Einfluss von Nestreinigungsmethoden auf Kolonien der Mehlschwalbe *Delichon urbicum*

Merline Roth, Stephanie Michler, Ueli Schaffner, Kurt Mohler

Mehlschwalben werden in Siedlungen häufig mit Kunstnestern gefördert. Allerdings wird vermutet, dass der Bruterfolg in Kunstnestern davon abhängig ist, ob und wie diese Nester gereinigt werden. Studien an anderen Vogelarten zeigen einen negativen Einfluss von Ektoparasiten auf ihre Wirtsvögel und deren Bruterfolg. Wir untersuchten an insgesamt vier Mehlschwalbenkolonien im Kanton Basel-Landschaft den Einfluss von verschiedenen Nestreinigungsmethoden auf Brutparameter und auf die Rückkehrrate an den Brutplatz. Gereinigt wurden die künstlichen Nester mittels drei verschiedener Methoden: In der Kontrollgruppe wurde nur der Nestinhalt entfernt, in einer zweiten Gruppe mit Bürste gereinigt, und in einer dritten Gruppe zusätzlich ein Insektenspray angewendet. Die Art der Reinigung hatte einen geringen und statistisch recht unklaren Effekt auf die brutbiologischen Parameter (Gelegegrösse, Schlupferfolg, Bruterfolg, Ausfliegeerfolg). Es gab aber jeweils eine Tendenz, dass die Reinigung mit Bürste und der gleichzeitige Einsatz von Insektenspray einen positiven Einfluss auf die Brutparameter hatte. Einen klaren positiven Einfluss der kombinierten Reinigungsmethode fanden wir mit Bezug auf die Rückkehrrate von Altvögeln in der nächsten Brutsaison. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse die Wichtigkeit einer regelmässigen Reinigung der Kunstnester, um die Parasitenbelastung zu reduzieren – dies könnte eine Voraussetzung dafür sein, dass Mehlschwalben in Kunstnestern langfristig erfolgreich brüten können.

Der Bestand der Mehlschwalbe nimmt seit den 1990er-Jahren schweizweit ab (Knaus et al. 2018; Zbinden et al. 2005), was dazu führte, dass die Art seit 2010 auf der Roten Liste der Brutvogelarten der Schweiz als potenziell gefährdet eingestuft wird (Keller et al. 2010; Knaus et al. 2021). Zudem ist die Mehlschwalbe auch eine Prioritätsart für die Artenförderung. So wird sie im Siedlungsraum, wo sie oft nicht mehr genügend natürliches Nistmaterial findet, seit Jahren unter anderem mit Kunstnestern gefördert. Allerdings scheinen diese Fördermassnahmen allein nicht immer ausreichend, um lokale Bestände langfristig zu erhalten, da die Brutpaarzahlen teilweise auch dort sinken, wo die Art mit künstlichen Nisthilfen oder Schwalbenhäusern gefördert wird (Knaus et al. 2018). Die Gründe dafür sind unklar; es mangelt unter anderem an Wissen über wichtige brutbiologische Parameter und die sie beeinflussenden Faktoren. Ein besseres Verständnis dieser Faktoren würde erlauben, die Bestandsschwankungen in einzelnen Kolonien besser zur verstehen.

Vor allem bei Kolonien, wo Mehlschwalben hauptsächlich in Kunstnestern brüten, besteht der Verdacht, dass bei nicht ausreichender Reinigung der Nester sowohl die Besetzungsrate der Nester als auch der Bruterfolg negativ durch Nestparasiten beeinflusst werden könnte. Naturnester hingegen fallen regelmässig herunter und werden so natürlich erneuert, wodurch auch die Belastung durch Ektoparasiten besser reguliert wird. Einige Studien weisen darauf hin, dass sich Ektoparasiten bei der Mehlschwalbe negativ auf die körperliche Verfassung von Altvögeln (Christe et al. 2002) und Jungvögeln (Christe et al. 2000) auswirken. Ektoparasiten können auch einen negativen Einfluss auf den Schlupf- oder Bruterfolg haben, was bereits in diversen Studien für andere Vogelarten gezeigt wurde (Fitze et al. 2004; Oppliger et al. 1994). Für die Praxis ist es daher sehr wichtig, fachlich fundierte Empfehlungen zur Reinigung von Kunstnestern geben zu können, um den möglichen negativen Einfluss von Ektoparasiten zu minimieren.

In dieser Studie sollen einige Wissenslücken zur Brutbiologie der Mehlschwalbe und zum Einfluss der Nestreinigung geschlossen werden. Dazu wurde die Brutbiologie an drei Mehlschwalbenhäusern in Lausen und einer Kolonie in Eptingen (beide Kanton Basel-Landschaft) im Detail studiert, und mithilfe von Beringung und jährlichen Wiederfängen wurde die Rückkehrrate von Jung- und Altvögeln modelliert. Schliesslich wurde der Einfluss verschiedener Nestreinigungsmethoden auf die Besetzung der Nester, auf den Bruterfolg und auf die Rückkehrrate untersucht. Darauf aufbauend geben wir Empfehlungen für den Unterhalt von Kunstnestern.

1. Material und Methoden

1.1. Untersuchungsstandorte

Die Studie wurde über neun Jahre zwischen 2013 und 2021 durchgeführt. Die untersuchten Mehlschwalbenkolonien liegen im Kanton Basel-Landschaft, nämlich in Lausen (332 m ü.M.) und in Eptingen (761 m ü.M.). In Lausen stehen insgesamt drei Mehlschwalbenhäuser («Tschudin», «Tschudin 1» und «Schulhaus»); die Kolonie in Eptingen besteht aus Kunstnestern an einer Scheune (Abb. 1 und 2). Die Standorte unterscheiden sich in der Anzahl Kunstnester. So zählt der Standort «Tschudin» 66 Nester, «Tschudin 1» und «Schulhaus» 52 Nester und Eptingen 106 Nester. Zwischen 2013 und 2015 wurden nur zwei Standorte in Lausen (Standort «Tschudin» und «Schulhaus») untersucht. Ab 2016 kamen zwei neue Standorte hinzu, nämlich ein weiterer in Lausen (Schwalbenturm «Tschudin 1») und jener in Eptingen. Das Primarschulhaus in Lausen wurde in den Jahren 2016 und 2017 umgebaut (starke Beeinträchtigungen am Schwalbenhaus), weshalb wir für diese beiden Brutsaisons für den Standort «Schulhaus» keine Daten haben.

1.2. Erhebung der Felddaten

Nach der Rückkehr der Schwalben im Frühling wurden die Standorte regelmässig durch Ueli Schaffner und Kurt Mohler kontrolliert und die Entwicklungen des Brutgeschehens detailliert dokumentiert. Es wurden dabei für jedes Nest Informationen zur Besetzung und zum Stadium des Brutverlaufs erfasst. Der Schlupf der ersten Jungen pro Kolonie wurde zunächst nicht-invasiv entweder durch das Auffinden von Eierschalen unter den Nestern festgestellt oder durch Hinweise aus Nestern, die mit Hilfe von Kameras überwacht werden. Wurden erste geschlüpfte Junge beobachtet, fand eine regelmässige Kontrolle tagsüber statt (meist alle zwei Wochen). Diese Kontrollen erfolgten durch direkte Einsicht in die Nester (Kunstnester lassen sich schubladenartig herunternehmen), wobei die Nesteingänge vorgängig mit Stofflumpen verschlossen worden waren, damit kein Vogel entwischte. Bei jeder Kontrolle wurden für jedes Nest folgende Informationen notiert:

- Datum
- Anzahl (ungeschlüpfter) Eier
- Anzahl Junge
- Anzahl toter Junge
- Alter der Nestlinge (wurde bei der ersten Kontrolle geschätzt)

