

Anderthalb Jahrzehnte Integriertes Singvogelmonitoring in und um Rheinland-Pfalz, dem bisherigen IMS-Schwerpunktgebiet in Westdeutschland

Dieter Thomas Tietze, Hans-Dieter Kästner, Jan-Dieter Ludwigs & Eva Maria Griebeler

Tietze DT, Kästner H-D, Ludwigs J-D & Griebeler EM 2019: One and a half decade of Integrated Songbird Monitoring in and close to Rheinland-Pfalz, the geographical focus area for IMS in western Germany so far. *Vogelwarte* 58: 289-311.

Following the British example of the Constant Effort Sites, an “Integrated Monitoring of Songbird populations” (IMS) was established in Germany in 1999. It surveys population trends of small bird species and takes into account immigration, emigration, survival rates, and reproduction successes and yields for long-term observation. From the onset of the program until 2016, six IMS stations in Rheinland-Pfalz and near the border to this federal state, partially characterized by various biotope types, were initiated and run for different periods. A comparison of the data collected at these stations within 15 years with respect to number of captured birds, proportion of juveniles and adults, as well as diversity, reveals for all sites a weak but (except for Eich) mostly not significant negative trend. This is especially for stations like Eich and Dreifelden, which both are situated in nature reserves, a concerning result and requires urgent political action. Furthermore, it is striking that not only the bird populations in the study areas perform negatively, but also the number of IMS stations in Rheinland-Pfalz decreased strongly at the same time. In Rheinland-Pfalz itself, there is only one permanently active station (the one in “Eich-Gimbsheimer Altrhein” nature reserve) left, which shows the most negative trends across all stations and additionally cannot be considered representative due to the usage of Bti formulations for mosquito control.

✉ DTT: Centrum für Naturkunde der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 20146 Hamburg.

E-Mail: thomas.tietze@uni-hamburg.de

EMG: Institut für Organismische und Molekulare Evolutionsbiologie, Evolutionäre Ökologie, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz. E-Mail: em.griebeler@uni-mainz.de

1 Einleitung

Im Laufe des 20. Jahrhunderts konnte eine durch menschliche Einflüsse auf die Umwelt hervorgerufene starke Abnahme der Vogelbestände in Mitteleuropa beobachtet werden (Berthold & Fiedler 2005; Grüneberg et al. 2015). So umfassen die Roten Listen in den meisten mitteleuropäischen Ländern ca. 50 % der Vogelarten, wobei etwa 30 % bereits so stark abgenommen haben, dass ihre weitere Existenz in Mitteleuropa als bedroht eingeschätzt wird (Berthold et al. 1998). Basierend auf dem in den Roten Listen aufgeführten Gefährdungsgrad ist es möglich, Arten durch Schutzmaßnahmen wie beispielsweise die Erhaltung von Lebensräumen gezielt zu fördern. Als Grundlage zum spezifischen Arten-, aber auch Naturschutz ist generell eine Überwachung von Populationsdichten und -entwicklungen über die Zeit unabdingbar (Bairlein 1996). Hierbei können Veränderungen innerhalb einer lokalen Population durch Bestimmung von Produktivitäts-, Überlebens- sowie Zu- und Abwanderungsraten ermittelt werden (Bairlein 1996; Robinson et al. 2009). Mit vielen solchen Datensätzen ist es letztlich möglich, großflächige Bestandsveränderungen in Singvogelpopulationen, aber auch deren Ursachen frühzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen zu ergreifen (Bairlein et al. 2000; Köppen 2003).

Bei Kleinvögeln kommen hierfür standardisierte Beringungsprogramme zum Einsatz. Sie haben das Ziel einer gleichmäßigen Erfassung aller Arten und Individuen in einem Gebiet, da demographische Parameter von Populationen sich durch anderweitige Zählungen nur schwer bis gar nicht ermitteln lassen (Baillie 1995; Berthold & Fiedler 2005; Robinson et al. 2009). Durch diese auf eine lange Laufzeit ausgelegten Fang-Wiederfang-Programme kann die Häufigkeit einzelner Arten aus den Fangzahlen von Individuen geschätzt werden, während zudem die Anzahl an Wiederfängen von Altvögeln Rückschlüsse auf das Überleben und die Rückkehrraten im Brutgebiet zulässt (Baillie 1995). Zudem kann durch eine oftmals nur in der Hand mögliche Altersbestimmung (anhand von z. T. subtilen Gefiedermerkmalen) ein sich ggf. änderndes demographisches Profil einer lokalen Population erfasst werden. Wenn sich der Netzfang mit einem konstanten Aufwand auf Arten beschränkt, für die die Fangwahrscheinlichkeit von Individuen in etwa gleich ist, kann eine lokale Vogelpopulation über die Zeit vergleichbarer als durch ein Monitoring über Sichtbeobachtung und/oder Gesangskartierung erfasst werden (Berthold et al. 1998; Robinson et al. 2009).

Das vom British Trust for Ornithology entwickelte Beringungsprogramm „Integrated Population Monito-

ring“ nutzt das sogenannte Constant-Effort-Site-Verfahren (CES), bei dem über einen längeren Zeitraum an denselben Standorten Singvögel zur Brutzeit untersucht werden. Durch Betrachtung zwischenjähriger Veränderungen in den Fangzahlen der Adulten sowie den aus den Fangzahlen der Alt- und Jungvögel errechneten jährlichen Produktivität (Verhältnis der Anzahl gefangener Jungvögel zur Gesamtzahl der gefangenen Vögel) können Änderungen in Vogelpopulationen dokumentiert und möglicherweise auch deren Ursachen erkannt werden (Peach et al. 1996, 2004). Das 1999 von den drei deutschen Beringungszentralen ins Leben gerufene „Integrierte Monitoring von Singvogelpopulationen“ (IMS) orientiert sich methodisch am CES, wobei jede IMS-Station von der jeweils zuständigen Beringungszentrale angeleitet und betreut wird (Bairlein et al. 2000; Köppen 2003). Die Etablierung einer Station verpflichtet dazu, eine Fangplatzbeschreibung und jährlich ein Fangprotokoll mit ggf. Vogelfang-beeinflussenden Veränderungen vor Ort an die jeweils zuständige Beringungszentrale und somit den bundesweiten Koordinator zu senden. Die Positionen der Netze dürfen über die Jahre nicht verändert werden und von zwölf vorgegeben Fangtagen im Zeitraum Mai bis August (Fangsaison) müssen mindestens zehn stattfinden.

Die meisten IMS-Stationen liegen in Ostdeutschland (Zuständigkeitsbereich der Beringungszentrale Hiddensee; Meister et al. 2016). In mehreren Regionen von Rheinland-Pfalz (und in unmittelbarer Grenznähe in Baden-Württemberg und Hessen) waren und sind aber in den vergangenen anderthalb Jahrzehnten auch mehrere IMS-Stationen in Betrieb genommen worden. Das IMS ist in Westdeutschland nirgends dichter vertreten (gewesen) als in dieser geographischen Region.

Daher haben wir diese Region für die vorliegende Arbeit ausgewählt. Die Fangergebnisse dieser sechs IMS-Stationen möchten wir in dieser Arbeit vergleichend darstellen. Wir wollen zudem auch die Schwierigkeit einer ausreichenden Flächenabdeckung für die IMS-Methode über längere Zeiträume aufzeigen. Im Detail gehen wir methodisch und inhaltlich anders als Meister et al. (2016) vor, die die bisherigen IMS-Ergebnisse bundesweit darstellten und diskutierten. Wir beabsichtigen einen lokaleren Aspekt darzustellen und wollen uns nicht auf einzelne Arten stationsübergreifend fokussieren, sondern vergleichen die Artengemeinschaften der Stationen dieser Region.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

In der vorliegenden Untersuchung wurden folgende sechs Gebiete betrachtet (Abb. 1, Tab. 1). Vier der Gebiete liegen in Rheinland-Pfalz, jeweils ein weiteres liegt in Hessen und in Baden-Württemberg. Sowohl die hessische Station Biebesheim als auch die baden-württembergische Station Mannheim sind nahe an der rheinland-pfälzischen Grenze gelegen.

Biebesheim

Der Ort Biebesheim befindet sich im Landkreis Groß-Gerau auf der rechten Rheinseite. Ungeachtet ihrer geografischen Nähe zum Eich-Gimbsheimer Altrhein sowie zum hessischen NSG „Kühkopf-Knoblochsau“ befindet sich die Station Biebesheim, die von 2002 bis 2012 sowie 2014 und 2015 betrieben wurde, nicht in einem NSG.

Dreifelden

Die Station Dreifelden befindet sich im NSG „Dreifelder Weiher“ im Oberwesterwald (Westerwaldkreis). Dank ihrer durch Anstau entstandenen Weiher, welche breite Verlandungszonen mit Röhricht-, Seggen- und Binsenbeständen aufweisen, ist die Westerwälder Seenplatte für durchziehende Wasser- und Brutvögel von landesweiter Bedeutung (Dietzen et al. 2014). Das Singvogelmonitoring mittels IMS fand dort von 2000 bis 2007 statt.

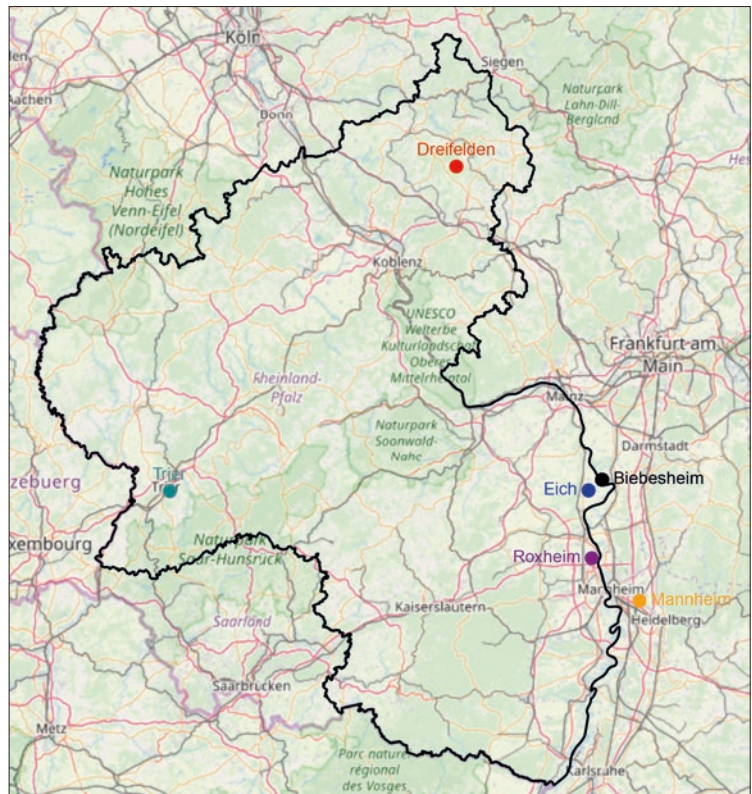


Abb. 1: Lage der untersuchten IMS-Stationen in und um Rheinland-Pfalz. Kartengrundlage: OpenStreetMap. – Positions of the investigated CES sites in and around Rheinland-Pfalz.

Tab. 1: Netzlänge in Metern, Aufnahme- und Auswertzeitraum, Arten- sowie Gesamtzahl der gefangenen Individuen der einzelnen Stationen. – *Mist-net lengths in meters, study period, period analyzed, totals for species and captured birds per site.*

Station	Biebesheim	Dreifelden	Eich	Mannheim	Roxheim	Trier
Netzlänge [m]	204	66	260*	84	49	108
Aufnahmezeitraum	2002–2012, 2014–2015	2000–2007	2005–2016	2015–2016	2006–2007	2007–2011, 2013
Auswertzeitraum	2002–2012, 2014–2015	2002–2007	2005–2016	2015–2016	2006–2007	2007–2011, 2013
Artenzahl	54	37	47	29	22	39
Gesamtindividuenzahl	12222	1098	4539	874	380	2226

*Durch den Wegfall bisheriger sowie das Hinzukommen neuer Netze im Jahr 2013 änderte sich die Netzlänge auf 168 m

Eich-Gimbsheimer Altrhein

Die seit 2005 betriebene IMS-Station liegt im Innenbogen des Eich-Gimbsheimer Altrheins im Landkreis Alzey-Worms, der nach europäischem und Landesrecht mehrfach unter Naturschutz steht. Zudem befinden sich neben Siedlungsgebieten im angrenzenden Bereich auch Flächen, welche einer intensiven landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen (Tietze et al. 2007; Schwarz et al. 2015).

Mannheim

Die Station Mannheim wird erst seit 2015 betrieben und ist auf einer Ausgleichsfläche zwischen dem Neckar und dem Stadtteil Mannheim-Seckenheim. Rund 1 km vom Neckar entfernt und umgeben von Feldern, repräsentiert sie ebenso wie die IMS-Station in Trier mit einem Gebüschbiotop einen trockenen Lebensraum, in dem aber im Zuge der Ausgleichsflächengestaltung kleine Flachwassertümpel angelegt wurden. In unmittelbarer Nähe der Station befindet sich zudem intensiv genutztes Buschweideland.

Roxheim

In der nördlichen Oberrheinniederung liegen der Bobenheimer und Roxheimer Altrhein. Die nur 2006 und 2007 aktive Station Roxheim befand sich im nördlichen Rhein-Pfalz-Kreis zwischen Frankenthal und Worms in einer Senke eines ehemaligen Rheinarmes. Dieses Gebiet ist für Schwimmvögel ein wichtiger Rast- und Überwinterungsplatz (Dietzen et al. 2014), wobei die Umgebung aus kleinflächigeren Röhrichten Ähnlichkeiten mit jener im Eich-Gimbsheimer Altrhein aufweist.

Trier

Im Brettenbachtal nahe der Trierer Universität befand sich die 2007 bis 2013 aktive IMS-Station Trier. Das Untersuchungsgebiet bestand aus einem kleinflächigen Mosaik verschiedener gehölzbestimmter Lebensräume mit verbuschtem Offenland, großflächigen Gebüsch in verschiedenen Sukzessionsstadien, kleinen waldartigen Gehölzen, Streuobstwiesen sowie dem namensgebenden Brettenbach. Es repräsentiert, im Gegensatz zu allen anderen Gebieten außer Mannheim, einen trockenen Lebensraum ohne Vorkommen von durch Gewässer beeinflussten Biotoptypen oder Röhrichten (Elle et al. 2014).

