

Abschlussbericht

für das Projekt

Douglasien-Reinbestände und Douglasien-Buchen-Mischwälder als Lebensraum für höhle nutzende Tierarten

im Rahmen des Programmes „Interdisziplinäre Forschung zu Klimawandel, Folgen und
Anpassung in Hessen (INKLIM-A)“ des Fachzentrums für Klimawandel

Projektnehmer: Ökologische Forschungsstation Schlüchtern e. V.
Georg-Flemmig-Str.5, 36381 Schlüchtern
Tel.: 06661-6712
www.forschungsstation-schluechtern.de

Projektbeteiligte: Dipl.-Biol. Bettina Koppmann-Rumpf*, Dr. Carina Heberer,
Dr. Karl-Heinz Schmidt

*Kontakt: info@forschung-oefs.de

Projektlaufzeit: 01.12.2013 - 31.05.2017

Inhalt

Zusammenfassung	3
Beschreibung/Problemstellung	5
Material und Methode	8
Ergebnisse	16
I Vögel	16
1. Artenverteilung und Populationsdichte	16
2. Reproduktion	22
2.1 Legebeginn	22
2.2 Eivolumen	23
2.3 Gelegegröße	23
2.4 Schlupfrate	25
2.5 Nestlingsgewichte	26
2.6 Ausflugrate/Bruterfolg	29
2.7 Bruterfolg pro Brutpaar	30
3. Winterpopulationen	35
3.1 Artenverteilung.....	35
3.2 Wintergewichte	36
II Säugetiere	37
1. Artenverteilung und Nistkastennutzung.....	37
2. Reproduktion	40
III Insekten	42
1. Artenverteilung und Populationsdichte	42
2. Reproduktion	45
Diskussion/Bewertung der Ergebnisse	47
Literatur	56

Zusammenfassung

Im Rahmen einer dreijährigen Untersuchung wurden ein Douglasien-Rein- und ein Douglasien-Mischbestand sowie für einige Parameter vergleichend ein Fichten-Mischbestand jährlich von März bis November hinsichtlich ihrer Nutzung durch baumhöhlennutzende Tierarten und deren Reproduktion sowie im Winter bezüglich der Winterpopulationen höhlenbrütender Singvögel untersucht. Alle drei Gebiete sind mit künstlichen Nisthöhlen ausgestattet.

Im Douglasien-Reinbestand konnten ein signifikant kleineres Brutvogelartenspektrum gegenüber dem Fichten-Mischbestand sowie signifikant weniger Insektenarten als im Douglasien-Mischbestand festgestellt werden. Keine statistisch belegbaren Unterschiede traten hingegen im Artenspektrum der Säuger auf.

Eine Nutzung der Nistkästen durch Haselmäuse konnte nur in Einzelfällen, durch Siebenschläfer hingegen vermehrt festgestellt werden, im Douglasien-Mischbestand reproduzierten Siebenschläfer nachweislich. Auffallend hoch war die Nutzung des Douglasien-Reinbestands durch Fledermäuse.

Die Siedlungsdichten bzw. die Intensität der Nistkastennutzung bei allen vergleichbaren Arten zeigten über den dreijährigen Untersuchungszeitraum keine statistisch nachweisbaren Unterschiede zwischen den beiden Douglasienbeständen. Die Siedlungsdichte von Kohlmeisen im Douglasien-Reinbestand lag mit durchschnittlich 13,3 Brutpaaren (BP)/10 ha höher als Literaturwerte für Fichtenbestände. Mit im Mittel 25,8 BP/10 ha lag die Siedlungsdichte im Douglasien-Mischbestand gegenüber dem Reinbestand etwa doppelt so hoch.

Darüber hinaus konnte im Reinbestand für ein Untersuchungsjahr ein signifikant späterer Legebeginn der Kohlmeisen gegenüber dem Fichten-Mischbestand festgestellt werden. Gebietsspezifische Unterschiede hinsichtlich Gelegegröße und Eivolumen wurden nicht nachgewiesen. Die Nestlingsgewichte von Kohlmeisen lagen im Reinbestand unter denen der Nestlinge im Mischbestand, was jedoch keinen nachweisbaren Effekt auf den Bruterfolg pro Brutpaar hatte.

Für die Anzahl der im Winter erfassten Kohlmeisen und Kleiber wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Douglasiengebieten festgestellt. Die mittleren Wintergewichte der

Kohlmeisen-Weibchen im Douglasien-Mischbestand waren über den gesamten Untersuchungszeitraum signifikant niedriger als die im Fichten-Mischbestand. Die mittleren Wintergewichte sowohl von Kohlmeisen-Männchen als auch –weibchen im Douglasien-Reinbestand wiesen hingegen keinerlei statistisch relevanten Unterschiede zu den übrigen Untersuchungsgebieten auf.

Der Douglasien-Reinbestand scheint demnach insgesamt für höhlenbrütende Singvogel- und Insektenarten als Lebensraum bzw. Reproduktionsort vergleichsweise weniger attraktiv zu sein. Gleiches gilt für Haselmaus und Siebenschläfer, nicht jedoch für Fledermäuse.

Die Ergebnisse können aufgrund der zugrundeliegenden Datenbasis sowie zahlreicher Nestplünderungen durch Nesträuber über den gesamten Untersuchungszeitraum lediglich eingeschränkt als repräsentativ bewertet werden.

Beschreibung/Problemstellung

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und daraus resultierender Anpassungsstrategien wird im forstwirtschaftlichen Bereich die Verwendung nicht heimischer Baumarten mit erhöhter Toleranz gegenüber bereits zu beobachtenden sowie zu erwartenden klimatischen Veränderungen diskutiert.

Im Hinblick auf die Verwendung eingeführter Baumarten in Ersatzwaldgesellschaften spielt die in Nordamerika heimische und seit Ende des 19. Jahrhunderts eingesetzte Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) mit ihren Varietäten eine wichtige Rolle. Neben schnellem Wachstum und guten Holzeigenschaften zeichnet sie sich durch eine potentiell hohe Standort- und Klimaverträglichkeit aus und hat daher eine zunehmende Bedeutung als Wirtschaftsbaumart.

In Hessen weist sie die höchste Flächenzunahme unter allen Nadelbaumarten auf (POLLEY et al. 2009b), während die Flächen mit Gemeiner Fichte (*Picea abies*) und Gemeiner Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) drastische Abnahmen verzeichnen. So hat sich in Hessen im Zeitraum von 2002-2012 die Fichtenwaldfläche um rund 23.000 ha verringert, während die Kiefernwaldfläche um rund 13.000 ha reduziert wurde (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT 2014). Die Douglasie kommt zurzeit sowohl im Reinbestand als auch in Mischung mit anderen Baumarten wie z. B. Rotbuche (*Fagus sylvatica*) oder Eiche (*Quercus spec.*) vor.

Die Frage, ob und in welchem Umfang die Douglasie in zukünftige Waldgesellschaften eingebracht wird, führte in den letzten Jahren zu kontroversen Diskussionen, nicht zuletzt, da bisher nur wenige Forschungsarbeiten zur Nutzung der Douglasie durch einheimische Tierarten vorliegen. Während die Besiedlung durch Arthropoden (Gliederfüßer, also Insekten, Spinnen etc.) - Nahrungsgrundlage für viele weitere Tierarten - von verschiedenen Autoren wie z. B. ENGEL (2001b), KOHLERT & ROTH (2000) sowie GLATZ et al. (2003) intensiv untersucht wurde, gibt es nur wenige Studien, die sich mit höheren Wirbeltieren beschäftigen. So schreiben auch VOR et al. (2015), dass die Auswirkungen auf Nahrungsketten bisher noch nicht abschließend bewertet werden können.

Die Douglasie ist in den Ökosystemen ihres natürlichen Areals die Baumart mit dem größten Artenspektrum an ihrer lebenden Insekten (z.B. ALTENKIRCH et al. 2002), einige davon sind ihr nach Europa gefolgt wie z. B. der Douglasien-Riesenbastkäfer (*Dendroctonus pseudotsugae*)

die Amerikanische Zapfenwanze (*Leptoglossus occidentalis*) oder die Douglasien-Wolllaus (*Adelges cooleyi*). Demgegenüber sind wesentlich weniger Insektenarten in Europa bisher von heimischen Baumarten auf die Douglasie übergegangen (ROQUES 2010). GOSSNER (2004c, 2008) erwartet bei vermehrtem Douglasienanbau eine Veränderung der Faunenstruktur, da er bei seinen Untersuchungen zwar diverse Arthropodengemeinschaften an Douglasien nachweisen konnte, diese jedoch - gegenüber der Fichte - deutlich veränderte Zusammensetzungen aufwiesen.

In der Nahrungskette weit oben stehende Tierarten können nach SERGIO (2005) als gute Indikatoren für Artenvielfalt angesehen werden, die wiederum die Basis für stabile Ökosysteme darstellt. Hier eignen sich Spezies, die zum einen in der Nahrungskette weiter oben stehen sowie aufgrund ihrer Lebensweise leicht zu beobachten sind. So ist ein Großteil der Tierarten, die natürliche, aber auch künstliche Baumhöhlen nutzen, auf die Verfügbarkeit von Arthropoden, aber auch von verschiedenen Pflanzenarten als Nahrungsgrundlage angewiesen. Die höhlenbrütenden Vogelarten Kohlmeise (*Parus major*), Kleiber (*Sitta europaea*), Sumpfmehlschäfer (*Poecile palustris*), Blaumeise (*Cyanistes caeruleus* Syn. *Parus caeruleus*) sowie Tannenmeise (*Periparus ater* Syn. *Parus ater*) ernähren sich während der Brutzeit im Wesentlichen von Insekten und deren Larven sowie von Spinnen, im Winter hingegen auch von Sämereien. Die beiden winterschlafenden Bilcharten Siebenschläfer (*Glis glis*) und Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*), die Höhlen als Tagesschlafplatz sowie zur Aufzucht ihrer Jungen nutzen, fressen vorwiegend Knospen und Früchte. Auch Hummeln (*Bombus* spec.) sind auf Artenreichtum bei Blühpflanzen angewiesen. Fledermäuse (Microchiroptera) wiederum sind – genau wie die staatenbildende Sächsische Wespe (*Dolichovespula saxonica*) und die Hornisse (*Vespa crabro*) - auf Arthropoden spezialisiert, die sie sowohl im Flug erbeuten als auch von Blättern absammeln.

Die Douglasie zeichnet sich im Gegensatz zur Fichte durch eine hohe Abwehrkraft gegenüber Fäule aus (RIEDER 2012), die wiederum eine wichtige Voraussetzung für natürliche Höhlenbildung darstellt.

Zwar sind höhlennutzende Vögel, Kleinsäuger und Insekten mobil, kurze Wege zu Nahrungsquellen sind jedoch energetisch von Vorteil. Da laut BEZZEL (1993) die Besiedlung von Habitaten durch Höhlenbrüter sehr stark vom Höhlenangebot beeinflusst wird, sollte bei

einem Überangebot an Nisthöhlen eine Besiedlung durch insekten- und spinnenfressende Tierarten zu erwarten sein, sofern das Nahrungsspektrum im direkten Umfeld ausreichend ist.

MÜLLER et al. (1994), UTSCHIK (2001) sowie GOSSNER & UTSCHIK (2001) registrierten bereits die Anwesenheit bzw. Aktivität verschiedener Vogelarten in Douglasienbeständen sowohl im Winter als auch während der Brutzeit anhand von Revierkartierungen und ermittelten eine durchweg geringere Individuendichte im Vergleich zu Fichtenbeständen.

Auch die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die Douglasie als nicht-einheimische Baumart, welche - gemeinsam mit anderen Nadelbaumarten - die bisher etablierte Lokalbaumart Fichte ersetzen soll, von einheimischen Tierarten als Lebensraum angenommen wird und sich damit in bestehende Ökosysteme integrieren lässt. Mithilfe künstlicher Nisthöhlen wurden von Frühjahr 2014 bis einschließlich Winter 2016/17 ganzjährig sowohl die Anzahl vorkommender baumhöhlennutzender Arten sowie deren Siedlungsdichten bzw. Nutzungsintensitäten und Reproduktion aufgenommen und vergleichend analysiert.

Material und Methode

Im Rahmen der Untersuchung wurden zwei Flächen mit unterschiedlicher Waldstruktur im Januar 2014 als Untersuchungsgebiete eingerichtet, bis Januar 2017 standardisiert untersucht und miteinander verglichen. Die Gebiete liegen im Kinzigtal bei Steinau a. d. Str. (50° 18'42''N, 9°27' 20''O), etwa 70 km nordöstlich von Frankfurt am Main.

Die nachfolgenden Gebietsbeschreibungen basieren auf Daten einer Stichprobennahme des Forstamts Schlüchtern/Hessen-Forst (Bestandsaufnahme) im Winter 2016.

Hierfür wurden je nach Heterogenität gebietsspezifisch 1, 2 bzw. 3 Probekreise mit einem Radius von je 25 m innerhalb des jeweiligen Untersuchungsgebietes ausgewählt und folgende Parameter aufgenommen:

BA - Baumart

Alter (J.) - Alter in Jahren, basierend auf Alter laut Forsteinrichtungsdaten

GrundflGes (m²) - summierte Fläche aller Baumscheiben in 1,3 m Höhe, dient als Dichteparameter, hier Grundfläche im Probekreis

Grundfl. (m²/ha) - Grundfläche pro Hektar

Mittelhöhe (m) - Mittelhöhe in Metern

Bonität (E-Kl.) - Bonität in Ertragsklassen, gibt Wuchskraft des Standorts an, ist aber nur innerhalb einer Baumart vergleichbar

G_ET (m²/ha) - Grundfläche aus den Ertragstafelmodellen, dient als „Normalgrundfläche“ zu Vergleichszwecken (B°)

Einzel-B° - Bestockungsgrad für diese Baumart, beschreibt das Verhältnis der vorhandenen Grundfläche zur Normalgrundfläche

GesB° - Gesamt-Bestockungsgrad, gibt Aufschluss über die Bestandsdichte bzw. „Lichtigkeit“

Misch-AT (%) - prozentualer Mischungsanteil

V_ET (fm/ha) - Vorrat (also Derbholzvolumen - dicker als 7 cm - in Vorratsfestmeter pro Hektar, wie es laut Ertragstafel in einem Bestand dieser Baumart, dieses Alters und dieser Bonität unter Vollbestockung (B°=1,0) normal ist

V (fm/ha) - Vorrat in Vorratsfestmeter pro Hektar für die jeweilige Baumart im realen Mischbestand auf Basis der Probekreisdaten

V_ges - Vorrat in Vorratsfestmeter pro Hektar aller Baumarten im realen Mischbestand auf Basis der Probekreisdaten

Untersuchungsgebiet „Douglasien-Reinbestand“ (DougR)

Die das Untersuchungsgebiet einschließenden Abteilungen weisen in Ober- und Unterstand zwischen 46 und 57 Jahre alte Douglasien, 57jährige Stroben (*Pinus strobus*; auch: Weymouth-Kiefer) sowie 40-57 Jahre alte Buche auf.

Ausgehend von den Probekreisdaten (1 Probekreis) besteht der 57 Jahre alte Oberstand zu 93 % aus Douglasie, zu 2 % aus Strobe sowie zu 5 % aus Buche. Der Gesamt-Bestockungsgrad des Oberstandes, der ein Indiz für die Lichtigkeit des Bestands ist, wurde aus dem Verhältnis der gemessenen Grundfläche zur Grundfläche bei Vollbestockung nach baumartspezifischen Ertragstafelwerten (zitiert nach dem Programm "Bonitierung von Reinbeständen" in Forest-Tools (NW-FVA)) hergeleitet. Er liegt bei 0,88, d. h. es liegt eine leichte Unterbestockung vor, die für Bestände unter forstlicher Bewirtschaftung üblich ist, ohne dass der Bestand als licht zu bezeichnen wäre.