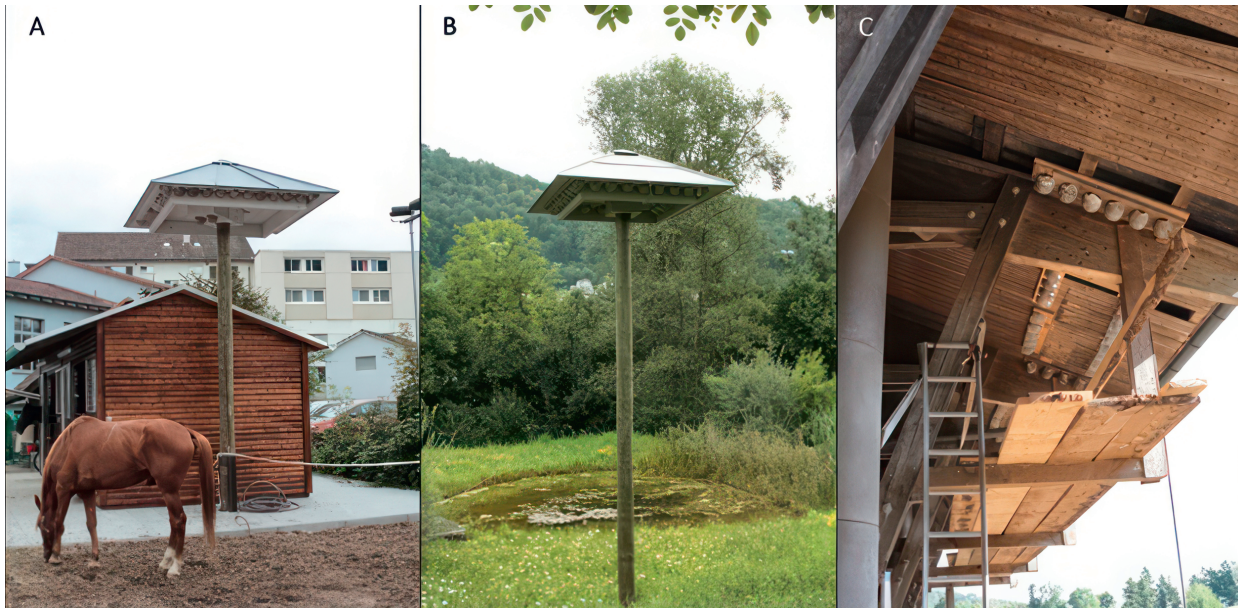


Abb. 1. Der Standort des Mehlschwalbenhauses «Tschudin» (A) befindet sich auf einer Pferdekoppel im Dorfzentrum (ebenso der Standort «Tschudin 1», der 2016 zusätzlich errichtet wurde). Der Standort des Mehlschwalbenhauses «Schulhaus» (B) befindet sich innerhalb eines Naturschutzgebiets mit kleinem Teich direkt neben dem Primarschulhaus in Lausen. Die Kolonie in Eptingen (C) befindet sich an einer Scheune des Bauernhofs Vorder Birch und besteht aus über 100 Kunstnestern. Fotos Stephanie Michler.
The location of the House Martin house «Tschudin» (A) is in a horse paddock in the village center (as is the location of «Tschudin 1», which was additionally installed in 2016). The House Martin house «Schulhaus» (B) is situated within a nature reserve with a small pond directly next to the primary school building in Lausen. The colony in Eptingen (C) is located at a barn of the farm Vorder Birch and consists of more than 100 artificial nests.

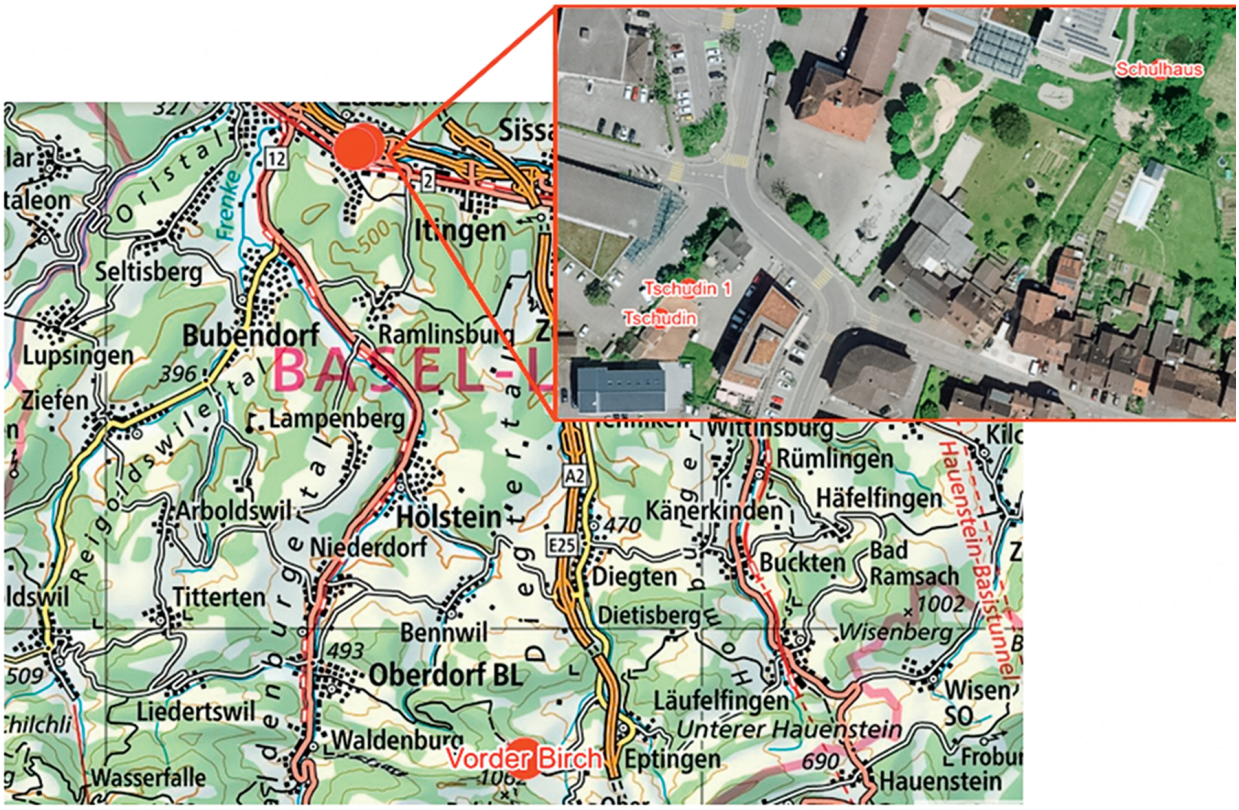


Abb. 2. Übersicht über die Standorte der untersuchten Mehlschwalben-Kolonien im Kanton Basel-Landschaft. Karte und Luftbild © Swisstopo.
Overview of the locations of the House Martin colonies in the canton of Basel-Landschaft.

Zwischen dem 7. und 10. Tag nach dem Schlüpfen der Jungvögel wurden die Kolonien für die Kontrolle und den Fang der Altvögel am Morgen vor Sonnenaufgang besucht. Die Altvögel verbringen die Nacht meist in den Nestern. Dafür wurden wiederum die Nesteingänge mit Stofflumpen verschlossen, die Nester heruntergenommen, der Nestinhalt notiert und vorhandene Jungvögel und Altvögel beringt und vermessen (Abb. 3). Bei der Beringung wurden für jedes Individuum folgende Informationen erfasst:

- Datum
- Nestnummer
- Ringnummer
- Geschlecht (nur bei Altvögeln anhand des Brutflecks)
- Federlänge P3 (nur bei Altvögeln)
- Gewicht
- Fett (nur bei Altvögeln)
- Muskel (nur bei Altvögeln)

1.3. Bewilligungen

Für die Beringung der Jung- und Altvögel innerhalb dieses Projekts lag eine Bewilligung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) vor. Gestützt auf den Art. 13 Abs. 2 der Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel wurde diese Bewilligung zu wissenschaftlichen Zwecken und für die Grundlagenforschung an einer bedrohten Tierart für die freiwilligen Mitarbeiter erteilt.

1.4. Berechnung der Brutparameter

Folgende Informationen wurden für jede Brut festgehalten bzw. errechnet:

Gelegegrösse: maximale Anzahl Eier. Wird für alle Nester anhand der Zahl der geschlüpften und nichtgeschlüpften Eier ermittelt.

