

Die Existenz des Modellflugplatzes in der Selzacherwiti beeinflusst die Verteilung der Feldlerchen *Alauda arvensis* während der Brutzeit nicht

Nicolas Strebel, Tobias Roth und Darius Weber



STREBEL, N., T. ROTH & D. WEBER (2016): The existence of a model flight zone does not affect the distribution of Skylarks *Alauda arvensis* during breeding season – a case study. Ornithol. Beob. 113: 53–60.

Several studies show that birds might be disturbed by radio-controlled airplane (RCA) activity, particularly waterbirds and species inhabiting wetlands and wet meadows. However, some other bird species did not show any obvious reactions on RCAs. RCA flights are mainly conducted over agricultural area, but there is a lack of studies that investigate the reactions of agricultural species on RCAs. Hence there is no scientific basis to assess whether species that are most exposed to RCAs are likely to be disturbed or not. The purpose of this article is to add a small piece of knowledge to a topic that is currently subject of discussions. Our study site is an agriculturally used area of approximately three square kilometers, located in the canton of Solothurn, Switzerland. During breeding season, it harbors a high density of Skylarks *Alauda arvensis*. Since several years, part of the area is used for RCA activity. In spring 2013 a breeding bird survey was conducted on the whole area. During three observation rounds, the position of every observed individual was registered on a map. Based on that, we built up a habitat model considering habitat elements that potentially affect the distribution of Skylarks. We conducted three different analyses and included as habitat element (1) the area overflown by RCAs, (2) the area overflown by RCAs with a buffer of 200 m and (3) the area overflown by RCAs with a buffer of 500 m. We fitted the habitat model as a GLM and conducted bootstrapping to get reliable inferences of the parameter estimates. Skylarks occurred less close to the railway (with parallel high-voltage power line) and less close to populated area, buildings or trees. Skylark density did not show to be negatively affected by RCA activity, neither in the area directly overflown, nor in the buffer area. With this case study we would like to encourage researchers for further investigations. We stress that in order to minimize a potentially negative influence on wildlife, there is a need for a broader knowledge on this topic.

Nicolas Strebel, Keiserhüserstrasse 33, CH–6210 Sursee, E-Mail nicolas.strebel@vogelwarte.ch; Tobias Roth, Hintermann & Weber AG, Austrasse 2A, CH–4153 Reinach, E-Mail roth@hintermannweber.ch; Darius Weber, Bündtenstrasse 16, CH–4118 Rodersdorf, E-Mail dariusweber.ch

Modellflugbetrieb kann einen störenden Einfluss auf Vögel haben (Kempf & Hüppop 1998). In einer Literaturstudie kamen Komen-

da-Zehnder & Bruderer (2002) zum Schluss, dass besonders motorisierte Modellflugzeuge problematisch sind. Fluchtdistanzen vor moto-

risierten Modellflugzeugen betragen demnach 200 bis maximal 600 m; lokal kann der Bruterfolg negativ beeinflusst werden. Nach diesen Autoren ergeben sich die gravierendsten Auswirkungen, wenn der Störeinfluss in der Nähe von Schutzgebieten sowie zeitlich und räumlich geklumpt auftritt, wie dies bei Modellflugplätzen mit Hochbetrieb an einzelnen Wochenenden üblicherweise der Fall ist.

Allerdings gibt es nur sehr wenige empirische Untersuchungen zum Thema. Die erwähnte Studie (Komenda-Zehnder & Bruderer 2002, Bruderer & Komenda-Zehnder 2005) führt 6 Publikationen mit Hinweisen auf Störungen von Vögeln durch Modellflugzeuge auf. Diese betreffen Alpenstrandläufer *Calidris alpina* (Putzer 1989), Bekassine *Gallinago gallinago* (Putzer 1989), Dohle *Corvus monedula* (Dietrich et al. 1989), Flussregenpfeifer *Charadrius dubius* (Putzer 1989), Graureiher *Ardea cinerea* (Dietrich et al. 1989, Putzer 1989), Grossbrachvogel *Numenius arquata* (Opitz 1975, Riederer 1976, Dietrich et al. 1989, Boschert 1993, Boschert & Rupp 1993), Kiebitz *Vanellus vanellus* (Dietrich et al. 1989, Putzer 1989), Kormoran *Phalacrocorax carbo* (Putzer 1989), Uferschnepfe *Limosa limosa* (Dietrich et al. 1989) sowie Trupps verschiedener überwinterner Entenarten (Putzer 1989). Bei einem Teil der genannten Arten liegen nur Einzelbeobachtungen über die Reaktion auf Modellflug vor, Dietrich et al. (1989) beschreiben beispielsweise zwei Begegnungen von Dohlenschwärmen mit Modellflugzeugen, bei denen einmal eine Reaktion der Dohlen beobachtet wurde und einmal keine.