Der 57jährige Unterstand setzt sich zu 69 % aus Douglasie sowie 31 % Buche zusammen.

Es existiert keine Verjüngung.

Im Januar 2014 wurden hier 100 Holzbeton Nistkästen des Typs „Bayerischer Giebelkasten“ mit 32 mm Einflugloch von der Firma Faulstich (Altmannstein) flächig auf einem Areal von etwa 4 ha angebracht.

Untersuchungsgebiet „Douglasien-Mischbestand“ (DougM)

Die Abteilungen, in denen das Untersuchungsgebiet lokalisiert ist, sind jeweils von 39 bis 49 Jahre alter Douglasie, 156 bis 196jähriger Eiche, 143 bis 150 Jahre alter Buche sowie 147 bis 156jähriger Kiefer bestanden. Im Unterstand haben die Douglasien ein Alter zwischen 39 und 49 Jahren, die Buchen ein Alter zwischen 38 und 130 Jahren und die Eichen ein Alter von 158 Jahren.

Basierend auf den Probekreisdaten (Mittel aus 3 Probekreisen) setzt sich der Oberstand zu 36 % aus 46 Jahre alter Douglasie, zu 45 % aus 178jähriger Eiche, zu 11 % aus 150jähriger Buche sowie zu 8 % aus 147jähriger Gemeiner Wald-Kiefer zusammen und weist einen Gesamt-Bestockungsgrad von 0,62 auf, ist also unterbestockt und hat einen lichten Charakter.

Der Unterstand besteht zu 67 % aus 46jähriger Douglasie, zu 29 % aus 120jähriger Buche und zu 4 % aus 158jähriger Eiche. Das Gebiet umfasst einen douglasiendominierten sowie einen laubholzdominierten Teilbereich.

Die Verjüngung ist heterogen. Während im douglasiendominierten Bereich keine Verjüngung erfasst wurde, nimmt diese mit Übergang zum laubholzdominierten Bereich zu. Dort findet sich auf etwa 50 % der Probekreisfläche ca. 1 m hohe Buchenverjüngung sowie vereinzelt Fichten- und Kiefernverjüngung.

Im Winter 2014/15 mussten im Bereich des Untersuchungsgebietes mehrere Rotbuchen und im Frühjahr 2015 aufgrund einer Pilzerkrankung einige Douglasien entnommen werden. In 2016 erforderten Windbruchereignisse die Entnahme von 7 Kiefern, 16 Buchen und 3 Eichen (schriftl. Mitteilung durch Forstamt Schlüchtern/Hessen-Forst). Die Bestandsaufnahme wurde im letzten Untersuchungsjahr durchgeführt, es ist daher davon auszugehen, dass der Bestockungsgrad des Oberstandes zu Beginn der Untersuchung höher und damit einhergehend der Bestand geschlossener war.

Die Einrichtung des Untersuchungsgebiets erfolgte ebenfalls im Januar 2014. Hierfür wurden ebenfalls 100 Nistkästen des genannten Typs flächig auf einem Areal von ca. 4 ha angebracht.

Auf der Grundlage von GPS-Messdaten durch das Forstamt Schlüchtern/Hessen-Forst wurden Karten erstellt, um die Nutzung der Untersuchungsgebiete durch bestimmte Tierarten zu dokumentieren.

Vergleichsgebiet: „Fichten-Mischbestand“ (FichM)

Für den Vergleich einzelner Parameter wurde ein Teilbereich eines weiteren Untersuchungsgebiets hinzugezogen, das seit über 40 Jahren Bestandteil eines ganzjährigen intensiven Monitorings an baumhöhlennutzenden Tierarten durch die Ökologische Forschungsstation Schlüchtern ist.

Die den Teilbereich des Untersuchungsgebiets einschließenden Abteilungen setzen sich aus jeweils 164 Jahre alter Buche, Gemeiner Fichte, Lärche (*Larix decidua*) und Eiche zusammen. Das Alter der Buchen im Unterstand liegt zwischen 130 und 140 Jahren, das der Fichten beträgt 89 Jahre, das der Lärchen sowie der Eichen jeweils 164 Jahre.

Basierend auf den Probekreisdaten (Mittel aus 2 Probekreisen) besteht der 164 Jahre alte Oberstand zu 47 % aus Buche, zu 33 % Fichte sowie zu je 10 % Lärche und Eiche. Der Bestockungsgrad von 0,61 zeigt, wie beim Douglasien-Mischbestand, eine Unterbestockung, die ein eher liches Bestandsbild zur Folge hat.

Der Unterstand setzt sich zu 41 % aus 135 Jahre alter Buche, zu 21 % aus 89jähriger Fichte sowie zu 29 % aus 164jähriger Lärche und zu 10 % aus ebenfalls 164jähriger Eiche zusammen. Die Verjüngung ist heterogen ausgeprägt. Sie besteht aus 0,5 bis 5 m hoher Buche mit einem Flächenanteil an den Probekreisen von 30 % bzw. 100 %.

Der berücksichtigte Teilbereich des Untersuchungsgebietes umfasst 100 Nistkästen identischer Bauart wie in den beiden Douglasiengebieten. Die Nistkästen sind hier linear auf einer Strecke von ca. 2,5 km angeordnet, so dass eine Bestimmung von Siedlungsdichten (Individuen/Fläche) nicht möglich ist.

Der Nistkastentyp „Bayerischer Giebelkasten“ aus Holzbeton wurde gewählt, da er aufgrund seiner speziellen Bauweise - Giebel mit Fluglochvorbau und spitzem Dach - als besonders sicher vor Nesträubern wie Spechten (Picidae), Mardern (*Martes spec.*) und Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) eingestuft wird.

Der Douglasien-Rein- und der Douglasien-Mischbestand wurden im Zeitraum von März 2014 bis Februar 2017 auf folgende Parameter hin untersucht:

1. Artenspektrum der baumhöhlennutzenden Tiere
2. Siedlungsdichte bzw. Anzahl genutzter Nistkästen der einzelnen Arten
3. Reproduktion (für die Vogelarten zusätzlich: Legebeginn, Eimaße, Schlupfrate, Nestlingsgewichte, Nestlingsmortalität, Bruterfolg über die Anzahl ausgeflogener Jungvögel)
4. Wintergewichte der übernachtenden Vogelpopulation

Sofern ein Vergleich der Parameter zulässig und sinnvoll war, wurde das Untersuchungsgebiet „Fichten-Mischbestand“ in die Auswertung mit einbezogen.

Die Datenaufnahme erfolgte mittels regelmäßiger Nistkastenkontrollen über den gesamten jährlichen Zeitraum der Nistkastennutzung: Beginnend mit wöchentlichen Kontrollen während der Brutsaison höhlenbrütender Singvögel ab März bis Anfang Juli, nachfolgend mit monatlichen Kontrollen bis zum Ende der Aktivitätsperiode von Bilchen (Gliridae), Fledermäusen und Insekten im Oktober/November.

In den Nistkästen angetroffene Individuen, Nester sowie Kot wurden – soweit möglich - artlich zugeordnet und standardisiert erfasst sowie für alle Nester artspezifisch das jeweilige Nestbaustadium konstatiert. Alle Vogelnester wurden auf das Vorhandensein von Eiern überprüft. Ab der nachweislichen Ablage von mindestens einem Ei erfolgte eine Einstufung als Brut. Anzahl und Zustand angetroffener Eier wurden jeweils protokolliert.

Mit Hilfe eines Messtasters der Firma Kroepelin (Schlüchtern) wurden Länge und Breite der Eier ermittelt. Näherte sich die Eianzahl der arttypischen Gelegegröße, wurden sicherheitshalber auch noch kalte, inkomplette Gelege vermessen und die Eier an einem Ende farbig markiert, um sie bei der darauffolgenden Kontrolle von zwischenzeitlich hinzugekommenen unterscheiden zu können. So konnten auch Eier aus Bruten erfasst werden, die während der Eiablage- bzw. frühen Bebrütungsphase geplündert wurden und somit die

Datengrundlage für die Berechnung des Eivolumens erhöht werden. Die Eigröße stellt ein Maß für die energetische Investition der Weibchen in die Reproduktion dar (WILLIAMS 1994) und wird bei Kohlmeisen durch das Gewicht der Weibchen beeinflusst. Daher wird sie für die vorliegende Untersuchung als Indikator für die Nahrungsversorgung der Weibchen während der Eiablagephase (JÄRVINEN 1989) herangezogen. Mit zunehmender Eigröße steigt auch das Gewicht der daraus schlüpfenden Jungvögel sowie deren Überlebenswahrscheinlichkeit (WILLIAMS 1994).

Die Berechnung des Eivolumens erfolgte mit nachstehend aufgeführter Formel nach SCHÖNWETTER (1985):

$$\pi/6 \times L \times B^2$$

(L = Länge; B = Breite)

Als weitere Indikatoren für die Nahrungsversorgung der Weibchen während der Eiablagephase werden die Gelegegröße sowie die Eiqualität, die sich in der Schlupfrate widerspiegelt, herangezogen.

Die Jungvögel wurden während der Nestlingszeit mit einer PESOLA®-Federwaage gewogen, um Hinweise auf ihre Nahrungsversorgung zu erhalten, sowie mit Ringen der Vogelwarte Helgoland markiert. Des Weiteren wurden Nestplünderungen und eventuelle Auffälligkeiten dokumentiert.

Um ein möglichst störungsarmes Monitoring zu gewährleisten, wurden an Kontrolltagen mit niedrigen Tagestemperaturen im Nistkasten brütende oder frisch geschlüpfte Junge hudernde Vogelweibchen auf Eiern bzw. Jungen belassen. Wenn auch nach einer zweiten Kontrolle am gleichen Tag das Weibchen weiterhin im Nistkasten war, wurde dies notiert und an diesem Tag keine weiteren Parameter aufgenommen.

Vogelnester wurden nach festgestellter Nestplünderung direkt, bei erfolgreichen Bruten eine Woche nach dem Ausfliegen der Nestlinge entfernt. Nach dem Ausfliegen einer Brut können Meisennester mitunter weit über tausend Flöhe aufweisen (PEUS 1953). Dies würde eine anschließende Nutzung durch andere Arten stark einschränken.

Zur Ermittlung der Siedlungsdichten der höhlenbrütenden Singvögel wurden alle Erstbruten berücksichtigt, d. h. alle Bruten, bei denen der Legebeginn – rückgerechnet aus der Anzahl der bei einer Kontrolle angetroffenen Eier (vgl. KLUJVER 1951) - vor oder in die Hauptlegezeit der jeweiligen Art fiel. Für die Kohlmeise wurden Bruten bis einschließlich der ersten Maidekade berücksichtigt (LACK 1955). Für die Auswertung der weiteren untersuchten Parameter wurden ebenfalls Erstbruten zugrunde gelegt, da Zweitbruten in der Regel deutlich abweichende Werte aufweisen, wie z. B. eine geringere Gelegegröße (PERRINS & MCCLEERY 1988) und häufig eine erhöhte Nestlingsmortalität aufgrund schlechterer Nahrungsbedingungen (DUBIEC & CICHON 2001).

Im Zuge der abschließenden Datenauswertungen konnten einige bis dato noch nicht artlich identifizierte, im Verlauf geplünderte oder aufgegebene Bruten anhand der Eimaße eindeutig der Kohlmeise zugeordnet werden.

Für die Untersuchung der einzelnen Parameter wurden jeweils alle Bruten berücksichtigt, die bis zur Aufnahme der relevanten Werte ohne Störung (Nestplünderung) geblieben und nicht zwischenzeitlich aufgegeben worden waren. Eine aufgegebene Brut liegt vor, wenn ohne offensichtliche Fremdeinwirkung (Nestplünderung) keine weitere Aktivität bei der Eiablage, Bebrütung oder Nestlingsaufzucht mehr festgestellt werden kann, sprich die Eier kalt und in unveränderter Zahl über zwei Kontrollen im Nest liegen oder wenn die Jungvögel tot, aber unversehrt angetroffen werden. Gründe für die Aufgabe einer Brut können z. B. der Tod des weiblichen Altvogels in der Bebrütungsphase oder eines der fütternden Altvögel in der Nestlingsphase sein, z. B. infolge ungünstiger Witterung und Nahrungsmangel.

Nur durch die Betrachtung ungestörter Bruten kann die Nestlingssterblichkeit aufgrund gebietspezifischer Einflüsse beurteilt werden.

Im Winterhalbjahr wurden jährlich zwei Nachtkontrollen – eine im Dezember und eine im Februar - durchgeführt. Die Methode basiert auf der Nistkastennutzung durch Vögel als Schlafplatz im Winter. Hierbei wurden alle Nistkästen nach Sonnenuntergang geöffnet und deren Besetzung dokumentiert. Bei allen angetroffenen Vögeln wurden die für die Untersuchung relevanten Parameter Art, Geschlecht, Alter und Gewicht bestimmt sowie bei bis dato unmarkierten Individuen eine Beringung durchgeführt. Durch die hohe Schlafplatztreue

können mittels zweier Kontrollen im Winterhalbjahr nachweislich bis zu 89 % des Winterbestands eines Untersuchungsgebietes erfasst werden (SCHMIDT et al. 1985).

Für die statistische Auswertung wurden die Daten zunächst hinsichtlich Normalverteilung sowie Varianzhomogenität überprüft und daraus folgend mit Hilfe parametrischer bzw. nichtparametrischer statistischer Verfahren hinsichtlich Signifikanzen analysiert.

Nach BÜHL & ZÖFEL (2002) wurden die Signifikanzniveaus 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

Ergebnisse

Trotz des Einsatzes von als nesträubersicher eingestuften Nistkästen mussten über alle Jahre zahlreiche Brutplünderungen und damit einhergehend hohe Verluste an Eiern, Jungvögeln und Altvögeln festgestellt werden. In 2014 wurden hauptsächlich im Vergleichsgebiet Fichten-Mischbestand Bruten während der Bebrütungs- und Nestlingsphase geplündert. In 2015 konnten im Douglasien-Reinbestand Plünderungen in der Eiablagephase registriert werden, im Douglasien- sowie Fichten-Mischbestand sowohl in 2015 als auch in 2016 zusätzlich in der Bebrütungsphase. Der Douglasien-Reinbestand war in 2016 in der Nestlingsphase betroffen. Die Spuren deuten zumeist auf Wiesel (Hermelin *Mustela erminea* bzw. Mauswiesel *Mustela nivalis*), in einzelnen Fällen auch auf Waschbär (*Procyon lotor*) und Baummarder (*Martes martes*) als Nesträuber hin. Bei den meisten Plünderungen wurde nachweislich der weibliche Altvogel getötet, so dass Ersatzbruten ausgeschlossen waren.

In den Untersuchungsjahren 2014, 2015 und 2016 wurden in allen drei Untersuchungsgebieten die Nistkästen sowohl von Vögeln als auch von Säugetieren und Insekten in unterschiedlichem Umfang genutzt.

Auffallend war im Douglasien-Reinbestand das weitgehende Fehlen einer arttypischen Nestpolsterung bei den festgestellten Singvogelarten. Diese besteht in der Regel aus den Haaren von Säugetieren wie z. B. Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), Reh (*Capreolus capreolus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*). Stattdessen wurden Nadeln der Strobe verwendet.