Schlupfdatum: Kann nicht-invasiv durch das Feststellen von Eierschalen unter den Nestern ermittelt werden. Bei der Beringung wurde das Alter der Jungvögel aufgrund der Entwicklung der Körpermerkmale

Abb. 3. Beispiel einer Nestkontrolle mit Beringung am Standort «Tschudin». Hier konnten drei Jungvögel im Alter von ca. acht Tagen (zwei im Kunstnest und eines auf der Waage) und ein Ei festgestellt werden. Foto Stephanie Michler.
Example of a nest inspection with ringing at the «Tschudin» site. Here, three fledglings aged about eight days (two in the artificial nest and one on the scale) and one egg could be detected.

Abb. 4. Verwendetes Material für die Reinigung der Kunstnester. Bei der Bürste und dem Spatel handelt es sich um handelsübliche Hilfsmittel und auch der Insektenspray kann im Detailhandel für den häuslichen Gebrauch frei erworben werden. Foto Kurt Mohler.
Material used for cleaning the artificial nests. The brush and spatula are commercially available tools, and the insect spray can also be freely purchased in retail stores for domestic use.

geschätzt. Fehlte bei Bruten eine explizite Altersangabe, wurde das Schlupfdatum errechnet (lineares Modell mit dem Datum der ersten Beobachtung der Eier und den bekannten Schlupfdaten).

Erst-/Zweitbrut (Brutnummer): Zweitbruten wurden als solche identifiziert, wenn im selben Nest eine neue Brut stattfand und/oder dieselben Altvögel nach einer ersten Brut eine weitere in einem anderen Nest vollzogen.

Brutgrösse: Anzahl geschlüpfter Jungtiere pro Brut.

Schlupferfolg: Anzahl geschlüpfter Junge / Anzahl Eier.

Bruterfolg: Anzahl ausgeflogener Junge / Anzahl Eier.

Ausfliegeerfolg: Anzahl ausgeflogener Junge / Anzahl geschlüpfter Junge. Die Anzahl ausgeflogener Jungvögel wurde meist mit der Anzahl Jungvögel bei der letzten Kontrolle gleichgesetzt, welche oft am Beringungstag erfolgte.

Anzahl beringter Junge: Anzahl Junge pro Brut, die beringt werden konnten.

Anzahl ausgeflogener Junge: Anzahl Junge bei letzter Kontrolle (z.B. bei Beringung) minus Anzahl gestorbener Junge nach der letzten Kontrolle.

Identität Eltern: Ringnummern von Vater und Mutter.

Jährlich wurden ebenfalls folgende Parameter pro Kolonie bzw. pro Nest ermittelt:

Koloniegrösse: Anzahl Brutpaare pro Kolonie bzw. pro Schwalbenhaus oder Gebäude.

Besetzungsrate: Anzahl besetzter Nester im Verhältnis zu den unbesetzten Kunstnestern. Zweitbruten können in anderen Nestern angelegt werden als Erstbruten, daher ist die Besetzungsrate nicht gleichzusetzen mit der Anzahl Brutpaare.

1.5. Nestreinigungsexperiment

Für die experimentelle Untersuchung des Einflusses von Ektoparasiten bzw. der Nestreinigung auf die Brutparameter von Mehlschwalben wurden die Nester an jedem Standort in drei gleich grosse Gruppen unterteilt. Bei der Reinigung der Nester im Winter wurden die Nester je nach Reinigungsgruppe mit einer unterschiedlichen Methode gereinigt. Die drei Reinigungsmethoden waren 1) die Gruppe «Kontrolle»: Lediglich der Inhalt wurde entfernt; 2) Gruppe «Bürste»: Zusätzlich zur Entfernung des Inhalts wurden die Nester jeweils mit einer Bürste (Abb. 4) gründlich ausgebürstet; und 3) Gruppe «Bürste + Spray»: Das Nistmaterial wurde entfernt, die Nester ausgebürstet und das Nest zu-

sätzlich mit einem handelsüblichen Insektenspray ausgesprüht (Bio Kill Extra, Inhaltsstoffe: Crysanthemate, Cyhalothrin, Dursban; biologisch abbaubar, Abb. 4). Die Behandlung erfolgte jeweils im Winter vor der Brutsaison und alternierte zwischen den Nestergruppen. Die Einteilung der Nester in die drei Kategorien erfolgte zufällig, die Gruppeneinteilung blieb in den Folgejahren gleich und lediglich die Behandlung rotierte zwischen den Nestergruppen.

1.6. Statistische Analysen

Alle statistischen Analysen wurden in R (Version 4.1.3; R Development Core Team 2021) gerechnet. Für alle brutbiologischen Parameter wurde ein generalized linear mixed effect model (GLMER) verwendet. Eine zero-inflation wurde modelliert, wenn Nullwerte in den Daten übervertreten waren. Wir verwendeten das lme4-package (Bates et al. 2015), bei zero-inflation das brms-package (Bürkner 2021).

Folgende brutbiologische Parameter wurden als zu erklärende Variablen untersucht: Besetzungsrate, Gelegegrösse, Schlupfdatum, Schlupferfolg, Bruterfolg, Ausfliegeerfolg. Für die Besetzungsrate wurde dabei ein Binomialmodell verwendet, für die Gelegegrösse und das Schlupfdatum ein Poisson-Modell und für den Schlupferfolg, Bruterfolg und den Ausfliegeerfolg jeweils ein zero-inflated-Binomialmodell. Da einige Studien untersucht haben, ob vermehrt Bruten aufgeben werden oder fehlschlagen, wenn es in einem Nest Parasitenbefall gibt (Fitze et al. 2004), haben wir ebenfalls den Anteil an erfolglosen Bruten als zu erklärende Variable untersucht.

Als Einflussfaktoren (fixed effects) wurden jeweils die Nestreinigungsgruppe, die Brutnummer (Erst- oder Zweitbrut) und das Schlupfdatum (ausser für die Analyse von Schlupfdatum als zu erklärender Variable) eingeschlossen. Für die Analyse der Besetzungsrate wurde nur der Einfluss der Nestreinigung angeschaut. Zudem wurde in allen Modellen für die Kolonie, die Nestnummer und das Jahr (separat pro Treatment) korrigiert (als Zufallsfaktoren = random effects).

Für die Analysen zum Überleben der Mehlschwalbe wurde das R2jags-package (Yu-Sung Su und Masanao Yajima 2021) verwendet, um jeweils die Rückkehrrate mit einem klassischen Jolly-Seber-Modell von einem Jahr zum nächsten Jahr zu modellieren. Das Modell kann dabei nicht zwischen Emigration und Nicht-Überleben der Individuen unterscheiden und modelliert somit nur ein scheinbares Überleben (apparent survival) für die beobachteten Kolonien. Im weiteren Text sprechen wir deshalb immer von der Rückkehrrate.

2. Resultate

2.1. Anzahl Bruten und Besetzungsrate

Insgesamt wurden über die neun Untersuchungsjahre 614 Bruten registriert, verteilt auf alle Standorte. Für alle Nestreinigungsgruppen wurden ähnlich viele Bruten beobachtet (Kontrolle: 196; «Bürste»: 228; «Bürste + Spray»: 196; Abb. 5). Die Besetzungsrate unterschied sich allerdings von Standort zu Standort. Die am stärksten besetzte Kolonie war Eptingen (Durchschnitt = 43,7 %, Standardabweichung SD = 12,3 %) gefolgt von «Tschudin» (Durchschnitt = 31,9 %, SD = 9 %). «Tschudin 1» hatte eine durchschnittliche Besetzungsrate von 27 % (SD = 26,7 %), zeigte dabei aber grosse Schwankungen, und der Standort «Schulhaus» war mit 22,5 % (SD = 13,1 %) die am schwächsten besetzte Kolonie.

2.2. Schlupfdatum und Zweitbruten

Für die Erstbruten lag das mittlere Schlupfdatum aller Kolonien am 24. Juni (SD = 7,5 Tage). Zweitbruten hatten als mittleres Schlupfdatum den 9. August (SD = 5,4 Tage), sechs Wochen später als die Erstbruten (Abb. 6). Von den 614 registrierten Bruten waren drei Viertel Erstbruten (473 Bruten) und lediglich ein Viertel Zweitbruten (141 Bruten).

