑, Raps STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ROA ↑	–	offener Acker, Raps
Vale of Aylesbury (Buckingham- shire, GB) (Tucker 1992)	GD ↓ STA ↑	GD 0 STA 0	–	–	–	GD ↑ STA ↑	–	offener Acker, Raps
Choseley (Norfolk, GB) (Robinson & Sutherland 1999)	FEL ↑, REB ↑	FEL ↑, REB ↑	–	–	–	FEL ↓, REB ↓	–	Lein
Devon & East Anglia (GB) (Buckingham et al. 1999)	WIP ↑, STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ZAA ↑	–	–	–	FEL ↑, WIP ↑, STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ZAA ↑	–	FEL ↑, STI ↑, HÄN ↑, GOA ↑, ZAA ↓	Raps und Lein, Hecken und Obstgärten

Tab. 6. (Fortsetzung)

Ort Quelle	Getreide	Getreide- stoppeln	Mais- stoppeln	Zwischen- frucht	Brachen	Wiesen	Weiden	andere Habitat- typen
Grossbritannien Gillings et al. (2010)	REB t, FEL t	REB t, FEL t, – HÄN t, GOA t, ROA t	–	–	–	BEK t, WIP t, – SKE t, STA t, STI t, GOA t, ROA t	–	offener Acker, Betriebsge- bäude
Irland McMahon et al. (2013)	AZ t, GD t FEL t, Kultur- landvögel t	–	–	–	–	AZ t, GD t FEL t, Kultur- landvögel t	–	–

¹ Wiesenpieper und Stieglitz bevorzugten Genfer Brachen, Brachen DZV jedoch nicht; Goldammer bevorzugt Brachen DZV, Genfer Brachen jedoch nicht.

² Brachen jünger als 3 Jahre; in älteren Brachen waren nur wenige Vögel zu finden.

dratkilometer und dem Brutbestand einiger Arten (Gillings et al. 2005). Allerdings gibt es beachtliche Unterschiede zwischen verschiedenen Typen von Stoppelfeldern. So beherbergen Getreidestoppeln höhere Wintervogelbestände, wenn die Felder nicht mit Herbiziden behandelt wurden (Bradbury et al. 2008). In den Niederlanden wurden Maisstoppeln von überwinterten Feldlerchen nur in geringen Dichten genutzt, während Getreidestoppeln bevorzugt wurden (Geiger et al. 2014).

Die Artenzahl auf Transekten mit Zwischenfrucht war zwar im Durchschnitt tief. Auf allen Zwischenfrucht-Transekten zusammen stellten wir aber eine hohe Artenzahl fest. Ein grosser Teil dieser Kulturen bietet auch im Winter grüne, mehrere Dezimeter hohe Vegetation und dadurch relativ gute Deckungs- und wohl auch Nahrungsmöglichkeiten. Vergleicht man die Artenzusammensetzung von Stoppelfeldern und Zwischenfrüchten (Abb. 3), fällt auf, dass nur wenige Arten auf beiden Kulturen anzutreffen waren. Die beiden Kulturen scheinen sich also recht gut zu ergänzen. In der landwirtschaftlichen Praxis konkurrieren sich die beiden Typen aber. Aus Bodenschutzgründen wird angestrebt, abgeerntete Kulturen möglichst rasch im Herbst wieder zu begrünen. Dadurch verschwinden die Stoppelfelder und nur die letzten im Herbst geernteten Maisfelder verbleiben über den Winter als Stoppeln. Aus Sicht der Vogelförderung müsste dieses Vorgehen überdacht und zumindest ein Teil der Getreidestoppeln auch über den Winter stehen gelassen werden.