2.2 Netzfang

An allen sechs Stationen wurde in allen hier ausgewerteten Jahren gemäß den IMS-Vorgaben mit Japannetzen ein standardisierter Netzfang durchgeführt (Bairlein et al. 2000). Die

dafür gesetzlich vorgeschriebenen Ausnahmegenehmigungen lagen in allen Fällen vor. Die Netzlängen und detaillierten Aufnahme- und Auswertungszeiträume für jede Station können Tab. 1 entnommen werden. Von Anfang Mai bis Ende August wurden jährlich jeweils einmal pro Dekade ab Sonnenaufgang für sechs Stunden Vögel gefangen, woraus sich jeweils zwölf Fangtage ergeben. Die Vögel wurden stündlich eingesammelt und nach Svensson (1992) sowie Winkler & Jenni (2007) auf Art und – nach Möglichkeit auch – Alter und Geschlecht bestimmt. Die so erhobenen Daten wurden gemeinsam mit Ringnummer und Datum des Fangs im Fangprotokoll notiert. Noch unberingte Individuen wurden außerdem mit einem Ring der zuständigen Beringungszentrale markiert (für Biebesheim: Helgoland, für alle anderen: Radolfzell). Die aufgenommenen Daten wurden jährlich der für die jeweilige Station zuständigen Beringungszentrale übermittelt. Diese gab die Daten an den IMS-Bundeskoordinator weiter, der sie zusammengeführt und aufbereitet hat (beispielsweise wurden die wenigen Fänglinge ohne Altersbestimmung aus dem Datensatz entfernt). Aus dieser Aufbereitung resultieren minimale Abweichungen zwischen der Arbeit von Meister et al. (2016) und dieser in den stationsspezifischen Ergebnissen der hier analysierten IMS-Stationen Eich und Trier (Tietze et al. 2007; Elle et al. 2014; Schwarz et al. 2015).

2.3 Statistische Datenauswertung

Die folgenden Analysen wurden jeweils für die Gesamtanzahl der gefangenen Vögel sowie getrennt für die Alt- und Jungvögel durchgeführt, wobei nur Singvögel einbezogen wurden. Zum Vergleich der Dynamik der Lebensgemeinschaften wurden für alle sechs Stationen die Gesamtfangzahlen ohne Wiederfänge innerhalb der Saison, die Produktivität als Anteil der Jungvögel an allen altersbestimmten Fänglingen von der Gesamtanzahl der gefangenen Vögel und die Diversität als Kombination von Arten- und Individuenzahl (Shannon-Index und Evenness) der jeweiligen Stationen ermittelt. Der Shannon-Index H_s ist ein Maß für die Artendiversität. Er errechnet sich nach der Formel $H_s = -\sum p_i \cdot \ln(p_i)$, wobei p_i = relative Häufigkeit der i-ten Art pro Teildatensatz und S = Anzahl der im selben Teildatensatz vorhandenen Arten sind. Der so errechnete H_s fließt ein in die Formel für die Evenness (Ebenmäßigkeit) $E = H_s / \ln(S)$, die ein Maß für die gleichmäßige Verteilung der Individuen auf die verschiedenen Arten im jeweiligen Teildatensatz ist (Remmert 1989). Anschließend wurden diese Werte zum Vergleich der Verläufe für alle Stationen in einer Abbildung aufgetragen und für die vier Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren (Biebesheim,

Dreifelden, Eich-Gimbsheimer Altrhein, Trier) mit verallgemeinerten linearen gemischten Modellen (GLMM, Generalized Linear Mixed Model) ausgewertet.

Auch diese nachfolgend beschriebene statistische Auswertung wurde mit R Version 3.5.1 (R Core Team 2018) durchgeführt. Mithilfe der Pakete „lme4“ (Bates et al. 2015) und „arm“ (Gelman & Hill 2007) wurden die GLMM gerechnet, um statistisch abgesicherte Trends in den oben aufgeführten Parametern der einzelnen vier Stationen über die Untersuchungsjahre feststellen zu können. Bei diesen Modellen wird eine Pseudoreplikation durch Berücksichtigung der Tatsache, dass die Werte der verschiedenen Stationen in unterschiedlichen Jahren aufgenommen wurden, vermieden. Jedes GLMM umfasst zwei erklärende Variablen für eine abhängige Variable. Die erklärende Variable „Fixed Effect“ beeinflusst den Mittelwert der abhängigen Variable und wird im hier gerechneten Fall durch den Zeitraum der jeweiligen Station repräsentiert. Die erklärende Variable „Random Effect“ beeinflusst die Varianz der abhängigen Variable und besteht in diesem Fall aus der Station, die wiederum in Interaktion mit dem Jahr steht sowie der abhängigen Variable selbst in Form der jeweils zu untersuchenden Messgröße (Crawley 2007) der vier Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Werte der einzelnen Stationen zu gewährleisten, wurden die Fangjahre für alle Stationen zusammen z-transformiert. Dazu wurden die Originalwerte zunächst durch Subtraktion des arithmetischen Mittelwerts zentriert und anschließend durch die Standardabweichung der Originalwerte dividiert (Leyer & Wesche 2007).

Außerdem wurden für jede Art die Fangzahlen der Altvögel jeder Station (mit mehr als zwei aufeinanderfolgenden Auswertungsjahren, d. h. für Biebesheim, Dreifelden, Eich und Trier) mit dem Bearbeitungszeitraum dieser Station korreliert, um signifikante Ab- oder Zunahmen von deren Fangzahlen über die Zeit erkennen zu können. Anschließend wurden basierend auf diesen Korrelationen für alle Stationen jeder Art der Kategorie „abnehmend“, „zunehmend“ oder „unentschieden“ (nicht-signifikanter Trend) zugeordnet und die jeweiligen Anteile der Arten, die an der jeweiligen Station in jede der drei Kategorien fallen, berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Artenspektrum

Insgesamt stimmen die vorkommenden Arten unter den sechs Stationen weitgehend überein. Eine vollständige Liste aller auf den jeweiligen Stationen gefangenen Singvogelarten findet sich im Anhang (Abb. 2, Tab. S1–S6, wissenschaftliche Namen: Tab. S7).

Die in Eich am häufigsten festgestellten Arten sind Teichrohrsänger, Mönchsgrasmücke, Kohlmeise, Sumpfrohrsänger, Blaumeise, Nachtigall, Zilpzalp, Blaukehlchen, Gartengrasmücke und Singdrossel. Sie stellen größtenteils auch in den anderen Stationen häufig gefangene Arten dar. Aufgrund der sich im Vergleich zu den anderen Stationen unterscheidenden Vegetation und des Fehlens eines Gewässers in Trier wurden dort keine Sumpfrohrsänger und Blaukehlchen und auch lediglich nur ein Exemplar des Teichrohrsängers gefan-

gen. Dennoch spiegelt sich die Ähnlichkeit des Mannheimer und Trierer Habitats in einem sehr ähnlichen Artenspektrum wider. Allerdings konnten in Mannheim im Gegensatz zu Trier einige Exemplare von Sumpf- und Teichrohrsänger gefangen werden, während dies wie in Trier für das Blaukehlchen nicht gelang. Außerdem konnten in Roxheim keine Amsel oder Singdrossel sowie in Dreifelden keine Nachtigall gefangen werden. Des Weiteren gehört der in Eich seltene Feldsperling in Biebesheim zu den häufigsten Arten, ebenso wie Fitis, Rohrammer und Heckenbraunelle in Dreifelden, Rohrammer und Dorngrasmücke in Roxheim, Rotkehlchen und Zaunkönig in Trier sowie Dorngrasmücke und Klappergrasmücke in Mannheim.

In drei der sechs Stationen, in denen er regelmäßig vorkommt, stellt der Teichrohrsänger die häufigste Art dar. Lediglich in Biebesheim und Mannheim ist die Mönchsgrasmücke häufiger. In Trier war die Kohlmeise noch häufiger als die Mönchsgrasmücke. Biebesheim weist die höchste, Eich die zweithöchste und Roxheim die niedrigste Gesamtartenzahl auf (Abb. 2g).

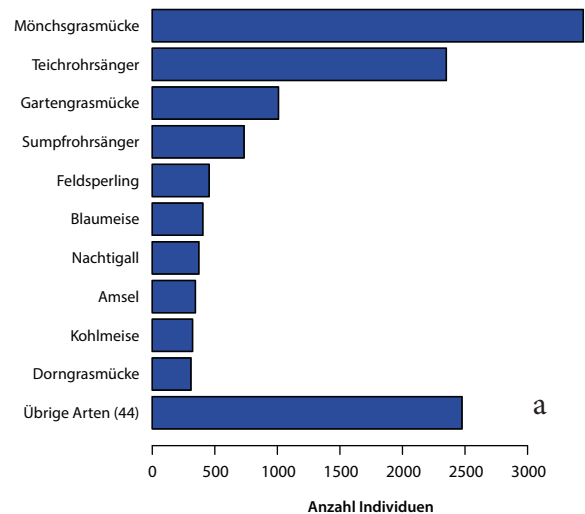
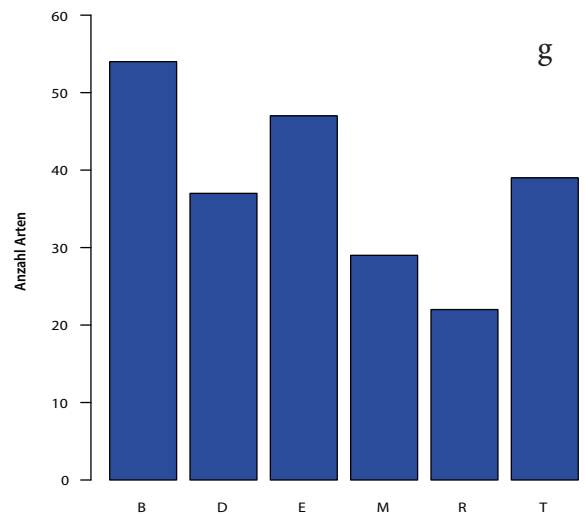
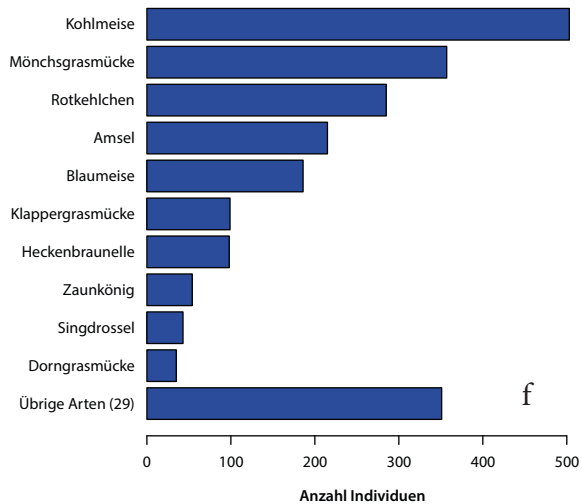
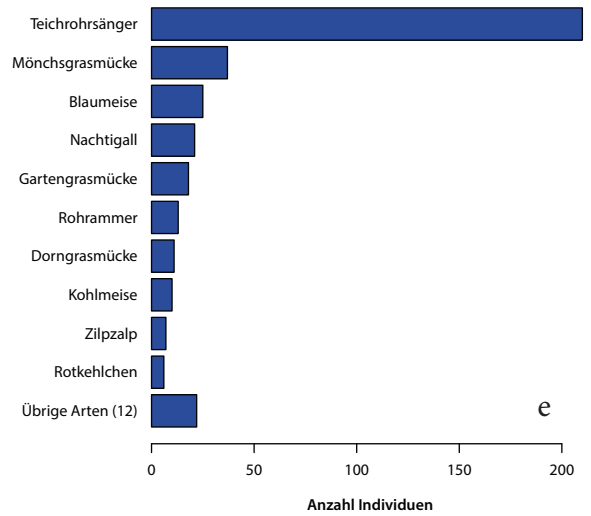
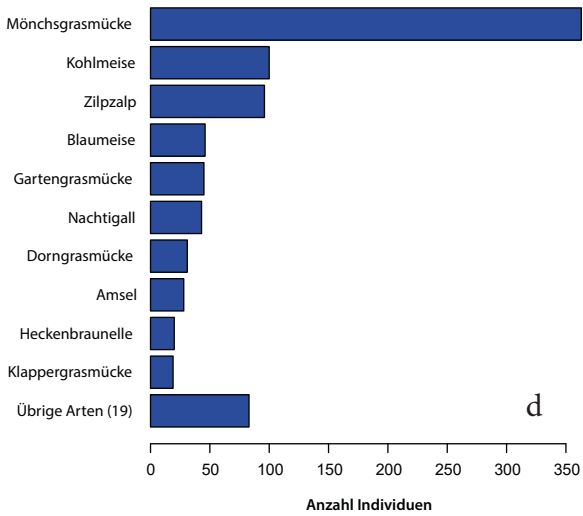
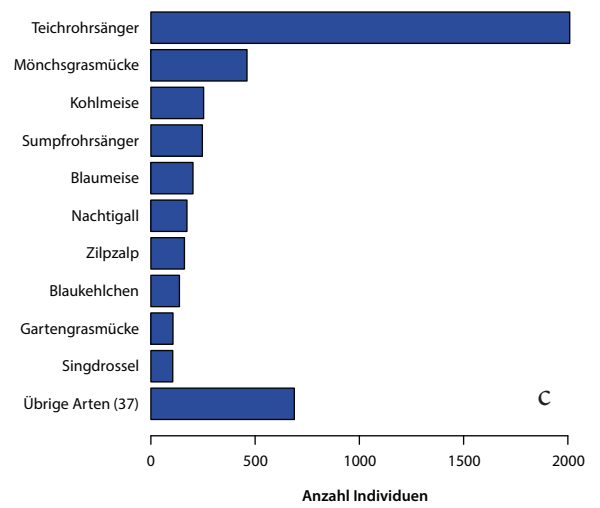
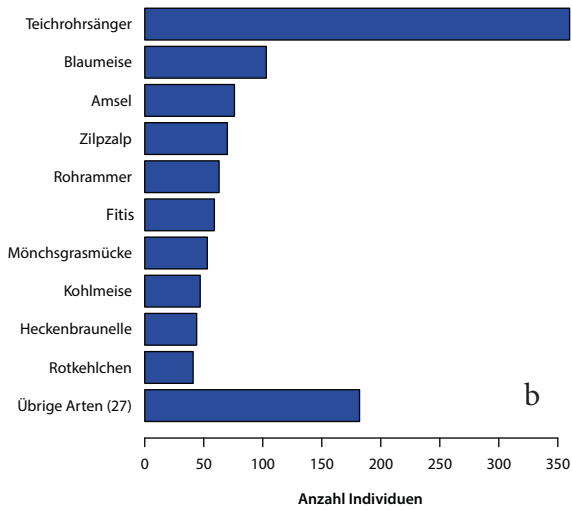


Abb. 2 (oben und rechts): Gesamtanzahl der gefangenen Individuen von Singvogelarten für jede Art über den gesamten Zeitraum der jeweiligen Station. Jedes Individuum wurde nur einmal gezählt. Arten, welche nicht zu den zehn häufigsten Arten zählten, wurden als übrige Arten zusammengefasst, wobei der Wert in den Klammern deren Anzahl widerspiegelt. a) Biebesheim. b) Dreifelden. c) Eich. d) Mannheim. e) Roxheim. f) Trier. g) Vergleich der Artenzahlen aller Stationen. – Total number of captured passerine birds per species across the overall study period per site. Each bird was only counted once. Species not belonging to the ten most frequent ones were pooled as “Übrige Arten” (number of species in parentheses).



