

GEORG-FLEMMIG-STRASSE 5
36381 SCHLÜCHTERN

1. VORSITZ: DR. KARL-HEINZ SCHMIDT
TELEFON +49 6661 6712
MOBIL +49 170 1510907
WWW.FORSCHUNG-OEFS.DE
INFO@FORSCHUNG-OEFS.DE



Einfluss des Klimawandels auf Brutverluste bei höhlenbrütenden Singvögeln durch Siebenschläfer (*Glis glis*)

zur Fragestellung der

„Verwendbarkeit vorhandener Datenreihen zur Feststellung von Klimaänderung“
im Rahmen des Aufgabengebietes

„Entwicklung und Weiterentwicklung von Indikatoren- und Monitoringsystemen zum
Klimawandel“ des Fachzentrums für Klimawandel

Abschlussbericht

Laufzeit: 15. November 2012 bis 15. November 2013

Projektleitung: Dr. Karl-Heinz Schmidt

Projektbearbeitung: Dr. Carina Scherbaum-Heberer, Dipl.-Biol. Bettina Koppmann-Rumpf

Auftraggeber: Fachzentrum Klimawandel Hessen im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie

Projektbetreuung: Fachzentrum Klimawandel Hessen

Schlüchtern, November 2013



Forschungsprogramm INKLIM-A und weitere Projekte

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Beschreibung/Problemstellung	4
Untersuchungsgebiete	5
Methode.....	6
Ergebnisse	10
1. Temperaturverläufe in warmen und moderaten Frühjahren.....	10
2. Überschneidung zwischen höhlenbrütenden Singvögeln und Siebenschläfern in Jahren mit warmen bzw. moderaten Frühjahren.....	11
3. Auswirkungen der unterschiedlichen Überschneidung der Nistkastennutzung des Siebenschläfers auf Kohlmeise, Blaumeise und Kleiber	17
Diskussion/Bewertung der Ergebnisse	22
Ausblick/Forschungs-/Untersuchungsbedarf	25
Literatur	26

Zusammenfassung

Im Rahmen einer seit Anfang der 1970er Jahre an der Ökologischen Forschungsstation Schlüchtern e. V., ehemals Ökologische Außenstelle der Goethe-Universität Frankfurt am Main, durchgeführten Langzeitstudie an höhlenbrütenden Singvögeln wurden brutbiologisch relevante Daten an Nutzern von Nistkästen erhoben. Für die vorliegende Studie liegen Datenreihen aus zwei bewaldeten Untersuchungsgebieten mit einer Gesamtzahl von 161 Nistkästen nahe der Städte Bad Soden-Salmünster (50°17'N, 9°22'O) und Steinau a. d. Straße (50°19'N, 9°27'O) vor. Es wurden für jedes Untersuchungsgebiet ein hinsichtlich der Temperatur moderates (2004 bzw. 2010) und ein besonders warmes Frühjahr (2003 bzw. 2011) ausgewählt. Die brutbiologischen Daten wurden in Bezug auf Überschneidungen zwischen höhlenbrütenden Singvögeln und dem Siebenschläfer (*Glis glis*) sowie Auswirkungen auf Kleiber (*Sitta europea*), Kohlmeise (*Parus major*) und Blaumeise (*Cyanistes caeruleus*, Syn. *Parus caeruleus*) betrachtet. Für die warmen Frühjahre kann eine frühere und weiträumigere Nistkastennutzung durch Siebenschläfer beobachtet werden. Dies bedingt eine stärkere zeitliche und räumliche Überschneidung mit Singvögeln und damit vermehrt Plünderungen an Vogelbruten. Hierbei ist die Kohlmeise als häufigste Art anteilmäßig am stärksten betroffen, gefolgt von der Blaumeise und dem Kleiber, der den geringsten Anteil an geplünderten Bruten aufweist.

Beschreibung/Problemstellung

Im Rahmen einer Studie zum Einfluss des Klimawandels auf die Konkurrenz zwischen höhlenbrütenden Singvögeln, Kleinsäufern und Insekten im Auftrag des Fachzentrums Klimawandel Hessen im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (SCHERBAUM-HEBERER ET AL. 2011) konnten Bestandserhöhungen und Verfrühungsphänomene auf dem Hintergrund steigender Frühjahrstemperaturen festgestellt werden. Die Untersuchung basiert auf Daten aus einer Langzeitstudie im Raum Schlüchtern (50°21'N, 9°31'O) in Osthessen, in deren Verlauf seit 1969/1970 kontinuierlich Daten zur Brutbiologie höhlenbrütender Singvögel an künstlichen Nisthilfen (Nistkästen) erhoben werden. So konnten beispielsweise für den höhlenbrütenden Kleiber (*Sitta europaea*) sowie u. a. den Siebenschläfer (*Glis glis*) Bestandszunahmen über eine Laufzeit von 38 Untersuchungsjahren beobachtet werden. Zudem zeigten sich Verfrühungen im Legebeginn der Vögel sowie im Beginn der Nistkastennutzung durch Kleinsäuger und Wespen, also Verschiebungen der zeitlichen Nistkastennutzung. Von den Beobachtungen wird auf eine zunehmende zwischenartliche Konkurrenz geschlossen. Im Falle eines Zusammentreffens von Siebenschläfern und höhlenbrütenden Singvögeln kommt es zu Plünderungen von Gelegen, Jungvögeln und teilweise auch Altvögeln (HENZE & GEPP 2004). Unter dem Vorzeichen einer weiter fortschreitenden Klimaerwärmung und einem damit einhergehenden verstärkten Auftreten von Extremtemperaturen könnten weitere Bestandszunahmen sowie eine weitere Verfrühung zur Verschärfung der Konkurrenz um Nistkästen führen. Auf diesem Hintergrund konzentriert sich die vorliegende Studie auf Beobachtungen hinsichtlich Plünderungen in außerordentlich warmen Frühjahren und stellt sie Beobachtungen von im Hinblick auf die Temperaturen moderaten Frühjahren gegenüber.

Der zu den Nagetieren zählende Siebenschläfer gehört zur Familie der Schlafmäuse oder Bilche (Gliridae). Er zeichnet sich durch eine streng arboreale, d. h. an Bäume gebundene Lebensweise und Nachtaktivität aus (BIEBER 1995). Zudem hält er einen von Oktober/November bis Mai/Juni dauernden Winterschlaf, zumeist in bis zu einem Meter Tiefe in selbst gegrabenen Erdhöhlen oder verlassenen Mäusehöhlen (SCHLUND 1996). Der Siebenschläfer nutzt Vogelnistkästen für den Tagesschlaf sowie für die Jungenaufzucht und trägt häufig frisches Laub als Nestmaterial ein.

Untersuchungsgebiete

Die verwendeten Daten entstammen zwei Untersuchungsgebieten. Die darin ausgebrachten Holzbeton-Nistkästen vom Typ „Bayerischer Giebelkasten“ besitzen ein 32 mm-Einschlupfloch und sind jeweils in einer Höhe von 1,40 bis 1,70 m an Bäumen angebracht.

1. Untersuchungsgebiet „Bad Soden-Wildpark“, nachfolgend als „Untersuchungsgebiet 1“ bezeichnet

Das Untersuchungsgebiet liegt auf 220 - 320 m über NN. Der Ausgangspunkt der linear im Abstand von jeweils 50 m angebrachten 67 Nistkästen liegt ca. 1 km nordwestlich der Stadt Bad Soden Salmünster. Der ca. 140 Jahre alte Mischwald besteht vorrangig aus Eiche (*Quercus spec.*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) mit eingestreuter Fichte (*Picea abies*), Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Lärche (*Larix decidua*) und weist eine gut entwickelte Strauch- und Krautschicht auf.

2. Untersuchungsgebiet „Steinau Bellinger Berg“, nachfolgend als „Untersuchungsgebiet 2“ bezeichnet

Das auf 240 m über NN gelegene Untersuchungsgebiet befindet sich 4 km südwestlich der Stadt Schlüchtern und 2 km östlich der Stadt Steinau an der Straße am Fuße des Bellinger Bergs (50°20'N, 9°30'O). Es ist von einem ca. 130jährigen Laubmischwald mit gut entwickelten Strauch- und Krautschichtbereichen bestanden. Zwei Drittel des Waldes werden durch Eiche und Rotbuche, ein Drittel durch Eiche und Hainbuche (*Carpinus betulus*) dominiert. Die insgesamt 94 Nistkästen sind flächig auf 5,6 ha verteilt.