Zwischen den Nestreinigungsgruppen gab es nur minime Unterschiede im Schlupfdatum. Für die Erstbruten konnten aus den Rohdaten folgende mittlere Schlupfdaten errechnet werden: Die Kontrollgruppe hatte ein mittleres Schlupfdatum am 26. Juni (SD = 14,5), die Gruppe «Bürste» am 25. Juni (SD = 13,8) und die Gruppe «Bürste + Spray» am 26. Juni (SD = 13,5). Die Zweitbruten schlüpften am 9. August (Kontrollgruppe, SD = 23,0) bzw. am 10. August (Gruppe «Bürste», SD = 23,9 und Gruppe «Bürste + Spray», SD = 23,4). Ein erheblicher Einfluss der Nestreinigung auf das Schlupfdatum konnte auch im statistischen Modell nicht gefunden werden (Bürste: p = 0,51, Bürste + Spray: p = 0,98). Das mittlere Schlupfdatum variierte zwischen den Untersuchungsjahren recht stark (Tab. 1).

2.3. Gelegegrössen

Erstbruten hatten eine durchschnittliche Gelegegrösse von 3,8 Eiern (SD = 1,1) und Zweitbruten von 2,9 Eiern (SD = 0,04).

Die Anzahl an gelegten Eiern pro Nest unterschied sich zwischen den Nestreinigungsgruppen nicht wesentlich (Abb. 7a). Die Gelegegrössen wurden im Verlauf der Saison kleiner (Abb. 7b); folglich hatten die Zweitbruten kleinere Gelege, weil sie natürlicherweise später in der Brutsaison stattfanden. Das Modell mit Schlupfdatum als fixed effect war praktisch gleich gut wie das

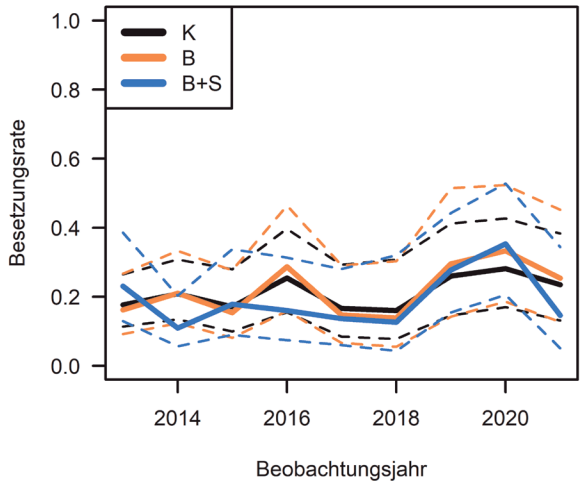


Abb. 5. Die Besetzungsrate für die drei Nestreinigungsgruppen (dicke Linien; gestrichelte Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle) änderte sich von Jahr zu Jahr. Allerdings konnte kein starker Unterschied zwischen den Nestreinigungsgruppen festgestellt werden (K = Kontrolle, B = Bürste, B + S = Bürste + Spray).
Occupancy rates for the three nest-cleaning groups (thick lines; dashed lines are 95% uncertainty intervals) changed from year to year. However, no strong difference was observed between nest-cleaning groups (K = control, B = brush, B + S = brush + spray).

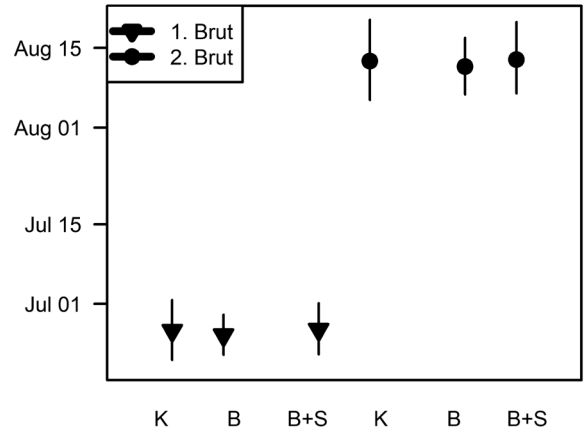
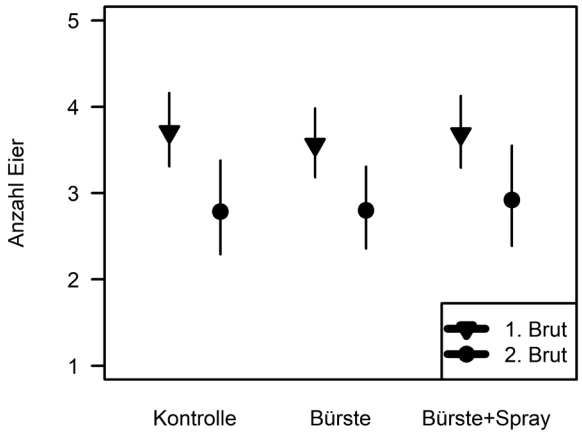


Abb. 6. Mittleres Schlupfdatum für die Erst- und Zweitbruten, aufgeteilt auf die drei Nestreinigungsgruppen (Symbole; Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle), wobei sich die drei Nestreinigungsgruppen kaum unterschieden (K = Kontrolle, B = Bürste, B + S = Bürste + Spray).
Mean hatching date for first and second broods divided among the three nest-cleaning groups (symbols; lines are 95% uncertainty intervals), with little difference among the three nest-cleaning groups (K = control, B = brush, B + S = brush + spray).

Tab. 1. Mittleres Schlupfdatum (in Klammern: Standardabweichung SD in Tagen; Anzahl Bruten) pro Jahr und für die vier Kolonien, aufgeteilt für Erstbruten und Zweitbruten. NA = keine Daten.
Mean hatching date (in parentheses: standard deviation SD in days; number of broods) per year and for the four colonies, divided by first broods and second broods. NA = no data.

Erstbruten	Tschudin	Tschudin 1	Schulhaus	Eptingen
2013	2.7. (8,3; 12)		16.7. (16,7; 11)	
2014	22.6. (10,7; 15)		27.6. (14,1; 8)	
2015	19.6. (9,0; 15)		18.6. (4,4; 6)	
2016	25.6. (8,1; 12)	NA	NA	26.6. (6,7; 42)
2017	12.6. (2,2; 11)	NA	NA	23.6. (11,1; 26)
2018	15.6. (6,4; 16)	29.6. (0; 1)	22.6. (15,5; 6)	19.6. (7,9; 24)
2019	19.6. (13,1; 22)	19.6. (7,8; 18)	12.7. (26,1; 19)	17.6. (0; 26)
2020	24.6. (26,6; 14)	16.6. (10,5; 20)	24.6. (18,2; 17)	28.6. (15,5; 54)
2021	22.6. (4,1; 21)	26.6. (15,9; 19)	30.6. (0; 2)	29.6. (12,8; 34)
Zweitbruten	**Tschudin**	**Tschudin 1**	**Schulhaus**	**Eptingen**
2013	NA		NA	
2014	14.8. (2,6; 8)		17.8. (0; 1)	
2015	31.7. (0; 3)		23.7. (11,3; 2)	
2016	NA	NA	NA	9.8. (5,9; 16)
2017	4.8. (0; 4)	NA	NA	6.8. (17,2; 9)
2018	9.8. (9,5; 9)	NA	8.8. (0; 3)	14.8. (0; 7)
2019	10.8. (6,5; 8)	12.8. (11,3; 17)	13.8. (8,1; 4)	11.8. (6,9; 19)
2020	13.8. (4,5; 4)	13.8. (4,5; 4)	11.8. (0; 2)	8.8. (4,8; 15)
2021	NA	9.8. (0,2; 2)	NA	9.8. (0; 4)