3.2 Fangzahlen

3.2.1 Gesamt

Mit 1.164 Individuen wurde 2003 in Biebesheim mit Abstand die höchste Fangzahl aller sechs Stationen erreicht (Abb. 3a), während Eich zunächst die zweithöchsten Zahlen aufwies, bis diese nach einem starken Einbruch 2008 unter das Niveau von Trier fielen. In Dreifelden waren die Fangzahlen fast konstant, wobei hier 2002 die geringste Anzahl an Vögeln mit 163 Individuen nachzuweisen war. Nur das zweite der beiden Untersuchungsjahre in Roxheim liegt mit 156 darunter. Die absoluten Fangzahlen nehmen in Eich am stärksten ab, wobei es auch in Biebesheim 2004 und 2009 zu deutlichen Einbrüchen in diesen Zahlen kam. Im Gegensatz dazu nahmen die Fangzahlen in Dreifelden und Trier fast kontinuierlich zu.

Diese Auswertung wurde zusätzlich nur mit den Daten der Monate Juni und Juli durchgeführt, um späte Durchzügler im Mai bzw. dismigrierende Jungvögel aus benachbarten Gebieten im August von der Analyse auszuschließen und so ein für die Brutpopulationen aussagekräftigeres Bild zu erhalten. Der hierdurch erhaltene Verlauf ist in allen sechs Stationen ähnlich demjenigen, der sich bei Auswertung der kompletten Fangsaison ergibt, weswegen diese Auswertung hier nicht weiter dargestellt wird.

Die Auswertung der Gesamtfangzahlen über die Jahre im GLMM (Tab. 2) ergab in Eich die stärkste und auch die einzige statistisch abgesicherte Abnahme unter den vier mehr als zwei Untersuchungsjahre aufweisenden Stationen.

3.2.2 Altvögel

Die absoluten Fangzahlen der Altvögel (Abb. 3b) sind in Biebesheim im Vergleich zu allen anderen fünf Stationen nicht mehr so viel höher wie bei den Gesamtfangzahlen. Außerdem lagen hier die Fangzahlen der Altvögel in Eich stets über denen von Trier, obwohl auch hier eine sonst nirgendwo auftretende deutliche Abnahme wie in Eich erkennbar ist. In allen vier Gebieten mit mehr als zwei Untersuchungs Jahren schwanken die absoluten Fangzahlen der Altvögel erheblich im Untersuchungszeitraum, aber das GLMM (Tab. 2) bestätigt nur für Eich die Abnahme der Fangzahlen der Altvögel im Untersuchungszeitraum.

3.2.3 Jungvögel

Bei allen sechs Stationen ähneln die Verläufe der Fangzahlen der Jungvögel (Abb. 3c) denen aller gefangenen Individuen sehr stark. Auch hier sind die Fangzahlen in Biebesheim mit Abstand am höchsten und die von Eich liegen ab 2008 unter denen von Trier. In Eich erfolgte 2006 ein sehr starker Anstieg der Jungvogelfangzahlen, welcher dann jedoch mit kleinen Schwankungen auf den niedrigsten Wert im letzten Untersuchungsjahr sank. In Biebesheim ist ebenfalls eine Abnahme der Fangzahlen der Jungvögel zu verzeichnen, die im GLMM (Tab. 2) wie auch die in Eich abgesichert wird. Für Dreifelden und Trier (die übrigen Stationen mit mehr als zwei Untersuchungs Jahren) ist statistisch jedoch keine Änderung in den Fangzahlen der Jungvögel nachweisbar.

Tab.2: Ergebnisse der GLMM-Analysen für die ausgewerteten Messgrößen und Stationen (mit mindestens drei Untersuchungs Jahren): Mittelwert des stationsspezifischen Anstiegs (in den eckigen Klammern die 95%-Vertrauensbereiche). Statistisch signifikante Ergebnisse sind in fett dargestellt. – *Results of the generalized linear mixed models for the analyzed parameters and sites (with at least three years of study): mean of the site-specific slope (95 % confidence intervals in parentheses). Statistically significant results are highlighted in bold.*

IMS-Station	Biebesheim	Dreifelden	Eich	Trier
Fänglinge insgesamt	-32.26 [-68.09, 4.51]	-33.42 [-112.56, 50.81]	-97.81 [-141.12, -54.62]	-62.46 [-137.44, 12.44]
Fänglinge (nur Altvögel)	0.07 [-18.2, 18.52]	-0.27 [-45.08, 43.11]	-47.99 [-69.35, -26.45]	-10.39 [-51.36, 31.55]
Fänglinge (nur Jungvögel)	-35.46 [-60.64, -11.41]	-49.25 [-74.43, -25.24]	-45.32 [-70.58, -21.27]	-44.59 [-69.82, -20.56]
Produktivität	-0.02 [-0.04, 0.01]	0 [-0.02, 0.03]	0 [-0.02, 0.02]	-0.01 [-0.04, 0.01]
Arten insgesamt	-1.34 [-2.62, -0.03]	0.23 [-1.05, 1.54]	-0.58 [-1.86, 0.73]	-0.37 [-1.64, 0.94]
Arten (nur Altvögel)	-0.74 [-1.91, 0.45]	0.2 [-0.96, 1.4]	-0.37 [-1.54, 0.82]	-0.16 [-1.32, 1.04]
Arten (nur Jungvögel)	-0.32 [-1.79, 1.07]	-0.34 [-2.78, 2.13]	-1.73 [-3.29, -0.07]	-1.05 [-3.45, 1.39]
Shannon-Index Gesamtpopulation	-0.1 [-0.23, 0.03]	-0.05 [-0.18, 0.09]	-0.01 [-0.14, 0.13]	-0.14 [-0.27, 0]
Shannon-Index (nur Altvögel)	-0.07 [-0.24, 0.11]	0.08 [-0.09, 0.25]	0.08 [-0.09, 0.25]	-0.15 [-0.32, 0.02]
Shannon-Index (nur Jungvögel)	-0.13 [-0.21, -0.04]	-0.12 [-0.2, -0.04]	-0.12 [-0.2, -0.03]	-0.12 [-0.2, -0.04]
Evenness Gesamtpopulation	-0.01 [-0.04, 0.02]	-0.03 [-0.06, 0]	0 [-0.03, 0.03]	-0.04 [-0.07, -0.01]
Evenness (nur Altvögel)	0 [-0.05, 0.04]	0 [-0.05, 0.05]	0.03 [-0.01, 0.08]	-0.05 [-0.1, 0]
Evenness (nur Jungvögel)	-0.03 [-0.05, -0.01]	-0.05 [-0.07, -0.02]	-0.03 [-0.05, -0.01]	-0.04 [-0.07, -0.02]

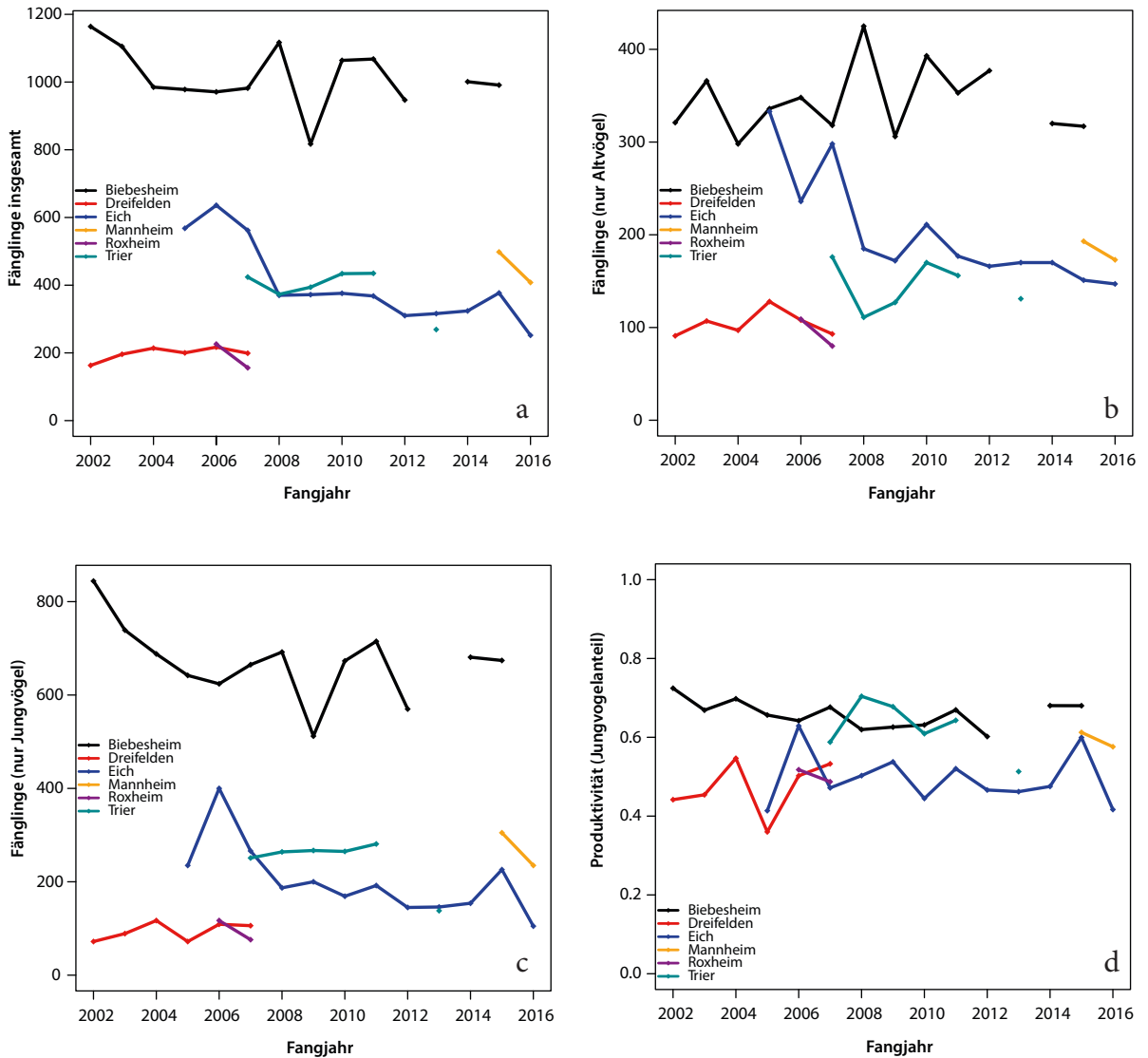


Abb. 3: a) Jahresfangsummen aller Individuen über den Zeitraum der jeweiligen Stationen. b) Jahresfangsummen aller Altvögel über den Zeitraum der jeweiligen Stationen. c) Jahresfangsummen aller Jungvögel über den Zeitraum der jeweiligen Stationen. d) Jährliche Produktivität der Gesamtpopulation (Fangzahl Diesjähriger geteilt durch Gesamtzahl der Fänge) für alle Jahre der jeweiligen Stationen. – a) Annual totals across the overall study period per site. b) Annual totals for adult birds only. c) Annual totals for first-year birds only. d) Annual productivity of the overall population (number of first-year birds divided by number of all captured birds).

3.2.4 Zeitliche Trends in den Fangzahlen der Altvögel

Die Ergebnisse der für jede der vier über mehrere Jahre betriebenen Stationen jeder auswertbaren Art durchgeführten Korrelationsanalysen der Fangzahlen der Altvögel (Brutpopulation) mit den Arbeitsjahren (Tab. 3) zeigen, dass es in Eich den höchsten Anteil abnehmender Arten (57 %) gibt. Mindestens die Hälfte der Arten der anderen drei Stationen sind in ihren Fangzahlen mehr oder weniger stabil (88 % in Trier und 86 % in Dreifelden!).

3.3 Produktivität

Der Anteil der gefangenen Jungvögel (Abb. 3d), gemessen an den Gesamtfangzahlen, lag bei allen sechs Stationen um 50 %, war in Biebesheim und Trier aber am höchsten. Der Jungvogelanteil brach 2005 in Dreifelden stark ein, wobei der Wert für dieses Jahr ähnlich niedrig ist wie jener in Eich. Im Jahr 2006 steigt in Eich der Jungvogelanteil auf den Höchstwert von 63 % an, gefolgt von einer Abnahme und einem weiteren Gipfel im Jahr 2015. In den sich überlappenden Jahren der Laufzeit

Tab. 3: Anteile der Arten pro Station in den Kategorien „Abnahme“, „Unentschieden“ und „Zunahme“ nach Korrelation der Fangzahlen jeder Art mit den Laufzeiten der jeweiligen Station (nur für Arten mit mindestens fünf Individuen pro Untersuchungsjahr und Stationen mit mindestens drei Untersuchungsjahren). – *Percentage of species per site in the categories “decrease” (“Abnahme”), “undecided” (“Unentschieden”), and “increase” (“Zunahme”) according to correlations of per-species numbers of captures with study period per site (only for species with at least five birds per study year and sites with at least three years of study).*

Station	Arten	Abnahme	Unentschieden	Zunahme
Biebesheim	11	18%	64%	18%
Dreifelden	7	0%	86%	14%
Eich	7	57%	43%	0%
Trier	8	13%	88%	0%
Summen		21%	70%	9%

von Trier und Eich lässt sich ein ähnlicher Verlauf bei der Stationen erkennen. In Biebesheim nimmt der Jungvogelanteil vom ersten Jahr der Datenerhebung an ab. Für den Anteil der Jungvögel zeigt das GLMM aber für keine der vier Stationen mit mindestens zwei Untersuchungsjahren signifikante Veränderungen in der Produktivität über den Beobachtungszeitraum an (Tab. 2).

3.4 Messgrößen der Diversität

Die Artenzahl basierend auf den Gesamtfangzahlen (Abb. 4a) war 2008 mit 40 Arten in Biebesheim am größten unter allen sechs Stationen, während Roxheim die niedrigsten Artenzahlen aufwies. In Trier und Eich wurden jeweils ungefähr gleich viele Arten nachgewiesen. Die aus den Fängen berechnete Artenzahl der Altvögel (Abb. 4b) ist mit bis zu 32 Arten erneut in Biebesheim am höchsten, während sie 2007 mit zwölf Arten wieder in Roxheim am niedrigsten ist. Biebesheim weist auch in der aus den Fängen berechneten Artenzahl der Jungvögel (Abb. 4c) die höchsten Werte auf, wobei diese in 2008 mit 37 Arten ihren Höchstwert erreichen. Die niedrigste Artenzahl für die Jungvögel mit einem Minimum von zehn Arten weist wieder Roxheim auf und wurde in 2006 beobachtet. Das GLMM berechnete für Eich eine signifikante Abnahme der Artenzahl der Jungvögel über die Jahre (Tab. 2), während es für alle anderen Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren keine Zu- oder Abnahme in den Artenzahlen über die Zeit anzeigen kann.