Mit Ausnahme der Dohlen betreffen die genannten Untersuchungen also Vögel, die hauptsächlich an Gewässern, in Feuchtgebieten oder auf feuchten Wiesen vorkommen. Bei der Beurteilung des Modellflugbetriebs aus Sicht des Vogelschutzes in der Schweiz haben die oben aufgelisteten Arten nur selten eine Bedeutung. Die meisten Modellflugplätze der Schweiz liegen im Landwirtschaftsgebiet. Die oben genannten Arten brüten höchstens in Ausnahmefällen auf Flächen, die auch für Modellflug genutzt werden. Es wäre daher sehr wichtig, die Bedeutung des Modellflugsports auch für jene Arten zu kennen, die im Bereich der

Modellflugplätze vorkommen oder vorkommen könnten. Wir haben trotz intensiver Suche nur zwei Studien mit solchen Vogelarten gefunden. In der einen werden die Brutvogelvorkommen im Bereich eines Modellflugplatzes vor und nach der Inbetriebnahme verglichen (Albrecht et al. 2007), in der zweiten die Situation beim Betrieb des Modellflugplatzes und nach Aufgabe des Modellflugbetriebs (Weidmann 2012). Beide Studien kommen zum Ergebnis, dass sich der Modellflugbetrieb nicht negativ auf die Brutzeitverbreitung der Vögel auswirkt.

In vorliegender Studie befassen wir uns mit der Frage, ob die Existenz eines Modellflugplatzes die Verteilung der Feldlerche *Alauda arvensis* während der Brutzeit beeinflusst. Die Feldlerche brütet in offenen, weiten, landwirtschaftlich genutzten Landschaften mit abwechslungsreicher Vegetation. Sie vermeidet Hochstrukturen wie Wälder, Hecken, Freileitungen und Siedlungen (Oelke 1968). Klein parzelliertes Landwirtschaftsland mit hoher Nutzungsdiversität auf kleinem Raum beherbergt die höchsten Populationsdichten (Jenny 1990a). Ändern sich die Bedingungen innerhalb der Brutsaison lokal, kann die Feldlerche die Revierfläche um bis zu 81 % verschieben (Stöckli et al. 2006). Laut Swiss Bird Index SBI® der Vogelwarte Sempach ist der Brutbestand der Feldlerche seit 1990 in der Schweiz deutlich zurückgegangen. Dies wird vor allem auf eine Intensivierung der Landwirtschaft mit einhergehender Verdichtung der Vegetation und Verkürzung der Mahdintervalle zurückgeführt (Schläpfer 1988, Jenny 1990b).

Im Rahmen eines Versuchsprojektes zur Feldhasenförderung (www.hopphase.ch) haben wir in der Selzacherwiti eine Revierkartierung der Brutvögel durchgeführt. Die untersuchte Fläche beheimatet eine ausserordentlich hohe Feldlerchen-Dichte, weiter wird ein Teil des Gebietes schon seit vielen Jahren für Modellflug genutzt. Dank dieser Ausgangslage liess sich untersuchen, ob die Existenz eines Modellflugplatzes in der relativ homogenen Landschaft einen Einfluss auf die Verteilung der Feldlerche während der Brutzeit hat. So möchten wir dem bescheidenen Wissen zur Störung von Brutvögeln durch Modellflug im landwirt-