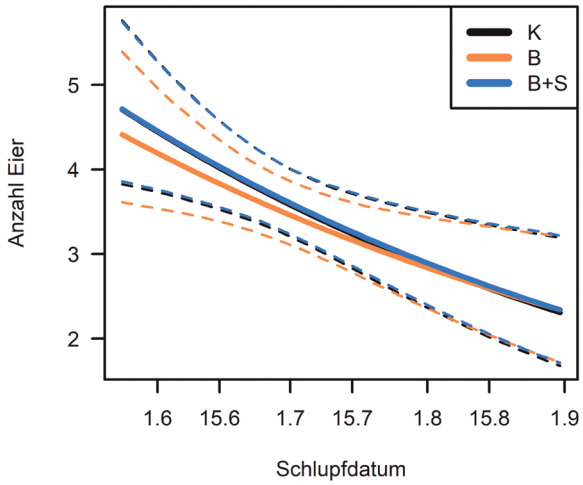


Abb. 7. Links, 7a: Mittlere Anzahl Eier für die Erst- und Zweitbruten, aufgeteilt auf die drei Nestreinigungsgruppen. Rechts, 7b: Die mittlere Gelegegrösse (dicke Linien; gestrichelte Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle) nahm mit zunehmendem Schlupfdatum ab, wobei sich die drei Nestreinigungsgruppen kaum unterschieden (K = Kontrolle, B = Bürste, B + S = Bürste + Spray).
Left: Mean number of eggs for first and second broods divided among the three nest-cleaning groups. Right: Mean clutch size (thick lines; dashed lines are 95% uncertainty intervals) decreased with increasing hatching date, with little difference between the three nest-cleaning groups (K = control, B = brush, B + S = brush + spray).

Modell mit Brutnummer (Erst- oder Zweitbrut) und Schlupfdatum (AIC = 2065,7 bzw. 2067,5); allerdings hatte im zweiten Modell lediglich das Schlupfdatum einen klaren Einfluss (p = 0,003; p = 0,0005 im ersten Modell), was bedeutet, dass die Gelegegrösse weitgehend unabhängig von der Brutnummer innerhalb einer Saison kontinuierlich abnahm. Dieses Phänomen konnte bei allen Nestreinigungsgruppen beobachtet werden, ohne dass es zwischen den Gruppen auffällige Unterschiede gab. Die Interaktion zwischen Nestreinigung und Schlupfdatum hatte in den Modellen keinen klaren Einfluss (alle p > 0,7) und wurde in allen folgenden Analysen ausgeschlossen; zusätzlich zur Brutnummer wurde auch das Schlupfdatum als fixed effect im Modell verwendet.

2.4. Schlupferfolg

Der Schlupferfolg (Anzahl geschlüpfter Junge / Anzahl Eier) war für die Standorte «Tschudin» und «Eptingen» relativ konstant hoch, für die Standorte «Tschudin 1» und «Schulhaus» allerdings schwankend und durchschnittlich tiefer (Tab. 2). Im Jahr 2021 war der Schlupferfolg an allen vier Standorten unterdurchschnittlich, was wahrscheinlich mit dem nassen und kühlen Frühlings- und Sommerwetter zusammenhing.

Im Modell konnte kein grosser Unterschied zwischen den unterschiedlichen Nestreinigungsgruppen gefunden werden. Der Schlupferfolg nahm jedoch im Verlauf der Saison klar ab (Abb. 8). Erstbruten mit einem als Beispiel ausgewählten Schlupfdatum vom 25. Juni hatten einen geschätzten Schlupferfolg von ca. 75 %, während Zweitbruten mit einem Schlupfdatum vom 10. August nur noch einen Schlupferfolg von ca. 70 % hatten.

2.5. Bruterfolg

Eine erfolgreiche Brut ist in dieser Studie so definiert, dass aus dem Brutversuch mindestens ein flügges Junges hervorgegangen ist. Von den insgesamt 614 festgestellten Bruten waren 430 Bruten erfolgreich (70 %).

Der Bruterfolg nahm im Laufe der Saison für alle Nestreinigungsgruppen konstant ab, und es gab eine Tendenz zu erfolgreicheren Bruten in der Gruppe «Bürste + Spray» gegenüber den beiden anderen Nestreinigungsgruppen (Abb. 9). Die Unterschiede waren allerdings gering und die Unsicherheitsintervalle überlappten sich fast vollständig – die Reinigungsmethode zeigt also keinen klaren Einfluss auf den Bruterfolg.

Tab. 2. Übersicht über die mittlere Gelegegrösse, Schlupf- und Bruterfolg aus den Rohdaten für die einzelnen Standorte; n = Anzahl Nester.
Overview of mean clutch size, hatching and breeding success from the raw data for the individual sites; n = number of nests.

	Gelegegrösse				Schlupferfolg				Bruterfolg			
	Tschudin	Tschudin 1	Schulhaus	Eptingen	Tschudin	Tschudin 1	Schulhaus	Eptingen	Tschudin	Tschudin 1	Schulhaus	Eptingen
2013	3,5 (n = 12)		3,2 (n = 11)		0,9 (n = 12)		0,6 (n = 10)		0,8 (n = 12)		0,6 (n = 11)	
2014	3,5 (n = 23)		3,7 (n = 9)		0,9 (n = 23)		0,7 (n = 6)		0,9 (n = 23)		0,6 (n = 9)	
2015	3,9 (n = 18)		3,6 (n = 8)		0,8 (n = 17)		0,8 (n = 8)		0,7 (n = 18)		0,8 (n = 8)	
2016	2,9 (n = 12)	0,0 (n = 0)	–	3,6 (n = 58)	1,0 (n = 8)	0,0 (n = 0)	–	0,8 (n = 55)	0,9 (n = 12)	0,0 (n = 0)	–	0,7 (n = 58)
2017	3,2 (n = 17)	2,0 (n = 2)	–	3,8 (n = 35)	0,9 (n = 15)	0,0 (n = 2)	–	0,7 (n = 30)	0,9 (n = 17)	0,0 (n = 2)	–	0,6 (n = 35)
2018	3,2 (n = 26)	3,0 (n = 1)	3,2 (n = 9)	3,9 (n = 33)	0,7 (n = 23)	0,7 (n = 1)	0,7 (n = 8)	0,8 (n = 29)	0,7 (n = 26)	0,7 (n = 1)	0,8 (n = 9)	0,8 (n = 33)
2019	3,8 (n = 30)	2,5 (n = 35)	3,3 (n = 24)	3,7 (n = 45)	0,9 (n = 24)	0,2 (n = 18)	0,9 (n = 16)	0,9 (n = 33)	0,6 (n = 30)	0,1 (n = 35)	0,6 (n = 24)	0,6 (n = 45)
2020	3,4 (n = 18)	3,3 (n = 24)	3,1 (n = 19)	3,8 (n = 69)	0,7 (n = 18)	0,4 (n = 23)	0,8 (n = 19)	0,8 (n = 65)	0,6 (n = 18)	0,3 (n = 24)	0,7 (n = 19)	0,7 (n = 69)
2021	3,5 (n = 21)	3,4 (n = 21)	3,5 (n = 2)	4,1 (n = 38)	0,5 (n = 21)	0,5 (n = 21)	0,4 (n = 2)	0,8 (n = 38)	0,5 (n = 21)	0,5 (n = 21)	0,4 (n = 2)	0,7 (n = 38)

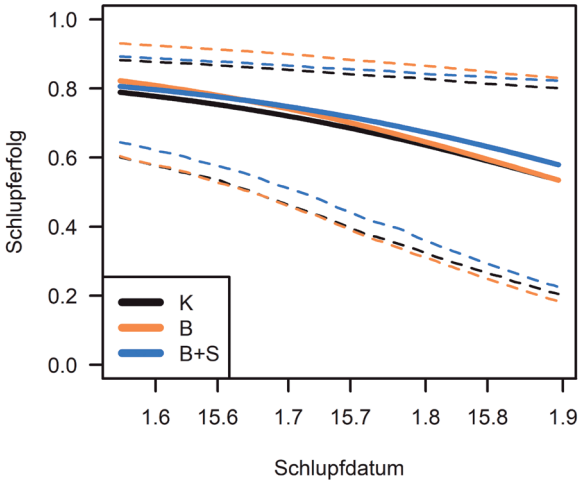


Abb. 8. Mittlerer Schlupferfolg im Verlauf der Brutsaison (dicke Linien; gestrichelte Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle), aufgeteilt auf die drei Nestreinigungsgruppen (K = Kontrolle, B = Bürste, B+S = Bürste + Spray). Das Schlupfdatum hatte einen klaren Einfluss auf den Schlupferfolg. Zwischen den drei Nestreinigungsgruppen konnten keine grossen Unterschiede festgestellt werden.
Mean hatching success over the breeding season (thick lines; dashed lines are 95% uncertainty intervals), divided among the three nest-cleaning groups (K = control, B = brush, B+S = brush + spray). Hatching date had a clear effect on hatching success. No major differences were found between the three nest-cleaning groups.