I Vögel

1. Artenverteilung und Populationsdichte

Im Douglasien-Reinbestand zeigte sich über den gesamten Untersuchungszeitraum das im Gebietsvergleich kleinste Artenspektrum: Mit Brutnachweisen von insgesamt drei Singvogelarten – Kohlmeise, Blaumeise und Tannenmeise - wies das Jahr 2014 die maximal festgestellte Artenzahl auf. Im Folgejahr konnten mit Kohl- und Tannenmeise zwei Brutvogelarten festgestellt werden, in 2016 lediglich die Kohlmeise.

Der Douglasien-Mischbestand wurde über alle drei Untersuchungsjahre von jeweils vier Singvogelarten - Kohlmeise, Kleiber, Blau- und Tannenmeise – als Brutstandort genutzt.

Im Fichten-Mischbestand konnte neben Brutnachweisen der vier genannten Arten in 2014 und 2015 zusätzlich die Sumpfmeise als Brutvogel belegt werden. Mit insgesamt fünf Arten zeigte das Untersuchungsgebiet damit das größte Artenspektrum höhlennutzender Singvögel. Die Artenzahl lag hier signifikant höher als im Douglasien-Reinbestand (Kruskal-Wallis test: $p = 0,0143^*$; Dunn's multiple comparisons test: DougR vs Doug M = 0,3016; DougR vs FichM = 0,0296*; DougM vs FichM > 0,9999).

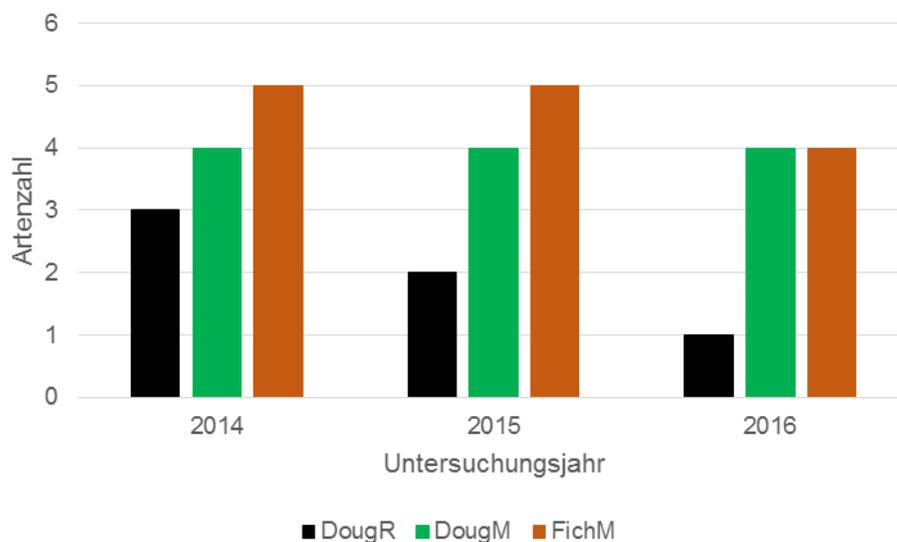


Abbildung 1: Jährlich festgestellte Anzahl höhlenbrütender Singvogelarten in den drei Untersuchungsgebieten. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand; FichM = Fichten-Mischbestand)

Hinsichtlich der Anzahl an Brutpaaren je Vogelart konnten folgende Werte festgestellt werden:

Tabelle 1: Anzahl Brutpaare mit Erstbruten in den drei Untersuchungsgebieten von 2014 bis 2016. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise)

	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM	Anzahl Arten
DougR	2014	4	1	-	-	2	3
	2015	8	-	-	-	2	2
	2016	4	-	-	-	-	1
DougM	2014	9	5	3	-	3	4
	2015	14	11	2	-	4	4
	2016	8	2	1	-	2	4
FichM	2014	24	6	8	1	2	5
	2015	38	13	11	2	3	5
	2016	19	9	5	-	2	4

Die Anzahl an Brutpaaren lag im Douglasien-Reinbestand für alle nachgewiesenen Arten im einstelligen Bereich und stets unter den Werten des Douglasien-Mischbestands. Die im Vergleich höheren Zahlen im Douglasien-Mischbestand lagen zumindest für die Kohl- und die Blaumeise in 2015 im zweistelligen Bereich.

Besonders bei Kohlmeisen konnte 2015 in den beiden Douglasien-Beständen eine Zunahme der Anzahl an Brutpaaren gegenüber 2014 registriert werden. In 2016 entsprach der Wert hingegen gebietsspezifisch wieder exakt bzw. in etwa dem von 2014.

Die Tatsache, dass lediglich die Kohlmeise in allen Untersuchungsgebieten und –jahren sowie in Relation zu den übrigen Arten am häufigsten nachgewiesen werden konnte, bedingte, dass Vergleiche der untersuchten Parameter zwischen den Untersuchungsgebieten ausschließlich für diese Art möglich waren.

Die aus der Anzahl an Brutpaaren resultierenden mittleren Siedlungsdichten (Brutpaare/10 ha) in den drei Untersuchungsjahren sind nachfolgend dargestellt.

Tabelle 2: Siedlungsdichte der höhlenbrütenden Singvogelarten in den beiden Douglasiengebieten in Brutpaaren pro 10 ha für die Jahre 2014 bis 2016.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand; BP = Brutpaare; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise)

BP/10 ha	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM
DougR	2014	10	2,5	-	-	5
	2015	20	-	-	-	5
	2016	10	-	-	-	-
DougM	2014	22,5	12,5	7,5	-	7,5
	2015	35	27,5	5	-	10
	2016	20	5	2,5	-	5

Für die in allen Untersuchungsjahren nachgewiesene Kohlmeise sind die mittleren Siedlungsdichten nachfolgend grafisch dargestellt:

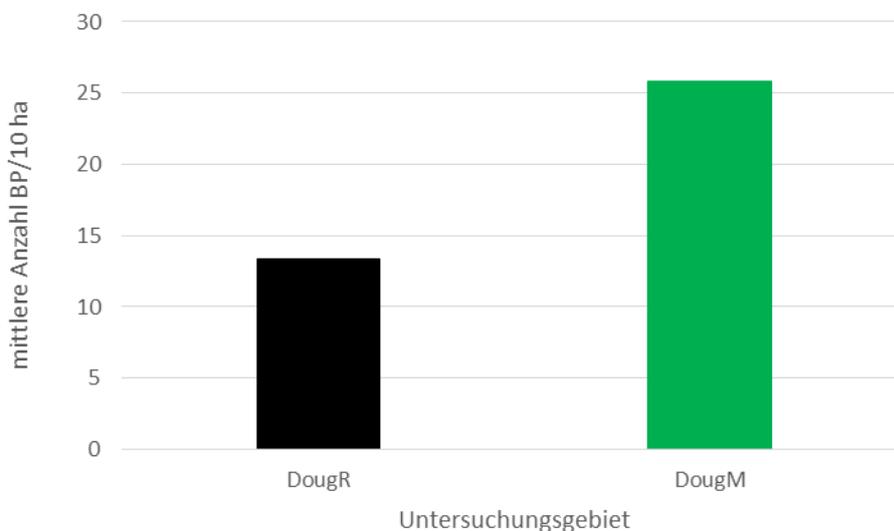


Abbildung 2: Mittlere Siedlungsdichte der Kohlmeise in den beiden Douglasiengebieten in Brutpaaren pro 10 ha für die Jahre 2014 bis 2016.

(BP = Brutpaare; DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand)

Über den gesamten Untersuchungszeitraum lagen, wie aus Tabelle 2 ersichtlich, die Siedlungsdichten der Kohlmeise im Douglasien-Reinbestand unterhalb denen des Douglasien-Mischbestands, es konnte jedoch keine signifikante Differenz der Mediane nachgewiesen werden. (Mann Whitney-Test, $p > 0.05$).

Die Nutzung der Nistkästen durch die Kohlmeise stellt sich in den beiden Douglasiengebieten wie folgt dar:

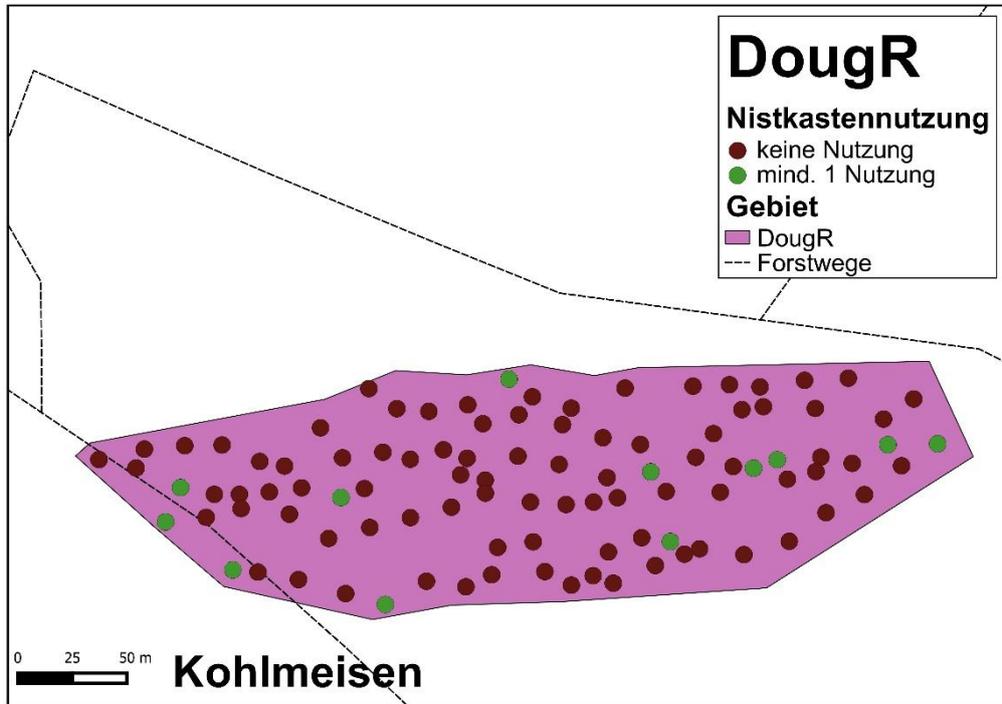


Abbildung 3: Nistkastennutzung der Kohlmeise im Douglasien-Reinbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.

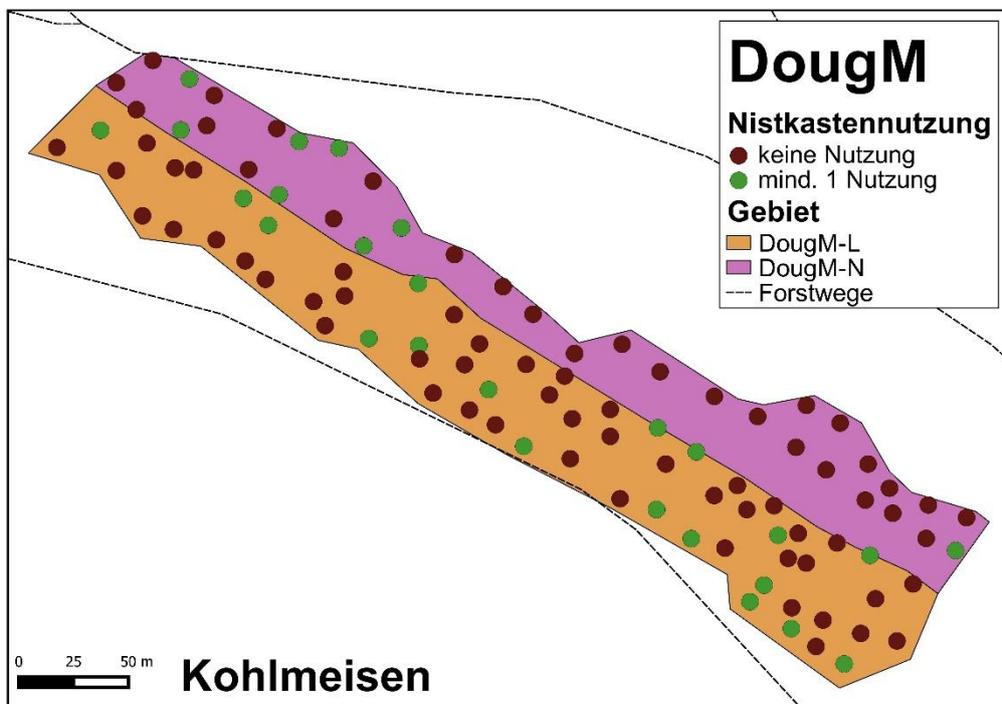


Abbildung 4: Nistkastennutzung der Kohlmeise im Douglasien-Mischbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.
(DougM-L = laubholzdominierter Bereich; DougM-N = douglasiendominierter Bereich)

Das Zentrum des Douglasien-Reinbestands wurde von Kohlmeisen lediglich spärlich genutzt. Im Douglasien-Mischbestand zeigt sich eine intensivere Nutzung des laubholzdominierten Bereichs, in dem mehr als doppelt so viele Nistkästen mindestens einmal im Untersuchungszeitraum durch eine Kohlmeisenbrut besetzt waren.

Um einen Gesamtüberblick über die zu Grunde gelegten Daten zu erhalten, sind in der nachfolgenden Tabelle die Anzahlen geplündelter sowie aufgegebener Bruten aufgeführt. Eine Zuordnung zur Brutphase (Nestbau-, Eiablage-, Bebrütungs- und Nestlingsphase), in der Plünderungen bzw. Brutaufgaben erfolgten, ist der Übersichtstabelle (Tabelle 11, Seite 34 ff) zu entnehmen. Wird in der Nestlingsphase lediglich ein Teil der Jungvögel getötet und die restlichen überleben, wird dies als Teilplünderung bezeichnet.

Tabelle 3: Anzahl Erstbruten, aufgegebener Bruten, geplündelter Bruten und ausgeflogener Bruten in den drei Untersuchungsgebieten von 2014 bis 2016.
 (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise; jeweilige Anzahl und Farbe: Erstbruten/aufgegebene Bruten/geplünderte Bruten/ausgeflogene Bruten)

DougR	KM				BM				KL				SM				TM			
2014	4	-	1	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
2015	8	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
2016	4	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gesamt	16	2	6	8	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
DougM	KM				BM				KL				SM				TM			
2014	9	1	2	6	5	-	-	5	3	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	3
2015	14	1	11	2	11	-	9	2	2	-	-	2	-	-	-	-	4	-	1	3
2016	8	2	3	3	2	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	1
gesamt	31	4	16	11	18	-	11	7	6	-	1	5	-	-	-	-	9	-	2	7
FichM	KM				BM				KL				SM				TM			
2014	24	2	18	4	6	1	4	2*	8	-	2	6	1	-	-	1	2	-	1	1
2015	38	3	34	1	13	-	13	1*	11	2	4	5	2	-	2	-	3	-	3	-
2016	19	-	16	3	9	-	6	3	5	-	4	1	-	-	-	-	2	-	-	2
gesamt	81	5	68	8	28	1	23	6	24	2	10	12	3	-	2	1	7	-	4	3

* Teilplünderung einer Brut in der Nestlingsphase

2. Reproduktion

Für die Singvögel wurden, wie eingangs beschrieben, neben der grundlegenden Feststellung von Bruten und damit Reproduktionsnachweisen, charakteristische Brutparameter aufgenommen und verglichen.