Wir fanden eine geringe Nutzung von Wintergetreide, Weiden und Wiesen durch die Vögel. Nur die Feldlerche war in diesen Habitat-typen teilweise häufig. Dass die Feldlerche sich im Winter gerne auf Winterweizen aufhält, wurde auch in Grossbritannien beobachtet (Tab. 6). Dort bevorzugt die Feldlerche den Weizen sogar gegenüber allen anderen Habitat-typen (Donald et al. 2001). Wie bei uns nutzen Vögel auch in Norddeutschland den Winterweizen wenig (Rühmkorf & Reich 2011). Wiesen und Weiden erwiesen sich andernorts jedoch meist als attraktiv für Vögel im Winter (Gillings et al. 2010, McMahon et al. 2013). In Ungarn waren Naturwiesen vor den Kunst-

wiesen die arten- und individuenreichsten Habitattypen (Báldi et al. 2015). Die Wiesen und Weiden in unserem Untersuchungsgebiet sind sehr homogen aufgebaut und beherbergen kaum Strukturen wie Altgras, Einzelbüsche oder Feuchtstandorte. Nahrung für Insekten- und Körnerfresser ist deshalb vermutlich nur spärlich vorhanden und ein direkter Vergleich mit Wiesen und Weiden in landwirtschaftlich weniger intensiv genutzten Regionen daher schwierig.

Das Ausmass des Beobachtereffekts war für uns überraschend und verdeutlicht die Wichtigkeit, den Beobachtereffekt explizit zu berücksichtigen, selbst bei der von uns angewandten Transekt-Methode, bei der wir einen relativ geringen Beobachtereffekt erwartet hatten. Unterschiede zwischen Beobachtern können dabei nicht nur durch unterschiedliche Fähigkeiten beim Bestimmen (z.B. von kurzen, nur einmal gehörten Rufen) zustande kommen, sondern auch durch unterschiedliche Handhabung von Grenzfällen (z.B. ob sich ein Vogel auf der Transektfläche befand oder nicht), durch unterschiedliche Aufmerksamkeit und Konzentration oder auch durch unterschiedliche Gehörleistung.

Als Faktoren, welche die lokale Verteilung der Vogelindividuen im Winter beeinflussen, werden in der Literatur auch das Wetter (im Experiment nutzten Haussperlinge bevorzugt Futterhäuschen im Windschatten; Grubb & Greenwald 1982) und das Prädationsrisiko genannt (Grauammern *Emberiza calandra* bevorzugen Standorte in der Nähe von Deckungsmöglichkeiten; Robinson & Sutherland 1997). Letzteres entspricht unserem Befund, dass die hohe naturnahe Vegetation in der Umgebung der Transekte (30-m-Puffer) einen positiven Effekt auf die Anzahl Arten hat. Bäume und Büsche bieten Deckungsmöglichkeiten für viele Kleinvögel, speziell im Winter, wenn die Vegetation auf Acker- und Grünland meist niedrig ist. Hecken und Wald in der Umgebung hatten einen positiven Effekt auf die Abundanz, Anzahl Arten und Diversität der Vögel in den Walliser Rebbergen im Winter im Wallis (Guyot et al. 2017).

Viele Autoren betonen aber die überragende Bedeutung der Nahrungsverfügbarkeit.

Vögel halten sich bevorzugt in Kulturen und Felder mit einem höheren Angebot an Nahrung auf (Donald et al. 2001, Moorcroft et al. 2002, Hancock & Wilson 2003, Rühmkorf & Reich 2011, Báldi et al. 2015), und ein erhöhtes Angebot von Nahrung im Winter, z.B. durch bewusstes Stehenlassen von Stoppeln oder Getreidestreifen (Joest et al. 2016) sowie durch Anbauen und Stehenlassen körnertragender Vegetation (Parish & Sotherton 2004), kann die Menge an Vögeln im Gebiet steigern (Hammers et al. 2015).