Während der Shannon-Index (Abb. 5a) in Roxheim deutlich unter 2 liegt, beträgt jener der restlichen fünf Stationen über alle Jahre hinweg stets mehr als 2. Der höchste sowie der niedrigste Wert von 2,74 in Trier bzw. 1,60 in Roxheim sind beide 2007 beobachtet worden. Trier weist über den gesamten Untersuchungszeitraum mit Ausnahme des Jahres 2008 die höchsten Werte des Shannon-Index für die adulten Fänglinge (Abb. 5b) auf, während Roxheim den niedrigsten Wert

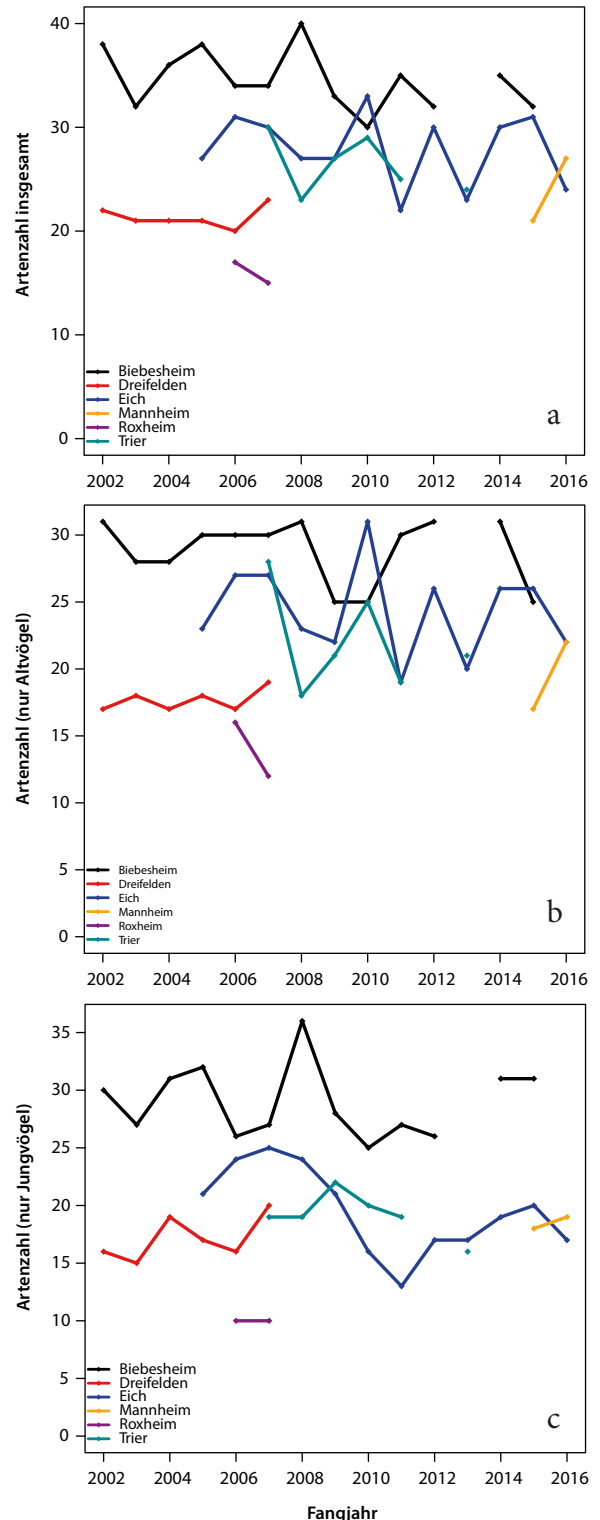


Abb. 4: Jährliche Artenzahl an Singvogelarten der jeweiligen Stationen: a) Gesamtfangzahlen. b) Fangzahlen der Altvögel. c) Fangzahlen der Jungvögel. – *Annual passerine species numbers per site: a) All birds. b) Adult birds only. c) First-year birds only.*

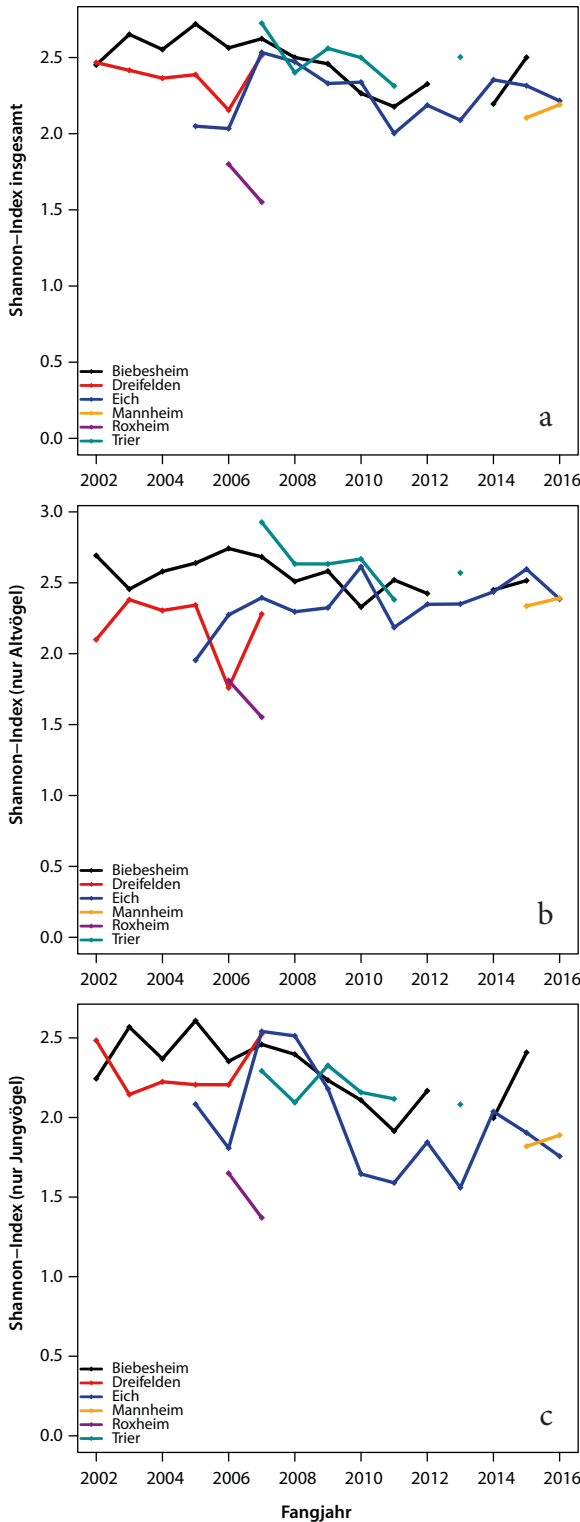


Abb. 5: Jährlicher Shannon-Index der Singvogelarten der jeweiligen Stationen: a) Gesamtfangzahlen. b) Fangzahlen der Altvögel. c) Fangzahlen der Jungvögel. – Annual Shannon index for passerine birds per site: a) All birds. b) Adult birds only. c) First-year birds only.

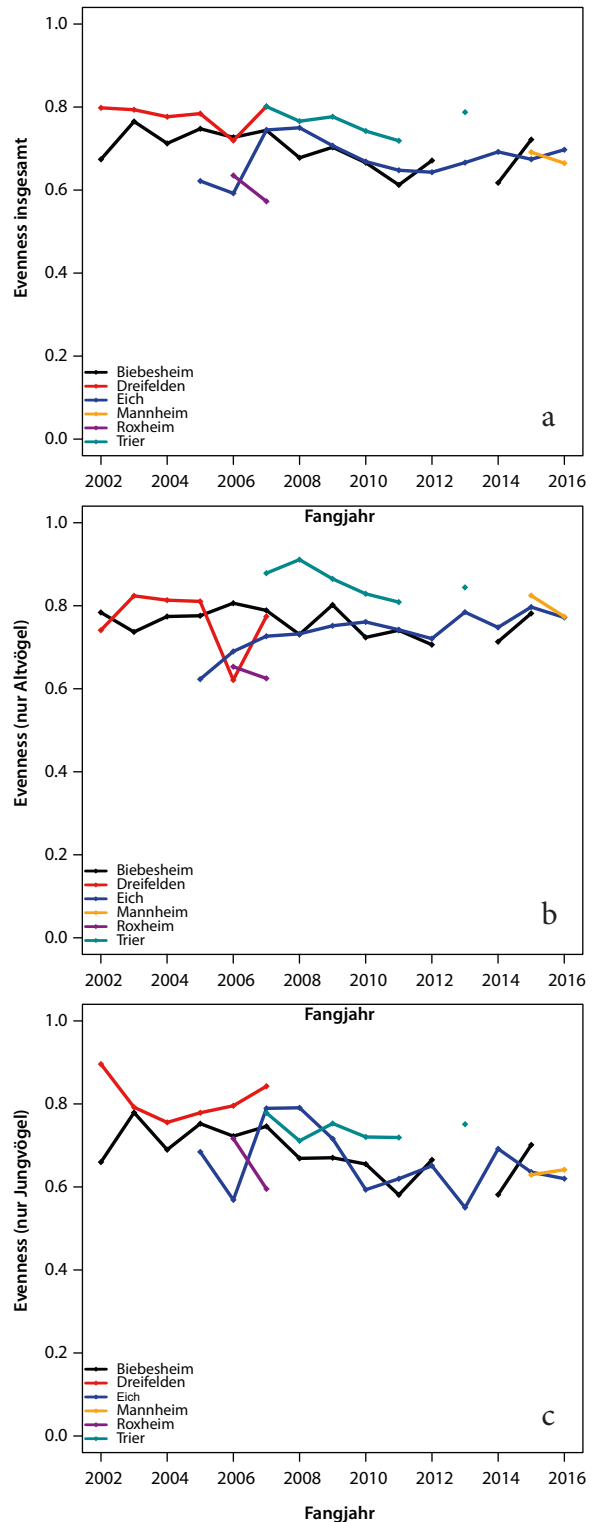


Abb. 6: Jährliche Evenness der Singvogelarten der jeweiligen Stationen: a) Gesamtfangzahlen. b) Fangzahlen der Altvögel. c) Fangzahlen der Jungvögel. – Annual evenness for passerine birds per site: a) All birds. b) Adult birds only. c) First-year birds only.

zu verzeichnen hat. Zu Beginn des Monitorings ist der Shannon-Index für die Jungvogelfänglinge (Abb. 5c) in Roxheim höher (2002) und nimmt im darauffolgenden Jahr ab, während er in Mannheim im ersten Untersuchungsjahr (2015) niedriger als im darauffolgenden ist. Das GLMM zeigt für alle vier Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren eine Abnahme des Shannon-Index für die Jungvogelfänglinge (Tab. 2).

Dreifelden und Trier weisen die höchste Evenness basierend auf der Gesamtzahl der Fänglinge (Abb. 6a) auf, während diese in Biebesheim, Eich, Mannheim und Roxheim ähnlich niedrig ist. Als einzige Station mit mehr als zwei Untersuchungsjahren lässt sich für Trier mithilfe des GLMM (Tab. 2) eine statistische Abnahme der aus den Gesamtfangzahlen geschätzten Evenness über die Zeit zeigen. Für die adulten Individuen ist die Evenness (Abb. 6b) in Trier über den gesamten Zeitraum, in dem die Station aktiv war, am höchsten. Für die Jungvögel ist die Evenness (Abb. 6c) in Dreifelden über diesen Zeitraum am höchsten. Das GLMM zeigt eine signifikante Abnahme der Evenness für die Jungvogelfänglinge über die Jahre für alle vier Stationen (Tab. 2).

4 Diskussion

4.1 Artenspektrum

Die sechs Untersuchungsgebiete weisen ein ähnliches Artenspektrum auf (Abb. 2, Tab. S1–S6, wissenschaftliche Namen: Tab. S7). Bei der Mehrzahl der gefangenen Arten handelt es sich um in Mitteleuropa häufige Arten, die sich bevorzugt in dichter Vegetation, in Gebüsch oder Röhrichtbeständen aufhalten (Bauer et al. 2005; Svensson 2011). Außerdem sind Vögel dieser Arten gut mit Japannetzen zu fangen und stellen dadurch die Zielgruppe des IMS dar (Köppen 2003). Mit Ausnahme von Mannheim und Trier sind alle sechs Stationen in größeren Feuchtgebieten gelegen. Da die Vegetation des Trierer Fanggebiets keinerlei Einflüsse durch stehende oder fließende Gewässer erfährt (Elle et al. 2014), können hier keine ausgedehnten Schilfbestände wie in den meisten anderen Untersuchungsflächen gefunden werden. Dadurch stellen dort schilfbewohnende Arten wie Blaukehlchen, Teich- und Sumpfrohrsänger eine Seltenheit dar. In Mannheim könnte es durch die Nähe zum Neckar zu den vereinzelt Fängen von Sumpf- und Teichrohrsängern gekommen sein, obgleich sich auch hier die Fangfläche in einem Biotop ohne Schilfflächen befindet. Sumpfrohrsänger brüten tatsächlich regelmäßig in diesem Gebiet. Für den Teichrohrsänger hingegen ist es wahrscheinlicher, dass dort einzelne ziehende Individuen gefangen wurden. Obwohl die Rohrammer ebenfalls eine schilfbewohnende Art ist und auch nicht als gefährdet eingestuft wird (Bauer et al. 2005; Südbeck et al. 2007; Grüneberg et al. 2015), wurde sie weder in Eich noch in Biebesheim häufig gefangen. Diese Beobachtung wurde für Eich mit der Austrocknung des Schilfbestands in Verbindung ge-

bracht (Tietze et al. 2007; Schwarz et al. 2015). Da die Rohrammer aber an keiner der sechs Stationen ein häufiger Vogel ist, könnte dies auf einen generell niedrigen Bestand in Rheinland-Pfalz bzw. der nördlichen Oberrheinebene hinweisen.

Dass in Roxheim weder Amseln noch Singdrosseln gefangen wurden, kann an der Zusammensetzung der Vegetation in der Umgebung der Japannetze liegen, da beide Arten Habitate mit Gebüsch und Wäldern bevorzugen und die Männchen gerne höhere Singwarten beziehen (Bauer et al. 2005; Svensson 2011). Auch ist es möglich, dass die Japannetze dort in einiger Entfernung zu Waldstücken oder Gebüsch mit hochwachsender Vegetation aufgestellt wurden, wo sich nur selten Amseln und Singdrosseln aufhielten. Ein Fangen von Amseln und Singdrosseln bei Netzstandorten in sehr hoher Vegetation, wo einige Vögel über die Netze fliegen, ist aufgrund ihrer Nahrungssuche am Boden trotzdem nicht auszuschließen. Vor allem Jungvögel der beiden Arten verfangen sich oft in den unteren Netztaschen. Die Nachtigall stellt im Westerwald keine Brutvogelart dar und wird selbst im Frühjahr als Durchzüglerin in Dreifelden nur sehr selten registriert.