Abb. 1. Untersuchungsgebiet Selzachertwii, mit den Standorten der drei Durchgänge beobachteten Feldlerchen, der Modellflugzone und der Beobachtungsrouten bei der Kartierung der Feldlerchen. Kartengrundlage: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BAT150195). – Study area «Selzachertwii» (canton Solothurn, Switzerland). The observation route is marked in dark-green, positions of the observed skylarks are marked with dots (red=1st, yellow=2nd, blue=3rd observation run). The area used for model flight activity is marked in grey. Darker area: used for all model airplanes including model airplanes with diesel motors. Lighter area: mainly used for model airplanes with electric motor

schaftlichen Raum ein weiteres Mosaiksteinchen hinzufügen, auch wenn wir leider keine Aussagen über allfällige Auswirkungen des eigentlichen Modellflugbetriebs machen können.

1. Untersuchungsgebiet und Methoden

1.1. Studiengebiet

Die rund 3 km² umfassende Selzacherwiti (Gemeinde Selzach, Kanton Solothurn, 430 m ü.M.) besteht grösstenteils aus Landwirtschaftsland und grenzt südlich und östlich an die Aare, im Westen und Norden an Siedlungsgebiet. Im Norden wird sie zudem von einer Eisenbahnlinie mit parallel verlaufender Hochspannungs-Freileitung begrenzt. Die landwirtschaftliche Nutzung wird vom Ackerbau dominiert, der rund 80 % der Fläche beansprucht (Kunstpflanzen nicht berücksichtigt). Die restlichen 20 % sind unterschiedlich intensiv genutzte Wiesen und Weiden. Innerhalb des Studiengebietes befinden sich zwei Bauernhöfe und eine Kläranlage. Sowohl in der Umgebung dieser Gebäude als auch mitten in der landwirtschaftlich genutzten Fläche stehen einige Einzelbäume und Hecken. Die angrenzende Aare wird von Baumreihen gesäumt.

Ein Teil der Fläche wird von drei Modellflugvereinen seit über zehn Jahren regelmässig

Tab. 1. Anteil Flächen mit Feldlerchen-Beobachtungen sowie Anteil Flächen, welche die verschiedenen Lebensraum-Elemente enthalten respektive an sie angrenzen. – *Proportion of subsections containing Skylark observations, and proportion of subsections that contain or share a border with the considered habitat components.*

Element	Anteil Flächen
Feldlerchenbeobachtungen	0,68
Baumreihen	0,25
Grenze Aare	0,18
Grenze Eisenbahnlinie	0,09
Hecke	0,21
Grenze Siedlung	0,09
Einzelbaum	0,13
Gebäude	0,13
Modellflugzone	0,11
Modellflugzone + Puffer 200 m	0,23
Modellflugzone + Puffer 500 m	0,45

als Fluggelände genutzt (Abb. 1). Die nachfolgenden Angaben zum Flugbetrieb stammen von der Modellfluggruppe Rüttenen (brieflich, 2013). Die Haupt-Flugperiode erstreckt sich von Mai bis September. Der Modellflugplatz wird hauptsächlich bei schönem Wetter am Mittwoch- und Samstagnachmittag genutzt, sonst eher selten. Ungefähr 50 % der verwendeten Flugzeuge verfügen über elektrischen Antrieb, der Rest setzt sich aus Flugzeugen mit Benzinmotoren, Segelflugzeugen und Hubschraubern zusammen. Die überflogene Fläche beträgt etwas über 10 ha.

Ein etwa 12 m breiter Streifen des Modellflugplatzes wird regelmässig gemäht, die Vegetation damit ganzjährig kurz gehalten. Im Gebiet um den Flugplatz weisen die Kulturen je nach den Frühlingsniederschlägen viele Nässe-schäden und damit eine Art natürlicher «Feldlerchenfenster» auf (W. Christen pers. Mitt.).