2.1 Legebeginn

Da der Legebeginn stark witterungsabhängig ist, muss er für jedes Jahr gesondert betrachtet werden.

Der jährliche Vergleich des Legebeginns der Kohlmeise weist für die ersten beiden Untersuchungsjahre keine signifikanten Gebietsunterschiede auf, in 2016 beginnen die Kohlmeisen im Douglasien-Reinbestand signifikant später mit der Eiablage als im Fichten-Mischbestand (Kruskal-Wallis test: $p = 0,0039^{**}$; Dunn's multiple comparisons test: DougR vs Doug M = 0,5891; DougR vs. FichM = 0,0077^{**}; DougM vs FichM = 0,1179).

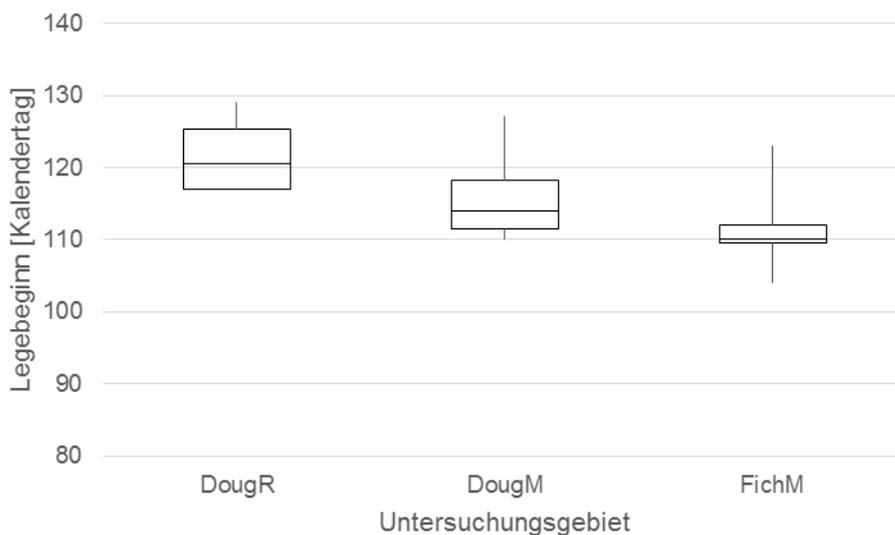


Abbildung 5: Legebeginn der Kohlmeise in den drei Untersuchungsgebieten für das Untersuchungsjahr 2016.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand);
n_{DougR} = 4, n_{DougM} = 8, n_{FichM} = 19)

2.2 Eivolumen

Für die aus den Eimaßen ermittelten Eivolumina lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten nachweisen.

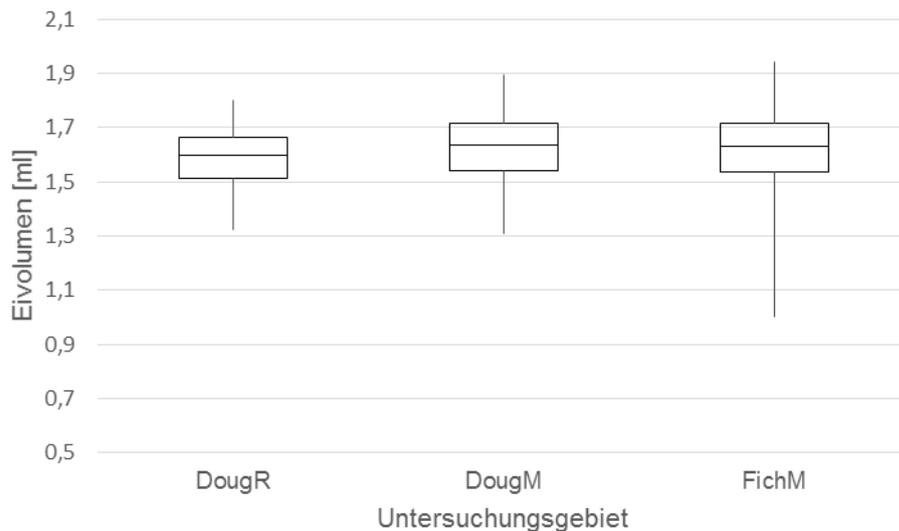


Abbildung 6: Eivolumina der Kohlmeise in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; n_{DougR} = 117, n_{DougM} = 216, n_{FichM} = 497).

2.3 Gelegegröße

Zur exakten Ermittlung der Gelegegröße wurden alle kompletten, d. h. in Bebrütung befindlichen Gelege berücksichtigt, die wie einleitend beschrieben störungsfrei erfasst werden konnten.

Die mittlere Anzahl der Eier pro Brut unterscheidet sich zwischen den drei Untersuchungsgebieten jeweils nur geringfügig. Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass die Anzahl der für die Berechnung der mittleren Gelegegrößen zugrundeliegenden Bruten zwischen den Untersuchungsgebieten stark differiert.

Tabelle 4: Mittlere Gelegegröße bzw. bei Einzelbruten absolute Gelegegröße vollständiger, bebrüteter Gelege von bis dato ungestörten und nicht aufgegebenen Erstbruten der nachgewiesenen Singvogelarten in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise; **n** = Anzahl der bis dato ungestörten Bruten)

	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM
DougR	2014	4: 10,8	1: 12,0*	-	-	2: 9,0
	2015	4: 7,8	-	-	-	2: 8,0
	2016	4: 9,0	-	-	-	-
DougM	2014	8: 11,3	5: 11,4	3: 8,0	-	3: 9,7
	2015	7: 7,0	9: 9,6	2: 6,5	-	4: 8,3
	2016	3: 10,3	1: 10,0*	-	-	1: 9,0*
FichM	2014	22: 9,8	6: 10,3	8: 7,9	1: 9,0*	2: 9,5
	2015	19: 8,1	9: 9,3	10: 7,3	2: 7,5	3: 8,7
	2016	7: 9,1	4: 10,0	3: 7,3	-	2: 8,0

* nur 1 Gelege vorhanden

Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Gelegegröße der Kohlmeise zwischen den Untersuchungsgebieten feststellen.

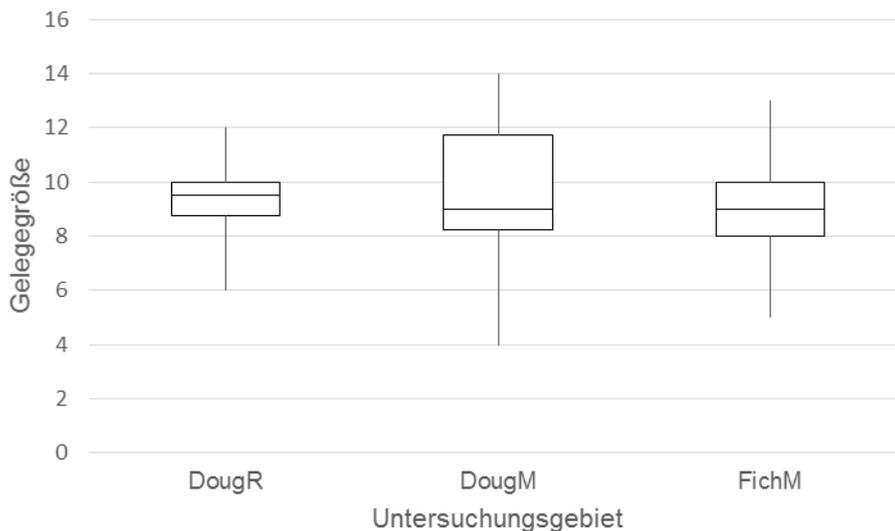


Abbildung 7: Gelegegröße der Kohlmeise in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; **n** DougR = 12, **n** DougM = 18, **n** FichM = 48)

2.4 Schlupfrate

Zur Ermittlung der Schlupfrate wurden alle Bruten berücksichtigt, die bis zum wöchentlichen Kontrolltag nach erfolgtem Schlupf ungestört, also ohne Nestplünderung geblieben waren, da nur so die genaue Zahl geschlüpfter Nestlinge ermittelt werden konnte.

Tabelle 5: Anzahl bebrüteter Eier und Anzahl geschlüpfter Jungvögel bis dato ungestörter und nicht aufgebener Bruten in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmehse, TM = Tannenmeise, n = Anzahl bis dato ungestörter Bruten; E = Anzahl Eier; ↑ = Anzahl geschlüpfter Jungvögel)

	Jahr	KM		BM		KL		SM		TM	
		n: E	↑	n: E	↑	n: E	↑	n: E	↑	n: E	↑
DougR	2014	4: 43	41	1: 12	12	-	-	-	-	2: 18	18
	2015	4: 31	28	-	-	-	-	-	-	2: 16	14
	2016	3: 26	24	-	-	-	-	-	-	-	-
DougM	2014	7: 79	76	5: 57	53	3: 24	24	-	-	3: 29	28
	2015	2: 12	11	2: 17	17	2: 13	12	-	-	4: 33	32
	2016	3: 27	27	-	-	-	-	-	-	1: 9	8
FichM	2014	15: 145	142	6: 51	49	7: 54	50	1: 9	9	1: 10	10
	2015	2: 17	17	2: 21	21	8: 57	55	2: 15	13	-	-
	2016	5: 45	41	3: 30	24	1: 6	6	-	-	2: 16	15

Tabelle 6: Schlupfrate in Prozent in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016. (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmehse, TM = Tannenmeise)

Schlupfrate [%]	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM
DougR	2014	95,3	100	-	-	100
	2015	90,3	-	-	-	87,5
	2016	92,3	-	-	-	-
DougM	2014	96,2	92,9	100	-	96,6
	2015	91,7	100	92,3	-	97,0
	2016	100	-	-	-	88,9
FichM	2014	97,9	96,1	92,6	100	100
	2015	100	100	96,5	86,7	-
	2016	91,1	80,0	100	-	93,8

Mit Ausnahme des Untersuchungsgebiets „Fichten-Mischbestand“ lag die Anzahl der verwendbaren Bruten für alle Gebiete und Jahre im einstelligen Bereich (siehe Tabelle 5: n). Bei der in allen Untersuchungsgebieten und -jahren vorkommenden Kohlmeise ließen sich stets hohe Schlupfraten von über 90 % konstatieren. Auch die übrigen Arten zeigten zumeist vergleichbar hohe Werte. Den niedrigsten Wert zeigte mit einer Schlupfrate von 80 % die Blaumeise im Fichten-Mischbestand im letzten Untersuchungsjahr.

2.5 Nestlingsgewichte

Ausgehend von der generell geringen Siedlungsdichte vor allem im Douglasien-Reinbestand, über zahlreiche Plünderungen während der Eiablage- und Bebrütungsphase dünnte die ohnehin geringe Anzahl an verwertbaren Bruten zum Ende der Nestlingszeit in den Douglasiengebieten und auch im Fichten-Mischbestand weiter aus.

Um zumindest eine Einordnung der resultierenden, äußerst spärlichen Daten zu den Gewichten der Jungvögel vornehmen zu können, wurden Ergebnisse einer Studie zu Nestlingsgewichten von Kohlmeisen in einem Rotbuchen-Eichenmischwald im Raum Schlüchtern (RENKEWITZ 1979), also einem Optimalhabitat, herangezogen: Hierbei wurde anhand täglicher Wägungen die Gewichtsentwicklung der Nestlinge sowie zusätzlich die später geschlüpfter Nestlinge, sogenannter Nesthäkchen, dokumentiert.

Alle in der aktuellen Untersuchung über den gesamten Untersuchungszeitraum ermittelten Nestlingsgewichte aus den beiden Douglasiengebieten, die in die Zeitspanne bis zum 12. Nestlingstag fielen und somit vergleichbar waren, wurden mit den Ergebnissen von RENKEWITZ (1979) kombiniert.

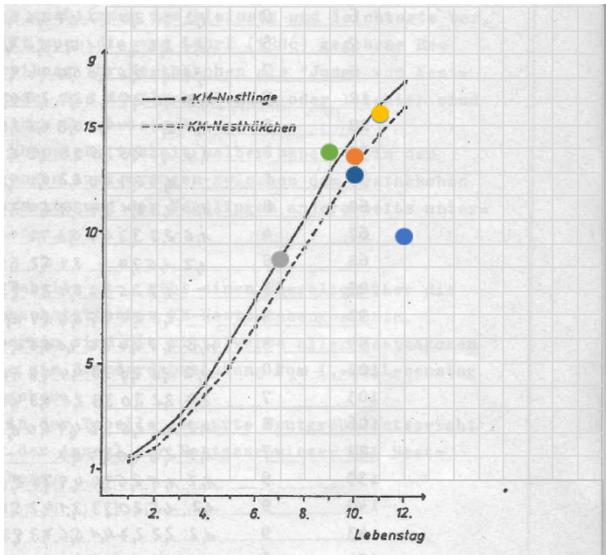


Abbildung 8: Mittlere Nestlingsgewichte von Kohlmeisen im Untersuchungsgebiet Douglasien-Reinbestand bis zum 12. Nestlingstag (n = 7). Jeder farbige Punkt markiert eine Brut. Diagramm = Referenzwerte von RENKEWITZ (1979). Für den 11. Nestlingstag liegen zwei (fast gleiche) Werte übereinander. Verändert nach RENKEWITZ 1979.

Die mittleren Gewichte der Kohlmeisen-Nestlinge im Douglasien-Reinbestand lagen in der Mehrzahl an bzw. unterhalb der Gewichtskurve für normalgewichtige Kohlmeisen-Nestlinge im Optimalhabitat und unterschritten die Gewichtskurve für Nesthäkchen in einem Fall: Bei der durch einen blauen Punkt gekennzeichneten Brut waren die Nestlinge sehr schwach und einige starben im Laufe der Nestlingszeit.

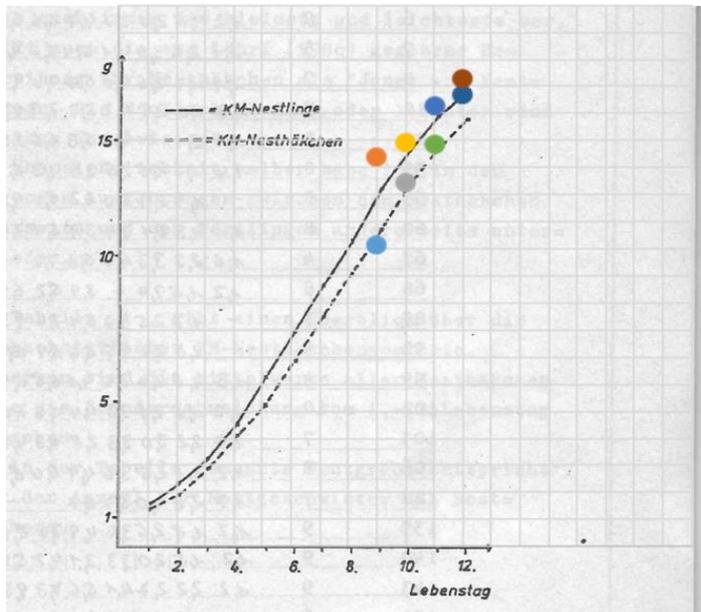


Abbildung 9: Mittlere Nestlingsgewichte von Kohlmeisen im Untersuchungsgebiet Douglasien-Mischbestand bis zum 12. Nestlingstag (n = 8). Jeder farbige Punkt markiert eine Brut. Diagramm = Referenzwerte von RENKEWITZ (1979). Verändert nach RENKEWITZ 1979.