Da die Territorien von Teichrohrsängern oft sehr klein sind und die Nester nur geringe Abstände zueinander aufweisen, kann er in hohen Siedlungsdichten vorkommen (Bauer et al. 2005), was die Dominanz des Teichrohrsängers an drei der Stationen erklären könnte. Hohe Fangzahlen resultieren demnach aus einer hohen Individuendichte in einem großen Schilfbestand. Da die IMS-Station Eich im größten zusammenhängenden Schilfgebiet in Rheinland-Pfalz liegt (Dietzen et al. 2014), sind dort nicht unerwartet auch die höchsten Fangzahlen für den Teichrohrsänger erzielt worden.

Die Mönchsgrasmücke, welche in Biebesheim als die häufigste und in Eich als zweithäufigste Art auftritt, ist ebenfalls eine in Mitteleuropa weit verbreitete und sehr häufige Art. Die höchsten Dichten erreicht sie in Auwaldstrukturen (Bauer et al. 2005), wie sie an beiden Stationen vorzufinden sind. Zudem brüten Mönchsgrasmücken in dichtem Gebüsch und halten sich dort vermehrt auf (Svensson 2011). Somit zählt sie zu den bevorzugt von den Japannetzen erfassten Arten auf unseren IMS-Stationen.

In Biebesheim sind Feldsperlinge häufig, während dies in Eich jedoch nicht der Fall ist. In Rheinland-Pfalz sind Feldsperlinge nach der neuesten Roten Liste als gefährdet eingestuft, während sie in ganz Deutschland auf der Vorwarnliste stehen (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz 2015; Grüneberg et al. 2015). Die in Biebesheim und Eich beobachteten deutlichen Unterschiede in den Häufigkeiten spiegeln vermutlich wider, dass Feldsperlinge keine flächendeckend auftretende Art sind und nur lokale Vorkommen haben.

Da Rotkehlchen in Siedlungsgebieten, Feldgehölzen und Wäldern leben, sind sie typische Vögel von durch

Gebüsch- und Hecken geprägten Lebensräumen (Bauer et al. 2005). Da Trier mehr Gehölzstrukturen als alle anderen Stationen bietet (Elle et al. 2014), wird es in Trier häufig, in Eich jedoch nur selten gefangen.

Biebesheim weist die längste Bearbeitungszeit auf, daher konnte alleine durch die längere Beobachtungszeitspanne dort die höchste Artenzahl aller sechs Stationen erreicht worden sein. Zudem ist mit einer Netzlänge von 204 m die abgedeckte Fläche und damit die Wahrscheinlichkeit eine Art zu fangen dort auch vergleichsweise sehr groß (Tab. 1). Die Länge des Untersuchungszeitraums und die Netzlänge könnten auch erklären, dass in Mannheim und Roxheim mit den kürzesten Untersuchungszeiträumen und der kleinsten bzw. zweitkleinsten Netzfläche auch die niedrigste bzw. zweitniedrigste Artenzahl beobachtet wurde. Die lange Laufzeit und die große Netzlänge erklären dann vermutlich auch, dass Eich (Tab. 1, die durchschnittliche Netzlänge im Untersuchungszeitraum beträgt 229 m) trotz starker Abnahmen die insgesamt zweithöchste Artenzahl aufweist.

4.2 Fangzahlen

Veränderungen der Fangzahlen aus standardisiertem Netzfang über einen längeren Beobachtungszeitraum sind ein Hinweis auf Veränderungen der Gesamtpopulation an Singvögeln, da diese Fangzahlen proportional zur realen Häufigkeit der Arten sind (Harrison et al. 2000; Peach et al. 2004). Eine statistisch abgesicherte Abnahme der Fangzahlen (um etwa die Hälfte) über die Jahre finden wir nur für Eich. Eine Erklärung für diese könnte sein, dass in Eich die Netzlänge bis 2012 260 m betrug, während sie seit 2013 nur noch 168 m beträgt (Tab. 1). Gegen diese Hypothese sprechen jedoch die folgenden Beobachtungen. Die stärkste Abnahme der Gesamt-, Altvogel- und Jungvogelfangzahlen wurde zwischen 2005 und 2008 beobachtet und damit also deutlich, bevor die Netzlänge reduziert wurde. Seit 2008 sind die Fangzahlen aller dieser drei Gruppen relativ stabil und 2015 ist trotz einer reduzierten Netzlänge sogar ein geringer Anstieg für alle drei Gruppen zu beobachten. Schwarz et al. (2015) bringen die deutliche Abnahme der Fangzahlen zwischen 2005 und 2008 mit dem Trockenfallen des Schilfbereichs im diesem Zeitraum in Verbindung. In 2007 wurde zwar eine Maßnahme zur Erhöhung des Wasserstandes ergriffen, die – wie unsere Ergebnisse zeigen – nicht wie zu erwarten zu einer Erhöhung der Fangzahlen in den darauffolgenden Jahren geführt hat. Insbesondere die Fangzahlen der Schilfbewohner (vor allem die des dort sehr häufigen Teichrohrsängers, Tab. S1; Dietzen & Henß 2004) konnten das Niveau von 2005 bis 2008 nicht wieder erreichen. Zwischen 2011 und 2012 ist ein weiterer, jedoch weit schwächerer Einbruch als der erste in den Fangzahlen zu beobachten. Diesen bringen Schwarz et al. (2015), die nur die Fangzahlen in Eich zwischen 2005 und 2014 analysiert haben, mit

dem Ausbruch der viralen Krankheit Usutu im Jahr 2011 in Zusammenhang (Becker et al. 2012; Michel et al. 2019). Usutu ist eine durch Stechmücken übertragene Infektion, die außerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebiets in Afrika zu erheblichem Vogelsterben führen kann (Bosch et al. 2012). Eindeutige Nachweise, dass die Krankheit Todesfälle bei Singvögeln verursachen kann, existieren bisher nur für die Amsel (Becker et al. 2012; Michel et al. 2019). Dennoch konnten Studien auch bei anderen Singvogelarten in einzelnen Individuen das Virus in deren Organen nachweisen und nicht-letale Krankheitssymptome bei den Tieren beobachten (Chvala et al. 2004; Garigliany et al. 2014). Da die Fangzahlen der Amsel in Eich generell gering sind (Tab. S3), können Todesfälle als Folge einer Infektion von Amseln mit Usutu den vergleichsweise starken Einbruch der Fangzahlen alleine nicht erklären. Es ist jedoch denkbar, dass es bei mehreren Vogelarten zur Infektion mit Usutu gekommen ist und dass dies zusammen mit weiteren Stressfaktoren (z. B. Nahrungsverknappung durch Bti-Einsatz, s. u.) zum zweiten von Schwarz et al. (2014) beobachteten Einbruch der Fangzahlen beigetragen hat. Gegen diese Hypothese spricht, dass in den nachfolgenden Jahren keine weitere Abnahme der Fangzahlen zu beobachten ist, obwohl sogar die Netzlänge aufgrund des zu hohen Wasserstands im Schilf reduziert werden musste. Unabhängig davon, ob Usutu tatsächlich für den kleineren 2011 beobachteten Einbruch in den Fangzahlen mitverantwortlich ist (Schwarz et al. 2015), ist ein signifikanter negativer Trend in den Eicher Fangzahlen trotz Wiedervernäsungsmaßnahmen zu verzeichnen.

In Eich nehmen die Gesamtfangzahlen und auch die Fangzahlen der Altvögel und der Jungvögel über den Beobachtungszeitraum signifikant ab. Letztere spiegeln damit einen Rückgang der Gesamtpopulation wider, während in Biebesheim nur die Jungvögel signifikant abnehmen, aber kein zeitlicher Trend (weder negativ noch positiv) in den Gesamtfangzahlen und den Fangzahlen der Altvögel statistisch nachweisbar ist. Die signifikante Abnahme der Fangzahlen der Jungvögel in Biebesheim weist auf eine nicht-stabile Entwicklung der Brutpopulation (kein konstantes Verhältnis der Anzahlen von Jung- zu Altvögeln) hin. Statistisch gesehen könnte es sich bei dieser Beobachtung um ein Artefakt handeln, da bei einer Konstanz der Gesamtfangzahl und einer gleichzeitigen Abnahme der Fangzahlen der Jungvögel über den Beobachtungszeitraum eine gleichzeitige Zunahme der Altvögel zu erwarten wäre. Diese ist optisch zwar erkennbar (Abb. 3), war jedoch statistisch nicht nachweisbar (Tab. 2). Daher sind, um eine genauere Aussage zu den Ursachen des Trends in den Jungvogelfangzahlen in Biebesheim treffen zu können, weitere Untersuchungen notwendig. Eine Feststellung des Zeitpunkts in der Entwicklung der Jungvögel, an dem die Mortalität angestiegen ist, wäre hier informativ. Mögliche Gründe für einen Anstieg der

Jungvogelmortalität könnten ein niedrigerer Schlupf-, Nest- oder Ausflugerfolg sein (Bairlein 1996). Jeder dieser Parameter hat einen starken Einfluss auf die Jungvogelentwicklung und schwankt von Jahr zu Jahr und beeinflusst damit auch die Anzahl der Altvögel in den darauffolgenden Jahren.

Für die Station Biebesheim (Gesamt- und Jungvogelfangzahlen) sind im Jahr 2012 Einbrüche der Fangzahlen zu beobachten (Abb. 3). Eine Erklärung hierfür könnte die niedrigere Produktivität sein, welche in diesem Jahr für Biebesheim den niedrigsten Wert in der Gesamtlaufzeit der Station zeigt (Abb. 3).

Trotz der räumlichen Nähe zu Eich wurden in Biebesheim über den gesamten Untersuchungszeitraum (2002–2015) immer viel höhere Fangzahlen erreicht als in Eich, obwohl in Eich trotz der Reduzierung der Netzlänge 2013 die durchschnittliche Netzlänge im Beobachtungszeitraum immer noch größer als in Biebesheim war. Bei Betrachtung der Daten fällt auf, dass dies vor allem am erheblich größeren Jungvogelanteil in Biebesheim liegt, während die Fangzahlen an Adulten der beiden Stationen weit weniger stark voneinander abweichen (Abb. 3), obgleich diese in Biebesheim höher als in Eich sind. Daher ist zu erwarten, dass die Populationen in Biebesheim produktiver sein müssen als die in Eich. Der aus den jährlichen Fangzahlen berechnete Verlauf der Produktivität bestätigt dies (Abb. 3), wobei die Gründe für den in Biebesheim im Vergleich zu Eich hohen Jungvogelanteil an den Gesamtfangzahlen unklar sind.

Die niedrigeren Fangzahlen in den Stationen Dreifelden, Roxheim und Trier lassen sich durch die geringeren Netzlängen im Vergleich zu den übrigen Stationen (Tab. 1) erklären. Dass Trier und Eich ähnlich hohe Fangzahlen aufweisen und Biebesheim sogar höhere Fangzahlen als Eich aufweist, obwohl Eich eine größere Netzlänge hat (im Jahresdurchschnitt), ist ein Hinweis darauf, dass es einen bedenklichen Missstand im Naturschutzgebiet bei Eich gibt.

Dieser könnte damit in Verbindung stehen, dass von den an das NSG grenzenden Kommunen regelmäßig Stechmücken mithilfe von Bt-Präparaten bekämpft werden – insbesondere seit der Wiedervernässung des Altrheins, aber auch aufgrund der Zunahme von Starkregenereignissen im Sommer gefolgt von Hochwässern (z. B. 2013, 2016). Letztere hinterlassen optimale Bedingungen für die Entwicklung von Stechmücken in den Auen und führen zu Stechmückenplagen. Aufgrund seiner biologischen Wirkungsweise ist der Einsatz von Bti auch in Naturschutzgebieten zulässig. Dadurch, dass von dieser Maßnahme die gesamte Insektenwelt negativ beeinträchtigt wird, betrifft sie indirekt auch die Avifauna durch die Verfügbarkeit eines geringeren Nahrungsangebots für die Jungenaufzucht. Dies betrifft nicht nur insektenfressende Arten, sondern auch Arten, bei denen sich die Altvögel überwiegend von pflanzlicher Kost ernähren, aber ihre Jungen mit Insekten

füttern. Ein negativer Einfluss von Bti-Präparaten auf Vogelpopulationen konnte bereits in der Camargue (Südfrankreich) nachgewiesen werden (Poulin et al. 2010; Poulin & Lefebvre 2016; Brühl et al. 2020).

4.3 Zeitliche Trends in den Fangzahlen der Altvögel

In Eich wurde neben dem stärksten Rückgang der Fangzahlen auch der größte Anteil signifikant abnehmender Arten (Tab. 3), darunter auch ein Rückgang des dominanten Teichrohrsängers, festgestellt. Dies ist für den Teichrohrsänger erstaunlich, da die Bedingungen für diese Art, welche kräftige Schilfhalme benötigt, die nur in Wassertiefen von mindestens 50 cm vorkommen, durch die Wiedervernässung im Jahr 2007 verbessert wurden (Dietzen & Henß 2004). Ein genereller Rückgang des Langstreckenziehers Teichrohrsänger konnte jedoch bereits schon von Peach et al. (1998) gezeigt werden. Da in Eich für keine Art eine signifikant zunehmende Fangzahl festzustellen ist, lässt sich schließen, dass keine andere Art vom Rückgang der Arten nachhaltig in ihrer Populationsgröße profitiert. Das Gleiche gilt für die Station Trier, für die 18 % der Arten rückläufig in den Fangzahlen sind, aber keine der Arten eine Zunahme zeigt. Im Gegensatz dazu scheinen in Biebesheim Arten vom Rückgang anderer Arten zu profitieren. Durch die unterschiedlichen Umweltansprüche jeder Art können allerdings keine genauen Gründe für eine Zu- oder Abnahme ihrer Fangzahlen genannt werden. Auch sollte man hinsichtlich Änderungen in Fangzahlen von Arten berücksichtigen, dass Arten, welche sich vornehmlich im oberen Bereich von Büschen aufhalten, durch höhere Vegetation als Folge fortschreitender Sukzession eher über das Netz fliegen und so weniger häufig gefangen werden. Dies kann über die Jahre hinweg betrachtet zu einem falschen Negativtrend in deren Fangzahlen führen (Peach et al. 1998, 2004).

4.4 Produktivität

Der Anteil der Jungvögel an der Gesamtpopulation wird als indirektes Maß für die Produktivität gewertet. Ebenso wie für die Altvögel kann für Jungvögel angenommen werden, dass ihre Häufigkeit durch den standardisierten Netzfang gut repräsentiert wird und somit ein guter Index für die Produktivität ermittelt werden kann. Dies haben Du Feu & McMeeking (2004) durch eine signifikante Korrelation zwischen gefangenen Diesjährigen und in Nestern berichtigten Jungvögeln verdeutlicht. Eine hohe Produktivität von Arten kann zu einem Populationswachstum führen, wenn mehr Individuen geboren werden als sterben und die Ein- und Auswanderungsrate der Population gleich sind (Bairlein 1996). Ein guter Richtwert für eine wachsende Population ist dann eine Produktivität größer als 50 % (Bairlein 1996). Diesen Mindestanteil muss jede Population kurzlebiger Arten (wie Singvögel) erbringen, damit jedes Individuum durch einen Jungvogel ersetzt wird und so die Populations-

größe über die Zeit konstant bleibt. Der Mindestanteil erhöht sich jedoch, wenn die Auswanderungsrate größer als die Einwanderungsrate der Population ist und erniedrigt sich, wenn die Auswanderungsrate kleiner als die Einwanderungsrate ist.