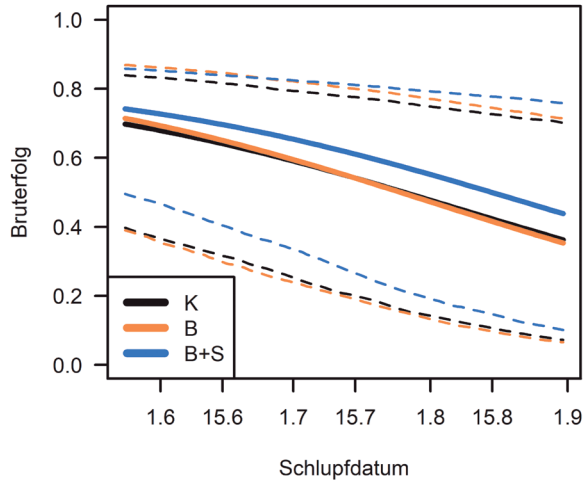


Abb. 9. Mittlerer Bruterfolg im Verlauf der Brutsaison (dicke Linien; gestrichelte Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle), getrennt nach Nestreinigungsgruppe (K = Kontrolle, B = Bürste, B+S = Bürste + Spray). Der Bruterfolg nahm im Laufe der Saison ab und die Gruppe «Bürste + Spray» hatte einen leicht (aber statistisch unsicheren) höheren Bruterfolg als die anderen beiden Nestreinigungsgruppen.
Mean breeding success over the course of the breeding season (thick lines; dashed lines are 95% uncertainty intervals), separated by nest-cleaning group (K = control, B = brush, B+S = brush + spray). Breeding success decreased over the season and the brush + spray group had slightly (but statistically uncertain) higher breeding success than the other two nest-cleaning groups.

2.6. Ausfliegeerfolg

Wiederum gab es keinen klaren Einfluss der Nestreinigungsmethode auf den Ausfliegeerfolg (Anzahl ausgeflogen / Anzahl geschlüpft), da sich die Unsicherheitsintervalle weit überlappen (Abb. 10). Analog zum Bruterfolg sieht man eine schwache Tendenz, dass Tiere der Gruppe mit der Reinigung «Bürste + Spray» den grössten Ausfliegeerfolg hatten.

2.7. Beringung und Rückfänge

Zwischen 2013 und 2021 wurden insgesamt 1771 Mehlschwalben beringt. Davon waren 1412 als Nestlinge beringte Jungvögel, 1 subadultes Individuum und 358 Altvögel (207 Weibchen, 143 Männchen, 8 unbestimmte Adulte). Insgesamt wurden in der gleichen Zeit 182 Wiederfänge registriert, welche auf 142 Individuen zurückgehen. Unter den Wiederfängen waren 59 Weibchen, 82 Männchen und 41 Tiere unbekannten Geschlechts.

Als Jungvögel beringte (Juvenile) hatten eine durchschnittliche Rückkehrrate von 11,5 % (95-%-Intervall: 6–20 %), Altvögel von 40,3 % (27–57 %). Das survival-Modell mit Berücksichtigung des Einflusses des Jahres und Unterscheidung von juvenilen und adulten Individuen für jeweils eine Nestreinigungsgruppe zeigte, dass die Juvenilen auch hier eine allgemein tiefere Rückkehrrate hatten als Altvögel. Bei den Jungvögeln gab es bezüglich der Nestreinigungsgruppe keine grossen Unterschiede (Abb. 11). Betrachtet man allerdings das scheinbare Überleben bzw. die Rückkehrrate von Altvögeln, lassen sich deutlich bessere Werte für die Gruppe «Bürste + Spray» (Rückkehrrate von rund 90 %) im Vergleich zu den beiden anderen Nestreinigungsgruppen erkennen.

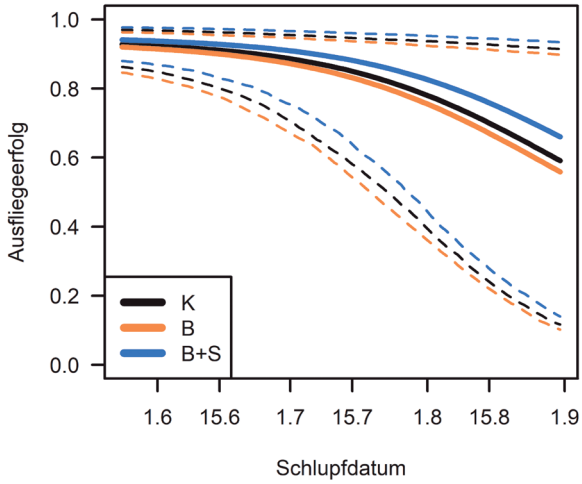


Abb. 10. Mittlerer Ausfliegeerfolg im Verlauf der Brutsaison (dicke Linien; gestrichelte Linien sind 95-%-Unsicherheitsintervalle), aufgeteilt für die drei Nestreinigungsgruppen (K = Kontrolle, B = Bürste, B + S = Bürste + Spray).
Mean hatching success over the course of the breeding season (thick lines; dashed lines are 95% uncertainty intervals), divided by the three nest-cleaning groups (K = control, B = brush, B + S = brush + spray).

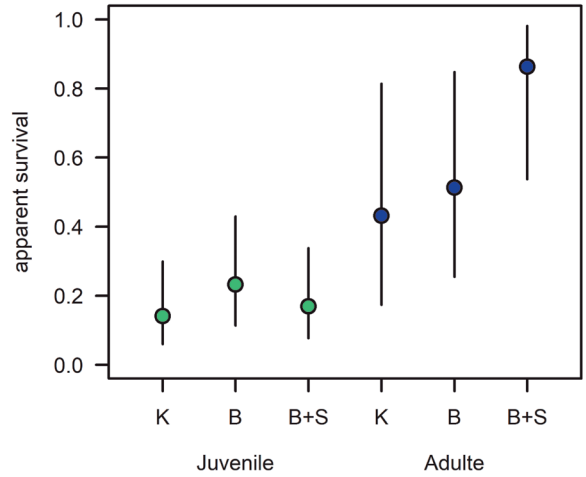


Abb. 11. Rückkehrrate (apparent survival = scheinbares Überleben), modelliert mit Hilfe der Wiederfangdaten aus den Jahren 2013–2021. Das Modell unterscheidet zwischen juvenilen und adulten Individuen und innerhalb dieser Gruppen jeweils zwischen den Nestreinigungstypen. Die Juvenilen hatten allgemein eine tiefere Rückkehrrate als die Adulten, wobei bei den Adulten die Gruppe «Bürste + Spray» (B+S) mit deutlich höherer Rückkehrrate heraussticht (Punkte: Mittelwerte pro Gruppe, Striche: 95-%-Unsicherheitsintervalle gemäss der posterior distribution).
Return rate (apparent survival) modeled using recapture data from 2013-2021. The model distinguishes between juvenile and adult individuals and within each of these groups between nest-cleaning methods. Juveniles generally had lower return rates than adults, with the «brush + spray» (B+S) group standing out among adults with significantly higher return rates (points: mean values per group, bars: 95% uncertainty intervals according to the posterior distribution).