1.2. Erhebungen der Feldlerchendaten

Die Dichte an Brutrevieren der Feldlerche in der Selzacherwiti zählt zu den höchsten in der Schweiz (Christen 1991). Die hier verwendeten Feldlerchendaten stammen aus einer Untersuchung im Rahmen des Projektes «Hopp Hase» (www.hoppfase.ch). Im Frühling 2013 führte TR in der Selzacherwiti eine flächendeckende Brutvogel-Revierkartierung durch. Bei 3 Begehungen (25. April, 5. Mai und 27. Mai) wurde die Position aller festgestellten Vögel auf einer Karte eingezeichnet (Abb. 1). Dieses Vorgehen entspricht der von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach entwickelten Standardmethode für Revierkartierungen häufiger Brutvögel (Schmid et al. 2004).

1.3. GLM Habitatmodell

Unser Ziel war es, herauszufinden, ob die Dichte der Feldlerche während der Brutzeit innerhalb oder in der nahen Umgebung der Überflugzone tiefer ist als im Umland. Zu diesem Zweck erstellten wir in einem ersten Schritt ein einfaches Habitatmodell.

Auf der vom Beobachter zurückgelegten Route wählten wir 56 sogenannte Beobachtungspunkte in einem Abstand von je 200–

300 m. Die Hälfte dieses Abstandes entspricht ungefähr der Distanz, auf die man eine singende Feldlerche noch gut wahrnehmen kann. Mit dem QGIS-Tool «Voronoi-Polygons» (QGIS Development Team 2014) unterteilten wir das Untersuchungsgebiet in 56 um diese Beobachtungspunkte gelegene Polygone. Diese Flächenunterteilung diente als Grundlage zum Erstellen des Habitatmodells.

Als Zielgrösse im Habitatmodell verwendeten wir die Summe der während drei Beobachtungsdurchgängen festgestellten Feldlerchen je Fläche (Polygon). Als erklärende Variablen wählten wir die Information, ob das Polygon folgende Strukturen enthält oder an sie angrenzt: Baumreihen, Hecken, Einzelbäume, Gebäude, Siedlungsraum, Fluss, Eisenbahnlinie mit Hochspannungsleitung sowie Modellflugzone. Die logarithmierte Flächengrösse wurde als Offset im Modell mitberücksichtigt. Die erklärende Variable «Modellflugzone» wurde auf drei verschiedene Arten definiert: (1) Die Fläche wird von Modellflugzeugen überflogen (A; in Abb. 1 violett). (2) Die Fläche liegt in A oder innerhalb eines 200 m breiten Puffers um A. (3) Die Fläche liegt in A oder innerhalb eines 500 m breiten Puffers um A. A hat eine Grösse von etwas über 10 ha. Das folgende Modell wurde also mit drei leicht unterschiedlich aufbereiteten Datensätzen gefittet: $\text{glm}(\text{Anzahl} \sim \text{Baumreihe} + \text{GrenzeAare} + \text{GrenzeSBB} + \text{GrenzeSiedlung} + \text{Hecke} + \text{Einzelbaum} + \text{Gebäude} + \text{Modellflugzone}, \text{offset}=\log(\text{Flächengrösse}), \text{family}=\text{poisson})$.

1.4. Bootstrap-Auswertung

Mit Hilfe der im R-Paket «boot» implementierten Bootstrap-Methode (Canty & Ripley 2013) simulierten wir neue, auf den Original-Daten basierende Bootstrap-Datensätze. Diese enthalten jeweils gleich viele Feldlerchenbeobachtungen wie die Original-Daten, die einzelnen Beobachtungen werden aber zufällig ausgewählt. Folglich sind gewisse Beobachtungen mehrmals vertreten, während andere im Bootstrap-Sample gar nicht vorkommen. Diese Bootstrap-Datensätze wurden dann mit dem oben beschriebenen Modell ausgewertet. Simulation und Parameter-Schätzung wurden

9999-mal wiederholt. So erhielten wir 9999 Parameterschätzungen, welche auf den «zufällig zusammengestellten» Daten basieren. So kann die Genauigkeit der geschätzten Parameter akkurater bestimmt werden, als dies allein mit einer GLM-Schätzung möglich ist.