Die Produktivität ist für Biebesheim und Trier höher als für alle anderen vier Stationen. Die über die Jahre hohe Produktivität und die steigende Anzahl an gefangenen Altvögeln in Biebesheim deuten auf eine Zunahme der Größe der Gesamtpopulation hin. Da die Produktivität in Trier hoch, aber die Altvogelfangzahl im Untersuchungszeitraum konstant ist, wird dort die hohe Produktivität vermutlich durch eine hohe Mortalität oder Abwanderungsrate der Diesjährigen und Adulten kompensiert. Für die meisten Stationen wurde eine durchschnittliche Produktivität größer als 50 % geschätzt (Abb. 3). Diese Beobachtung bestätigen auch die Ergebnisse des GLMM, die bis auf Eich für die drei weiteren Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren keinen signifikanten Trend (und damit auch keine Abnahme) in den Gesamtfangzahlen nachweisen können (Tab. 2). Die durchschnittliche Produktivität ist aber in Dreifelden und insbesondere in Eich im Vergleich zu allen anderen Stationen am niedrigsten und nahe bei 50 %. Während in Dreifelden aber ein leichter Anstieg der Fangzahlen von Altvögeln gegen Ende der Laufzeit der Station vermerkt werden kann, sinken die Fangzahlen für Eich und bestätigen die von der Produktivität angezeigte Bestandsabnahme. In Eich ist die Produktivität nicht groß genug und/oder die Mortalitäts- und/oder Abwanderungsrate zu hoch, um den Rückgang der Altvögel zu kompensieren.

Generell zeigen alle sechs Stationen über deren Laufzeit mehr oder weniger ausgeprägte Schwankung in der Produktivität. Schwankungen in der Produktivität lassen auf schlechte oder gute Brutjahre schließen, wobei vermutlich insbesondere die Jahre 2005 und 2010 schlechte Jahre gewesen sind, da hier an mehreren Stationen die Produktivität stark sank. Die Gründe für diese starken Einbrüche, aber auch die für die geringeren Schwankungen, können vielfältig sein. Besonders ungünstige nasskalte Wetterbedingungen im Frühjahr können den Bruterfolg von Singvögeln beeinträchtigen und so zur Abnahme von Jungvogelfangzahlen führen (Peach et al. 1998). Derartiges Wetter resultiert häufig in einem schlechteren Nahrungsangebot, welches durch schlechtere Ernährung zu einer höheren Jungvogelmortalität im Nest oder einer höheren Mortalität nach dem Ausfliegen führt. Jungvögel, die beim Verlassen des Nests nicht gut genährt sind, haben kurz danach Schwierigkeiten, widrigen Wetterbedingungen standzuhalten. Allerdings ist es auch möglich, dass die Nahrungsverhältnisse aus anderen Gründen von Jahr zu Jahr schwanken. Da bei den meisten Arten zur Brutzeit Insekten auf dem Speiseplan stehen, führt ein schlechtes bzw. gutes Insektenjahr folglich auch zu einem schlechten bzw. guten Brutjahr (Wink 2014).

Weitere Faktoren, die Schwankungen in der Produktivität verursachen können, sind Störungen durch den Menschen oder ein erhöhter Prädationsdruck, welche beide in abgebrochenen oder nicht begonnenen Bruten resultieren. Aber auch eine Zunahme von Parasitenbefällen und Krankheiten können die Mortalität der Alt- und Jungvögel erhöhen.

Außerdem beeinflusst das Auftreten von Familienschwärmen, wie bei Meisen, die Fangwahrscheinlichkeit von Jungvögeln und kann damit den Wert für die Produktivität verfälschen. Bei Arten wie der Blau- und Kohlmeise, die nur einmal jährlich und bei guten Bedingungen zweimal jährlich brüten, werden alle Jungen in kurzer Zeit flügge, wodurch sehr viele Jungvögel gleichzeitig gefangen werden können, wenn diese in Trupps unterwegs sind. Im Gegensatz dazu treten bei Arten wie Amsel und Singdrossel, die mehrmals im Jahr brüten, weniger Jungvögel zur gleichen Zeit auf und es sind sogar einige bereits verstorben, wenn die nächste Brut flügge wird (Du Feu & McMeeking 2004).

4.5 Diversität

Die einfachste Möglichkeit, Entwicklungen der Diversität einer Artengemeinschaft zu bewerten, stellt die Betrachtung der zeitlichen Änderung der Artenzahl dar. Die aus den Fangzahlen abgeleiteten Ab- und Zunahmen der Artenzahlen über deren Laufzeiten sind für alle Stationen gering und statistisch kann auch kein Trend über die Untersuchungszeiträume für die vier statistisch auswertbaren Stationen gezeigt werden (Tab. 2). In jeder Station wurden Seltenheiten mit nur einem Individuum gefangen. Fallen derartige Fänge in manchen Jahren geringer aus, kann dies deutlich die Artenzahl gegenüber dem Vorjahr reduzieren. So kann aber auch die Artenzahl konstant bleiben, obwohl Arten durch andere Arten ersetzt wurden. Daher ist es unmöglich, einen Rückgang der Diversität durch reine Betrachtung der Artenzahl festzustellen.

Beim Shannon-Index wird die Artenzahl mit der relativen Häufigkeit jeder Art verrechnet und so die Diversität quantifiziert. Hierbei nimmt der Index mit steigender Anzahl Arten und bei gleichmäßigerer Verteilung der Individuen auf die Arten zu (Bairlein 1996). Der Erwartung entsprechend weisen Biebesheim und Roxheim aufgrund ihrer höchsten bzw. niedrigsten Artenzahl auch die höchsten bzw. niedrigsten Werte für den Shannon-Index auf. Dennoch fällt auf, dass der Index von Trier ähnlich hoch ist wie der von Biebesheim. Dies liegt an der den Index ebenso beeinflussenden ungleichmäßigen Verteilung der Individuen auf die Arten.

Die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen auf die Arten wird in der Evenness, welche bei gleicher Häufigkeit von Arten einen Maximalwert von 1 besitzt, gemessen (Bairlein 1996). Mit diesem Index lässt sich erkennen, dass die Arten in Dreifelden und Trier gleichmäßiger in ihrer Häufigkeit auf die Gesamtfänge verteilt

sind als die in Biebesheim, wo mit Mönchsgrasmücke und Teichrohrsänger zwei sehr dominante Arten auftraten.

Die Entwicklung der Evenness über die Jahre scheint bei allen vier Stationen mit mehr als zwei Untersuchungsjahren einen größeren Einfluss auf den Shannon-Index zu haben als die Artenzahl (Abb. 4–6). Da die Entwicklung des Jungvogelbestands auch hier jene des Brutvogelbestands überdeckt und so die Zusammensetzung des Gesamtvogelbestands bestimmt, kann man schlussfolgern, dass Abnahmen des Shannon-Index in der Gesamt- sowie in den Jungvogelfangzahlen in den vier Stationen eher mit der abnehmenden Evenness als mit der abnehmenden Artenzahl zu erklären sind und durch die sinkende Artenzahl bei gleichzeitiger Dominanz einiger Arten lediglich verstärkt werden. An allen vier Stationen nehmen auch der aus den Jungvogelfangzahlen berechnete Shannon-Index und die Evenness ab (auch wenn dies nur in Eich statistisch nachweisbar ist, Tab. 2). Da die Fangzahlen in fast allen diesen Stationen sanken (auch wenn dies wieder nur in Eich statistisch nachweisbar ist, Tab. 2), ist anzunehmen, dass die dominanten Arten weniger stark zurückgehen als die weniger häufigen Arten.

An der Station Biebesheim bleiben die aus den Fangzahlen geschätzten Artenzahlen in der Jungvogel- und Altvogelpopulation konstant über deren Laufzeit, während die Evenness-Werte (nur signifikant für die Jungvogelpopulation) abnehmen. Letzteres bedeutet, dass einzelne Arten in ihrer Abundanz zunehmen, während andere abnehmen. Die (nicht-signifikante) leichte Zunahme der Fangzahlen der Altvögel über die Zeit könnte ein Hinweis darauf sein, dass dies durch Zu- oder Abwanderungen von Altvögeln verursacht wird. Auch könnte der Austausch von Arten in Biebesheim durch Veränderungen im Lebensraum verursacht worden sein. Da dominante Arten häufig weniger spezialisiert sind als seltene Arten, können erstere besser mit Veränderungen ihres Lebensraumes zurechtkommen. Die Überprüfung dieser Hypothese bedarf jedoch einer genaueren Analyse, welche Arten ab- bzw. zunehmen.

Der durch die Fangzahlen geschätzte Brutvogelbestand von Dreifelden zeigt wie Biebesheim nach dem GLMM eine Abnahme des Shannon-Index und der Evenness für die Jungvögel bei gleichzeitiger Konstanz der Artenzahl. Die Abnahme der Evenness der Jungvögel und damit des Shannon-Index könnte hier durch eine Zunahme des Bruterfolgs der dominanten Arten oder einen Rückgang des Bruterfolgs der weniger häufigen Arten verursacht worden sein.

Während in Trier die Altvogelfangzahlen zwar abnehmen, aber das GLMM eine Konstanz statistisch nicht verwerfen kann und so den Eindruck einer Beständigkeit des Bestands über die Zeit vermittelt, wird diese jedoch bei Betrachtung der signifikant sinkenden Werte des Shannon-Index für den aus den Fangzahlen geschätzten Gesamt- und Jungvogelbestand und der Evenness des

Jungvogelbestands widerlegt. In Trier könnten, wie möglicherweise auch in Biebesheim und Dreifelden, häufigere Arten zu- und seltene Arten abgenommen haben. Eine Hypothese für die Abnahme der Evenness des Jungvogelbestands über die Zeit und damit die des Shannon-Index wurde bereits für Dreifelden diskutiert.

Die signifikante Abnahme des Shannon-Index in dem aus den Fangzahlen geschätzten Brutvogelbestand in Eich steht in Zusammenhang mit der signifikanten Abnahme der Evenness. Da die Fangzahlen hier auf signifikante Bestandsrückgänge hindeuten und eine Abnahme der Evenness ein Ungleichmäßiger-Werden der Verteilung der Arten auf die Gesamtfangzahlen bedeutet, müssen die dominanten Arten stärkere Rückgänge erfahren haben als die weniger häufigen. In Eich bedeutet dies vor allem, dass der Bestand an Teichrohrsängern abnimmt. Insbesondere im Jahr 2008 steigt die Evenness sehr stark an, was an einem starken Einbruch des Teichrohrsängers bei gleichzeitigem Anstieg des Sumpfrohrsängers liegt (Schwarz et al. 2015). In diesem Jahr fanden die bereits erwähnten Wiedervernässungsmaßnahmen statt, welche jedoch nicht in einer erhöhten Evenness und damit einem erhöhten Shannon-Index erkennbar sind.

4.6 Schlussfolgerung

Alle vier Stationen, die über mehr als vier Jahre aktiv waren, weisen zumindest die Tendenz einer negativen Entwicklung im Singvogelbestand auf, jedoch ist diese im Naturschutzgebiet Eich-Gimbsheimer Altrhein besonders deutlich sichtbar und auch statistisch abgesichert auf der Ebene der Fangzahlen und der Diversität. Eich zeigt die stärkste Abnahme der Gesamtfangzahlen sowie der Anzahl der Arten der Jungvogelpopulation und die zweitstärkste für die Altvogelpopulation (Tab. 2). Da es sich um ein Naturschutzgebiet handelt, welches auch auf europäischer Ebene dem Schutz von Beständen dienen soll, ist dies ein sehr bedenklicher Befund, insbesondere da keine andere der hier untersuchten Stationen ähnlich starke Rückgänge zeigt und die Ursache hierfür demnach im Gebiet selbst liegen muss. Mögliche Ursachen könnten tatsächlich die Wiedervernässungsmaßnahme, der Einsatz von Bti zur Steckmückenbekämpfung und die zu einem späteren Zeitpunkt ausgebrochene Usutu-Epidemie sein. Ein weiterer negativer Einfluss auf den Singvogelbestand könnte in Eich auch von der intensiven Landwirtschaft auf den angrenzenden Flächen des Naturschutzgebietes ausgehen (Tietze et al. 2007; Schwarz et al. 2015). Ebenso könnte er auch die an allen anderen Stationen beobachteten Tendenzen einer negativen Entwicklung im Singvogelbestand erklären, wobei die Abnahme der Insektenmasse nur eine von vielen möglichen Ursachen ist. So konnten Hallmann et al. (2017) einen Verlust der Insektenbiomasse von mehr als 75 % innerhalb der letzten 27 Jahre in einem NSG beobachten und diese auf eine Intensivierung der Landwirtschaft – und somit

auch des Insektizideinsatzes – zurückführen. Dies stellt eine deutliche Reduzierung der Nahrungsverfügbarkeit für die Vögel dar.

Positiv zu vermerken ist, dass bei allen vier Stationen mit mehr als zwei Untersuchungs Jahren die Abnahme der Artenzahlen so gering ist, dass statistisch eine Konstanz nicht abgelehnt werden kann. Das bedeutet, dass entweder kaum Arten aus den Gebieten dieser Stationen verschwinden oder ausreichend viele Arten hinzukommen, um diese Verluste auszugleichen.

Die beobachteten negativen Trends in Gesamtfangzahlen (wenn auch diese nicht immer statistisch abgesichert sind) zeigen jedoch einen Handlungsbedarf. Auch Berthold & Fiedler (2005) sind der Meinung, dass die bisherigen lokalen Schutzmaßnahmen auf Flächenebene nicht ausreichen und schlagen weitere Habitatverbesserungen auf der Landschaftsebene vor, wie beispielsweise die Schaffung von hochwertigen Biotop-Verbund-Systemen und eine Anpassung von Schutzmaßnahmen an fortschreitende Veränderungen der Rahmenbedingungen von Klima und Landnutzung. Eine weitere Möglichkeit, lokal die Arten zu unterstützen, wäre eine verbesserte Strukturierung des Gebiets durch gezielte Pflegemaßnahmen, z. B. das Abernten von Schilf in Eich, um Schneisen um Inseln herum zu schaffen und so mehr Strukturvielfalt in Habitaten zu erzeugen (Dietzen & Henß 2004). Weiterhin würden – wieder insbesondere für die Station Eich – auch Alternativen zum Bti-Einsatz gegen Stechmücken wie die Verwendung pflanzlicher Extrakte und ätherischer Öle wesentlich zu einer lokalen Verbesserung der Lebensumstände für die Vögel führen (Cetin et al. 2004; Pitasawat et al. 2007), wenn die Menschen die Stechmücken dort fernhalten, wo sie sich belästigt fühlen, und nicht in ihren Brutgebieten töten und dem Nahrungsnetz entziehen. Nicht zuletzt sollte auch generell geprüft werden, ob eine Bekämpfung außerhalb menschlicher Siedlungen tatsächlich erforderlich ist.