Abbildung 1: Lage der beiden Untersuchungsgebiete

Methoden

Die zugrunde liegende Untersuchungsmethode sind Nistkastenkontrollen mit brutbiologischer Datenaufnahme in wöchentlichen Abständen im Zeitraum zwischen der ersten Aprilwoche und dem Ausfliegen der jährlich letzten Vogelbrut, in der Regel etwa Anfang bis Mitte Juni. Für die Datenaufnahme wurden alle Nistkästen geöffnet und standardisierte Brutparameter erhoben. Für die vorliegende Untersuchung wurden schwerpunktmäßig folgende Parameter berücksichtigt: Vogelart, Gelegegröße, Zustand des Geleges (kalt, d.h. noch nicht bebrütet, oder warm, d.h. bereits bebrütet), Jungvogelzahl, Plünderungen). Des Weiteren wurden Jungvögel und wenn möglich Altvögel (= Elterntiere) mittels Beringung markiert. Zusätzlich wurden im Zuge der Datenerhebung auch alle weiteren Nistkastennutzer, bei denen es sich nicht um Vögel handelte, wie beispielsweise Kleinsäuger, aufgenommen. Im Falle einer Plünderung von Vogelbruten wurde diese protokolliert und soweit möglich der Verursacher bestimmt. Neben der Anwesenheit im Nistkasten weisen auch Exkremente und wie oben beschrieben eingetragene frische Laubblätter den Siebenschläfer als Verursacher einer Plünderung aus.

Für die vorliegende Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf die Höhlenbrüter Kohlmeise (*Parus major*), Blaumeise (*Cyanistes caeruleus*, Syn. *Parus caeruleus*) und Kleiber (*Sitta europea*) gelegt.

Im Rahmen eines weiteren Projekts zur Sozialstruktur von Siebenschläfern wurden in Untersuchungsgebiet 2 ab dem Auftauchen des ersten Individuums bei der wöchentlichen Brutkontrolle zusätzliche Daten erhoben. Hierfür wurden täglich alle Nistkästen ohne Öffnen und damit ohne Störung für die Nistkastennutzer mit Hilfe eines externen Lesegerätes auf Besatz durch markierte Siebenschläfer überprüft. Auf diese Weise lassen sich Tiere, die subkutan mit passiven Transpondern markiert wurden, nachweisen. Diese Daten wurden in die vorliegende Studie einbezogen und liefern im Gegensatz zu Untersuchungsgebiet 1 ein höher aufgelöstes Bild der Nistkastennutzung durch markierte Siebenschläfer.

Der Fokus der Auswertung wurde im Falle der Kohl- und Blaumeise auf die Erstbruten gelegt, da Zweit- bzw. Ersatzbruten zeitlich später angesiedelt sind und damit von vorneherein ein stärkeres Gefährdungspotential besteht. Kleiber brüten in der Regel jährlich nur einmal (SINGER 1997).

Um ein Maß für die Nutzungsdauer von Nistkästen durch die einzelnen Vogelarten zu erhalten, wurde der mittlere Legebeginn aller Erstbruten (bzw. im Falle des Kleibers aller Bruten) errechnet. Ausgehend von der Beobachtung, dass die Weibchen jeden Tag ein Ei legen (KLUIJVER 1951), wurde mit Hilfe der mittleren Gelegegröße der Erstbruten (bzw. im Falle des Kleibers aller Bruten) unter der Annahme einer 14tägigen Bebrütungsdauer und einer 20tägigen Nestlingszeit bei Kohl- und Blaumeise bzw. einer 24tägigen Nestlingszeit beim Kleiber die mittlere Nutzungsdauer von Nistkästen errechnet. Diese wurde in zwei Phasen, die Brutphase, bestehend aus der Lege- und Bebrütungsphase, sowie die Nestlingsphase, d. h. die Zeitdauer vom Schlupf bis zum Ausfliegen der Jungvögel, unterteilt. Hierfür wurden alle Fälle einbezogen, für die der Legebeginn nachzuvollziehen war. Befand sich bei der Nistkastenkontrolle ein brütendes oder huderndes, d. h. ein die Jungen wärmendes Weibchen im Nistkasten, so wurde dieser ohne Ermittlung der Gelegegröße wieder geschlossen, um massive Störungen und die damit häufig einhergehende Aufgabe der Brut zu verhindern.

Bei der Auswahl des Datenmaterials wurde darauf geachtet, möglichst aktuelle Daten (aus der letzten Dekade) mit unterschiedlich ausgeprägten Frühjahrstemperaturen (hoch bzw. moderat) zu verwenden. Hierfür wurden seitens des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Temperaturdaten (Tagesmittelwerte) der den Untersuchungsgebieten am nächsten gelegenen Luftmessstation Spessart zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise konnten die lokalen Temperaturverhältnisse bei der Auswahl berücksichtigt werden.

Aufgrund der zitierten langfristig beobachteten Bestandszunahmen wurde außerdem darauf geachtet, Jahre zu wählen, die zeitlich möglichst nahe beieinander liegen, um bezüglich Bestandsgrößen für beide Jahre von vergleichbaren Zahlen ausgehen zu können. Wichtig war außerdem, dass in den betrachteten Zeiträumen wenige oder idealerweise keine Plünderungen durch weitere potentielle Nesträuber wie Wiesel (*Mustela spec.*), Baumarder (*Martes martes*) und Waschbär (*Procyon lotor*) vorlagen, um ein möglichst unverfälschtes Bild der Konkurrenzsituation zwischen Siebenschläfer und höhlenbrütenden Singvögeln zu erhalten.

Die beschriebenen Auswahlkriterien trafen für Untersuchungsgebiet 1 auf die Untersuchungsjahre 2003 und 2004 zu. Das Jahr 2003 mit seiner extremen sommerlichen Hitzewelle in Europa wird im Zusammenhang mit der globalen Klimaveränderung häufig zitiert (LOMBORG 2009). Auch die für diese Untersuchung relevanten Monate April, Mai und Juni wurden für das gesamte Bundesland Hessen im Vergleich mit dem Jahresmittelwert von 1961 -1990 als zu warm eingestuft (HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2003). Für das Jahr 2004 wurde hessenweit der Monat April im Vergleich zu dem genannten Jahresmittelwert als zu warm, der Mai als zu kalt und der Juni als etwas zu kalt eingestuft (HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2004).

Für Untersuchungsgebiet 2 erfüllten die Untersuchungsjahre 2010 und 2011 die genannten Voraussetzungen. In Bezug auf ganz Hessen waren die Temperaturverhältnisse des Jahres 2011 im Vergleich mit dem Jahresmittelwert von 1961 - 1990 ebenfalls zu warm: Der Monat April wurde demnach als viel zu warm, der Mai als zu warm und der Juni als etwas zu warm eingestuft (HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2011). Für das Jahr 2010 wurde in der landesweiten Betrachtung der April als zu warm eingestuft, gefolgt von einem zu kalten Mai und einem zu warmen Juni (HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE 2010).

Für die statistische Auswertung wurden die Beobachtungsdaten zunächst mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Die Signifikanzniveaus wurden nach BÜHL & ZÖFEL (2002) wie folgt festgelegt:

- $p > 0,05$ = nicht signifikant
- $p \leq 0,05$ = signifikant
- $p \leq 0,01$ = (sehr) signifikant
- $p \leq 0,001$ = (höchst) signifikant

Das Datenmaterial wurde anhand folgender zentraler Fragestellungen analysiert:

1. Wie stark ist die Überschneidung der Nistkästen nutzenden Arten in Jahren mit moderaten bzw. besonders warmen Frühjahren?
2. Welche Auswirkungen hat die unterschiedliche Überschneidung auf drei ausgewählte Höhlenbrüterarten – Kleiber, Kohl- und Blaumeise?

Ergebnisse

1. Temperaturverläufe in warmen und moderaten Frühjahren

Im Folgenden sind die Verläufe der Tagesmittelwerte für die brutbiologisch relevanten Frühjahre, jeweils für den Untersuchungszeitraum zwischen 1. April und 30. Juni dargestellt.

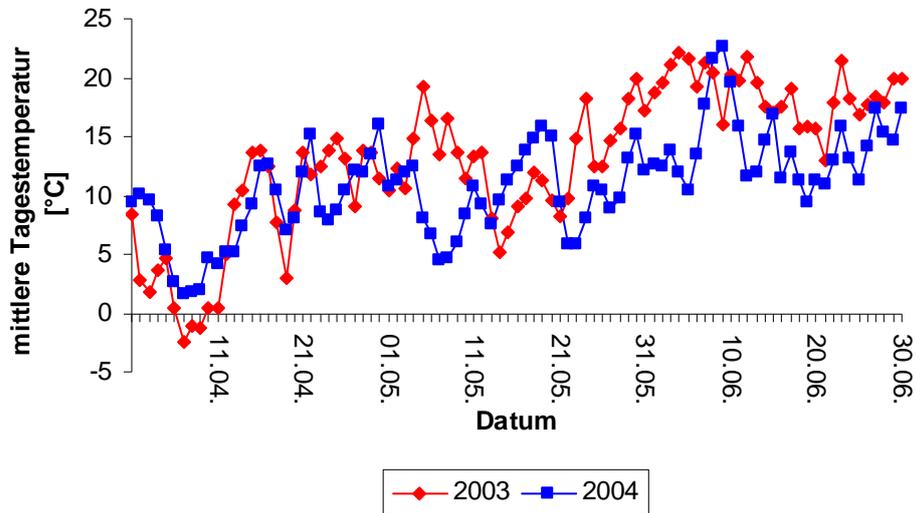


Abbildung 2: Verlauf der mittleren Temperatur vom 1. April bis 30. Juni an der Luftmessstation Spessart des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) für die **Untersuchungsjahre 2003 (hohe Frühjahrstemperaturen)** und **2004 (moderate Frühjahrstemperaturen)**.