Die mittleren Nestlingsgewichte der Kohlmeisen-Nestlinge im Douglasien-Mischbestand lagen in der Mehrzahl oberhalb der Gewichtskurve für normalgewichtige Nestlinge, in drei Fällen zwischen dieser und der Kurve für Nesthäkchen im Optimalhabitat.

2.6 Ausflugrate/Bruterfolg

Um die Ausflugsrate und damit den Bruterfolg zu bestimmen, wurden alle Bruten berücksichtigt, die bis zum Ausfliegen der Nestlinge ohne Plünderung geblieben waren.

Tabelle 7: Anzahl Nestlinge und Anzahl ausgeflogener Jungvögel aus ungestörten Erstbruten in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016.
 (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise; n = Anzahl der bis dato ungestörten und nicht aufgegebenen Bruten; Ne = Anzahl Nestlinge; ↑↑↑= Anzahl ausgeflogener Jungvögel)

	Jahr	KM		BM		KL		SM		TM	
		n: Ne	↑↑↑	n: Ne	↑↑↑	n: Ne	↑↑↑	n /Ne	↑↑↑	n /Ne	↑↑↑
DougR	2014	3: 32	31	1: 12	8	-	-	-	-	2: 18	16
	2015	4: 28	27	-	-	-	-	-	-	2: 14	12
	2016	1: 8	4	-	-	-	-	-	-	-	-
DougM	2014	6: 64	61	5: 53	52	3: 24	24	-	-	3: 28	21
	2015	2: 11	11	2: 17	17	2: 12	12	-	-	3: 23	21
	2016	3: 27	27	-	-	-	-	-	-	1: 8	8
FichM	2014	4: 38	37	1: 11	11	6: 46	43	1: 9	9	1: 10	10
	2015	1: 8	6	-	-	5: 35	31	-	-	-	-
	2016	3: 25	24	3: 24	21	1: 6	3	-	-	2: 15	15

Tabelle 8: Ausflugrate in Prozent in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016.
 (DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise)

Ausflug-rate [%]	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM
DougR	2014	96,6	66,7	-	-	88,9
	2015	96,4	-	-	-	85,7
	2016	50	-	-	-	-
DougM	2014	95,3	98,1	100	-	75,0
	2015	100	100	100	-	91,3
	2016	100	-	-	-	100
FichM	2014	97,4	100	93,4	100	100
	2015	75,0	-	88,6	-	-
	2016	96	87,5	50,0	-	100

Es zeigten sich mit wenigen Ausnahmen generell hohe Ausflugeraten und damit eine geringe Nestlingssterblichkeit bei den wenigen bis zum Ausfliegen verbliebenen Bruten der unterschiedlichen Arten in den drei Untersuchungsgebieten.

Für die wenigen Kohlmeisen-Bruten zeigten sich für beide Douglasien-Gebiete mit Ausnahme von 2016 in DougR (nur eine Brut) hohe Ausflugeraten im Bereich von 95 – 100 %.

2.7 Bruterfolg pro Brutpaar

Aus den bis zum Ausfliegen der Jungen ungestörten Bruten wurde der Bruterfolg pro Brutpaar ermittelt, d. h. die mittlere Anzahl an ausgeflogenen Jungvögeln je Brutpaar.

Tabelle 9: Bruterfolg pro Brutpaar (= Anzahl ausgeflogener Jungvögel pro Brutpaar) aus ungestörten Erstbruten in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016.
(↑↑↑= Anzahl ausgeflogener Jungvögel; BP = Brutpaar;
DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand;
KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber, SM = Sumpfmeise, TM = Tannenmeise)

↑↑↑/BP	Jahr	KM	BM	KL	SM	TM
DougR	2014	10,3	8,0	-	-	8,0
	2015	6,8	-	-	-	6,0
	2016	4,0	-	-	-	-
DougM	2014	10,2	10,4	8,0	-	7,0
	2015	5,5	8,5	6,0	-	7,0
	2016	9,0	-	-	-	8,0
FichM	2014	9,3	9,5	7,2	9,0	10,0
	2015	6,0	11,0	6,2	-	-
	2016	8,0	7,0	3,0	-	7,5

Es konnten über den Untersuchungszeitraum keine statistisch signifikanten Gebietsunterschiede hinsichtlich der Anzahl ausgeflogener Jungvögel pro Kohlmeisen-Brutpaar gefunden werden.

Abschließend geben die nachfolgend aufgeführten Tabellen einen detaillierten Gesamtüberblick über die zu Grunde liegenden Daten hinsichtlich höhlenbrütenden Singvögeln: die Anzahl Erstbruten sowie davon geplündelter und aufgebener Bruten samt

Zuordnung zur Brutphase (Nestbau-, Eiablage-, Bebrütungs- und Nestlingsphase), in der die Plünderungen bzw. Brutaufgaben erfolgten.

b) DougM

Untersuchungsjahr 2014												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	9	-/1	11,3	1	79	76	1		64	61	10,2	
BM	5	-	11,4	-	57	53	-		53	52	10,4	
KL	3	-	8,0	-	24	24	-		24	24	8,0	
SM	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
TM	3	-	9,7	-	29	28	-		28	21	7,0	
Untersuchungsjahr 2015												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	14	5/1	7,0	5	12	11	1		11	11	5,5	
BM	11	1/-	9,6	7	17	17	1		17	17	8,5	
KL	2	-	6,5	-	13	12	-		12	12	6,0	
SM	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
TM	4	-	8,3	-	33	32	1		23	21	7,0	
Untersuchungsjahr 2016												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	8	2/2	10,3	1	27	27	-		27	27	9,0	
BM	2	1/-	10,0*	1	-	-	-		-	-	-	
KL	1	-	-	1	-	-	-		-	-	-	
SM	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
TM	2	1/-	9,0*	-	9	8	-		8	8	8,0	

c) FichM

Untersuchungsjahr 2014												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	24	1/1	9,8	6	145	142		11/1	38	37	9,3	
BM	6	-	10,3	0/1	51	49		4 (1 TP)	11	11	9,5	
KL	8	-	7,9	1	54	50		1	46	43	7,2	
SM	1	-	9,0*	-	9	9		-	9	9	9,0	
TM	2	-	9,5	1	10	10		-	10	10	10,0	
Untersuchungsjahr 2015												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Plünderung <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	38	14/3	8,1	17	17	17		3	8	6	6,0	
BM	13	3/-	9,3	8	21	21		2 (1 TP)	-	-	11,0	
KL	11	1/1	7,3	1	57	55		2/1	35	31	6,2	
SM	2	-	7,5	-	15	13		2	-	-	-	
TM	3	-	8,7	3	-	-		-	-	-	-	
Untersuchungsjahr 2016												
Art	Anzahl Brutpaare mit Erstbruten	Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Eiablage</i>	mittlere Größe vollständiger bebrüteter Gelege	Plünderung <i>Bebrütungsphase</i>	Schlupferfolg (ungestörter Bruten)		Anzahl geplünderter/ aufgebener Bruten <i>Nestlingsphase</i>		Ausflugerfolg (ungestörter Bruten)		Bruterfolg pro Brutpaar (ungestörter Bruten)	
					Anzahl E	Anzahl ↓			Anzahl Ne	Anzahl ↑↑↑	Anzahl↑↑↑/BP	
KM	19	11/-	9,1	3	45	41		2	25	24	8,0	
BM	9	4/-	10,0	2	30	24		-	24	21	7,0	
KL	5	2/-	7,3	2	6	6		-	6	3	3,0	
SM	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
TM	2	-	8,0	-	16	15		-	15	15	7,5	

3. Winterpopulationen

3.1 Artenverteilung

Bei den nächtlichen Winterkontrollen konnten in allen drei Untersuchungsgebieten Kohlmeisen und Kleiber gefangen werden. Blaumeisen nutzten die Nistkästen nur sehr selten als Schlafplatz, im Douglasien-Reinbestand konnten sie in keinem Fall nachgewiesen werden. Es wurden weder Sumpf- noch Tannenmeisen in den Nistkästen angetroffen.

Tabelle 10: Anzahl übernachtender Vögel in den drei Untersuchungsgebieten in den Wintern 2014/15 bis 2016/17. (KM = Kohlmeise, BM = Blaumeise, KL = Kleiber) ♂ = Männchen; ♀ = Weibchen; bei Blaumeisen können die Geschlechter außerhalb der Brutzeit nicht sicher unterschieden werden.)

	Jahr	KM		BM		KL	
		Dez. ♂/♀	Feb. ♂/♀	Dez.	Feb.	Dez. ♂/♀	Feb. ♂/♀
DougR	2014/15	6/5	8/9	-	-	2/2	3/3
	2015/16	2/-	4/-	-	-	2/2	2/1
	2016/17	4/3	4/5	-	-	1/1	-
DougM	2014/15	8/6	15/8	3	4	4/4	4/5
	2015/16	6/-	4/-	6	1	3/4	2/2
	2016/17	5/8	6/12	-	3	-/2	1/3
FichM	2014/15	21/10	31/24*	3	2	10/3	11/6
	2015/16	17/6	9/4	5	1	9/6	9/6
	2016/17	15/18	19/31	1	1	4/3	4/4

*davon ein Individuum tot im Nistkasten angetroffen

Die statistische Analyse der Gesamtanzahl der nachgewiesenen Kohlmeisen - nach Männchen und Weibchen getrennt - zwischen den beiden Douglasiengebieten, ergab über den gesamten Untersuchungszeitraum keinerlei signifikante Unterschiede. Auch die Gesamtanzahl nachgewiesener Kleiber-Weibchen bzw. -Männchen unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gebieten.

3.2 Wintergewichte

Die mittleren Gewichte der übernachtenden Individuen wurden für alle Arten, - nach Männchen und Weibchen getrennt - zwischen den Untersuchungsgebieten verglichen.

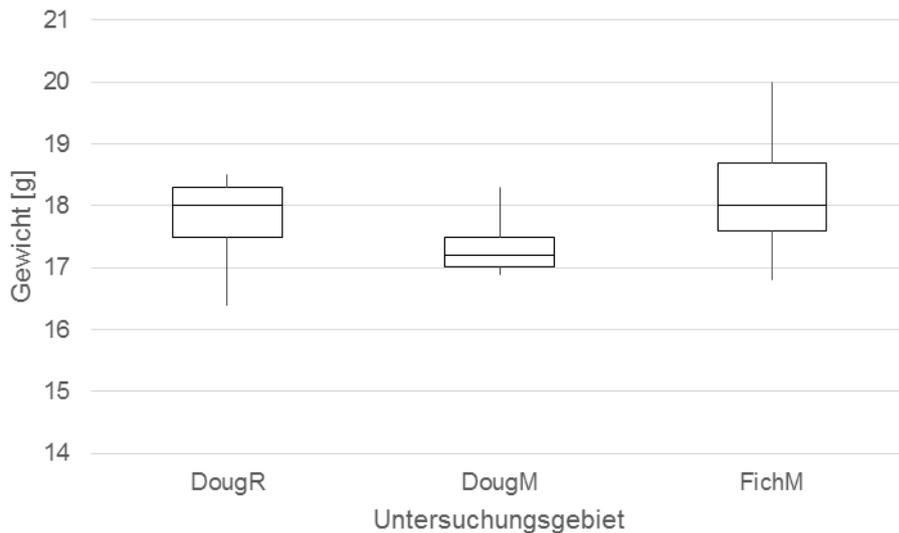


Abbildung 10: Gewichte der übernachtenden Kohlmeisenweibchen in den drei Untersuchungsgebieten für Dezember im Zeitraum 2014 bis 2016.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; n_{DougR} = 8, n_{DougM} = 14, n_{FichM} = 34)

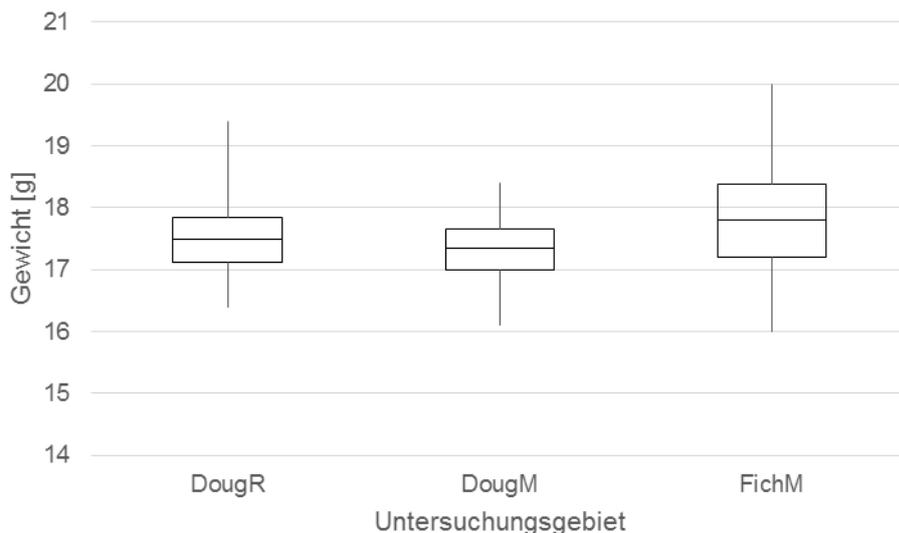


Abbildung 11: Gewichte der übernachtenden Kohlmeisenweibchen in den drei Untersuchungsgebieten für Februar im Zeitraum 2015 bis 2017.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; n_{DougR} = 14, n_{DougM} = 20, n_{FichM} = 58)

Es zeigten sich für Kohlmeisen-Weibchen im Dezember und im Februar signifikante Unterschiede: Diese sind im Dezember im Douglasien-Mischbestand mit einem mittleren Gewicht von 17,36 g signifikant leichter als die Kohlmeisen-Weibchen im Fichten-Mischbestand mit einem mittleren Gewicht von 18,13 g (Ordinary one-way ANOVA: $p = 0.0048^{**}$; Tukey's multiple comparisons-test: DougR vs DougM: $p = 0.3701$; DougR vs FichtM: $p = 0.4429$; DougM vs FichtM: $p = 0.0035^{**}$).

Im Februar sind die Kohlmeisen-Weibchen im Douglasien-Mischbestand mit einem mittleren Gewicht von 17,28 g signifikant leichter als jene im Fichten-Mischbestand mit durchschnittlich 17,84 g (Ordinary one-way ANOVA: $p = 0.0323^{*}$; Tukey's multiple comparisons-test: DougR vs DougM: $p = 0.5069$; DougR vs FichtM: $p = 0.5838$; DougM vs FichtM: $p = 0.0263^{*}$). Im Dezember 2014 waren die übernachtenden Kohlmeisen-Weibchen ausschließlich im nadelholzdominierten Areal lokalisiert, und auch im Dezember 2016 lag die Anzahl hier über der im laubholzdominierten Bereich. Im Februar 2015 hingegen konnte eine ausgewogene Verteilung zwischen den Gebieten festgestellt werden. Im Februar 2017 wurde einmalig der nadelholzdominierte Bereich schwächer als das laubholzdominierte Areal genutzt. Für die Männchen konnten keinerlei signifikante Gewichtsunterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten festgestellt werden.