4.7 Ausblick

Wenn Bestandsrückgänge auch zunächst geringfügig erscheinen, im Laufe der Zeit jedoch zunehmen, kann es bereits zu spät für Gegenmaßnahmen sein (Berthold et al. 1986). Die aus dem Monitoring erhaltenen Erkenntnisse sind daher von hoher Bedeutung für umzusetzende Schutzkonzepte für die Vogelwelt. Das ISMEGA-Projekt (IMS-Station Eich) konnte bislang noch weitergeführt werden, stellte jedoch über viele Jahre die einzige Station in Rheinland-Pfalz dar. Noch gibt es auch insgesamt zu wenige und zudem ungleichmäßig in Deutschland verteilte IMS-Stationen. So liegt ihr Schwerpunkt in den ostdeutschen Bundesländern (Köppen 2003; Meister et al. 2016). Ein engmaschigeres Netz über die gesamte Bundesrepublik Deutschland verteilter Stationen (sowie in angrenzenden Ländern) würde Analysen zur Bestandsentwicklung der Kleinvögel um ein Vielfaches verbessern.

Dank

Das Manuskript stellt eine mehrfache Ergänzung und Verbesserung der Bachelorarbeit von Lisa Schwarz dar, die D.T.T. und E.M.G. betreut hatten. Mia S. C. Yu erweiterte während eines Praktikums im Rahmen ihres Masterstudiums den Datensatz um die letzten Jahre unter der Anleitung von D.T.T. Wir bedanken uns bei den Teams der übrigen IMS-Stationen (Biebesheim: Hubert Diry, Dreifelden: Antonius Kunz, Eich: Kathrin Jäckel, Trier: Ortwin Elle) für ihre enorme Leistung, beim IMS-Bundeskoordinator Bert Meister für die Bereitstellung der aufbereiteten IMS-Daten der ausgewerteten Stationen sowie der Vogelwarte Radolfzell für die vielfältige Unterstützung der IMS-Stationen Dreifelden, Eich, Mannheim, Roxheim und Trier. Jochen Martens, Gerhard Eisenbeis, Katrin Böhning-Gaese, Martin Plath, Sebastian Klaus und Michael Wink boten Studentinnen und Studenten der Universitäten Mainz, Frankfurt am Main und Heidelberg die Gelegenheit, im Rahmen ihres Studiums in Eich mitzuarbeiten. Die Durchführung der einzelnen IMS-Projekte wurde von den zuständigen Behörden und Grundstückseigentümern gestattet. Finanzielle Unterstützung gewährten neben einigen Privatpersonen das rheinland-pfälzische Umweltministerium, die NABU-Gruppen Mainz und Worms-Wonnegau sowie die Abteilung Biogeographie der Universität Trier. Des Weiteren danken wir allen studentischen und ehrenamtlichen Beringungshelferinnen und -helfern (Eich: www.ismega.de/team.html), insbesondere Sönke Twietmeyer (Trier) sowie Michael Schäfer und Georg Fahl (Dreifelden). Sebastian Kiepsch empfahl den Ausschluss der Daten von Mai und August. Ein anonymer Gutachter, Wolfgang Fiedler, Christof Herrmann und Bert Meister gaben zahlreiche Hinweise zur Verbesserung des ursprünglichen Manuskripts.

5 Zusammenfassung

Das seit 1999 in Deutschland nach britischem Vorbild (Constant-Effort Sites) durchgeführte Beringungsprogramm „Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen“ (IMS) dient der Erfassung der Bestandsentwicklung von Kleinvogelarten unter Einbezug von Zu-, Abwanderungs- und Überlebensraten sowie von Fortpflanzungserfolgen und ist auf deren Langzeitbeobachtung ausgelegt. Seit Beginn des Programms wurden bis 2016 insgesamt sechs IMS-Stationen, welche teilweise durch unterschiedliche Biotoptypen geprägt sind, in Rheinland-Pfalz und nahe der Grenze zu diesem Bundesland eröffnet und über unterschiedlich lange Zeiträume hinweg betrieben. Ein Vergleich der an diesen Stationen in einem Zeitraum von 15 Jahren erhobenen Daten hinsichtlich der Fangzahlen, des Jungvogelanteils und der Diversität lässt an allen Standorten einen schwachen, aber (mit Ausnahme von Eich) meist nicht signifikanten negativen Trend feststellen. Dies ist insbesondere an Stationen wie Eich und Dreifelden, welche jeweils in einem Naturschutzgebiet liegen, ein besorgniserregendes Ergebnis und bedarf dringend politischen Handelns. Des Weiteren ist auffällig, dass sich nicht nur die in

den Gebieten vorkommenden Vogelpopulationen negativ entwickeln, sondern dass gleichzeitig die Zahl der in Rheinland-Pfalz betriebenen IMS-Stationen stark abgenommen hat. In Rheinland-Pfalz selbst ist nur noch eine einzige durchgehend aktive Station (am Eich-Gimbsheimer Altrhein) übrig, welche die negativsten Entwicklungen aufweist und zudem durch den Einsatz von Bti-Präparaten zur Stechmückenbekämpfung nicht als repräsentativ angesehen werden kann.

6 Literatur

- Baillie SR 1995: Uses of ringing data for the conservation and management of bird populations – a ringing scheme perspective. *Journal of Applied Statistics* 22: 967-988.
- Bairlein F 1996: Ökologie der Vögel. Physiologische Ökologie, Populationsbiologie, Vogelmenschen, Naturschutz. Fischer, Stuttgart.
- Bairlein F, Bauer H-G & Dorsch H 2000: Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen. *Vogelwelt* 121: 217-220.
- Bates D, Maechler M, Bolker B & Walker S 2015: Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1-48.
- Bauer H-G, Bezzel E & Fiedler W (Hg.) 2005: Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. AULA, Wiebelsheim.
- Becker N, Jöst H, Ziegler U, Eiden M, Höper D, Emmerich P, Fichet-Calvet E, Ehichioya DU, Czajka C, Gabriel M et al. 2012: Epizootic emergence of Usutu virus in wild and captive birds in Germany. *PLoS ONE*: 7: e32604.
- Berthold P & Fiedler W 2005: 32-jährige Untersuchung der Bestandsentwicklung mitteleuropäischer Kleinvögel mit Hilfe von Fangzahlen: überwiegend Bestandsabnahmen. *Vogelwarte*: 97-102.
- Berthold P, Fliege G, Querner U & Winkler H 1986: Die Bestandsentwicklung von Kleinvögeln in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *J. Ornithol.* 127: 397-437.
- Berthold P, Fiedler W, Schlenker R & Querner U 1998: 25-year study of the population development of Central European songbirds: a general decline, most evident in long-distance migrants. *Naturwissenschaften* 85: 350-353.
- Bosch S, Schmidt-Chanasit J & Fiedler W 2012: Das Usutu-Virus als Ursache von Massensterben bei Amseln *Turdus merula* und anderen Vogelarten in Europa: Erfahrungen aus fünf Ausbrüchen zwischen 2001 und 2011. *Vogelwarte* 50: 109-122.
- Bravo A, Gill SS & Soberón M 2007: Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicol* 49: 423-435.
- Brühl CA, Després L, Frör O, Patil CD, Poulin B, Tetreau G & Allgeier S 2020: Environmental and socioeconomic effects of mosquito control in Europe using the biocide *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (Bti). *Science of the Total Environment* 724: 137800.
- Cetin H, Erler F & Yanikoglu A 2004: Larvicidal activity of a botanical natural product, AkseBio2, against *Culex pipiens*. *Fitoterapia*, 75: 724-728.
- Chvala S, Kolodziejek J, Nowotny N & Weissenböck H 2004: Pathology and viral distribution in fatal Usutu virus infections of birds from the 2001 and 2002 outbreaks in Austria. *Journal of Comparative Pathology* 131: 176-185.
- Crawley MJ 2007: *The R book*. Wiley, Chichester.
- Dietzen C & Henß E 2004: Brutzeitbeobachtungen am Eich-Gimbsheimer Altrhein, Landkreis Alzey-Worms, Rheinland-Pfalz, im Frühjahr und Sommer 2003. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 10: 397-414.
- Dietzen C, Dolich T, Grunwald T, Keller P, Kunz A, Niehuis M, Schäf M, Schmolz M & Wagner M 2014: Die Vogelwelt von Rheinland-Pfalz. Band 1. Allgemeiner Teil. GNOR, Mainz.
- Du Feu CR & McMeeking JM 2004: Relationship of juveniles captured in constant-effort netting and local abundance. *Studies in Avian Biology* 29: 57-62.
- Elle O, Engler J, Lemke H, Böhm N, Mertens T, Bötzel M, Korschefsky T, Thien N & Twietmeyer S 2014: Sieben Jahre Integriertes Monitoring von Singvogelpopulationen (IMS) im Untersuchungsgebiet „Trier-Brettenbachtal“. *Dendrocopos* 41: 13-28.
- Garigliany MM, Marlier D, Tenner-Racz K, Eiden M, Cassart D, Gandar F, Beer M, Schmidt-Chanasit & Desmecht D 2014: Detection of Usutu virus in bullfinch (*Pyrrhula pyrrhula*) and a great spotted woodpecker (*Dendrocopos major*) in north-west Europe. *Veterinary Journal* 199: 191-193.
- Gelman A & Hill J 2007: *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Grüneberg C, Bauer H-G, Haupt H, Hüppop O, Ryslavý T & Südbeck P 2015: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung, 30. November 2015. *Berichte zum Vogelschutz* 52: 19-67.
- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörrn T, Goulson D & de Kroon H 2017: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12: e0185809.
- Harrison NM, Whitehouse MJ, Prince PA & Huin N 2000: What problems do local habitat change represent for the constant effort site ringing scheme? *Ringling & Migration* 20: 1-8.
- Köppen U 2003: Das „Integrierte Monitoring Singvogelpopulationen“ (IMS) – Potenzen für ein nationales Vogelmonitoringkonzept und aktueller Stand in Deutschland. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 1/2003*: 56-61.
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Hg.) 2015: Rote Listen von Rheinland-Pfalz. Gesamtverzeichnis. LUWG, Mainz.
- Leyer I & Wesche K 2007: *Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung*. Springer, Berlin.
- Meister B, Köppen U, Geiter O, Fiedler W & Bairlein F 2016: Brutbestand, Bruterfolg und jährliche Überlebensrate von Kleinvogelarten – Ergebnisse des Integrierten Monitorings von Singvogelpopulationen in Deutschland (IMS) 1998 bis 2013. *Vogelwarte* 54: 90-108.
- Michel F, Sieg M, Fischer D, Keller M, Eiden M, Reuschel M, Schmidt V, Schwehn R, Rinder M, Urbaniak S et al. 2019: Evidence for West Nile virus and Usutu virus infections in wild and resident birds in Germany, 2017 and 2018. *Viruses* 11: 674.
- Pitasawat B, Champakaew D, Choochote W, Jitpakdi A, Chaitong U, Kanjanapothi D, Rattanachanpichai E, Tippawangkosol P, Riyong D, Tuetun B & Chaityasit D 2007: Aromatic plant-derived essential oil: an alternative larvicide for mosquito control. *Fitoterapia* 78: 205-210.

- Peach WJ, Baillie SR & Balmer DE 1998: Long-term changes in the abundance of passerines in Britain and Ireland as measured by constant effort mist-netting. *Bird Study* 45: 257-275.
- Peach WJ, Baillie SR & Buckland ST 2004: Current practices in the British Trust for Ornithology constant effort sites scheme and comparisons of temporal changes in mist-net captures with changes in spot-mapping counts at the extensive scale. *Studies in Avian Biology* 29: 46-56.
- Peach WJ, Buckland ST & Baillie SR 1996: The use of constant effort mist-netting to measure between-year changes in the abundance and productivity of common passerines. *Bird Study* 43: 142-156.
- Poulin B, Lefebvre G & Paz L 2010: Red flag for green spray: adverse trophic effects of Bti on breeding birds. *Journal of Applied Ecology* 47: 884-889.
- Poulin B & Lefebvre G 2016: Perturbation and delayed recovery of the reed invertebrate assemblage in Camargue marshes sprayed with *Bacillus thuringiensis israelensis*. *Insect Science*. DOI: 10.1111/1744-7917.12416.
- R Core Team 2018: R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien. <http://www.r-project.org>.
- Remmert H (Hg.) (1989): Ökologie. Ein Lehrbuch. 4. Aufl. Spektrum, Heidelberg.
- Robinson RA, Julliard R & Saracco JF 2009: Constant effort: studying avian population processes using standardised ringing. *Ringling & Migration* 24: 199-204.
- Schwarz L, Jäckel K, Trautmann S, Griebeler EM & Tietze DT 2015: Zehn Jahre Integriertes Singvogelmonitoring am Eich-Gimbsheimer Altrhein. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 13: 173-200.
- Südbeck P, Bauer H-G, Boschert M, Boye P & Knief W 2007: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung, 30. November 2007. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 23-81.
- Svensson L 1992: Identification guide to European passerines. 4. Auflage. Stockholm.
- Svensson L 2011: Der Kosmos-Vogelführer. Alle Arten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. 2. Auflage. Kosmos, Stuttgart.
- Tietze DT, Ellrich H, Neu A & Martens J 2007: Zwei Jahre Integriertes Singvogelmonitoring am Eich-Gimbsheimer Altrhein. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 11: 151-174.
- Wink M 2014: Ornithologie für Einsteiger. Springer Spektrum, Berlin.
- Winkler R & Jenni L 2007: Alters- und Geschlechtsbestimmung europäischer Singvögel. Schweizerische Vogelwarte Sempach, Sempach.