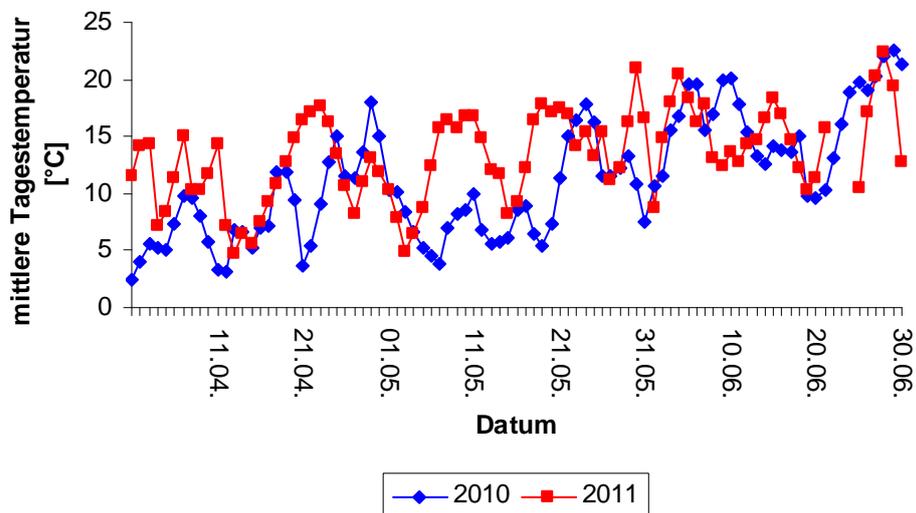


Abbildung 3: Verlauf der mittleren Temperatur vom 1. April bis 30. Juni an der Luftmessstation Spessart des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) für die **Untersuchungsjahre 2010 (moderate Frühjahrstemperaturen)** und **2011 (hohe Frühjahrstemperaturen)**. Für den Zeitraum 22.06.2011-24.06.2011 liegen keine Messwerte vor.

Die Temperaturverläufe der als warm eingestuft Frühjahre zeigen für beide Untersuchungsgebiete über weite Strecken höhere Temperaturen als die Verläufe der als moderat eingestuft Frühjahre.

2. Überschneidung zwischen höhlenbrütenden Singvögeln und Siebenschläfern in Jahren mit warmen bzw. moderaten Frühjahren

Um ein Maß für die Ausweitung der Aktivität des Siebenschläfers im Laufe des Frühjahrs zu erhalten, wurde für jeden Kontrolltag die bis dato bekannte Anzahl der genutzten Nistkästen aufsummiert. Die folgende Darstellung verdeutlicht den Anstieg der Nistkastennutzung für Untersuchungsgebiet 1. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde sowohl in dieser als auch in der nachfolgenden Abbildung auf die Darstellung der Nullwerte für die Kontrolltage ohne Siebenschläfernachweis verzichtet.

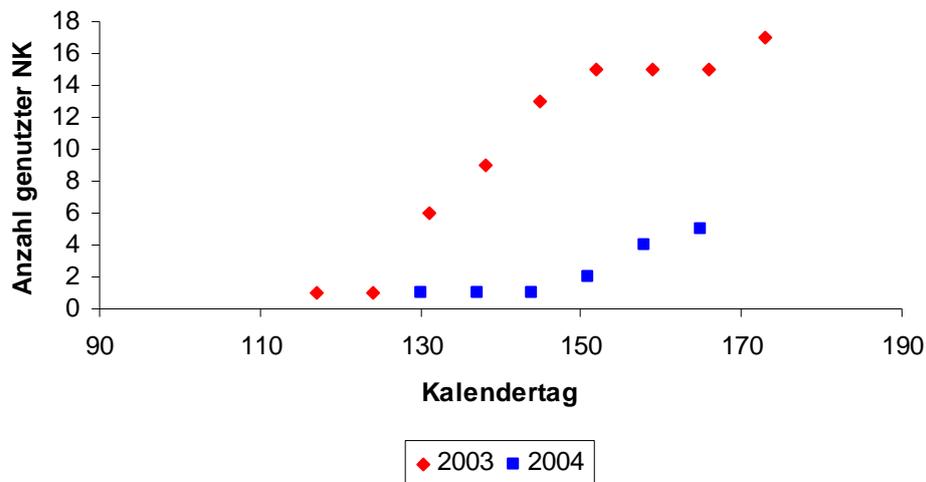


Abbildung 4: Summenkurven der bis zum jeweiligen Kontrolltag nachweislich durch Siebenschläfer genutzten Nistkästen für das warme Frühjahr 2003 und das moderate Frühjahr 2004 in Untersuchungsgebiet 1; Abkürzungen: NK = Nistkästen.

Im warmen Frühjahr 2003 tritt der Siebenschläfer zwei Wochen früher auf als im moderaten Frühjahr 2004. Er nutzt im Verlauf der Brutsaison mit insgesamt 17 rund 25 % der zur Verfügung stehenden Nistkästen und damit signifikant mehr als im moderaten Frühjahr 2004 (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p < 0,01$). In diesem können Siebenschläfer in lediglich fünf Nistkästen nachgewiesen werden, das entspricht rund 7 % der zur Verfügung stehenden Gesamtzahl.

In Untersuchungsgebiet 2 zeigt sich, bedingt durch die eingangs beschriebenen täglichen Kontrollen, ein recht detailliertes Bild genutzter Nistkästen:

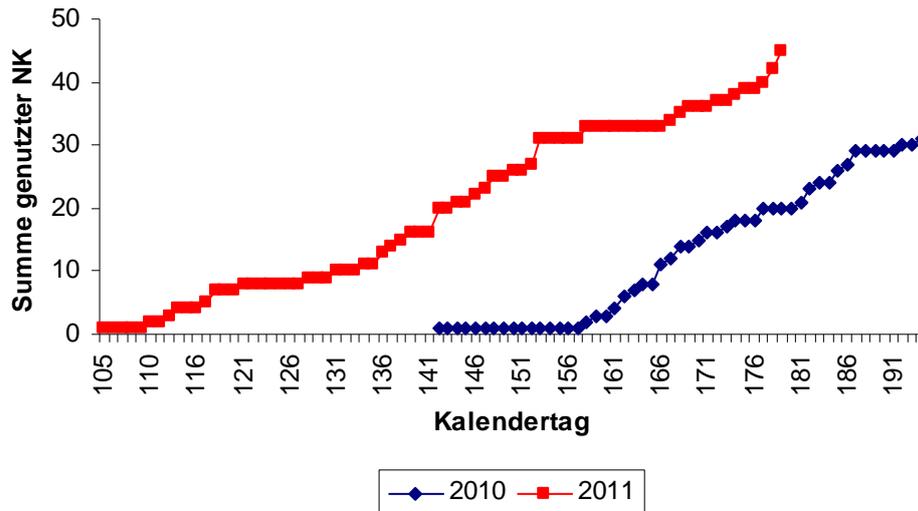


Abbildung 5: Summenkurven der bis zum jeweiligen Kontrolltag nachweislich durch Siebenschläfer genutzten Nistkästen für das moderate Frühjahr 2010 und das warme Frühjahr 2011 in Untersuchungsgebiet 2; Abkürzungen: NK = Nistkästen.

Im warmen Frühjahr 2011 können Siebenschläfer 37 Tage, also rund fünf Wochen, früher nachgewiesen werden als im moderaten Frühjahr 2010. Sie nutzen insgesamt 45 Nistkästen, dies entspricht rund 48 %, also beinahe der Hälfte der Gesamtanzahl. Diese Werte liegen signifikant höher als im moderaten Frühjahr 2010 (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p < 0,001$). In diesem können Siebenschläfer lediglich in 31 Nistkästen nachgewiesen werden, dies entspricht einem Anteil von rund 33 %.

Um zu überprüfen, wie sich die Überschneidung zwischen Siebenschläfern und höhlenbrütenden Singvögeln darstellt, wurden, ausgehend vom mittleren Legebeginn, die durchschnittliche Brut- und Nestlingsphase wie eingangs beschrieben errechnet und unter die für Siebenschläfer ermittelten Summenkurven gelegt. Bei dieser Darstellung wurden die Nullwerte für Kontrolltage ohne Siebenschläfer nachweise berücksichtigt.