II Säugetiere

1. Artenverteilung und Nistkastennutzung

Es konnten in allen Untersuchungsgebieten die zu den Bilchen (*Gliridae*) zählenden Arten Siebenschläfer und Haselmaus nachgewiesen werden. Im Douglasien- sowie Fichten-Mischbestand konnten zusätzlich auch Vertreter der Gattung *Apodemus* spec. (Waldmaus *Apodemus sylvaticus* oder Gelbhalsmaus *Apodemus flavicollis*) festgestellt werden. Da die Säugetiere nicht individuell markiert waren und zudem häufig die Nistkästen wechseln, konnten die jeweiligen Populationsdichten (Individuen/ha) nicht bestimmt werden. Nachfolgend ist daher die Anzahl der pro Jahr nachweislich genutzten Nistkästen dargestellt.

Tabelle 12: Anzahl der durch Säugetiere genutzten Nistkästen in den drei Untersuchungsgebieten für die Jahre 2014 bis 2016.

(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; SiS = Siebenschläfer, HM = Haselmaus, FLM = Fledermäuse, MAUS = *Apodemus spec.*)

	Jahr	SIS	HM	FLM	MAUS	Anzahl Kategorien
DougR	2014	1	-	22	-	2
	2015	2	-	43	-	2
	2016	2	1	73	-	3
DougM	2014	18	1	18	-	3
	2015	10	2	33	-	3
	2016	20	-	59	3	3
FichM	2014	41	12	25	10	4
	2015	35	7	22	3	4
	2016	42	4	24	2	4

Bezüglich des Spektrums von angetroffenen Säugetieren (= Anzahl Kategorien) konnten im Gebietsvergleich keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Die Anzahl der durch Siebenschläfer genutzten Nistkästen in den beiden Douglasiengebieten zeigte ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen, welche Teile der beiden Douglasien-Gebiete über den gesamten Untersuchungszeitraum durch den Siebenschläfer genutzt wurden.

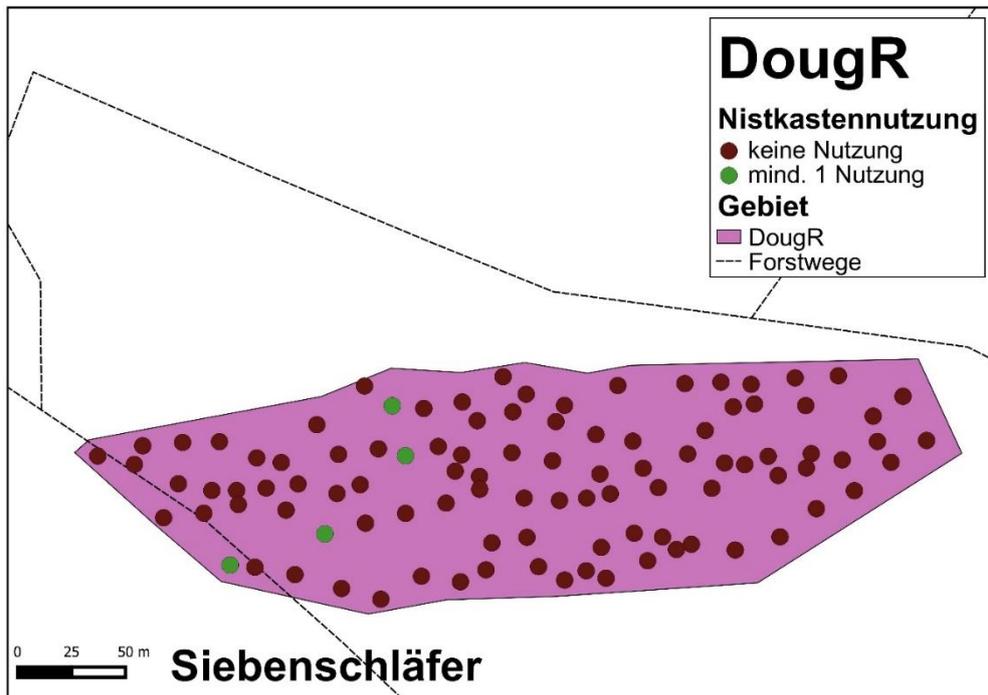


Abbildung 12: Nistkastennutzung durch Siebenschläfer im Douglasien-Reinbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.

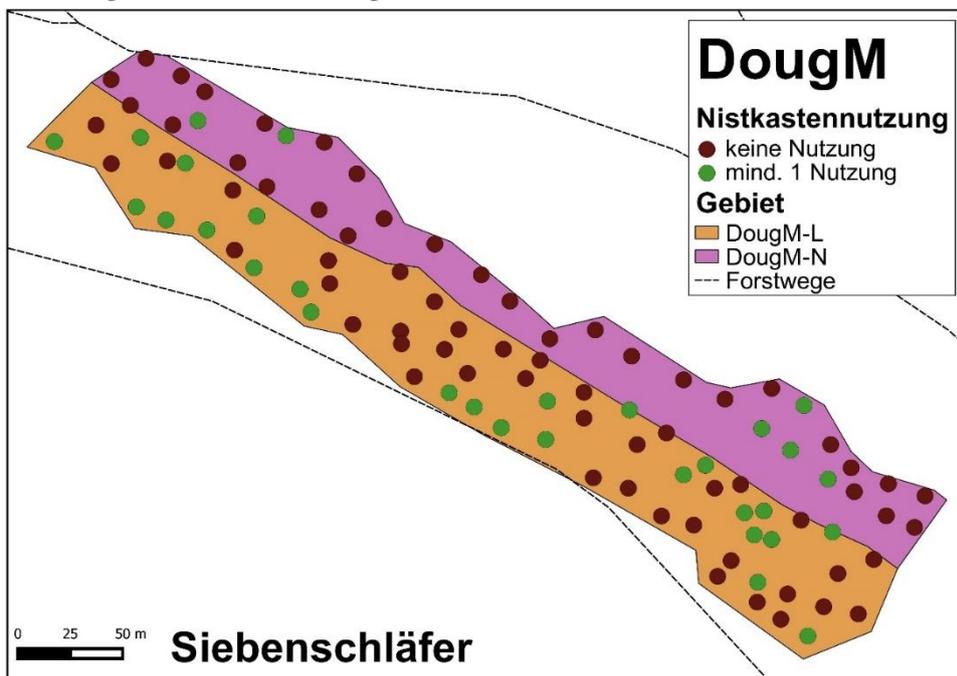


Abbildung 13: Nistkastennutzung durch Siebenschläfer im Douglasien-Mischbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.
(DougM-L = laubholzdominierter Bereich; DougM-N: douglasiendominierter Bereich)

Die wenigen im Douglasien-Reinbestand genutzten Nistkästen fanden sich alle zentral im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

Im Douglasien-Mischbestand wurden die beiden Teilbereiche unterschiedlich intensiv durch Siebenschläfer genutzt: Die meisten Nutzungsnachweise fanden sich im laubholzdominierten Bereich. Hier wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum etwa dreimal so viele Nistkästen mindestens einmal durch diese Bilchart genutzt

Haselmäuse konnten in beiden Douglasiengebieten nur punktuell angetroffen werden.

Wie schon für den Siebenschläfer ergaben sich auch bei der Analyse der Anzahl von Nistkästen, die durch Fledermäuse genutzt wurden, keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Douglasiengebieten.

Bei den sicher bestimmten Fledermäusen handelte es sich vorrangig um das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) sowie die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*). Während im Douglasien-Reinbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum überwiegend das Braune Langohr nachgewiesen wurde, kam im Douglasien-Mischbestand vermehrt die Bechsteinfledermaus vor. Auffallend war die im Vergleich zu den Vorjahren besonders intensive Nutzung der beiden Douglasienbestände in 2016. Die Nutzung der beiden Teilbereiche im Douglasien-Mischbestand kann mit 31 über den gesamten Untersuchungsraum nachweislich genutzten Nistkästen im nadelholzdominierten Bereich versus 38 Nistkästen im laubholzdominierten Bereich als ausgewogen bezeichnet werden.

2. Reproduktion

In 2014 und 2016, jeweils im Oktober, konnte im Douglasien-Reinbestand jeweils in einem einzigen Fall ein juveniler, bereits selbständiger Siebenschläfer registriert werden, im Mischbestand liegen in diesen Jahren für mehrere Nistkästen Nachweise junger Siebenschläfer vor. Da Siebenschläfer-Mütter mit ihren Jungen bisweilen jedoch in einen anderen Nistkasten übersiedeln, ist eine genaue Anzahl der Würfe nicht zu ermitteln. In 2015 wurden keinerlei Anzeichen für eine Reproduktion in den Nistkästen festgestellt. Auch im Fichten-Mischbestand konnten in diesem Jahr keine Jungtiere nachgewiesen werden.

Im Douglasien-Reinbestand wurde in 2015 eine Fledermaus-Wochenstube des Braunen Langohrs nachgewiesen. In 2016 könnten zwei Funde, einmal von acht gemeinschaftlich

übertragenden Braunen Langohren, einmal von zehn Bechstein-Fledermäusen auf
Reproduktion im Douglasien-Mischbestand hindeuten.

III Insekten

1. Artenverteilung und Populationsdichte

In allen Untersuchungsgebieten konnten Sächsische Wespe und Hornisse nachgewiesen werden, im Douglasien- und Fichten-Mischbestand zusätzlich Hummeln. Im Fichten-Mischbestand wurde außerdem die Köhler-Wegwespe (*Auplopus carbonarius*) festgestellt.

Tabelle 13: Anzahl der in den drei Untersuchungsgebieten gefundenen Nester bzw. Königinnen staatenbildender Insekten sowie solitärer Wespen für die Jahre 2014 bis 2016.
(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand, FichM = Fichten-Mischbestand; We = Wespe, Hor = Hornisse; Hum = Hummel; WW = Köhler-Wegwespe)

	Jahr	We	Hor	Hum	WW	Anzahl Kategorien
DougR	2014	-	3	-	-	1
	2015	7	-	-	-	1
	2016	3	-	-	-	1
DougM	2014	6	8	-	-	2
	2015	17	3	1	2	4
	2016	16	3	-	5	3
FichM	2014	1	-	3	-	2
	2015	18	-	3	-	2
	2016	10	1	-	-	2

Der Douglasien-Reinbestand weist ein signifikant kleineres Spektrum an höhlennutzenden Insekten auf als der Douglasien-Mischbestand (Kruskal-Wallis test: $p = 0.0143^*$; Dunn's multiple comparisons test: DougR vs Doug M = 0.0266^* ; DougR vs. FichM = 0.2875 ; DougM vs FichM $> 0,9999$).

Zur Ermittlung der Populationsdichten wurden alle Nachweise, bei denen lediglich eine Königin ohne Nest angetroffen wurde, ausgeschlossen und alle Nistkästen mit Nestern zugrunde gelegt.

Tabelle 14: Populationsdichten der in beiden Douglasiengebieten vorkommenden Insektenarten in Nestern/ha für die Jahre 2014 bis 2016.

**(DougR = Douglasien-Reinbestand, DougM = Douglasien-Mischbestand;
We = Wespe, Hor = Hornisse)**

	Jahr	We	Hor
DougR	2014	-	0,5
	2015	1,75	-
	2016	0,75	-
DougM	2014	1,5	1,75
	2015	4,25	0,5
	2016	4	0,5

Der Vergleich der Populationsdichten der Sächsischen Wespe zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Douglasiengebieten.

Um zu überprüfen, welche Teile der Untersuchungsgebiete durch die Sächsische Wespe genutzt wurden, wurden in der nachfolgenden Abbildung sämtliche Nistkästen, in denen die Art über den Untersuchungszeitraum wenigstens einmal nachgewiesen werden konnte, farbig (=grün) markiert.

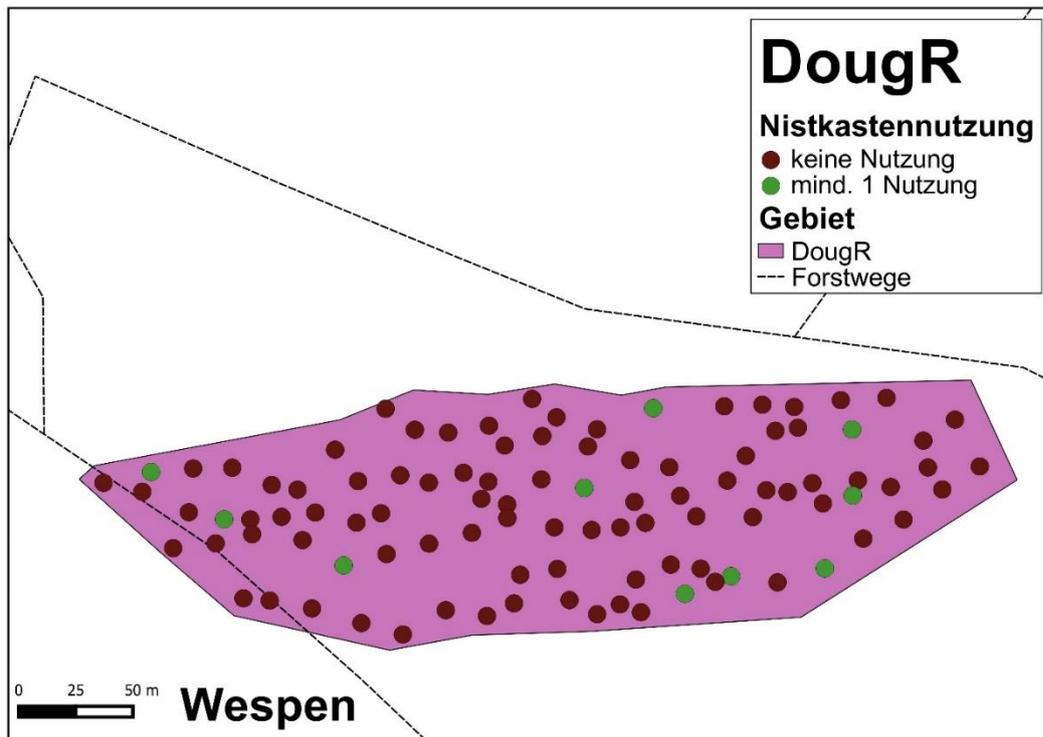


Abbildung 14: Nistkastennutzung der Sächsischen Wespe im Douglasien-Reinbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.