2. Ergebnisse

Insgesamt wurden 135 Feldlerchen-Beobachtungen gemacht, davon 52 beim ersten, 47 beim zweiten und 36 beim dritten Beobachtungsrundgang. Daraus ergeben sich 58 Revierre, was einer Dichte von rund 20 Revieren pro Quadratkilometer entspricht. In 38 (68 %) der Flächen gelang mindestens eine Feldlerchenbeobachtung. Das Vorkommen der verschiedenen Geländemerkmale in den einzelnen Flächen ist in Tab. 1 zusammengestellt.

Basierend auf den GLM-Schätzungen ist die Anzahl beobachteter Feldlerchen in einer Fläche kleiner, wenn diese eine Baumreihe oder ein Gebäude enthält oder wenn sie an die Eisenbahnlinie (mit paralleler Freileitung) grenzt. Die Feldlerche scheint die Nähe dieser Objekte also zu meiden. Für die übrigen verwendeten Habitat-Parameter schätzt das Modell keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Lerchen je Fläche. Dies gilt auch für die Modellflugzone sowie den 200 m respektive 500 m breiten Puffer inklusive Modellflugzone (siehe Kap. 1.3).

Die Bootstrap-Auswertung (Tab. 2) zeigt, dass die Feldlerche innerhalb oder in der Umgebung der Modellflugzonen nicht signifikant seltener vorkommt als im übrigen Studiengebiet. Basierend auf den Daten sind wir zu 75 % sicher, dass die Feldlerche innerhalb der Modellflugzone sogar häufiger beobachtet wurde als ausserhalb. Berücksichtigt man zur Modellflugzone noch den 200 m respektive 500 m breiten Puffer, dann beträgt diese Wahrscheinlichkeit rund 90 % respektive gut 60 %.

Bezüglich der übrigen Habitatparameter bestätigt die Bootstrap-Auswertung (Tab. 2) die bei der GLM-Auswertung gefundenen Tendenzen: Flächen, die eine Baumreihe oder ein Gebäude enthalten oder die an der Eisenbahnlinie liegen, werden eher gemieden. Zusätzlich

Tab. 2. Multiplikativer Einfluss der Lebensraum-Elemente auf Anzahl Beobachtungen je Fläche, basierend auf 9999 Bootstrap-Runs. Ein Wert grösser eins bedeutet, dass die Anzahl in der Umgebung des Lebensraum-Elementes um den entsprechenden Faktor höher ist als ausserhalb. Zum Berechnen eines 95%-Vertrauensintervalls werden die 9999 Schätzungen je Parameter sortiert, das Intervall ergibt sich aus der 250. und der 9750. Schätzung. – *Multiplicative effect of the considered habitat components on the number of Skylark observations per subsection of the study area, based on 9999 bootstrap-runs. A value larger than one indicates that the number of Skylarks within the habitat-element is higher by the corresponding factor. The 95%-Confidence Interval is based on number 250 and number 9750 of the ordered bootstrap parameter-estimates. The effect of model flight activity zone and its buffers was estimated in separate simulation runs.*

Element	Mittelwert Boots- trap-Schätzung	Median Boots- trap-Schätzung	95%-Vertrauensintervall unterschiedlich Faktor 1
Baumreihen	0,08	0,27	Ja (<1)
Grenze Aare	0,07	0,52	Nein
Grenze Eisenbahnlinie	0,40	0,37	Ja (<1)
Hecke	0,75	0,78	Nein
Grenze Siedlung	<0,01	0,23	Ja (<1)
Einzelbaum	1,35	1,54	Nein
Gebäude	0,07	0,22	Ja (<1)
Modellflugzone	1,11	1,17	Nein
Modellflugzone + Puffer 200 m	1,31	1,32	Nein
Modellflugzone + Puffer 500 m	1,08	1,07	Nein

scheint die Nähe von Siedlungen einen negativen Einfluss auf die Anzahl beobachteter Lerchen zu haben (siehe Tab. 2).