In Grossbritannien führte das Anlegen nahrungsreicher Habitate im Winter sogar zu einem höheren Brutvogelbestand im Gebiet, wobei dies auch darauf zurückzuführen sein könnte, dass früh im Jahr eintreffende Zugvögel vermehrt in Gebieten verweilen, wo die Nahrung noch nicht vollständig aufgebraucht ist (Gillings et al. 2005, Roberts & Pullin 2007, Baker et al. 2012). Allerdings gibt es auch einige Untersuchungen, bei denen kein Zusammenhang zwischen Verteilung der Vogelindividuen und der Nahrung im Winter gefunden werden konnte (Field et al. 2007, teilweise Báldi et al. 2015). Die von uns festgestellte unterschiedliche Nutzung der Kulturen dürfte auch bei uns zumindest teilweise eine Folge der Nahrungsverfügbarkeit sein. Allerdings sind die Brachen nicht nur sehr reich an Nahrung, sondern stellen eben auch eine Struktur dar, die Schutz vor möglichen Prädatoren bietet.

Umfassende Untersuchungen zur Winterökologie von Vögeln fehlen für die Schweiz noch. Die vorliegende Arbeit belegt jedoch, dass auch im Winter grosse Unterschiede in der Attraktivität der Habitattypen für Vögel bestehen, darunter für viele Arten der Landwirtschaft. Es würde sich lohnen, die Winterökologie der Kulturlandvögel auch in der Schweiz besser zu untersuchen. So wäre etwa zu klären, welchen Einfluss die übrigen Typen der Biodiversitätsförderflächen (extensiv genutzte Wiesen, Säume auf Ackerland) und deren Qualitätsstufen auf die Vögel im Winter haben. Ungeklärt ist auch, wodurch die Attraktivität eines Habitattyps beeinflusst wird. Neben bekannten Faktoren wie Nahrungsverfügbarkeit oder -erreichbarkeit und dem Vorhandensein von Deckungsstrukturen sind auch weitere Ein-

flussfaktoren wie menschliche Störungen denkbar. Seit einiger Zeit werden von landwirtschaftlicher Seite Versuche mit neuen Zwischenfrucht-Mischungen und Direktsaaten durchgeführt (Schwarz et al. 2007). Auch hier stellt sich die Frage, wie weit sich solche Massnahmen vorteilhaft auf Vögel auswirken könnten. Positive Auswirkungen auf die Vögel im Winter sind von reduziertem Biozideinsatz und vom biologischen Landbau zu erwarten. Wie gross dieser Effekt ist, ist allerdings unbekannt. Ebenfalls ist unklar, wie stark die Nahrungsverfügbarkeit im Verlauf des Winters in Abhängigkeit der Kulturen und der Erntetechnik abnimmt.

Trotz zahlreicher offener Fragen können bereits jetzt folgende Schlüsse gezogen werden: (1) Brach- und Ruderalflächen bewähren sich nicht nur zur Brutzeit zur Förderung der Biodiversität (Zollinger et al. 2013, Meichtry-Stier et al. 2014, in Vorb.), sondern sind auch im Winter ein attraktives Habitat für viele Arten. (2) Zwischenfrüchte und Stoppelfelder bieten ebenfalls gute Winterhabitate; sie beherbergen jeweils unterschiedliche Arten und können deshalb einander nicht ersetzen. (3) Mittelhohe und hohe Vegetation sollte gefördert werden, denn sie ist für viele Kleinvogelarten attraktiv, weil sie dort gute Deckungsmöglichkeiten finden. Allerdings ist bei Neuanlagen auch die Problematik von Bäumen in Feldlerchengebieten zu beachten (Donald 2004). (4) Auf Landschaftsebene ist eine Vielfalt an Kulturen anzustreben.

Dank. Wir danken in erster Linie den Landwirten für ihre Bereitschaft, beim Förderprojekt in der Champagne genevoise mitzuarbeiten und hochwertige Biodiversitätsförderflächen anzulegen. Dem Kanton Genf, insbesondere der Direction générale de l'agriculture et de la nature danken wir für die Finanzierung und Durchführung des Aufwertungsprojekts und das Zurverfügungstellen von Raumdaten. MeteoSchweiz vermittelte uns Klimadaten. Sarah Burg half uns bei der Suche nach Literatur. Lukas Jenni, Nicolas Martinez und Tobias Roth gaben uns wertvolle Tipps zur Verbesserung des Manuskripts. Allen danken wir ganz herzlich.