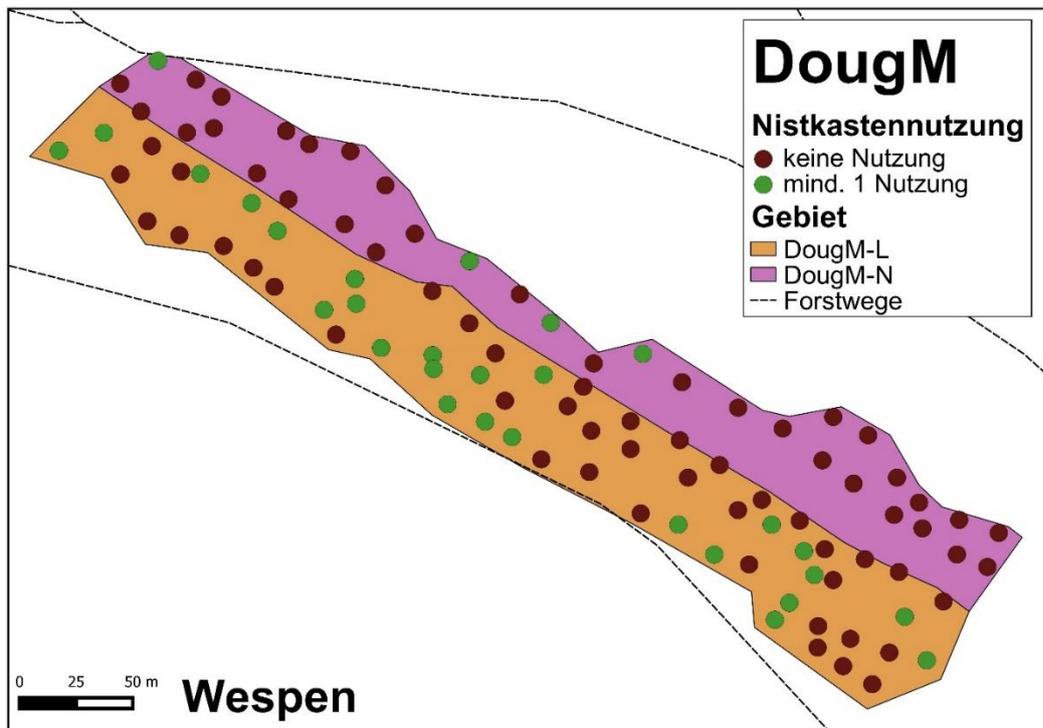


Abbildung 15: Nistkastennutzung der Sächsischen Wespe im Douglasien-Mischbestand über den gesamten Untersuchungszeitraum.
(DougM-L = laubholzdominierter Bereich; DougM-N: douglasiendominierter Bereich)

Während sich die Verteilung der Sächsischen Wespe über den gesamten Douglasien-Reinbestand und tendenziell eher den äußeren Bereich erstreckte, konnte im Douglasien-Mischbestand eine deutlich stärkere Nutzung des laubholzdominierten Bereichs festgestellt werden. In diesem wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum rund sechsmal so viele Nistkästen durch die Sächsische Wespe genutzt wie im douglasiendominierten Teil.

2. Reproduktion

Während von in allen Untersuchungsgebieten in 2014 registrierten Nestern der Sächsischen Wespe lediglich eines im Douglasien-Mischbestand Jungwespen und damit erfolgreiche Reproduktion aufwies, kann man 2015 mit vier Fällen erfolgreicher Reproduktion im Douglasien-Rein-, 11 im Douglasien-Misch- und 12 im Fichten-Mischbestand als ein „Wespenjahr“ mit z. T. sehr großen Staaten bezeichnen. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass die Witterung ideale Voraussetzungen für die stark temperaturabhängige Art bot: Der niederschlagsarme Sommer 2015 war der bis dato drittheiße Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (BECKER et al. 2015). Die mittlere Jahrestemperatur der nächstgelegenen DWD-Messstation Schlüchtern-Herolz zeigte für dieses Jahr eine Abweichung von +1 °C gegenüber der Referenzperiode 1981-2010 (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2017). 2016 wurden ebenfalls in allen drei Untersuchungsgebieten Nester mit aktiven Jungwespen registriert, im Douglasien-Reinbestand mit einem einzigen Fall am wenigsten, gefolgt von fünf Nachweisen erfolgreicher Reproduktion im Fichten-Mischbestand und neun Nachweisen im Douglasien-Mischbestand.

Lediglich in 2014 und 2016 konnte jeweils ein erfolgreicher Hornissenstaat – im Douglasien-Mischbestand - nachgewiesen werden, bei den übrigen registrierten Nestern kam es nicht zum Schlupf von Jungtieren.

Im Douglasien-Reinbestand wurden in keinem der Nistkästen Hummeln gefunden. Im Fichtenmischbestand kam es 2014 zu zwei, im Folgejahr zu einer erfolgreichen Brut. Bei dem einzigen Nachweis im Douglasien-Mischbestand konnte erfolgreiche Reproduktion registriert werden.

Die Nachweise der Köhler-Wegwespe im Douglasien-Mischbestand erfolgten über deren Brutzellen, dies ist mit einem Reproduktionsnachweis gleichzusetzen.

Diskussion/Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigten, dass die im Überangebot vorhandenen künstlichen Höhlen an sonst höhlenarmen Standorten sowohl von höhlenbrütenden Singvögeln als auch von Säugetieren und Insekten als Schlafplatz sowie zur Reproduktion angenommen wurden. Das Vogelartenspektrum des Douglasien-Reinbestands fiel signifikant kleiner aus als das des Fichten-Mischbestands. Dies deckt sich mit den Befunden von LEBRETON & POND (1987), die Bestände von Weisstannen (*Abies alba*) mit Douglasien- und Fichtenaufforstungen verglichen und in den Douglasienbeständen die geringste Vogelartenzahl fanden.

Vergleichende Untersuchungen zur Vogelaktivität von GOSSNER und UTSCHICK (2001 und 2004) in verschiedenen Beständen mit unterschiedlichen Anteilen von Baumarten ergaben ebenfalls für Douglasienreinbestände geringste Artenzahlen sowie die geringste Vogelaktivität. Studien von NICK (1987) zeigten, dass die Artendiversität von Singvögeln in Douglasien-Jungbeständen unter der von Fichten- und Tannenbeständen lag. Diese Verhältnisse kehrten sich jedoch mit steigendem Alter von Douglasienbeständen um, so dass in Altholzbeständen eine gegenüber Fichtenbeständen erhöhte Artendiversität feststellbar war. Dies könnte auch in der vorliegenden Studie von Bedeutung sein, da die Untersuchungsflächen noch nicht als Altholzbestände einzustufen sind.

MÜLLER et al. (1994) fanden bei Brutvogelkartierungen keine Unterschiede hinsichtlich des nachgewiesenen Artenspektrums von Vögeln in einem Douglasien- und zwei Fichtenbeständen, wohl aber eine reduzierte Häufigkeit der einzelnen Arten sowie eine reduzierte Anzahl an Revieren im Douglasienbestand, die nur bis zu 60 % der einer gleich großen Fläche in Fichtenbeständen entspräche.

In der vorliegenden Studie konnten zwischen dem Douglasien-Rein- und dem Mischbestand hinsichtlich der Siedlungsdichte von Kohlmeisen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die für den Douglasien-Reinbestand nachgewiesenen Siedlungsdichten für die Kohlmeise von durchschnittlich 13,3 BP/10 ha lag über den von BEJER & RUDEMO (1985) für Fichten-Nadelwälder festgestellten Größe von 10,6 BP/ 10 ha sowie des von LACK (1955) ermittelten Maximalwerts von 9 BP/10 ha.

Mit durchschnittlich 25,8 BP/10 ha liegt die mittlere Siedlungsdichte des Douglasien-Mischbestands oberhalb des von VAN BAALEN (1973) für Eichenwälder festgestellten Werts von 23 BP/10 ha.

BERRESSEM et al. (1983) konnten in Eichenwäldern bis zu 39 BP/10 ha nachweisen. JUNKER-BORNHOLDT & SCHMIDT (2000) fanden in einem Eichen-Buchenwald bis zu 50,9 BP/10 ha. Die Tatsache, dass Kohlmeisen den laubholzdominierten Bereich des Douglasien-Mischbestands mehr als doppelt so stark frequentierten, spiegelt die generelle, ungleiche Besiedlungsintensität der genannten Waldtypen ebenfalls wieder. Douglasien in Mischung mit Laubbäumen besitzen demnach eine weitaus höhere Attraktivität für die Kohlmeise als Reinbestände.

Völlig andere Siedlungsdichten weisen Kohlmeisen hingegen in Naturhöhlen unbewirtschafteter Nadelwälder auf: TOMIAŁOJĆ et al. (1984) konnten hier Werte von lediglich 0,1-0,2 BP/10 ha konstatieren. Auch für den Laubwald ergaben die Untersuchungen an Naturhöhlen lediglich 1,9 -2,8 BP/10 ha. Als Grund hierfür wird der hohe Feinddruck genannt. Diesem sind die Tiere in künstlichen Nisthöhlen weniger stark ausgesetzt.

Generell müssen die beobachteten mittleren Siedlungsdichten jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, da im Jahr 2015 in den zugrunde liegenden sowie weiteren Untersuchungsgebieten im Raum Schlüchtern ausnahmsweise hohe Zahlen an Brutpaaren registriert werden konnten. Allein im Douglasien-Reinbestand verdoppelte sich die Anzahl an Kohlmeisen-Brutpaaren im Vergleich zum Vorjahr. Dies könnte möglicherweise in Zusammenhang mit dem milden Winter 2014/15 und damit einhergehender geringerer Wintermortalität stehen.

Als Ursache für unterschiedliche Siedlungsdichten von Kohlmeisen in Nadel- und Laubwäldern nennt KLUJVER (1963) die Unterschiede an adäquaten Nahrungsressourcen. MÜLLER et al. (1994) vermuten ein verringertes Nahrungsangebot an Arthropoden in Douglasienbeständen im Vergleich zu Fichten. Nach GOSSNER (2008) gibt es Unterschiede hinsichtlich der Artenstruktur von Arthropoden zwischen Douglasie und Fichte, zumal sich die beiden Baumarten z. B. hinsichtlich der Borke- und Kronenstruktur erheblich voneinander unterscheiden. So konnten auf Douglasien unter anderem vergleichsweise geringere Artenzahlen von Spinnen sowie eine erhöhte Labilität von Spinnengemeinschaften gegenüber Fichte, Buche und Eiche konstatiert werden (ENGEL 2001b).

Da in den Douglasiengebieten (künstliche) Höhlen als eine Grundvoraussetzung für eine Nutzung des Lebensraumes vorhanden waren, ist anzunehmen, dass die im Vergleich zu Laubwaldhabitaten niedrigen Siedlungsdichten sowohl im Reinbestand als auch im douglasiendominierten Teil des Mischbestands in einem geringeren Nahrungsangebot begründet sind.

Da durch das Ausbringen von künstlichen Nisthöhlen besonders in Nadelholzforsten nachweislich eine deutliche Steigerung der Siedlungsdichten erreicht werden kann (GRÜNEBERG 2013), ist jedoch anzunehmen, dass natürliche Siedlungsdichten (ohne Nistkästen) weit niedriger liegen als die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Werte. Um vergleichbare Siedlungsdichten in ähnlich alten Douglasienbeständen zu erreichen, ist ein entsprechendes Höhlenangebot demnach grundlegende Voraussetzung.

Während MÜLLER et al. (1994) im Zuge von Brutvogelkartierungen Kleiber in Douglasienbeständen nachweisen konnten, traten sie in der vorliegenden Untersuchung im Reinbestand nicht als Brutvögel auf, konnten aber während der Brutkontrollen mehrfach verhört werden. Auch Blaumeisen konnten im Bereich des Untersuchungsgebiets verhört werden, schienen den Reinbestand jedoch als Brutstandort zu meiden.

Die Besiedlung des Douglasien-Reinbestands durch Tannenmeisen lag zwar unterhalb des für Mitteleuropa angegebenen Wertes von 8-12 BP/10 ha in Tannen-Buchenwäldern (WINKEL 1993), aber oberhalb der für Wirtschaftswälder Deutschlands angenommenen Siedlungsdichte von 1-2 BP/10 ha (LOEHL in WINKEL 1993).

Auffällig war die erwähnte artuntypische Polsterung von Meisennestern mit Strobennadeln anstelle von Säugerhaaren, die andere im Rahmen einer Langzeitstudie an höhlenbrütenden Singvögeln untersuchte Gebiete im Raum Schlüchtern mit Strobenvorkommen über die letzten 50 Jahre nicht zeigten. Dies könnte ein indirekter Hinweis auf relativ schwache Frequentierung der beiden Douglasien-Gebiete durch bestimmte Säugerarten sein. Nach BERGMANN (1994) werden Douglasienbestände hingegen als von Säugetieren gut angenommen eingestuft und als Nachweise Rötelmaus, Feldmaus (*Microtus arvalis*) und Erdmaus (*Microtus agrestis*) sowie Hase (*Lepus europaeus*) und Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) genannt.

Die Tatsache, dass der Legebeginn der Kohlmeise im letzten Untersuchungsjahr im Douglasien-Reinbestand signifikant später erfolgte, könnte auf eine spätere Besiedlung hindeuten, wie sie häufig für weniger geeignete Habitate im Gegensatz zu besser geeigneten beobachtet werden kann (BROWN 1969).

Bezüglich aller die Reproduktion der Singvögel betreffenden Parameter muss beachtet werden, dass die Zahl der zugrundeliegenden Bruten aufgrund der geringen Siedlungsdichte vor allem im Douglasien-Reinbestand sowie einer bedingt durch Nestplünderungen nachfolgenden

weiteren Reduktion bis zum Ausfliegen der Jungvögel stets sehr gering war und in Verbindung mit der drei Jahre umfassenden Datenaufnahmezeit nur eingeschränkt aussagekräftig ist.

Für das Eivolumen als einen Indikator für die Nahrungsversorgung der Weibchen während der Eiablagephase (JÄRVINEN 1989) und als einen Prädiktor für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Jungvögel (WILLIAMS 1994), konnten keinerlei statistisch signifikante Gebietsunterschiede festgestellt werden. Auch für die Gelegegröße der Kohlmeisen, die sich im Bereich der arttypischen Anzahl von 6-12 Eiern bewegte (SCHMIDT & ZUB 1993) zeigten sich keine gebietspezifischen Differenzen.

Immer vor dem Hintergrund der lediglich dreijährigen Laufzeit und der resultierenden Datengrundlage, die zusätzlich durch Nestplünderungen stark dezimiert wurde, kann vorsichtig festgehalten werden, dass es den wenigen ungestörten Brutpaaren vergleichsweise gut ging. Sie wiesen in allen Untersuchungsgebieten hohe Schlupfraten auf, was für eine gute Eiqualität spricht.

Während die mittleren Nestlingsgewichte für den Douglasien-Reinbestand größtenteils an bzw. unterhalb der Gewichtskurve für normalgewichtige Kohlmeisen-Nestlinge im Optimalhabitat lagen, bewegten sich die vergleichsweise höheren Werte für den Douglasien-Mischbestand mehrheitlich oberhalb bzw. im Bereich zwischen der Normalgewichtigen- und Nesthäkchen-Kurve. Die im Verhältnis höheren Werte für den Douglasien-Mischbestand lassen vermuten, dass hier ein reichhaltigeres Nahrungsangebot zur Verfügung stand.

Die Nestlingssterblichkeit, die eine mögliche Unterversorgung mit Nahrung anzeigen könnte, ist als gering einzustufen. Ausflugeraten und damit einhergehend der Bruterfolg pro Brutpaar deuten auf eine ausreichende Nahrungsversorgung der (wenigen) Nestlinge in den Douglasiengebieten hin. BERESSEM et al. (1983) können für ein Optimalhabitat Ausflugeraten von 81-88 % feststellen, allerdings ist aufgrund der kleinen Datengrundlage eine Vergleichbarkeit nicht gegeben.

Zwar beträgt die Reviergröße von Kohlmeisen nach DHONDT (1971) 0,51 ha, während der Nestlingszeit kommt es jedoch zu einer Auflösung der Reviere. Für Kohlmeisen ist ein 50 m-Radius zur Futtersuche um den Brutort nachgewiesen (LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN

BAYERN E. V. 2016). Aus energetischen Gründen sind möglichst kurze Wege zwischen Brutort und Futterquellen optimal. Für die wenigen Bruten scheint das im Umkreis des Brutortes vorhandene Arthropodenangebot offensichtlich ausreichend gewesen zu sein.

Die Ergebnisse der Nachtkontrollen im Dezember und Februar zeigten, dass beide Douglasienbestände auch als Übernachtungsort im Winter angenommen wurden. Der Nachweis des Kleibers zeigt, dass diese Art den Reinbestand zwar als Brutstandort meidet, als Übernachtungsort aber durchaus nutzt.