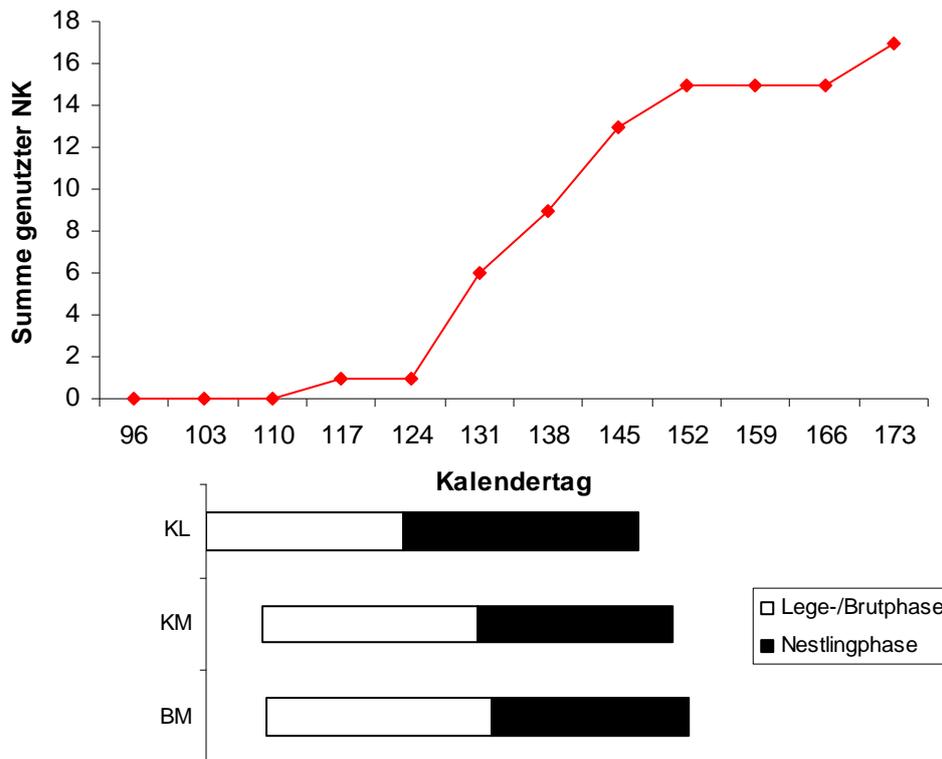


Abb. 6: Summenkurve genutzter Nistkästen und Darstellung des mittleren Legebeginns sowie der mittleren Brut- und Nestlingsphase von Brutten des Kleibers sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise im warmen Frühjahr 2003 in Untersuchungsgebiet 1; Abkürzungen: NK = Nistkästen; KL = Kleiber ; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; Anzahl Brutten KL = 19; Anzahl Erstbruten: KM = 24, BM = 9.

Während im warmen Frühjahr 2003 die Bebrütungsphase des Kleibers beim Erscheinen der ersten Siebenschläfer fast abgeschlossen ist, fällt für Kohl- und Blaumeise das letzte Drittel dieser Phase mit dem Anstieg der Summenkurve zusammen. Für alle drei Vogelarten überschneiden sich Nestlingsphase und steigende Siebenschläfer-Präsenz. Beim Kleiber fliegen die Jungvögel aufgrund des frühen Bruttermins früher aus, so dass hier der Zeitraum für ein mögliches Aufeinandertreffen mit dem Siebenschläfer vergleichsweise kürzer ist.

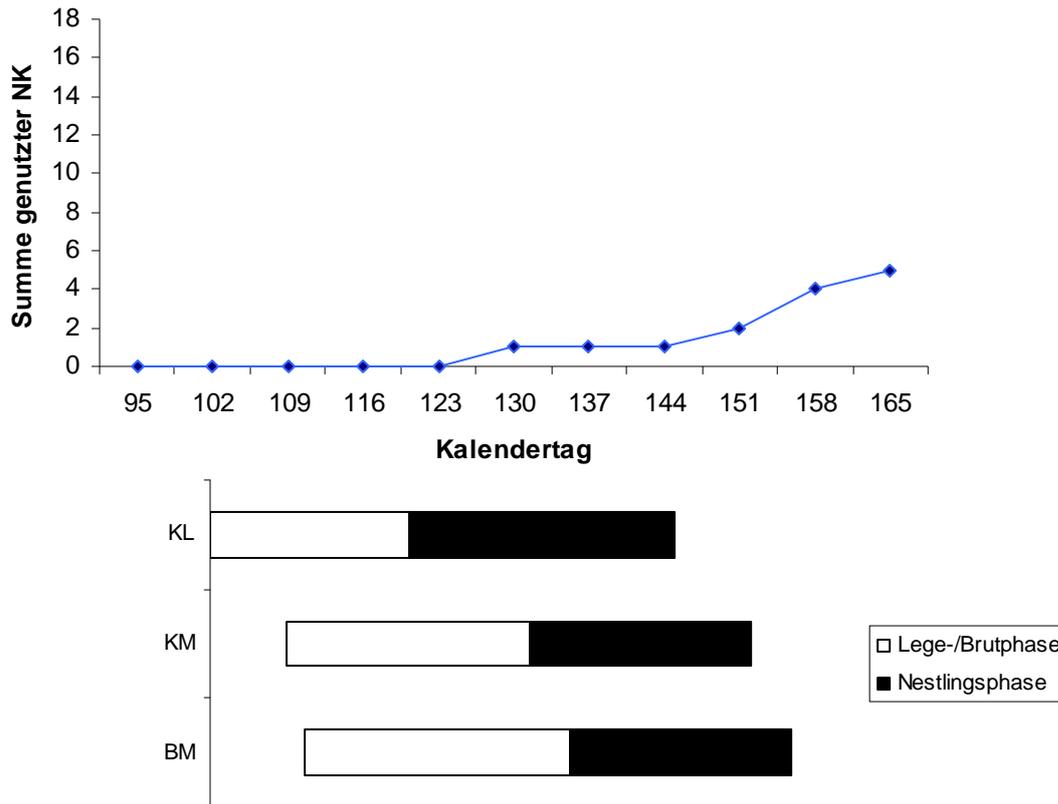


Abb. 7: Summenkurve genutzter Nistkästen und Darstellung des mittleren Legebeginns sowie der mittleren Brut- und Nestlingsphase von Brutten des Kleibers sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise im moderaten Frühjahr 2004 in Untersuchungsgebiet 1.
Abkürzungen: NK = Nistkästen; KL = Kleiber ; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise;
Anzahl Brutten KL = 12; Anzahl Erstbruten: KM = 26, BM = 5.

Im moderaten Frühjahr 2004 fällt der erste Siebenschläfernachweis mit der Nestlingsphase des Kleibers, dem mittleren Schlupftermin der Kohlmeise und der späten Bebrütungsphase der Blaumeise zusammen. Die vergleichsweise flache Summenkurve steigt erst mit dem mittleren Ausflugstermin der Kohlmeisen an. Die zeitliche und räumliche Überschneidung ist im Vergleich zum Vorjahr gering.

Für den mittleren Legebeginn der drei Vogelarten können zwischen den beiden Jahren keine statistisch relevanten Unterschiede festgestellt werden (t-Test für unabhängige Stichproben: $p > 0,05$).

Betrachtet man die Summen der von Siebenschläfern genutzten Nistkästen und die Nutzungszeit der Nistkästen durch Erstbruten für Untersuchungsgebiet 2, ergibt sich ein ähnliches Bild.

Zu Gunsten der Lesbarkeit wurde bei der Summenkurve auf die Darstellung der Nullwerte für die wöchentlichen Brutkontrolltage ohne Siebenschläferfunde verzichtet.

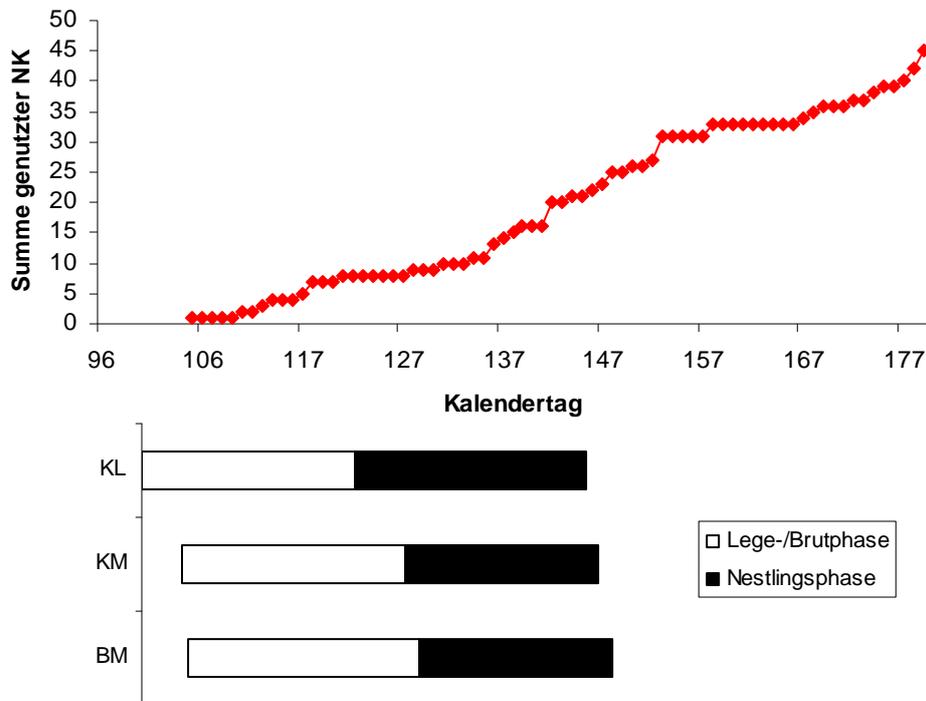


Abb. 8: Summenkurve genutzter Nistkästen und Darstellung des mittleren Legebeginns sowie der mittleren Brut- und Nestlingsphase von Brutten des Kleibers sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise im warmen Frühjahr 2011 in Untersuchungsgebiet 2; Abkürzungen: NK = Nistkästen; KL = Kleiber; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; Anzahl Brutten KL = 4; Anzahl Erstbruten: KM = 27, BM = 10.