3. Diskussion

Die in dieser Studie untersuchten Mehlschwalben-Standorte unterschieden sich deutlich in Besetzungsrate, Schlupfdatum und Bruterfolg. Der erfolgreichste Standort war in den meisten Fällen der Standort «Tschudin» und/oder die Kolonie in Eptingen. Am Standort «Schulhaus» wurden im Laufe der Jahre zunehmend häufiger die schlechtesten Parameter festgestellt. Weshalb die verschiedenen Standorte diese Unterschiede zeigen, kann nicht abschliessend geklärt werden, denn in dieser Studie wurden Variablen wie Wetter, Nahrungsangebot oder weitere Umwelteinflüsse an den einzelnen Standorten nicht erhoben. Das Mikroklima unterscheidet sich in der näheren Umgebung der Schwalbenhäuser zum Teil stark und könnte daher einen Einfluss haben. Die Standorte «Tschudin» und «Tschudin 1» liegen unmittelbar nebeneinander und befinden sich auf einer Pferdekoppel; das Schwalbenhaus «Schulhaus» ist ca. 170 m davon entfernt und steht in einem naturnahen Schulgarten. Obwohl die Schwalbenhäuser so nahe beieinander sind, zeigte nur «Tschudin» durchgehend gute Besetzungsraten, Schlupfraten und Bruterfolge. Es ist möglich, dass die drei Standorte in Konkurrenz zueinander stehen, bzw. dass zu wenig Populationsdruck vorhanden ist und die Schwalben eher dort brüten, wo bereits eine grössere Kolonie besteht. Für den Standort «Schulhaus» kam hinzu, dass das Schulgebäude während der Jahre 2016 und 2017 umgebaut wurde (diese Jahre wurden in den Analysen nicht mitberechnet), wodurch eventuell Störungen entstanden, die sich auch längerfristig ungünstig auf die Schwalben auswirkten und eine positive Entwicklung verhinderten.

In allen drei Gruppen der Nestbehandlung waren über die neun Studienjahre etwa gleich viele Nester besetzt, und es konnten auch bezüglich des mittleren Legebeginns und des Schlupfdatums keine Unterschiede zwischen den Nestreinigungsgruppen festgestellt werden. Insgesamt konnten keine starken Unterschiede

in den brutbiologischen Parametern zwischen den drei Nestreinigungsgruppen festgestellt werden. Es bestand aber jeweils eine Tendenz, dass die Reinigung mit Bürste und der gleichzeitige Einsatz von Insektenspray einen positiven Einfluss hatte: Schlupferfolg, Bruterfolg und die Anzahl an ausgeflogenen Jungen waren jeweils leicht besser bei der Gruppe mit «Bürste + Spray» als in den beiden anderen Gruppen; allerdings sind diese Unterschiede statistisch recht unklar. Beim Schlupferfolg, der stark von einer konstanten Bebrütung abhängt, fanden sich die geringsten Unterschiede zwischen den Nestreinigungsgruppen. Die Unterschiede akzentuierten sich leicht für Bruterfolg und Ausfliegeerfolg der Jungvögel, was darauf hindeutet, dass auch die Jungvögel im Nest möglicherweise ein wenig durch allfällige Nestparasiten beeinträchtigt wurden. Die Brutparameter schienen tendenziell stärker durch die Nestreinigung beeinflusst zu werden, wenn die Brut später in der Saison stattfand. Dieser verstärkte Effekt wurde bereits in anderen Studien beobachtet (Lope et al. 1993). Als Ursachen hierfür wurde die saisonal schlechter werdende Nahrungsgrundlage und die dadurch schlechtere Konstitution der Vögel erwähnt, welche sie anfälliger für einen Parasitenbefall macht (Lope et al. 1993).

Für andere Arten wurde ein klar negativer Einfluss von Parasiten auf den Bruterfolg gezeigt (Oppliger et al. 1994, Fitze et al. 2004). Verschiedene Studien wiesen sogar nach, dass bei Altvögeln allein schon der Verdacht auf einen Parasitenbefall des Brutplatzes zu einer geringeren Gelegegrösse (O'Brien und Dawson 2005) oder geringerer Bebrütung und Brutpflege (Gallizzi et al. 2008) führt. Vor allem bei einem Befall mit Parasiten, die im Vergleich zu ihren Wirten einen kurzen Lebenszyklus aufweisen (z.B. Wanzen, Milben), könnte eine reduzierte Gelegegrösse eine Strategie sein, um den Befall des Nests in Grenzen zu halten und dazu führen, dass Jungvögel eine bessere Entwicklungschance haben (Richner und Heeb 1995). Vermutlich nimmt die Häufigkeit vieler Parasiten bereits nach der Eiablage zu. Dies könnte die Kondition der Altvögel beeinträchtigen und sie zu grösseren Unterbrüchen in der Bebrütung zwingen, wodurch die Schlupfrate vermindert wird. Diese Theorie konnte jedoch mit unseren Daten nicht eindeutig bestätigt werden, da die Schlupfrate zwischen den Gruppen sehr ähnlich ausfiel.

Die Brutparameter wurden allgemein am stärksten durch den Zeitpunkt in der Saison beeinflusst sowie durch das Jahr, in dem die Brut stattfand, was wahrscheinlich auf die Wetterbedingungen und die damit zusammenhängende Nahrungsverfügbarkeit zurückzuführen ist. Es ist bekannt, dass die Anzahl der Flügglinge bei der Mehlschwalbe stark vom Wetter abhängig ist (Glutz von Blotzheim und Bauer 1985), und dass es bei langanhaltenden Schlechtwetterphasen zu Totalausfällen von Bruten kommen kann. Daher ist es nicht verwunderlich, dass auch bei dieser Studie zwischen den Jahren teils grosse Schwankungen im Bruterfolg und in der Anzahl an Flügglingen festgestellt werden konnten.

Inwiefern die Nestbehandlung die Parasitenbelastung in einem Nest effektiv verhindern konnte, wurde nicht quantifiziert. Wir nehmen aber an, dass das verwendete Insektizid jegliche Art von möglichen Nestparasiten beseitigte und dadurch die mögliche Belastung sowohl für die brütenden Altvögel als auch für die Jungvögel verringert wurde. Nicht untersucht wurde, ob und in welchem Umfang Nestparasiten möglicherweise ausserhalb der Nester in Ritzen und Spalten überwintern, wo keine Reinigung mit dem Spray stattfand. An den Schwalbenhäusern bestehen wegen der geringeren Strukturvielfalt des Nistplatzes vermutlich weniger Möglichkeiten als am Standort in Eptingen; dort waren jedoch die brutbiologischen Parameter durchgängig besser. Ebenfalls nicht untersucht wurde, wie lange die Behandlung mit dem Insektizid eine Wirkung zeigte.

Die Rückkehrrate (apparent survival) adulter Mehlschwalben war grundsätzlich höher als bei den Jungvögeln. Entsprechend wurde in anderen Studien beobachtet, dass Jungtiere im ersten Lebensjahr eine relativ hohe Sterblichkeit aufweisen (Glutz von Blotzheim und Bauer 1985). Bei den Altvögeln fällt vor allem die Gruppe «Bürste + Spray» auf – die Rückkehrrate dieser Gruppe liegt bei ungefähr 90 % und ist damit deutlich besser als in den beiden anderen Gruppen. Ein solch hoher Wert könnte darauf zurückzuführen sein, dass durch die Nestreinigung die Brutbedingungen für die Altvögel verbessert wurden und sie sich so am Ende der Saison in einer besseren Kondition befanden als Vögel, welche in der Kontrollgruppe oder in den mit Bürsten gereinigten Nestern brüteten. Eine möglicherweise bessere physische Kondition kann zu erhöhter Überlebenschance führen (Brown et al. 1997). Es kann allerdings auch sein, dass die Mehlschwalben der Nester «Bürste + Spray» eine erhöhte Standorttreue hatten und weniger oft emigrierten, was ebenfalls zu einer höheren Rückkehrrate führen würde; das verwendete Modell kann nicht zwischen Überleben und Emigration unterscheiden, sondern modelliert die Wahrscheinlichkeit, einen Vogel im darauffolgenden Jahr nochmals zu beobachten. Es bleibt daher unklar, welcher Effekt für die hohe Rückkehrrate bei den Altvögeln in der Gruppe «Bürste + Spray» verantwortlich ist.