Zusammenfassung

Während zur Ökologie der Kulturlandvögel zur Brutzeit bereits zahlreiche Untersuchungen vor-

liegen, wissen wir über die Verhältnisse im Winter sehr wenig. Insbesondere aus der Schweiz gibt es kaum Untersuchungen. Wir haben deshalb im Winter 2014/2015 im Kulturland der Champagne genevoise Vögel in zehn Habitattypen auf je etwa zehn Transekten je zweimal kartiert, um einen Eindruck von der Habitatnutzung zu erhalten.

Wir haben insgesamt 1480 Individuen von 37 Vogelarten registriert. Die häufigsten Arten waren Feldlerche *Alauda arvensis*, Buchfink *Fringilla coelebs* und Stieglitz *Carduelis carduelis*. Wir fanden eine starke Abhängigkeit der Artenzahl pro Transekt vom Beobachter, vom Habitattyp und vom Kartiergang (höhere Artenzahl im Hoch- im Vergleich zum Frühwinter). Ferner wirkte sich mittelhohe und vor allem hohe Vegetation in der Umgebung des Transekts positiv auf die Artenzahl aus. Eine höhere Artenzahl wiesen Brachen, Ruderalflächen und Maisstoppfelder auf. Geringere Artenzahlen fanden wir auf Wintergetreide, Winterraps und in Wiesen. Die Bevorzugung der Habitattypen unterschied sich jedoch artspezifisch. So fanden wir auf Zwischenfrüchten und Maisstoppfeldern unterschiedliche Arten. Gemäss Literaturangaben sind Getreidestoppelfelder für Vögel noch attraktiver, fehlen aber bei uns, da sie aus Bodenschutzgründen im Herbst neu angesät werden. Zur Förderung der Vogelvielfalt müsste diese Praxis allenfalls gelockert werden.

Résumé

Alors que nombre d'études se sont penchées sur l'écologie de l'avifaune des milieux agricoles en période de reproduction, l'utilisation des milieux agricoles par les oiseaux reste mal connue en hiver. Il n'y a pratiquement pas d'études sur le sujet en Suisse. Pour cette raison, nous avons dénombré les oiseaux sur des transects dans 10 types d'habitats durant l'hiver 2014/2015 dans la Champagne genevoise. La zone d'étude (7,7 km²) se situe dans une plaine arable ouverte. Depuis 1991, un projet régional en faveur de la biodiversité a permis d'y mettre en place de nombreuses jachères qui ont contribué à une augmentation significative du nombre d'oiseaux nicheurs (Fauvette grisette *Sylvia communis* et Tarier pâle *Saxicola rubicola* entre autres).

Nous avons observé 1480 individus de 37 espèces d'oiseaux. L'Alouette des champs *Alauda arvensis*, le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* et le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis* étaient les plus abondants. Le nombre d'espèces par transect dépendait fortement de la période (plus élevé en janvier qu'en novembre-décembre), de l'observateur et du type d'habitat. La végétation mi-haute (végétation des friches et buissons) et plus particulièrement les arbres situés à proximité des transects influençaient positivement le nombre d'espèces. Les jachères, les chaumes de maïs et les surfaces rudérales abritaient significativement plus d'espèces. À l'inverse, ce nombre était minimal dans les céréales, le colza et les prairies. Cependant, l'utilisation de l'habitat dif-

férait entre espèces. Nous avons par exemple relevé des espèces différentes dans les cultures intercalaires et les chaumes de maïs si bien qu'une mosaïque d'habitats est recommandée afin de favoriser la communauté des oiseaux hivernants en zone agricole.