Anhang

Tab. S1: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Biebesheim. – *Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Biebesheim.*

Art	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	Gesamt
Amsel	34	12	42	30	31	66	62	44	52	25	10	9	10	345
Bachstelze	4	17	5	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	29
Baumpieper	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Beutelmeise	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Blaukehlchen	20	24	10	6	4	7	4	6	3	0	0	0	0	68
Blaumeise	46	12	44	10	16	31	41	20	34	48	49	29	43	404
Bluthänfling	14	7	0	1	2	0	0	0	0	0	1	3	3	30
Buchfink	9	63	1	2	3	4	8	7	4	3	2	8	54	165
Dorngrasmücke	15	4	13	16	21	24	25	17	13	46	51	15	54	309
Drosselrohrsänger	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Eichelhäher	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Feldschwirl	0	2	0	4	4	0	3	0	3	4	6	1	1	28
Feldsperling	8	132	50	111	44	36	1	18	0	1	2	11	44	455
Fitis	6	5	4	3	7	14	7	2	4	4	5	6	2	69
Gartenbaumläufer	1	2	0	1	2	0	3	1	2	1	5	1	2	21
Gartengrasmücke	118	136	113	88	83	78	94	62	97	83	65	42	43	1009
Gartenrotschwanz	4	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	12
Gelbspötter	16	8	6	2	10	11	6	6	6	0	6	6	0	77
Goldammer	13	40	10	58	39	15	11	24	13	19	15	10	33	286
Grauschnäpper	1	7	0	2	1	2	1	2	1	3	3	5	0	28
Grünfink	40	33	7	14	8	39	46	28	26	9	6	2	14	266
Hausrotschwanz	1	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6
Haussperling	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Heckenbraunelle	15	30	8	12	19	14	13	18	7	14	16	14	8	164
Kernbeißer	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
Klappergrasmücke	0	0	6	1	3	0	5	0	0	1	0	1	0	17
Kleiber	1	3	3	3	3	0	2	0	2	2	2	6	5	32
Kohlmeise	18	4	22	40	27	39	18	21	28	36	30	21	39	322
Mehlschwalbe	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mönchsgrasmücke	262	99	220	184	198	301	292	258	333	476	344	400	321	3446
Nachtigall	21	24	39	43	45	44	39	32	23	23	39	24	24	372
Neuntöter	3	4	11	12	23	16	9	4	2	1	2	3	7	89
Pirol	2	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7
Rauchschwalbe	1	0	32	51	0	5	0	0	0	0	0	15	0	104
Rohrhammer	6	33	21	28	17	4	7	0	5	1	0	3	4	122
Rotkehlchen	0	0	4	4	4	18	1	1	4	9	9	5	6	65
Schafstelze	1	0	2	2	0	3	0	1	0	5	0	0	0	14
Schilfrohrsänger	1	0	1	0	0	1	3	1	0	1	1	0	0	9
Schwanzmeise	1	0	0	0	2	0	1	0	0	10	1	6	12	31
Schwarzkehlchen	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Singdrossel	15	10	10	13	10	22	16	23	25	16	18	24	18	192
Sommergoldhähnchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Star	0	0	2	0	0	1	2	3	0	1	0	0	5	14
Stieglitz	9	0	0	9	4	3	16	1	1	1	1	5	5	55
Sumpfmeise	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Sumpfrohrsänger	70	66	23	24	65	37	87	47	132	52	68	92	50	734
Teichrohrsänger	323	259	236	168	247	116	246	143	204	129	148	206	153	2351
Trauerschnäpper	2	0	4	0	0	0	6	0	0	1	1	1	1	16

Tab. S1: Fortsetzung.

Art	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	Gesamt
Uferschwalbe	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	4
Waldbaumläufer	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Waldlaubsänger	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Weidenmeise	8	8	13	10	6	10	4	6	3	7	15	8	8	88
Zaunkönig	1	4	2	4	0	11	5	2	3	4	6	5	4	48
Zilpzalp	53	52	14	13	20	6	26	13	33	29	19	12	16	293
Gesamt	1164	1105	985	978	971	982	1117	817	1064	1068	947	1001	991	12222

Tab. S2: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Dreifelden. – Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Dreifelden.

Art	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Gesamt
Amsel	16	21	14	9	9	15	76
Bachstelze	0	0	0	2	0	0	2
Beutelmeise	2	0	1	0	0	0	3
Blaumeise	6	27	22	15	20	21	103
Dorngrasmücke	1	3	4	0	3	2	13
Eichelhäher	0	1	0	0	2	0	3
Erlenzeisig	0	0	3	0	0	0	3
Feldschwirl	1	0	0	0	0	0	1
Fitis	7	5	6	13	21	12	59
Gartenbaumläufer	0	1	2	0	0	0	3
Gartengrasmücke	1	2	7	5	9	6	30
Gartenrotschwanz	1	0	1	0	0	0	2
Gimpel	0	0	0	1	0	0	1
Haubenmeise	1	1	0	0	0	0	2
Hausrotschwanz	0	1	0	0	0	1	2
Hausperling	4	1	0	6	1	0	12
Heckenbraunelle	7	13	15	8	4	5	44
Klappergrasmücke	1	0	0	1	0	1	3
Kleiber	0	0	0	1	0	4	4
Kohlmeise	5	15	7	14	6	5	47
Mönchsgrasmücke	10	9	9	10	4	11	53
Neuntöter	0	0	1	0	0	1	2
Rauchschwalbe	0	1	0	0	2	3	6
Rohrhammer	5	10	6	11	19	18	63
Rotkehlchen	17	6	8	4	3	4	41
Schilfrohrsänger	0	0	0	0	1	0	1
Schwanzmeise	0	0	0	0	0	3	3
Singdrossel	11	7	3	5	3	1	29
Star	0	0	0	1	0	0	1
Stieglitz	0	0	0	0	3	0	3
Sumpfrohrsänger	0	0	1	2	0	1	4
Teichrohrsänger	49	56	76	73	92	59	360
Wacholderdrossel	1	0	0	0	0	0	1
Weidenmeise	3	2	3	6	4	5	21
Wintergoldhähnchen	0	0	0	0	0	3	3
Zaunkönig	2	6	7	3	2	4	24
Zilpzalp	12	8	18	10	9	14	70
Gesamt	163	196	214	200	217	199	1098

Tab. S3: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Eich. – *Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Eich.*

Art	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Gesamt
Amsel	19	11	22	13	10	10	10	12	8	5	3	2	104
Bartmeise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Beutelmeise	2	5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	12
Blaukehlchen	29	7	21	12	24	13	14	9	9	13	3	1	137
Blaumeise	37	24	26	15	17	15	15	13	11	8	23	8	202
Buchfink	3	4	6	0	5	2	0	3	1	4	5	1	31
Dorngrasmücke	2	4	5	5	5	7	3	1	14	15	13	5	69
Drosselrohrsänger	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	4	9
Eichelhäher	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	5
Feldschwirl	0	0	0	3	0	1	1	1	1	2	2	0	10
Feldsperling	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fitis	0	2	6	1	2	1	0	1	0	0	1	0	14
Gartenbaumläufer	3	4	2	1	1	0	0	1	1	0	1	2	15
Gartengrasmücke	10	26	11	6	7	6	10	10	4	6	5	10	106
Gartenrotschwanz	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Gelbspötter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Goldammer	0	0	0	0	3	6	0	2	5	2	1	2	19
Grauschnäpper	1	3	4	0	2	3	1	2	0	0	1	1	18
Grünfink	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Hausrotschwanz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Heckenbraunelle	7	8	18	5	2	2	5	0	0	0	0	1	46
Kleiber	0	2	3	1	1	2	0	5	0	2	5	3	23
Kohlmeise	16	15	48	18	18	29	22	15	10	14	40	24	253
Mariskensänger	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Misteldrossel	0	0	0	1	2	1	0	2	0	1	0	0	7
Mönchsgrasmücke	55	53	60	41	45	38	34	42	32	36	32	22	461
Nachtigall	12	27	22	16	14	16	17	18	16	16	18	5	173
Neuntöter	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	4
Pirol	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
Rauchschwalbe	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Rohrhammer	8	4	8	5	8	7	4	2	4	3	3	1	54
Rohrschwirl	8	5	1	0	0	1	4	1	0	1	2	0	23
Rotkehlchen	2	4	3	12	1	2	0	0	2	7	1	9	43
Schilfrohrsänger	0	1	0	1	0	2	2	1	0	1	2	2	12
Schwanzmeise	0	2	4	4	0	2	0	0	0	0	0	0	12
Schwarzkehlchen	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Singdrossel	19	13	15	9	11	5	8	7	8	7	11	7	105
Star	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Stieglitz	0	1	1	0	1	0	0	2	2	0	0	0	7
Sumpfmeise	1	0	3	2	2	0	0	0	0	0	3	1	11
Sumpfrohrsänger	15	26	41	40	20	22	9	6	19	21	20	17	247
Teichrohrsänger	285	339	183	122	147	157	186	139	151	131	151	108	2009
Trauerschnäpper	3	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9
Uferschwalbe	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Weidenmeise	7	5	6	4	3	2	6	6	2	2	0	0	38
Zaunkönig	6	7	13	10	6	3	2	1	7	8	8	7	69
Zilpzalp	15	25	26	21	14	14	13	4	7	12	16	9	161
Gesamt	568	636	562	370	372	376	368	310	316	324	377	252	4539

Tab. S4: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Mannheim. – *Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Mannheim.*

Art	2015	2016	Gesamt
Amsel	22	7	28
Blaumeise	22	24	46
Bluthänfling	0	2	2
Dorngrasmücke	19	14	31
Fitis	0	2	2
Gartenbaumläufer	1	1	1
Gartengrasmücke	28	21	45
Gartenrotschwanz	0	3	3
Gelbspötter	3	2	5
Grauschnäpper	0	2	2
Grünfink	0	9	9
Hausrotschwanz	0	1	1
Hausperling	10	7	17
Heckenbraunelle	12	10	20
Kernbeißer	1	2	3
Klappergrasmücke	13	7	19
Kohlmeise	58	43	100
Mönchsgrasmücke	209	168	363
Nachtigall	31	13	43
Rotkehlchen	2	4	6
Schwanzmeise	1	1	2
Singdrossel	2	5	7
Star	0	1	1
Stieglitz	0	2	2
Sumpfrohrsänger	9	0	9
Teichrohrsänger	2	2	4
Trauerschnäpper	3	1	4
Zaunkönig	3	0	3
Zilpzalp	47	54	96
Gesamt	498	408	874

Tab. S5: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Roxheim. – *Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Roxheim.*

Art	2006	2007	Gesamt
Blaukehlchen	1	0	1
Blaumeise	7	18	25
Buchfink	0	4	4
Dorngrasmücke	10	1	11
Fitis	0	1	1
Gartengrasmücke	10	9	18
Heckenbraunelle	1	0	1
Kernbeißer	1	0	1
Kohlmeise	8	2	10
Mönchsgrasmücke	23	14	37
Nachtigall	19	2	21
Ortolan	0	1	1
Rohrhammer	13	1	13
Rotkehlchen	6	0	6
Schafstelze	1	0	1
Schilfrohrsänger	1	0	1
Stieglitz	0	2	2
Sumpfmeise	2	1	3
Sumpfrohrsänger	1	0	1
Teichrohrsänger	118	92	210
Trauerschnäpper	0	5	5
Zilpzalp	4	3	7
Gesamt	226	156	380

Tab. S6: Jährliche und Summe der Fangzahlen über die Jahre nach Art für die Station Trier.
 – *Annual and total number of birds captured over the study period per species for site Trier.*

Art	2007	2008	2009	2010	2011	2013	Gesamt
Amsel	38	40	37	48	42	32	215
Blaumeise	28	33	31	28	39	32	186
Bluthänfling	0	0	0	1	0	0	1
Buchfink	2	0	3	11	4	4	24
Dorngrasmücke	6	9	9	4	5	2	35
Eichelhäher	1	0	0	0	0	1	2
Elster	0	0	1	1	1	0	3
Feldlerche	0	1	0	0	0	0	1
Fitis	9	8	4	8	2	4	33
Gartenbaumläufer	3	2	2	0	0	0	4
Gartengrasmücke	12	1	5	6	5	2	31
Gartenrotschwanz	1	0	0	3	1	1	6
Gimpel	6	6	7	4	9	2	31
Girlitz	1	0	0	2	2	0	5
Goldammer	5	4	5	8	6	2	29
Grünfink	0	0	0	6	0	4	10
Haubenmeise	0	0	0	1	0	0	1
Hausrotschwanz	0	0	1	0	3	0	4
Hausperling	8	5	4	8	4	5	34
Heckenbraunelle	17	23	24	14	16	16	98
Kernbeißer	2	1	2	1	0	1	7
Klappergrasmücke	18	13	24	18	17	15	99
Kleiber	1	0	3	1	0	0	5
Kohlmeise	89	98	82	98	102	55	503
Mönchsgrasmücke	50	40	65	78	97	41	357
Nachtigall	2	1	1	3	1	3	11
Orpheusspötter	1	0	2	0	0	0	3
Rotkehlchen	56	55	45	55	57	26	285
Schwanzmeise	9	8	4	0	2	8	31
Singdrossel	9	8	2	16	6	3	43
Star	10	0	0	0	0	0	10
Stieglitz	4	0	0	1	0	0	5
Sumpfmehse	12	1	12	2	4	0	30
Teichrohrsänger	0	1	0	0	0	1	2
Trauerschnäpper	0	0	1	0	1	0	2
Weidenmeise	1	4	5	0	1	3	14
Wintergoldhähnchen	0	0	0	1	0	0	1
Zaunkönig	13	11	13	6	8	6	54
Zilpzalp	10	0	0	1	0	0	11
Gesamt	424	373	394	434	435	269	2226

Tab. S7: Nachgewiesene Arten mit deutschen und wissenschaftlichen Namen. – *Recorded species with German and scientific names.*

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Amsel	<i>Turdus merula</i>
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>
Bartmeise	<i>Panurus biarmicus</i>
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>
Beutelmeise	<i>Remiz pendulinus</i>
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>
Blaumeise	<i>Cyanistes caeruleus</i>
Bluthänfling	<i>Linaria cannabina</i>
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>
Elster	<i>Pica pica</i>
Erlenzeisig	<i>Spinus spinus</i>
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
Gartenbaumläufer	<i>Certhia brachydactyla</i>
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
Gelbspötter	<i>Hippolais icterina</i>
Gimpel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>
Grauschnäpper	<i>Muscicapa striata</i>
Grünfink	<i>Chloris chloris</i>
Haubenmeise	<i>Lophophanes cristatus</i>
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>
Haussperling	<i>Passer domesticus</i>
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>
Kernbeißer	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>
Kleiber	<i>Sitta europaea</i>

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Kohlmeise	<i>Parus major</i>
Mariskenrohrsänger	<i>Acrocephalus melanopogon</i>
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbicum</i>
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>
Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>
Orpheusspötter	<i>Hippolais polyglotta</i>
Ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>
Rohrschwirl	<i>Locustella luscinioides</i>
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>
Schwanzmeise	<i>Aegithalos caudatus</i>
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola rubicola</i>
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>
Sommeregoldhähnchen	<i>Regulus ignicapilla</i>
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>
Sumpfmeise	<i>Poecile palustris</i>
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>
Waldbaumläufer	<i>Certhia familiaris</i>
Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>
Weidenmeise	<i>Poecile montanus</i>
Wiesenschafstelze	<i>Motacilla flava</i>
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [58_2020](#)

Autor(en)/Author(s): Tietze Dieter Thomas, Kästner Hans-Dieter, Ludwigs Jan-Dieter, Griebeler Eva Maria

Artikel/Article: [Anderthalb Jahrzehnte Integriertes Singvogelmonitoring in und um Rheinland-Pfalz, dem bisherigen IMS-Schwerpunktgebiet in Westdeutschland 289-311](#)