Im warmen Frühjahr 2011 fällt die Ausweitung der Nistkastennutzung durch Siebenschläfer mit der letzten Hälfte der Bebrütungsphase des Kleibers zusammen. Die später brütenden Kohl- und Blaumeisen befinden sich in diesem Zeitraum noch in der ersten Hälfte der Lege- und Bebrütungsphase. Zur Zeit des mittleren Ausflugstermins der Kleiberjungen liegen bereits Siebenschläferfunde für 21 Nistkästen vor, dies entspricht einem Anteil von rund 22 %. Beim mittleren Ausflugstermin der Kohlmeisen liegt der Wert bei 22 Nistkästen, entsprechend rund 23 %. Zum entsprechenden Termin der Blaumeisen können 23 durch Siebenschläfer genutzte Nistkästen und damit ein Anteil von rund 24 % nachgewiesen werden.

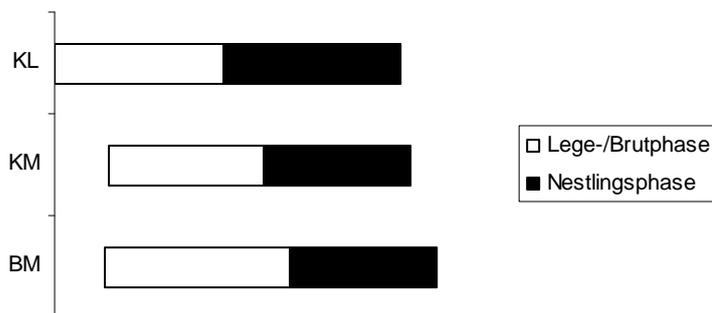
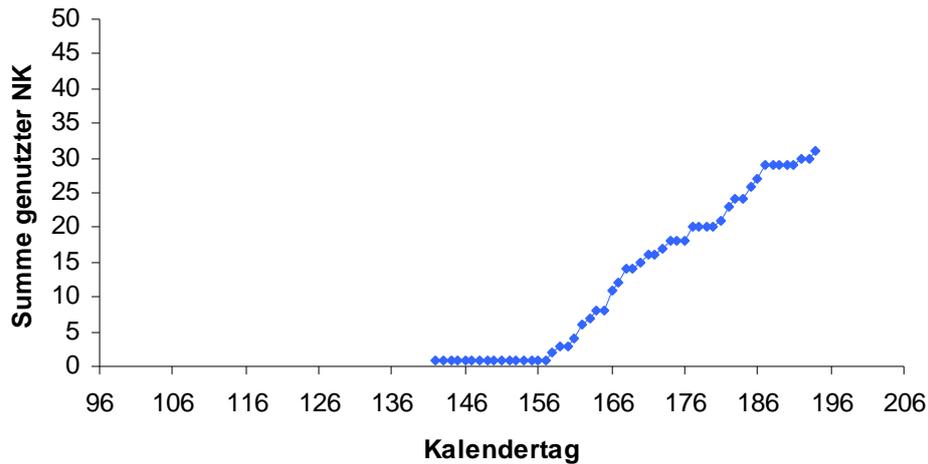


Abb. 9: Summenkurve genutzter Nistkästen und Darstellung des mittleren Legebeginns sowie der mittleren Brut- und Nestlingsphase von Brutten des Kleibers sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise im moderaten Frühjahr 2010 in Untersuchungsgebiet 2.

Abkürzungen: NK = Nistkästen; KL = Kleiber; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; Anzahl Brutten KL = 3; Anzahl Erstbruten: KM = 27, BM = 13.

Die ersten Siebenschläfer nachweise fallen im moderaten Frühjahr 2010 kurz vor den mittleren Ausflugstermin der jungen Kleiber und ins jeweils letzte Viertel der Nestlingszeit von Kohl- und Blaumeise. Die Ausweitung der Nistkastennutzung durch Siebenschläfer fällt zeitlich hinter den mittleren Ausflugstermin der Erstbruten aller drei Vogelarten.

Für den mittleren Legebeginn lassen sich für keine der untersuchten Arten statistisch relevante Unterschiede zwischen den beiden Jahren finden (t-Test für unabhängige Stichproben: $p > 0,05$).

3. Auswirkungen der unterschiedlichen Überschneidung der Nistkastenutzung des Siebenschläfers auf Kohlmeise, Blaumeise und Kleiber

Nachfolgend ist zunächst die Gesamtzahl der pro Untersuchungsjahr vorhandenen und die Zahl der davon durch Siebenschläfer geplünderten Erstbruten aller nachgewiesenen Vogelarten für Untersuchungsgebiet 1 dargestellt.

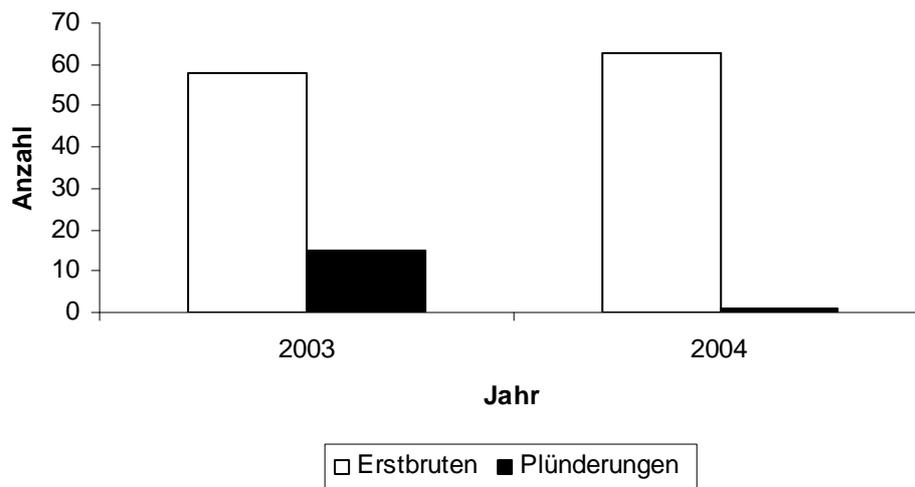


Abb. 10: Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Erstbruten (alle nachgewiesenen Vogelarten) bzw. im Falle des Kleibers alle Bruten und Anzahl der nachweislich durch Siebenschläfer geplünderten Bruten im warmen Frühjahr 2003 und im moderaten Frühjahr 2004 in Untersuchungsgebiet 1.

Im warmen Frühjahr 2003 können insgesamt 15 durch Siebenschläfer geplünderte Erstbruten (bzw. im Falle des Kleibers alle Bruten) festgestellt werden, bei einer Gesamtzahl von 58 Erstbruten aller angetroffenen Vogelarten gehen rund 26 % verlustig. Zusätzlich können in drei Fällen Plünderungen nachgewiesen werden, deren Verursacher aber nicht sicher bestimmt werden konnten. Würde man diese mutmaßlich dem Siebenschläfer zurechnen, läge der Anteil geplündelter Bruten bei rund 31 %.

Der Anteil der geplünderten Bruten liegt signifikant höher als im moderaten Frühjahr 2004 (Binomialtest: $p < 0,001$), in dem lediglich eine Plünderung durch Siebenschläfer an einer Blaumeisenbrut bei insgesamt 63 nachgewiesenen Bruten festgestellt werden kann. In einem weiteren registrierten Plünderungsfall war eine sichere Zuordnung des Verursachers nicht möglich.

Zur Frage der Auswirkungen der Überschneidungen auf die Arten Kleiber, Kohl- und Blaumeise sind im Folgenden die Verluste im warmen Frühjahr 2003 dargestellt.