Literatur

- BAKER, D. J., S. N. FREEMAN, P. V. GRICE & G. M. SRIWARDENA (2012): Landscape-scale responses of birds to agri-environment management: a test of the English environmental stewardship scheme. *J. Appl. Ecol.* 49: 871–882.
- BÁLDI, A., L. SOMAY & A. KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI (2015): Wintering farmland bird assemblages in west Hungary. *Pol. J. Ecol.* 63: 608–615.
- BELLEBAUM, J. (2008): Röhrlicht, Klee gras, Stoppel-feld – überwinternde Feldvögel auf nordostdeutschen Ökolandbauflächen. *Vogelwelt* 129: 85–96.
- BIRRER, S., L. KOHLI & M. SPIESS (2007): Haben ökologische Ausgleichsflächen einen Einfluss auf die Bestandentwicklung von Kulturland-Vogelarten im Mittelland? *Ornithol. Beob.* 104: 189–208.
- BIRRER, S. & R. OPPERMAN (2012): Recreating HNV farmland and improving nature value – farmers taking over new challenges in central Europe. S. 484–490 in: R. OPPERMAN, G. BEAUFOY & G. JONES (Hrsg.): High nature value farming in Europe. Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher.
- BRADBURY, R. B., C. M. BAILEY, D. WRIGHT & A. D. EVANS (2008): Wintering Cirl Buntings *Emberiza cirlus* in southwest England select cereal stubbles that follow a low-input herbicide regime. *Bird Study* 55: 23–31.
- BRIGHT, J. A., R. H. FIELD, A. J. MORRIS, A. I. COOKE, J. FERN, P. V. GRICE & W. PEACH (2014): Effect of plot type, age and date on seed depletion and bird use of wild bird seed mixtures in England. *Bird Study* 61: 518–526.
- BUCKINGHAM, D. L., A. D. EVANS, A. J. MORRIS, C. J. ORSMANN & R. YAXLEY (1999): Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. *Bird Study* 46: 157–169.
- BUNER, F. (1998): Habitat use of wintering Kestrels (*Falco tinnunculus*) in relation to perch availability, vole abundance and spatial distribution. Diploma thesis, University of Basel and Swiss Ornithological Institute, Sempach.
- BUNER, F., M. JENNY, N. ZBINDEN & B. NAEF-DAENZER (2005): Ecologically enhanced areas – a key habitat structure for re-introduced Grey Partridges *Perdix perdix*. *Biol. Conserv.* 124: 373–381.
- DONALD, P. F. (2004): The Skylark. Poyser, London.
- DONALD, P. F., D. L. BUCKINGHAM, D. MOORCROFT, L. B. MUIRHEAD, A. D. EVANS & W. B. KIRBY (2001): Habitat use and diet of Skylarks *Alauda arvensis* wintering on lowland farmland in southern Britain. *J. Appl. Ecol.* 38: 536–547.
- DONALD, P. F., F. J. SANDERSON, I. J. BURFIELD & F. P. J. VAN BOMMEL (2006): Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 189–196.
- FIELD, R. H., S. BENKE, K. BÁDONYI & R. B. BRADBURY (2007): Influence of conservation tillage on winter bird use of arable fields in Hungary. *Agric. Ecosyst. Environ.* 120: 399–404.
- FIELD, R. H., R. K. HILL, M. J. CARROLL & A. J. MORRIS (2016): Making explicit agricultural ecosystem service trade-offs: a case study of an English lowland arable farm. *Int. J. Agric. Sustainability* 14: 249–268.
- FIELD, R. H., A. J. MORRIS, P. V. GRICE & A. COOKE (2011): The provision of winter bird food by the English environmental stewardship scheme. *Ibis* 153: 14–26.
- GEIGER, F., A. HEGEMANN, M. GLEICHMAN, H. FLINKS, G. R. DE SNOO, S. PRINZ, B. I. TIELEMAN & F. BERENDSE (2014): Habitat use and diet of Skylarks (*Alauda arvensis*) wintering in an intensive agricultural landscape of the Netherlands. *J. Ornithol.* 155: 507–518.
- GELMAN, A. & S. YU-SUNG (2014): arm: Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models. <http://CRAN.R-project.org/package=arm>.
- GILLINGS, S., S. E. NEWSON, D. G. NOBLE & J. A. VICKERY (2005): Winter availability of cereal stubbles attracts declining farmland birds and positively influences breeding population trends. *Proc. R. Soc. B* 272: 733–739.
- GILLINGS, S., A. M. WILSON, G. J. CONWAY, J. A. VICKERY & R. J. FULLER (2010): Distribution and abundance of birds and their habitats within the lowland farmland of Britain in winter. *Bird Study* 55: 8–22.
- GRUBB JR., T. C. & L. GREENWALD (1982): Sparrows and a brushpile: foraging responses to different combinations of predation risk and energy cost. *Anim. Behav.* 30: 637–640.
- GUINAND, C., M. LANZ & J. DUPLAIN (2013): Concept d'aménagement des structures en faveur de l'avifaune dans la zone agricole de la Champagne genevoise: Rapport à l'intention de la Direction générale de la nature et du paysage du canton de Genève (DGNP). Station ornithologique suisse, Sempach.
- GUYOT, C., R. ARLETTAZ, P. KORNER & A. JACOT (2017): Temporal and spatial scales matter: Circannual habitat selection by bird communities in vineyards. *PLoS One* 12: e0170176.
- HAMMERS, M., G. J. D. M. MÜSKENS, R. J. M. VAN KATS, W. A. TEUNISSEN & D. KLEIJN (2015): Ecological contrasts drive responses of wintering farmland birds to conservation management. *Ecography* 38: 813–821.
- HANCOCK, M. H. & J. D. WILSON (2003): Winter habitat association of seed-eating passerines on Scottish farmland. *Bird Study* 50: 116–130.
- HERZOG, F., S. DREIER, G. HOFER, C. MARFURT, B. SCHÜPBACH, M. SPIESS & T. WALTER (2005): Effect of ecological compensation areas on floristic and breeding bird diversity in Swiss agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 108: 189–204.