3. Diskussion

Unsere Analysen ergeben keine Hinweise dafür, dass der seit vielen Jahren bestehende Modellflugplatz die räumliche Verteilung der Feldlerchen während der Brutzeit in der Selzacherwiti negativ beeinflusst. Andere negative Einflüsse auf die Verteilung wie die Nähe zum Siedlungsgebiet, Gebäude innerhalb des Studiengebietes und die Eisenbahnlinie wurden hingegen erkannt. Dies legt nahe, dass die Datenlage ausreichend wäre, um einen möglichen negativen Einfluss des Modellflugplatzes auf die Verteilung der Lerchen erkennen zu können. Basierend auf den vorliegenden Daten können wir allerdings keine Aussagen dazu machen, ob die einzelnen Individuen einen erhöhten Stresslevel aufweisen oder ob und wenn ja wie sich der Modellflugbetrieb auf den Bruterfolg auswirkt. Die Begehungen für die Revierkartierung fanden am frühen Morgen statt, der Modellflugbetrieb ist auf die

Nachmittage beschränkt. Über mögliche Auswirkungen auf das Verhalten der Feldlerchen und ihren Bruterfolg in und in der Nähe der Modellflugzone sind deshalb keine Aussagen möglich.

Tendenziell wurden Feldlerchen innerhalb der Modellflugzone sogar häufiger beobachtet als ausserhalb. Dies kann mit der ganzjährig kurz gehaltenen Vegetation auf einem Streifen des Platzes und den vernästen Stellen in dessen Umgebung zusammenhängen; beide Habitat-Elemente ziehen nahrungssuchende Feldlerchen an (W. Christen, pers. Mitt.).

Dass die räumliche Verteilung der Feldlerchen in der Selzacherwiti von der Existenz des Modellflugplatzes nicht negativ beeinflusst wird, stimmt mit dem einzigen anderen Befund zu dieser Art überein: Ein neu eingerichteter Modellflugplatz in der Rhön hatte keinen negativen Einfluss auf das dortige Vorkommen der Feldlerchen (Albrecht et al. 2007). Aus einem weiteren Hopp-Hase-Untersuchungsgebiet kennen wir ebenfalls Feldlerchenbrutreviere am Rand eines Modellflugplatzes. Allerdings ist die Feldlerchendichte in jenem Gebiet zu gering, um eine Analyse analog der hier vorliegenden durchzuführen.

Die wenigen verfügbaren Studien lassen uns vermuten, dass Singvögel generell weniger empfindlich auf Modellflugplätze reagieren als die Wasservogelarten, auf welche sich die Argumentation zur Störungsproblematik des Modellfliegens (Bruderer & Komenda-Zehnder 2005) bislang hauptsächlich stützt. Albrecht et al. (2007) fanden in der Rhön ausser bei der Feldlerche auch bei Wiesenpieper *Anthus pratensis*, Braunkehlchen *Saxicola rubetra*, Neuntöter *Lanius collurio*, Baumpieper *Anthus trivialis*, Dorngrasmücke *Sylvia communis* und weiteren Arten keinen negativen Einfluss des Modellflugbetriebes auf die Zahl und die räumliche Verteilung der Brutreviere. Zum gleichen Schluss kommt Weidmann (2012) für Schwarzkehlchen *Saxicola rubicola*, Rohammer *Emberiza schoeniclus*, Sumpfrohrsänger *Acrocephalus palustris* und Neuntöter bei Walenstadt.

Trotz der geringen Kenntnisse muss die mögliche Störung von Vögeln beachtet werden, wenn Baubewilligungen für Modellflugplätze erteilt werden sollen (Weber 2014). Die Schweizerische Vogelwarte Sempach hat dazu zusammen mit dem schweizerischen Modellflugverband und in Absprache mit BirdLife Schweiz bereits 2007 eine Empfehlung formuliert (Heynen et al. 2007). Diese floss dann auch unverändert in eine breiter gefasste Empfehlung ein (Weber 2014), welche zusätzlich auch von der Jagd- und Fischereiverwalterkonferenz der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein, der Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz (KBNL), von JagdSchweiz und von Pro Natura Schweiz getragen wird. Gemäss dieser Empfehlung müssen in vielen Fällen Fachgutachten über «störungsempfindliche Arten» eingeholt werden. Für die Praxis wäre es folglich sehr wichtig, weitere und breiter abgestützte Daten zur Beeinflussung der im Schweizer Landwirtschaftsgebiet vorkommenden Arten durch Modellflugplätze und vor allem den Modellflugbetrieb zur Verfügung zu haben.