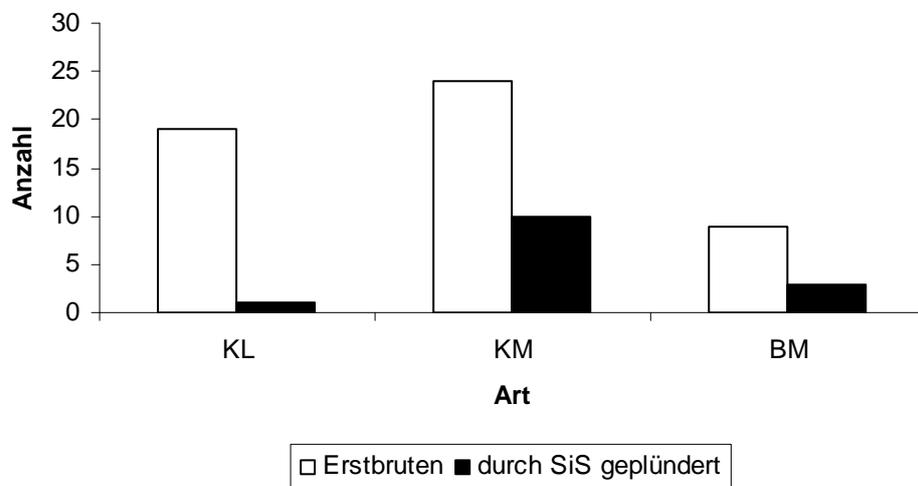


Abb. 11: Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Bruten von Kleiber sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise und Anzahl der nachweislich durch Siebenschläfer geplünderten Bruten im warmen Frühjahr 2003 in Untersuchungsgebiet 1. Abkürzungen: KL = Kleiber; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; SiS = Siebenschläfer; Anzahl Bruten KL = 19; Anzahl Erstbruten: KM = 24; BM = 9.

Während von insgesamt 19 Kleiberbruten lediglich eine, entsprechend 5,2 %, durch den Siebenschläfer geplündert wird, sind im Falle der Kohlmeise mit 10 geplünderten von insgesamt 24 nachgewiesenen Erstbruten rund 42 % betroffen. Bei der Blaumeise werden mit drei von neun Erstbruten rund 33 % geplündert.

Nachfolgend sind die einzelnen Plünderungen im Detail dargestellt. Es wurde geprüft, inwiefern Gelege oder Jungvögel betroffen waren. Die Fälle, bei denen neben dem Gelege bzw. den Jungvögeln auch ein Altvogel oder aber nur der Altvogel betroffen war, wurden zusätzlich gesondert gezählt. Fälle mit im Schlupf befindlichen Jungvögeln wurden zu Gunsten der Übersichtlichkeit der Kategorie „Jungvögel“ zugeteilt.

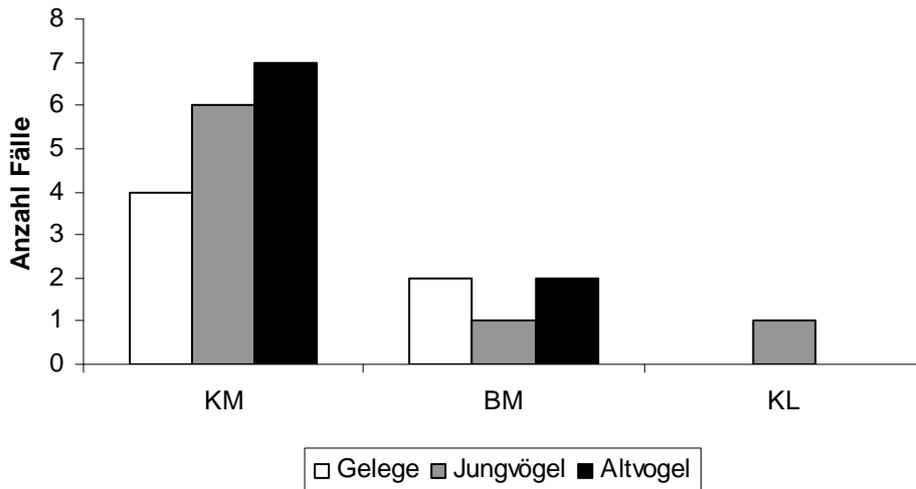


Abbildung. 12: Anzahl der Fälle mit geplünderten Gelegen, getöteten Jungvögeln sowie getötetem Altvogel im warmen Frühjahr 2003 für Untersuchungsgebiet 1.

Abkürzungen: KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; KL = Kleiber;

Anzahl Bruten KL = 19; Anzahl Erstbruten: KM = 24; BM = 9.

Die zehn Plünderungen an Kohlmeisenbruten zeigen in vier Fällen geplünderte Gelege, in sechs Fällen betroffene Jungvögel. Hinzu kommt in sieben dieser Fälle jeweils ein getöteter Altvogel.

Bei der Blaumeise können zwei Fälle mit geplündertem Gelege sowie einer mit getöteten Jungvögeln festgestellt werden. In zwei Fällen wird auch ein Altvogel getötet.

Der am schwächsten betroffene Kleiber zeigt einen Plünderungsfall während der Nestlingsphase. Ermittelt man anhand der geplünderten Gelege, getöteten Jung- und Altvogel die Gesamtzahl der betroffenen Individuen, so zeigt sich ein Verlust von 132 Individuen bei einer Gesamtzahl von 52 betrachteten Bruten.

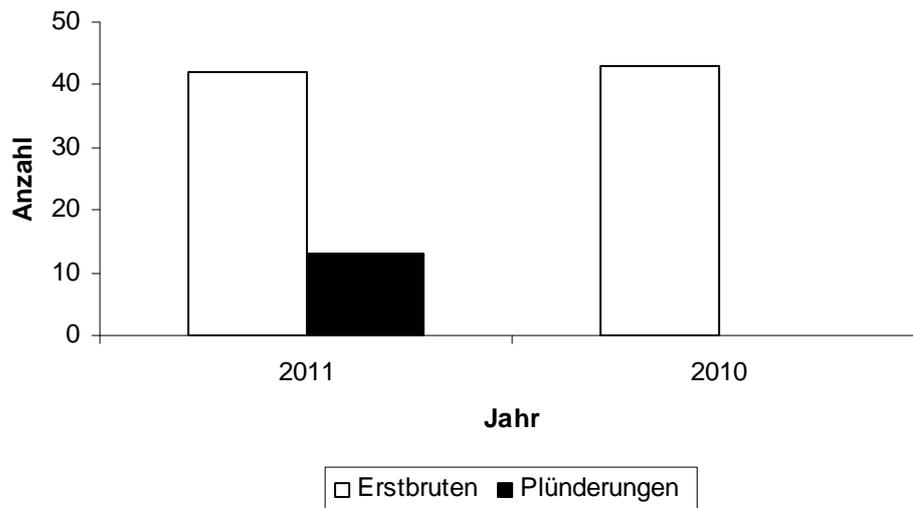


Abb. 13: Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Erstbruten (alle Vogelarten) bzw. im Falle des Kleibers alle Bruten und Anzahl der nachweislich durch Siebenschläfer geplünderten Bruten im **warmen Frühjahr 2011** und im **moderaten Frühjahr 2010** in Untersuchungsgebiet 2.

In Untersuchungsgebiet 2 können im warmen Frühjahr 2011 an 13 der insgesamt 42 nachgewiesenen Erstbruten aller angetroffenen Vogelarten (bzw. im Falle des Kleibers alle Bruten) Plünderungen durch den Siebenschläfer festgestellt werden, dies entspricht einem Anteil von 31 %. Für das moderate Frühjahr 2010 sind keine Fälle von geplünderten Erstbruten zu verzeichnen.

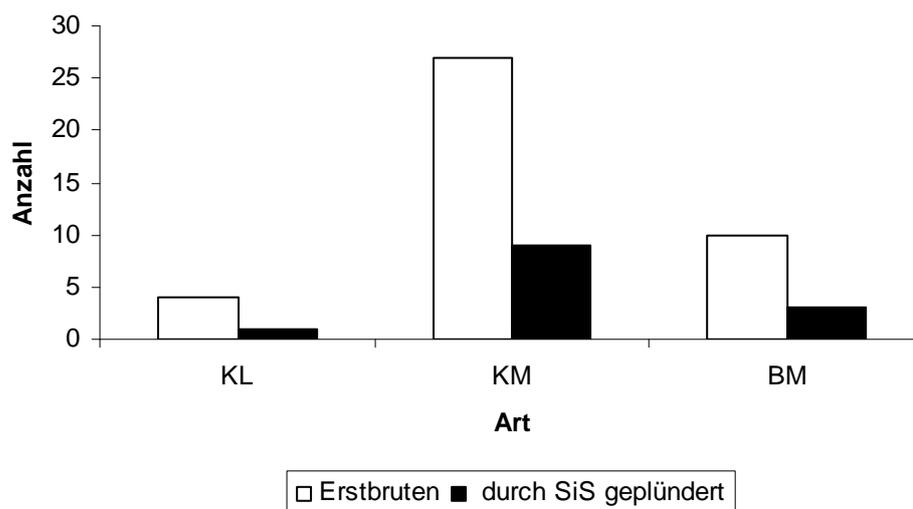


Abb. 14: Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Bruten von Kleiber sowie Erstbruten von Kohl- und Blaumeise und Anzahl der nachweislich durch Siebenschläfer geplünderten Bruten im **warmen Frühjahr 2011** in Untersuchungsgebiet 2.