- HINSLEY, S. A., J. W. REDHEAD, P. E. BELLAMY, R. K. BROUGHTON, R. A. HILL, M. S. HEARD & R. F. PYWELL (2010): Testing agri-environment delivery for farmland birds at the farm scale: the Hillesden experiment. *Ibis* 152: 500–514.
- HIRON, M., Å. BERG, S. EGGERS, J. JOSEFSSON & T. PÄRT (2013): Bird diversity relates to agri-environment schemes at local and landscape level in intensive farmland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 176: 9–16.
- HÖTKER, H., K. JEROMIN & G. RAHMANN (2004): Bedeutung der Winterstoppeln und der Grünbrache für Vögel der Agrarlandschaft – Untersuchungen auf ökologisch und konventionell bewirtschafteten Ackerflächen in Schleswig-Holstein auf schweren Ackerböden. *Landbauforsch. Völkenrode* 54: 251–260.
- JOEST, R., M. J. KAMRAD & A. ZACHARIAS (2016): Vorkommen von Feldvögeln auf verschiedenen Nutzungstypen im Winter – Vergleich zwischen nicht geernteten Getreideflächen, Brachflächen, Stoppeläckern und Flächen mit Zwischenfrüchten. *Vogelwelt* 136: 197–211.
- KASPRZYKOWSKI, Z. & A. GOŁAWSKI (2012): Habitat preferences of granivorous passerine birds wintering on farmland in eastern Poland. *Bird Study* 59: 52–57.
- KELLER, V., R. AYÉ, W. MÜLLER, R. SPAAR & N. ZBINDEN (2010): Die prioritären Vogelarten der Schweiz: Revision 2010. *Ornithol. Beob.* 107: 265–285.
- KLEIN, D., R. A. BAQUERO, Y. CLOUGH, M. DÍAZ, J. DE ESTEBAN, F. FERNÁNDEZ, D. GABRIEL, F. HERZOG, A. HOLZSCHUH, R. JÖHL, E. K. KNOP, A. KRUESS, E. J. P. MARSHALL, I. STEFFAN-DEWENTER, T. TSCHARNTKE, J. VERHULST, T. M. WEST & J. L. YELA (2006): Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecol. Lett.* 9: 243–254.
- KORNER-NIEVERGELT, F., T. ROTH, S. FELTEN, J. GUELAT, B. ALMASI & P. KORNER-NIEVERGELT (2015): Bayesian Data Analysis in Ecology using Linear Models with R, BUGS and Stan. Elsevier, Amsterdam.
- LUGRIN, B., A. BARBALOT & A. PATRICK (2003): Atlas des oiseaux nicheurs du canton de Genève. Nicolas Junod, Genève.
- LUGRIN, B. & J.-L. REGAMEY (2001): Revitalisation d'un milieu cultivé: effet sur l'avifaune. L'exemple de la Champagne genevoise. *Nos Oiseaux suppl.* 5: 111–118.
- MARTINEZ, N., T. ROTH, V. MOSER, G. OESTERHELT, B. PFARR GAMBEKE, P. RICHTERICH, T. B. TSCHOPP, M. SPIESS & S. BIRRER (2017): Bestandsentwicklung von Brutvögeln in der Reinacher Ebene von 1997 bis 2016. *Ornithol. Beob.* 114: 257–274.
- MCMAHON, B. J., T. CARNUS & J. WHELAN (2013): A comparison of winter bird communities in agricultural grassland and cereal habitats in Ireland: implications for Common Agricultural Policy reform. *Bird Study* 60: 176–184.