Basierend auf den vorhandenen Kenntnissen können kaum faktenbasierte Empfehlungen abgegeben werden. Es lässt sich nicht abschätzen, ob tatsächlich sensible Arten betroffen wären. Wir hoffen daher, mit unserer Fallstudie zu

umfassenderen Untersuchungen der Problematik anzuregen.

Dank. Ein herzlicher Dank geht an die Modellfluggruppe Rüttenen für die detaillierten Auskünfte bezüglich der Nutzung des Modellflugplatzes. Nicolas Martinez und dem Verein Hopp Hase danken wir für die zur Verfügung gestellten Feldlerchendaten. Die vorliegende Studie entstand als Diplomarbeit von Nicolas Strebel im Weiterbildungs-Lehrgang für Angewandte Statistik der ETH Zürich. Die Arbeit wurde von Werner Stahel betreut, dem wir für wichtige Inputs während der Datenanalyse danken. Ausserdem danken wir Susanna Komenda-Zehnder und Walter Christen für ihre Gutachten zum Manuskript.

Zusammenfassung

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Modellflugbetrieb einen störenden Einfluss auf Vögel haben kann. Vor allem Arten der Gewässer, Feuchtgebiete und feuchten Wiesen zeigten teilweise deutliche Reaktionen, gewisse Arten hingegen scheinen kaum zu reagieren. Studien zu den im Schweizer Landwirtschaftsgebiet vorkommenden Arten gibt es fast keine. Mit diesem Artikel möchten wir dem bescheidenen Wissen dazu einen kleinen Beitrag hinzufügen. Unser Untersuchungsgebiet ist die rund 3 km² grosse Selzacherwiti im Kanton Solothurn, eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, welche landesweit einen der dichtesten Bestände der Feldlerche *Alauda arvensis* beherbergt. Ein Teil dieser Fläche wird schon seit Jahren für Modellflug genutzt. Im Frühling 2013 wurde eine flächendeckende Revierkartierung durchgeführt. Während drei Beobachtungsrundgängen wurde die Position aller festgestellten Vögel auf einer Karte eingetragen. Basierend auf diesen Daten erstellten wir ein Habitatmodell. Wir untersuchten, ob die Feldlerche innerhalb des für Modellflug genutzten Gebietes respektive innerhalb dieses Gebietes plus einer 200 m oder 500 m breiten Pufferzone weniger häufig angetroffen wurde. Dabei berücksichtigten wir auch andere Lebensraumelemente, welche die räumliche Verteilung der Feldlerche beeinflussen könnten. Signifikant weniger häufig waren die Feldlerchen auf Flächen, welche an die SBB-Linie mit paralleler Freileitung oder an die Siedlung angrenzen, sowie in der Umgebung von Gebäuden oder Baumreihen. Für die Modellflugzone hingegen fanden wir keinen negativen Effekt auf die Dichte. Nach wie vor wissen wir wenig darüber, wie die im Schweizer Landwirtschaftsgebiet vorkommenden Vogelarten auf den Modellflugbetrieb reagieren. Solche Kenntnisse würden benötigt, um bei der Standortwahl für neue Modellflugplätze sinnvolle Gutachten erstellen zu können. Mit dieser Fallstudie möchten wir zu umfassenderen Untersuchungen der Problematik anregen.