Abkürzungen: KL = Kleiber; KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; SiS = Siebenschläfer
Anzahl Erstbruten: KL = 4; KM = 27; BM = 10.

Bei der Kohlmeise ist mit insgesamt neun von 27 Erstbruten ein Anteil von rund 37 % von Plünderungen betroffen, bei der Blaumeise liegt der Wert mit drei von zehn Erstbruten bei 30 %. Der Kleiber zeigt, bedingt durch die geringe Gesamtzahl an Bruten, einen Anteil von 25 %.

Wie in Untersuchungsgebiet 1 ist also auch hier die zahlenmäßig am stärksten vertretene Vogelart, die Kohlmeise, anteilig am stärksten von Plünderungen betroffen, gefolgt von der Blaumeise und dem Kleiber.

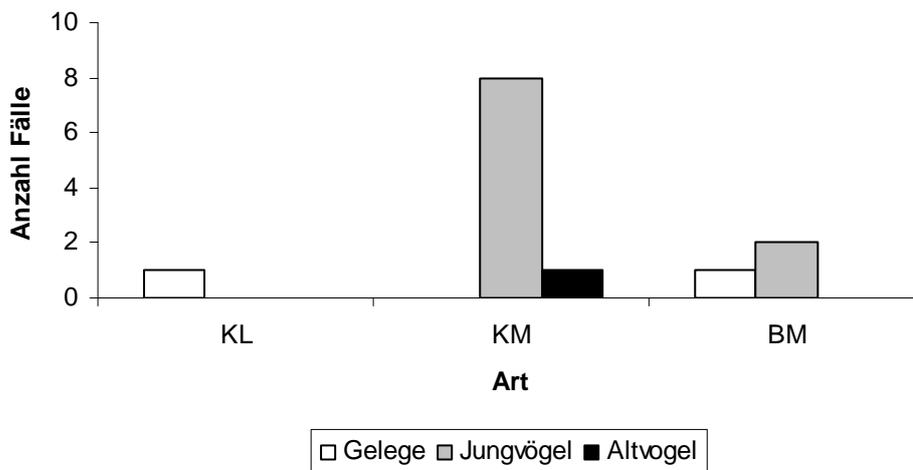


Abbildung 15: Anzahl der Fälle mit geplünderten Gelegen, getöteten Jungvögeln sowie getötetem Altvogel im warmen Frühjahr 2011 für Untersuchungsgebiet 2.

Abkürzungen: KM = Kohlmeise; BM = Blaumeise; KL = Kleiber;

Anzahl Bruten KL = 4; Anzahl Erstbruten: KM = 27; BM = 10.

Für die Kohlmeise lassen sich in acht Fällen Verluste an Jungvögeln und ein Fall einer Altvogeltötung beobachten. Im Falle der Blaumeise verteilen sich die drei Plünderungen auf eine Brut mit Gelege sowie zwei Bruten mit Jungvögeln. Bei der Plünderung der Kleiberbrut ist ein Gelege betroffen.

Zählt man auch hier anhand der Gelege, Jungvögel und Altvögel die Zahl der betroffenen Individuen aus, so zeigt sich, dass bei insgesamt 41 betrachteten Bruten insgesamt 118 Individuen betroffen sind.

Diskussion/Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich in warmen Frühjahren, bedingt durch das vergleichsweise frühere Auftauchen des Siebenschläfers und die Nutzung von mehr Nistkästen räumliche und zeitliche Überschneidungen mit höhlenbrütenden Singvögeln ergeben. Hierbei ist nicht entscheidend, um wie viele Siebenschläfer-Individuen es sich handelt, sondern in welchem Maße sie unterschiedliche Nistkästen nutzen und damit die Wahrscheinlichkeit erhöhen, auf der Suche nach einem Tagesschlafplatz auf Nester, Gelege, Jungvögel und brütende bzw. hudernde Weibchen zu treffen.

Die Konsequenz aus den Überschneidungen zeigt sich in vermehrten Plünderungen. In moderaten Frühjahren sind die Überschneidungen gering, daraus resultieren wenige bis keine Plünderungsereignisse.

KOPPMANN-RUMPF et al. (2003) beobachten bereits für den Zeitraum zwischen den frühen 1970er und späten 1990er Jahren ein verfrühtes Auftreten des Siebenschläfers um im Mittel bis zu vier Wochen. Die bereits eingangs zitierte Studie von SCHERBAUM-HEBERER et al. (2011) zeigt Zusammenhänge zwischen einer über 38 Untersuchungsjahre beobachteten Verfrühung des Siebenschläfers um maximal bis zu rund sieben Wochen und ansteigenden Temperaturen. Zusammenhänge zwischen Temperaturen und dem Winterschlafverhalten des Siebenschläfers sind bekannt. So schreibt bereits HESS (1938) der Temperatur in Verbindung mit vorhandenen Nahrungsreserven im Körper eine entscheidende Rolle für den Winterschlaf zu. Der Studie zufolge bewirken niedrig gehaltene Außentemperaturen eine künstliche Verlängerung des Winterschlafs. KÖNIG (1960) bezeichnet die Temperatur als einen wichtigen sekundären Faktor, der die Tiefe der Lethargie steuert. EISENTRAUT (1955) konstatiert, dass die äußeren Witterungsbedingungen für das Erwachen von winterschlafenden Arten verantwortlich sind und merkt zudem an, dass das in Laborexperimenten beobachtete Erwachen nur bedingt mit dem natürlichen Erwachen vergleichbar sei, da hier diverse unnatürliche Weckreize auf die Tiere einwirkten. JALLAGEAS et al. (1989) zeigen, dass der jährliche Verlauf der Umgebungstemperatur unter anderem den Winterschlafzyklus des Siebenschläfers maßgeblich steuert. PRETZLAFF & DAUSMANN (2011) können auf dem Hintergrund des Klimawandels für die ebenfalls zu den Schlafmäusen zählende Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) Zusammenhänge zwischen erhöhter Außentemperatur und kurzzeitigem Erwachen feststellen.

Die in Untersuchungsgebiet 2 festgestellte Verfrühung des Siebenschläfers um rund fünf Wochen im warmen Frühjahr 2011 geht mit deutlichen Temperaturspitzen bereits Anfang

April einher, wohingegen im gleichen Zeitraum des warmen Frühjahrs 2003 niedrigere Temperaturen vorliegen und damit einhergehend auch die vergleichsweise schwächere Verfrühung um rund zwei Wochen in Untersuchungsgebiet 1 zu erklären sein könnte.

Bezüglich des Legetermins der betrachteten Vogelarten zeigen die Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweils aufeinander folgenden Untersuchungsjahren. Statistisch relevante Verfrühungen des Legebeginns, namentlich eine bis anderthalb Wochen bei Kohl- und Blaumeise sowie bis zu zwei Wochen beim Kleiber, lassen sich hingegen über eine Laufzeit von 38 Untersuchungsjahren feststellen (SCHERBAUM-HEBERER ET AL. 2011). Die Verfrühung ist im Gegensatz zu der des Siebenschläfers vergleichsweise moderat. Der Legebeginn unterliegt neben Temperatureinflüssen auch der Photoperiode (CHMIELEWSKI ET AL. 2013) und bewegt sich daher in engeren Grenzen. Ein winterschlafender Siebenschläfer hingegen kann in seinem Überwinterungsquartier die Photoperiode für gewöhnlich nicht wahrnehmen und wird daher maßgeblich auf andere Faktoren wie z. B. die Temperatur reagieren.

Die prozentualen Anteile geplündelter Bruten zeigen, dass die betrachteten Vogelarten nicht in gleichem Maße betroffen sind. Die Kohlmeise als häufigste Art weist den größten Anteil geplündelter Bruten auf, gefolgt von der zahlenmäßig an zweiter Stelle stehenden Blaumeise. Der Kleiber an dritter Stelle zeigt die geringsten Anteile geplündelter Bruten. Einer umfangreichen Studie (GATTER & SCHÜTT 1999) über die Entwicklung der Höhlenkonkurrenz zwischen höhlenbrütenden Singvögeln und Bilchen sowie Mäusen zufolge wären hinsichtlich Kohl- und Blaumeise geringere Werte zu erwarten gewesen. Die Autoren folgern aus der Präferenz des Siebenschläfers für leere Nistkästen ein Ausweichen vor dem vergleichsweise ausgeprägten Feindverhalten von Kohl- und Blaumeisen. Allerdings basieren die an 180.000 Nistkästen erhobenen Daten auf einmal jährlich stattfindenden Herbstkontrollen und die Autoren räumen ein, dass zu diesem Zeitpunkt nicht immer sicher festzustellen ist, inwiefern eine Brut erfolgreich ausgeflogen ist oder nicht. Zudem lässt sich zum Zeitpunkt der Kontrolle keine sichere Aussage mehr treffen, inwiefern der Siebenschläfer in oder außerhalb der Brutzeit der Vögel in einen Nistkasten eingezogen ist. Inwiefern sich das Abwehrverhalten von Meisen auch in der vorliegenden Studie in Einzelfällen positiv auf den Erhalt der Bruten ausgewirkt hat, lässt sich mangels Beobachtungsmöglichkeiten nicht sagen. In jedem Falle kam es zu Plünderungen und, wie aus den detaillierten Darstellungen der Plünderungsereignisse ersichtlich, für beide

Untersuchungsgebiete zur Tötung von adulten Kohlmeisen, so dass nicht von einer generell erfolgreichen Abwehrstrategie für diese Art ausgegangen werden kann.