- MEICHTRY-STIER, K., J. DUPLAIN, M. LANZ, B. LUGRIN & S. BIRRER (in Vorb.): The importance of patch size, location and vegetation composition of field margins for farmland birds.
- MEICHTRY-STIER, K. S., M. JENNY, J. ZELLWEGER-FISCHER & S. BIRRER (2014): Impact of landscape improvement by agri-environment scheme options on densities of characteristic farmland bird species and Brown Hare (*Lepus europaeus*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 189: 101–109.
- MOORCROFT, D., M. J. WHITTINGHAM, R. B. BRADBURY & J. D. WILSON (2002): The selection of stubble fields by wintering granivorous birds reflects vegetation cover and food abundance. *J. Appl. Ecol.* 39: 535–547.
- NEUMANN, H. & U. DIERKING (2013): Vogelbesiedlung von Ackerbrachen in Schleswig-Holstein zur Brutzeit und im Herbst. *Vogelwelt* 134: 99–114.
- NEWTON, I. (2004): The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146: 579–600.
- ORLOWSKI, G. (2006): Cropland use by birds wintering in arable landscape in south-western Poland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 273–279.
- PARISH, D. M. B. & N. W. SOTHERTON (2004): Game crops and threatened farmland songbirds in Scotland: a step towards halting population declines? *Bird Study* 51: 107–112.
- R Development Core Team (2015): R: A language and environment for statistical computing. www.R-project.org/.
- REVAZ, E., M. SCHAUB & R. ARLETTAZ (2008): Foraging ecology and reproductive biology of the Stonechat *Saxicola torquata*: comparison between a revitalized, intensively cultivated and a historical, traditionally cultivated agro-ecosystem. *J. Ornithol.* 149: 301–312.
- ROBERTS, P. D. & A. S. PULLIN (2007): The effectiveness of land-based schemes (incl. agri-environment) at conserving farmland bird densities within the U.K. Systematic Review 11. Collaboration for Environmental Evidence, Birmingham.
- ROBINSON, R. A. & W. J. SUTHERLAND (1997): The feeding ecology of seed-eating birds on farmland in winter. S. 162–169 in: P. F. DONALD & N. J. AEBISCHER (Hrsg.): The ecology and conservation of Corn Buntings *Miliaria calandra*: Proceedings of a conference held at Fordingbridge, Hampshire, 2–3 March 1995. UK Nature Conservation 13. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- ROBINSON, R. A. & W. J. SUTHERLAND (1999): The winter distribution of seed-eating birds: habitat structure, seed density and seasonal depletion. *Ecography* 22: 447–454.
- ROTH, T., V. AMRHEIN, B. PETER & D. WEBER (2008): A Swiss agri-environment scheme effectively enhances species richness for some taxa over time. *Agric. Ecosyst. Environ.* 125: 167–172.
- RÜHMKORF, H. & M. REICH (2011): Einfluss des Energiepflanzenanbaus auf rastende und überwinternde Vögel in der Börde. *Umwelt und Raum*