Literatur

- ALBRECHT, C., T. ESSER & O. TILLMANN (2007): Monitoring des Modellflugplatzes «Kleine Eube», Biosphärenreservat «Rhön». Gutachten im Auftrag des Deutschen Modellflieger Verbandes (DMFV) e.V., Kölner Büro für Faunistik, Köln.
- BOSCHERT, M. (1993): Auswirkungen von Modellflug und Strassenverkehr auf die Raumnutzung beim Grossen Brachvogel (*Numenius arquata*). Z. Ökologie u. Naturschutz 2: 11–18.
- BOSCHERT, M. & J. RUPP (1993): Brutbiologie des Grossen Brachvogels *Numenius arquata* in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein. Vogelwelt 114: 199–221.
- BRUDERER, B. & S. KOMENDA-ZEHNDER (2005): Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Schlussbericht mit Empfehlungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 376. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- CANTI, A. & B. RIPLEY (2013): Boot: Bootstrap R Functions. R Package version 1: 3–9.
- CHRISTEN, W. (1991): 10jährige Brutvogelbestandsaufnahmen auf drei Probeflächen in der Aarebene westlich von Solothurn. Ornithol. Beob. 88: 81–100.
- DIETRICH, K., C. KOEPFF, G. VON DER MÜHLEN & K. STEIOF (1989): Untersuchung über die Auswirkung von Modellflugbetrieb auf das Verhalten von Wiesenvögeln. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Weser-Ems, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Oldenburg.
- HEYNEN, D., S. BIRRER, A. EGGENBERGER & O. ENGLER (2007): Empfehlung zur Standortevaluation von neuen Modellflugplätzen in Bezug auf Natur- und Vogelschutz. Schweizerischer Modellflugverband, Luzern, und Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- JENNY, M. (1990a): Nahrungsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Ornithol. Beob. 87: 31–53.
- JENNY, M. (1990b): Populationsdynamik der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Ornithol. Beob. 87: 153–163.
- KEMPF, N. & O. HÜPPOP (1998): Wie wirken Flugzeuge auf Vögel? Eine bewertende Übersicht. Naturschutz und Landschaftsplanung 30: 17–28.
- KOMENDA-ZEHNDER, S. & B. BRUDERER (2002): Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Literaturstudie. Schriftenreihe Umwelt Nr. 344. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- OELKE, H. (1968): Wo beginnt bzw. endet der Biotop der Feldlerche? J. Ornithol. 109: 25–29.
- OPITZ, H. (1975): Brutvorkommen, Gefährdung und Schutz des Grossen Brachvogels. Beih. Veröff. Nat.schutz Landschaftspf. Bad.-Württ. 7: 65–67.
- PUTZER, D. (1989): Wirkung und Wichtung menschlicher Anwesenheit und Störung am Beispiel bestandsbedrohter, an Feuchtgebiete gebundener Vogelarten. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 29: 169–194.
- QGIS Development Team (2014): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- RIEDERER, M. (1976): Die Auswirkungen eines Modellflugzeugplatzes im Isarmoos bei Unterwattenbach (Landkreis Landshut) auf die Brutvogelwelt dieses Gebietes. Naturwissenschaftl. Z. Niederbayern 26: 13–19.
- SCHLÄPFER, A. (1988): Populationsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Ornithol. Beob. 85: 309–371.
- SCHMID, H., N. ZBINDEN & V. KELLER (2004): Überwachung der Bestandesentwicklung häufiger Brutvögel in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- STÖCKLI, S., M. JENNY & R. SPAAR (2006): Eignung von landwirtschaftlichen Kulturen und Mikrohabitat-Strukturen für brütende Feldlerchen *Alauda arvensis* in einem intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebiet. Ornithol. Beob. 103: 145–158.
- WEBER, D. (2014): Empfehlungen zur Standortevaluation von neuen Modellflugplätzen in Bezug auf Natur- und Landschaftsschutz, Natur- und Vogelschutz, Säugetierschutz und Jagd. Vertrieb durch die Herausgeber Jagd- und Fischereiverwalterkonferenz der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein, Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz (KBNL), Jagd-Schweiz, Pro Natura, Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Schweizerische Vogelwarte Sempach, Schweizerischer Modellflugverband (SMV).
- WEIDMANN, P. (2012): NLA Schiessplatz Paschga, Erfolgskontrolle. Testphase Einschränkung des Modellflugbetriebes, Bestandesüberwachung Brutvögel. Atragene, Chur.

Manuskript eingegangen 23. September 2015
Bereinigte Fassung angenommen 21. Januar 2016