Zusammengefasst zeigen die Resultate, dass sich eine regelmässige Reinigung von Kunstnestern positiv auf Mehlschwalbenkolonien auswirken kann. Eine Reinigung, bei der lediglich der Inhalt ausgeschüttet wird, bzw. eine Reinigung mit zusätzlichem Ausbürsten der Kunstnester ergaben keine grossen Unterschiede in Bezug auf die Brutparameter und die Rückkehrrate der Mehlschwalben. Allerdings stellt sich angesichts der geringen Unterschiede die Frage, ob durch das Entfernen

des Nestinhalts bei der Kontrollgruppe bereits ein zu grosser Eingriff in die Entwicklung von Nestparasiten stattgefunden hatte und dadurch ein stärkerer Unterschied zu den beiden anderen experimentellen Gruppen verhindert wurde. Hingegen waren einige Brutparameter und vor allem die Rückkehrrate erhöht, wenn sowohl mit einer Bürste gereinigt als auch ein Insektenspray angewendet wurde. Werden die Nester gereinigt, sollten sie also so gereinigt werden, dass die Parasiten auf jeden Fall abgetötet werden. In diesem Projekt wurde dies durch ein Insektizid erreicht, welches lokal in die Kunstnester gesprüht wurde. Der Wirkstoff wird als biologisch abbaubar bezeichnet – wie lange der Abbau dauert, ist allerdings unklar. Laut Hersteller sollen die Inhaltsstoffe des Insektizids unproblematisch für Säugetiere und Vögel, jedoch schädlich für alle Insekten sein, also auch für Nützlinge. Bei der Anwendung ist deshalb Vorsicht geboten, und es sollte auf eine möglichst geringe Dosierung geachtet und nur lokal aufgetragen werden. Ausserdem sollte die Behandlung nicht während der Brutzeit der Vögel stattfinden. Wir empfehlen, gewisse Rahmenbedingungen einzuhalten oder noch besser eine andere Methode zur Entfernung der Insekten anzuwenden, wie zum Beispiel Hitze (Hund et al. 2015). Die Behandlung der Nestparasiten scheint besonders in jenen Fällen angebracht zu sein, wenn die Besetzungsraten plötzlich zurückgehen und ein starker Befall der Kunstnester mit Nestparasiten vorliegt. Aber auch dann sollten nur die Kunstnester behandelt werden.

Dank

Unser Dank geht in erster Linie an Ueli Schaffner und Kurt Mohler, auf die die Grundidee für diese Studie zurückgeht. Sie haben die Brutstandorte in Lausen und Eptingen über Jahre betreut und gepflegt. Ohne ihr tatkräftiges Engagement bei der Datengewinnung, bei der Beringung und bei der Reinigung der Nester wäre diese Studie nicht möglich gewesen. Bei der Beringung wurden wir durch Jan von Rönn und Jacques Laesser unterstützt, ab 2021 zusätzlich durch Steffen Hahn und Martins Briedis. Ihnen allen danken wir für ihren Einsatz. Ein weiterer grosser Dank gilt den Grundstücksbesitzerinnen und -besitzern, die auf ihrem Gelände Schwalbentürme errichten liessen oder an ihren Gebäuden Mehlschwalben mit Kunstnestern fördern. Pius Korner hat uns bei den statistischen Analysen unterstützt, wofür ihm ebenfalls herzlich gedankt sei.

Abstract

Roth M, Michler S, Schaffner U, Mohler K (2023) Impact of nest-cleaning methods on colonies of House Martins *Delichon urbicum*. Ornithologischer Beobachter 120: 232–245.

House Martins are often supported with artificial nests in urban areas. However, breeding success in artificial nests is thought to depend on whether and how these nests are cleaned. Studies on other bird species showed a negative impact of ectoparasites on their host birds and their breeding success. We investigated the influence of different nest-cleaning methods on breeding parameters and on the return rate to the breeding site at a total of four House Martin colonies in the canton of Basel-Landschaft. Artificial nests were cleaned using three different methods: In the control group only the nest contents were removed, in a second group they were cleaned with brushes, and in a third group an insect spray was additionally applied. The type of cleaning had a small and statistically rather unclear effect on the breeding parameters (clutch size, hatching success, brood success, fledging success). However, there was a tendency that cleaning with a brush and the simultaneous use of insect spray had a positive influence on the breeding parameters. We found a clear positive influence of the combined cleaning method with respect to the return rate of adult birds in the next breeding season. Overall, the results underline the importance of regular cleaning of artificial nests to reduce parasite loads – this could be a prerequisite for House Martins to successfully breed in artificial nests in the long term.

Literatur

Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2015) Fitting linear mixed-effects models using lme4. Journal of Statistical Software 67 (1): 1–48.

Brown C, Bomberger Brown M, Rannala B (1997) Ectoparasites reduce long-term survival of their avian host. Proceedings of the Royal Society B 262: 313–319.

Bürkner P-C (2021) Bayesian item response modeling in R with brms and Stan. Journal of Statistical Software 100 (5): 1–54.

Christe P, Møller AP, Saino N, Lope F de (2000) Genetic and environmental components of phenotypic variation in immune response and body size of a colonial bird, *Delichon urbica* (the house martin). Heredity 85: 75–83.

Christe P, Møller AP, González G, Lope F de (2002) Intraseasonal variation in immune defence, body mass and hematocrit in adult house martins *Delichon urbica*. Journal of Avian Biology 33: 321–325.

Fitze PS, Tschirren B, Richner H (2004) Life history and fitness consequences of ectoparasites. Journal of Animal Ecology 73: 216–226.

Gallizzi K, Alloitteau O, Harrang E, Richner H (2008) Fleas, parental care, and transgenerational effects on tick load in the great tit. Behavioral Ecology 19: 1225–1234.

Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM (1985) Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 10, Passeriformes (1. Teil). 2. Auflage. Aula, Wiesbaden.

Hund AK, Blair JT, Hund FW (2015) A review of available methods and description of a new method for eliminating ectoparasites from bird nests. Journal of Field Ornithology 86: 191–204.

Keller V, Gerber A, Schmid H, Volet B, Zbinden N (2010) Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Umwelt-Vollzug Nr. 1019. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Knaus P, Antoniazza S, Wechsler S, Guélat J, Kéry M, Strebel N, Sattler T (Herausgeber) (2018) Schweizer Brutvogelatlas 2013–2016: Verbreitung und Bestandsentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Knaus P, Antoniazza S, Keller V, Sattler T, Strebel N (2021) Rote Liste der Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 2124. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Lope F de, González G, Pérez JJ, Møller AP (1993) Increased detrimental effects of ectoparasites on their bird hosts during adverse environmental conditions. Oecologia 95: 234–240.

O'Brien EL, Dawson RD (2005) Perceived risk of ectoparasitism reduces primary reproductive investment in tree swallows *Tachycineta bicolor*. Journal of Avian Biology 36: 269–275.

Oppliger A, Richner H, Christe P (1994) Effect of an ectoparasite on lay date, nest-site choice, desertion, and hatching success in the great tit (*Parus major*). BEHECO 5: 130–134.

R Development Core Team (2021) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien.

Richner H, Heeb P (1995) Are clutch and brood size patterns in birds shaped by ectoparasites? Oikos 73: 435.

Yu-Sung Su, Masanao Yajima (2021) R2jags: using R to run 'JAGS': R package version 0.7-1. https://CRAN.R-project.org/package=R2jags.
Zbinden N, Keller V, Schmid H (2005) Bestandsentwicklung von regelmässig brütenden Vogelarten der Schweiz 1990–2004. Ornithologischer Beobachter 102: 271–282.

Manuskript eingegangen am 27. Dezember 2022

Autorinnen und Beteiligte

Stephanie Michler arbeitet an der Schweizerischen Vogelwarte als Leiterin des Ressorts Artenförderung und leitete zuvor 11 Jahre das Artenförderungsprojekt der Mehlschwalben. Merline Roth hat das Artenförderungsprojekt der Mehlschwalbe von Stephanie Michler übernommen und betreut zusätzlich diverse Projekt zum Thema Gebäudebrüter. Ueli Schaffner und Kurt Mohler sind sehr aktive Naturschützer und betreuen neben den Mehlschwalbenkolonien noch weitere Arten wie z.B. Mauersegler, Waldkauz und Turmfalke.

Merline Roth und Stephanie Michler, Seerose 1, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, E-Mail merline.roth@vogelwarte.ch, stephanie.michler@vogelwarte.ch