Diese Beobachtungen decken sich mit Aussagen zahlreicher weiterer Autoren, die den Siebenschläfer als Nesträuber einstufen (u. a. MANSFELD 1942, THIEM 1940). ADAMIK & KRAL (2008) ermitteln im Rahmen einer tschechischen Studie zu Brutverlusten durch drei Schlafmausarten - Siebenschläfer, Haselmaus und Gartenschläfer (*Dryomys nitedula*) - Verlustanteile zwischen 2,9 und 18,4 % und stufen diese als vergleichsweise moderat ein. ROBEL & LEITENBACHER (1993) ermitteln Verlustanteile zwischen 13,8 und 95 %. Die Anteile in der vorliegenden Studie bewegen sich je nach Art zwischen 5,2 und 42 %. Sieht man von dem stichprobengrößenbedingt relativ hohen prozentualen Anteil beim Kleiber für das Jahr 2011 ab, scheint sich für diese Art der frühe Bruttermin in Bezug auf Gefährdung durch den Siebenschläfer positiv auszuwirken. So weist der Kleiber über 38 Untersuchungs-jahre neben einer Vorverlegung der Eiablage auch signifikante Anstiege der Brutvogelbestände auf (SCHERBAUM-HEBERER ET AL. 2011). Zudem könnte die namensgebende Eigenschaft dieser Art, das Einschluflloch mit Lehm zu verkleinern, Schutz vor dem Eindringen von Siebenschläfern bringen.

ADAMIK & KRAL (2008) betonen die im Verhältnis zu den Altvogel-Männchen besonders hohe Gefährdung weiblicher Altvögel, die bedingt durch Brüten und Hudern zumindest in der frühen Brutphase mehr Zeit im Nest verbringen und dadurch stärker Räubereinflüssen ausgesetzt sind. Stirbt ein Weibchen, so fällt ein reproduzierendes Mitglied der Population und damit die Möglichkeit einer die Verluste eindämmenden Ersatzbrut weg. Im Falle einer Verschärfung der Konkurrenzsituation könnte dies erhöhte Verluste der weiblichen Altvögel mit entsprechend schärferen Konsequenzen für die Größe und Regenerationsfähigkeit der Brutpopulation nach sich ziehen.

Ausblick/Forschungs-/Untersuchungsbedarf

Die der Studie zugrunde liegenden Daten zeigen deutlich, wie sich zeitliche Nutzungsmuster auf dem Hintergrund extremer Temperaturen verschieben und zu einer Konkurrenzsituation führen können. Für den Fall zukünftig vermehrt auftretender Temperaturextreme ist von einer weiteren Verschärfung der beobachteten Situation auszugehen. Insbesondere in Lebensräumen, die einen Mangel an natürlichen Baumhöhlen bzw. Nistkästen aufweisen, ist mit einer empfindlichen Störung von Singvogelpopulationen zu rechnen. Eine Fortführung des langjährigen intensiven brutbiologischen Monitorings ist dringend angeraten, zumal es anhand empirisch erhobener Daten Entwicklungen aufzeigen kann, die in Kurzzeitstudien nicht möglich wären.

Literatur

- ADAMIK & KRAL (2008): Nest losses of cavity nesting birds caused by dormice (Gliridae, Rodentia) - Acta theriologica 53(2): 185-192.
- BIEBER, C. (1995): Ökologische Untersuchungen zur Populationsstruktur und –dynamik sowie zur Reproduktionsbiologie an drei Subpopulationen des Siebenschläfers (*Myoxus glis* L.). Dissertation, Philipps-Universität, Marburg.
- CHMIELEWSKI, FM, BLÜMEL K, SCHERBAUM-HEBERER, C, KOPPMANN-RUMPF, B, SCHMIDT, KH (2013) A model approach to project the start of egg laying of great tit (*Parus major*) due to climate change. Int J Biometeorol 57:287-297: <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-012-0553-7>.
- BÜHL, A & ZÖFEL, P. (2002): SPSS 11-Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows (8. Aufl.). Pearson Studium, München.
- EISENTRAUT, M. (1955): Überwinterung im Tierreich. Kosmos-Verlag, Stuttgart.
- GATTER, W. & SCHÜTT, R. (1999): Langzeitentwicklung der Höhlenkonkurrenz zwischen Vögeln (*Aves*) und Säugetieren (Bilche *Gliridae*, Mäuse *Muridae*) in den Wäldern Baden-Württembergs. Orn. Anz. 38:107-130.
- HENZE, O. & GEPP, J. (2004): Vogelnistkästen in Garten & Wald. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart.
- HESS, W.R.(1938): Beziehungen zwischen Winterschlaf und Außentemperatur beim Siebenschläfer. Z. f. vergl. Physiologie 26: 529-536.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2003): Lufthygienischer Jahresbericht Jahr 2003 Teil I: Kontinuierliche Messungen:
<http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/jahresberichte/jb2003.pdf>
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2004): Lufthygienischer Jahresbericht 2004.
http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/jahresberichte/Lufthygienischer_Jahresbericht_2004.pdf
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2010): Lufthygienischer Jahresbericht 2010 Teil I: Kontinuierliche Messungen
http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/jahresberichte/ljb2010_online_standard.pdf

- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2011): Lufthygienischer Jahresbericht 2011 Teil I: Kontinuierliche Messungen:
http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/luft/jahresberichte/LJB_2011_Internet.pdf
- JALLAGEAS, M; MAS, N. & ASSENMACHER, I. (1989): Further demonstration of the ambient temperature dependence of the annual biological cycles in the edible dormouse, *Glis glis*. J Comp Physiol [B]: 159 (3): 333-338.
- KLUIJVER, H.N. (1951): The population ecology of the Great Tit *Parus major* L.. Ardea 39: 1-135.
- KÖNIG, C. (1960): Einflüsse von Licht und Temperatur auf den Winterschlaf des Siebenschläfers *Glis glis* (Linnaeus 1766). Z. Morph. Ökol. Tiere 48: 545-575.
- KOPPMANN-RUMPF, B., HEBERER, C. & SCHMIDT, K.-H. (2003): Long term study of the reaction of the Edible Dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its interactions with hole-breeding passerines. Acta zool. hung. 49 (Suppl. 1): 69–76.
- LOMBORG, B. (2009): Cool it! Warum wir trotz des Klimawandels einen kühlen Kopf behalten sollten. Pantheon, München: 32.
- MANSFELD, K. (1942a): Über das Auftreten von Bilchen in Nistkästen und ihre Schäden an Vogelbruten. Deutsche Vogelwelt 67:13-20.
- PRETZLAFF, I. & DAUSMANN, K.: Energy budgets in the face of climate change Abstracts of oral presentations – 8th International Dormouse Conference, Görlitz, Germany:
http://www.senckenberg.de/files/content/museum/goerlitz/drewke/abstracts_of_oral_presentations_and_posters.pdf
- ROBEL, K. & LEITENBACHER, G. (1993): Der Einfluß des Siebenschläfers *Glis glis* auf die Höhlenbrüterpopulationen in künstlichen Nisthöhlen am Surspeicher. Orn. Anz. 32: 59-63.
- SCHERBAUM-HEBERER, C., KOPPMANN-RUMPF, B., DUKOVA, S, JANKA, H. & SCHMIDT, K.-H. (2011): Einfluss des Klimawandels auf die Höhlenkonkurrenz zwischen Vögeln, Kleinsäugetern und Insekten. Projektabschlussbericht:
http://klimawandel.hlug.de/fileadmin/dokumente/klima/inklim_a/hoehlenkonkurrenz.pdf
- SCHLUND, W. (1996): Vergleich von Siebenschläferpopulationen (*Myoxus glis* L.) in zwei unterschiedlichen Waldgebieten. Dissertation, Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- SINGER, D. (1997): Die Vögel Mitteleuropas. Franckh-Kosmos, Stuttgart: S.326.
- THIEM, H. (1940): Siebenschläfer und Vogelhege. Z. Säugetierkunde: 94 ff.