- 2011: 91–127.
- SCHWARZ, R., A. CHERVET, P. HOFER, W. G. STURNY & M. ZUBER (2007): Kanton Bern fördert Ressourcen schonenden Ackerbau. *Agrarforsch.* 14: 128–133.
- Schweizerischer Bundesrat (2013): Verordnung vom 23. Oktober 2013 über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV), Bern.
- SIRIWARDENA, G. M. (2010): The importance of spatial and temporal scale for agri-environment schema delivery. *Ibis* 152: 515–529.
- SIRIWARDENA, G. M., N. A. CALBRADE & J. A. VICKEY (2008): Farmland birds and late winter food: does food supply fail to meet demand. *Ibis* 150: 585–595.
- STOATE, C., I. G. HENDERSON & D. M. B. PARISH (2004): Development of an agri-environment scheme option: seed-bearing crops for farmland birds. *Ibis* 146: 203–209.
- TUCKER, G. M. (1992): Effects of agricultural practices on field use by invertebrate-feeding birds in winter. *J. Appl. Ecol.* 29: 779–790.
- VORÍŠEK, P., F. JIGUET, A. VAN STRIEN, J. ŠKORPILOVÁ, A. KLVAŇOVÁ & R. D. GREGORY (2010): Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost? S. 1–24 in: BOU (Hrsg.): *Lowland farmland birds III: delivering solutions in an uncertain world*. British Ornithologists' Union.
- WAKEHAM-DAWSON, A. & N. J. AEBISCHER (1998): Factors determining winter densities of birds on Environmentally Sensitive Area arable reversion grassland in southern England, with special reference to Skylark (*Alauda arvensis*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 70: 189–201.
- WEGGLER, M. & Y. SCHWARZENBACH (2011): Zusammenhänge zwischen der Bestandsentwicklung der Brutvögel 1988–2008 und der Quantität und Qualität der Ökoflächen im Landwirtschaftsgebiet im Kanton Zürich. *Ornithol. Beob.* 108: 323–344.
- WILSON, J. D., A. D. EVANS & P. V. GRICE (2009): *Bird conservation and agriculture*. Ecology, biodiversity and conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
- WILSON, J. D., R. TAYLOR & L. B. MUIRHEAD (1996): Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study* 43: 320–332.
- WRBKA, T., S. SCHINDLER, M. POLLHEIMER, I. SCHMITZBERGER & J. PETERSEIL (2008): Impact of the Austrian agri-environmental scheme on diversity of landscapes, plants and birds. *Comm. Ecol.* 9: 217–227.
- ZOLLINGER, J.-L., S. BIRRER, N. ZBINDEN & F. KÖRNER-NIEVERGELT (2013): The optimal age of sown field margins for breeding farmland birds. *Ibis* 155: 779–791.

Manuskript eingegangen 10. August 2017

Bereinigte Fassung angenommen 12. Dezember 2017