Hinsichtlich der Anzahl nachgewiesener Individuen ergaben sich für Kohlmeise und Kleiber zwar keinerlei signifikante gebietsspezifische Unterschiede, wohl aber bei den Gewichten. Die niedrigeren Gewichte der Kohlmeisen-Weibchen im Douglasien-Mischbestand gegenüber dem Fichten-Mischbestand könnten von einer schlechteren Nahrungsversorgung in diesem Gebiet herrühren. GOSSNER & UTSCHICK (2001 und 2004) konnten im Winter (anhand von Beobachtungen am Tag) praktisch keine Vogelaktivität in den Baumkronen, sondern nur noch im Stammbereich von Douglasienreinbeständen nachweisen und stellten beim Vergleich der stammesiedelnden Arthropodenfauna von Douglasienstämmen eine im Vergleich zu Fichtenbeständen verringerte Artenzahl sowie geringere Abundanzen fest.

In allen Untersuchungsbioten konnten Siebenschläfer, Haselmäuse und Fledermäuse nachgewiesen werden, Mäuse der Gattung *Apodemus* fehlten im Douglasien-Reinbestand völlig und waren auch im Douglasien-Mischbestand lediglich in einem Untersuchungsjahr anzutreffen. Trotz ausreichendem Höhlenangebot erwies sich der Douglasien-Reinbestand als offensichtlich unattraktiv für die beiden Bilcharten: Die Nachweise von Siebenschläfern waren im Douglasien-Reinbestand durchweg sehr spärlich. Siebenschläfer sind generell häufiger anzutreffen als Haselmäuse und bevorzugen – wie auch die Haselmaus – Mischwälder. Dies spiegelt sich auch in der intensiveren Nutzung des laubholzdominierten Teils des Douglasien-Mischbestands durch Siebenschläfer wider. Beide Bilcharten nutzen Baumhöhlen als Tagesschlafplatz sowie zur Aufzucht ihrer Jungen (VIETINGHOFF-RIESCH 1960). Reproduktion erfolgte nachweislich nur bei den Siebenschläfern und lediglich in den beiden Mischbeständen. Die Tatsache, dass 2015 keinerlei Anzeichen für Reproduktion gefunden werden konnten, erklärt sich aus der Biologie dieser Art: So kommt es immer wieder zu Jahren mit völligem Reproduktionsausfall.

Für den Douglasien-Reinbestand lag über den gesamten Untersuchungszeitraum lediglich ein einziger Haselmaus-Nachweis vor, der überraschenderweise im Zuge einer Nachtkontrolle erbracht wurde, bei der im Dezember eine torpide (d. h. durch reduzierte Stoffwechselrate und Körpertemperatur immobile) Haselmaus mit Nest in einem Nistkasten angetroffen wurde. Unter gleichen Bedingungen wurde der Erstfund einer Haselmaus im Douglasien-Mischbestand gemacht. Da Haselmäuse wie auch der Siebenschläfer Winterschläfer sind und ab Oktober/November in Bodennähe überwintern, waren diese Funde nicht unbedingt zu erwarten. Für Haselmäuse definieren unter anderem BRIGHT & MORRIS (1990) den optimalen Lebensraum als artenreich mit lichtem Unterwuchs, um eine optimale Nahrungsversorgung während der Aktivitätszeit zu gewährleisten, JUŠKAITIS (2007b) beschreibt allerdings ihr Vorkommen in Litauen auch in fichtendominierten Bereichen. Haselmäuse legen neben Nestern in Baumhöhlen auch Freinester in der Vegetation an, es konnten diesbezüglich aber keinerlei Nachweise in den Untersuchungsgebieten erbracht werden. Die Haselmaus-Funde sind daher in beiden Douglasiengebieten sehr spärlich und liegen auch im Douglasien-Mischbestand mit einer Gesamtzahl von 3 weit unter den für diese Art typischen Populationsdichten von 1,4 bis 5,7 Tieren pro ha (BÜCHNER 1998). Über den gesamten Untersuchungszeitraum konnten keine Hinweise auf Reproduktion erbracht werden, so dass vermutet werden kann, dass Douglasienbestände wenig attraktiv für die Haselmaus sind.

Dementgegen wurden viele der Nisthöhlen im Reinbestand von Fledermäusen genutzt. Alle einheimischen Fledermäuse verbringen den Tag in störungsfreien Quartieren, wo sie in der Regel in Tageslethargie (Torpor) verfallen, um möglichst wenig Energie zu verbrauchen. In der Nacht fliegen sie zur Nahrungssuche in ihre Jagdhabitats. Die vorliegenden Daten zur Anzahl genutzter Nistkästen geben keinen Aufschluss über die tatsächliche Anzahl der Tiere, da besonders baumhöhlenbewohnende Arten wie die Bechsteinfledermaus oder das vorwiegend in den Nistkästen des Reinbestands angetroffene Braune Langohr ihr Tagesquartier ausgeprägt wechseln (z .B. WOLZ 1986). So ist für Wochenstuben der Bechsteinfledermaus eine Nutzung von bis zu 50 Quartierbäumen während einer Vegetationsperiode möglich (MESCHÉDE & HELLER 2000)

Es ist aber davon auszugehen, dass der Douglasien-Reinbestand auch als Jagdgebiet angenommen wird, da für den aktiven Flug sehr viel Energie verbraucht wird (NEUWEILER 1993) und die Untersuchungsfläche nicht von abweichendem Baumbestand gesäumt wird.

Auch die Flugaktivität beim Jagen muss durch eine entsprechende Nahrungsaufnahme wieder kompensiert werden. Fledermäuse sind daher auf ergiebige Nahrungsressourcen angewiesen und vertilgen mehrere Tausend Insekten pro Nacht. Das Braune Langohr z. B. erbeutet vor allem mittelgroße Nachtfalter und deren Raupen, klaubt jedoch auch Fliegen, Spinnen und Weberknechte von Ästen und Blättern (RICHARZ et al. 1992). Dies lässt – sofern sich Tagesquartier und Jagdhabitat nicht unterscheiden - auf eine ausreichende Anzahl nachtaktiver Arthropoden schließen.

Die Jagdräume des Braunen Langohrs sind zudem relativ klein und umfassen nur wenige Hektar, rund um Sommerquartiere mitunter nur wenige 100 Meter (NABU Schleswig-Holstein) – allerdings muss hierbei beachtet werden, dass sich diese Angaben auf Laub- und Mischwälder, geschlossene, unterholzreiche Bestände, Parks sowie besiedelte Räume beziehen. Für Wochenstuben der Bechsteinfledermaus sind Aktionsräume zwischen ca. 50 und 1.200 ha nachgewiesen (MESCHÉDE & RUDOLPH 2004), häufig liegt die Distanz zum Jagdgebiet aber bei wenigen 100 Metern (SIEMERS & NILL 2002).

Die Anwesenheit weiterer Fledermausarten, die nur mit Hilfe von Netzfängen oder Fledermausdetektoren identifiziert werden können, ist aufgrund der vorliegenden Studie nicht auszuschließen.

Die Tatsache, dass das Spektrum von baumhöhlennutzenden Insekten, die den Douglasien-Reinbestand nutzen, signifikant kleiner ist, als das des Douglasien-Mischbestands, dürfte zum einen auf den Bestockungsgrad zurückzuführen sein: Dunklere Bestände bieten stark temperaturabhängigen Arten weniger geeignete Lebensbedingungen. Zum anderen ist im Mischbestand mit einer anderen, wahrscheinlich größeren Artenzahl und –abundanz von anderen Arthropoden als potentiellen Nahrungstieren zu rechnen, so dass eine Besiedlung hier wahrscheinlicher ist. Die gefundene Köhler-Wegwespe ist ebenfalls auf Arthropodenverfügbarkeit angewiesen, denn sie jagt als Proviant für ihren Nachwuchs Spinnen. Eventuell hatten die nötig gewordenen Entnahmen von Bäumen im Douglasien-Mischbestand einen positiven Einfluss auf die (steigende) Intensität der Nistkastennutzung durch Wespen.

Insgesamt konnte eine vergleichsweise geringere Attraktivität des Reinbestands für höhlennutzende Tierarten festgestellt werden. Die Vergleiche hinsichtlich der Nutzung der

Teilbereiche des Douglasien-Mischbestands zeigten deutlich, dass die dahingehend verglichenen Arten den laubholzdominierten Bereich favorisierten.

Ausblick/Forschungs-/Untersuchungsbedarf

Um verlässliche Aussagen zur Eignung von Douglasienbeständen als Lebensraum für die betrachteten Arten machen zu können, wäre eine längere Untersuchungszeit und daraus folgend eine breitere Datenbasis vonnöten gewesen.

Bei kurzen Laufzeiten wirken sich Störfaktoren mitunter fatal aus, wie auch in diesem Falle geschehen. Im Zuge des beinahe fünfzig Jahre umfassenden Langzeitmonitoring-Programms an der ÖFS treten immer wieder Jahre mit massiven Störungen und damit einhergehend Verlusten auf, die aber bedingt durch die lange Laufzeit nicht die Aussagekraft der Daten schmälern. Wünschenswert wären weitergehende Untersuchungen, gegebenenfalls unter Einbeziehung weiterer Methoden, wie z. B. Brutrevierkartierungen von Vögeln, Nachweise von weiteren Kleinsäugetern über Gewölleuntersuchungen, Feststellung weiterer Fledermausarten über Batdetektoren sowie Nachweise von Großsäugern über winterliche Spuren- und Kotanalyse.

Literatur

- ALTENKIRCH, W., MAJUNKE, C., OHNESORGE, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- BAALEN, J. H. VAN (1973): A comparative study of the breeding ecology of the Great Tit *Parus major* in different habitats. *Ardea* 61: 1–93.
- BECKER, P., IMBERY, F., FRIEDRICH, K., RAUTHE, M., MATZARAKIS, A., GRÄTZ, A.; JANSSEN, W., Deutscher Wetterdienst (2015): Klimatologische Einschätzung des Sommers 2015: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20151013_bericht_sommer_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- BEJER, B. & RUDEMO, M. (1985): Fluctuations of tits (Paridae) in Denmark and their relations to winter food and climate. *Ornis scand.* 16: 29-37.
- BERGMANN, J.-H. (1994): Ökologische Bewertung des Douglasienanbaus im Gebiet des Nordostdeutschen Pleistozäns. *Waldhygiene* 20: 161-192.
- BERRSESSEM, K. G., BERRSESSEM, H. & SCHMIDT, K.-H. (1983): Vergleich der Brutbiologie von Höhlenbrütern in innerstädtischen und stadtfernen Biotopen. *J. Orn.* 124: 431-445.
- BEZZEL, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas – Passeres (Singvögel), AULA Verlag Wiesbaden.
- BRIGHT, P.W. & MORRIS, P.A. (1990): Habitat requirements of dormice *Muscardinus avellanarius* in relation to woodland management in southwest England". *Biological Conservation* 54: 307-326.
- BROWN, J. M. (1969): The buffer effect and productivity in tit populations. *The American Naturalist* 103: 347-354.
- BÜCHNER, S. (1998): Zur Ökologie der Haselmaus *Muscardinus avellanarius* (L.) in einer fragmentierten Landschaft der Oberlausitz. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), 64 S.
- BÜHL, A & ZÖFEL, P. (2002): SPSS 11-Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows (8. Aufl.). Pearson Studium, München, 757 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL): Bundeswaldinventur 3, 2014.
- DHONDT, A. A. (1971): Some factors influencing territory in the Great Tit *Parus major* L. *Giervalk* 61: 125-135.
- DUBIEC, A. & CICHON, M. (2001): Seasonal decline in health status of Great Tit (*Parus major*) nestlings, *Canadian Journal of Zoology* 79 (10): 1829-1833.

- ENGEL, K. (2001b): Baumartenspezifität von Spinnen. LWF Bericht 33: 22-24.
- GLATZ, K., WINTER, K., NIEMEYER, (2003): Beitrag zur epigäischen Käferfauna in niedersächsischen Mischwäldern mit und ohne Douglasie. Forst und Holz 58: 32-36.
- GOSSNER, M. & UTSCHIK, H. (2001): Douglasienbestände entziehen überwinternden Vogelarten die Nahrungsgrundlage. LWF Bericht 33: 41-44.
- GOSSNER M., UTSCHICK H. (2004): Douglas fir stands deprive wintering bird species of food resource. Neobiota 3: 105–122.
- GOSSNER, M. (2004c): Nicht tot, aber sehr anders: Arthropodenfauna auf Douglasie und Amerikanischer Roteiche LWF Aktuell 45: 10-11.
- GOSSNER, M. (2008): Insektenwelten – Die Douglasie im Vergleich mit der Fichte. LWF Wissen 59: 70-73.
- GRÜNEBERG, C., SUDMANN, S. R., WEISS, J., JÖBGES, M., KÖNIG, H., LASKE, V., SCHMITZ, M. & SKIBBE, A. (2013): Die Brutvögel Nordrhein-Westfalens. NWO & LANUV (Hrsg.), LWL-Museum für Naturkunde, Münster.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (2017): Extremwetterportal. <https://www.hlnug.de/?id=11522>
- JÄRVINEN, A. & PRYL, M. (1989): Egg dimensions of the Great Tit *Parus major* in southern Finland. Ornis Fennica 66: 69-74.
- JUNKER-BORNHOLDT, R. & SCHMIDT, K.-H. (2000): Untersuchungen zur Stadtökologie von Höhlenbrütern - ein Vergleich mit stadtfernen Wäldern. Vogelwelt 121: 129-153.
- JUŠKAITIS, R. (2007b): Habitat selection in the common dormouse *Muscardinus avellanarius* (L.) in Lithuania Baltic forestry 13: 89-95.
- KLUJVER, H. N. (1951): The population ecology oft the Great Tit *Parus major* L.. Ardea 39: 1-135.
- KLUJVER, H. N. (1963): The determination of reproductive rates in paridae. Proc.XIII Int. Ornith. Congress: 706-716.
- KOHLERT, A. & ROTH, M. (2000): Der Einfluss fremdländischer Baumarten (Douglasie: *Pseudotsuga menziesii*) auf saprophage Arthropoden und epigäische Regulatoren. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 12: 71-74.
- LACK, D. (1955): British tits (*Parus* spp.) in nestling boxes. Ardea 43: 50-84.

LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN E. V. (2016): https://www.lbv-muenchen.de/fileadmin/user_upload/Unsere_Themen_Master/Artenschutz_am_Gebauede_Master/DownloadBroschueren/Documents/LBV_Nistkastenbroschuere.pdf

LEBRETON, P. & POND, B. (1987): Avifaune et altérations forestières. I. L'avifaune des boisements résineux du Haut-Beaujolais. Considérations générales. Acta Oecologica 8: 227-235.

MESCHEDÉ, A. & HELLER, K.-G. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 66, Bonn, 374 S..

MESCHEDÉ, A. & B. & RUDOLPH, B.-U. (Hrsg.) (2004): Fledermäuse in Bayern, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), 411 S.

MÜLLER, J., STOLLENMEIER, H., STOLLENMEIER S. (1994): Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Vogelwelt. AFZ 5: 237-239.

NABU SCHLESWIG-HOLSTEIN E. V.: <https://schleswig-holstein.nabu.de/tiere-und-pflanzen/saeugetiere/fledermaeuse/arten-und-biologie/03061.html>

NEUWEILER, G. (1993): Biologie der Fledermäuse. Thieme Verlag, Stuttgart, 350 S.

NICK (1987): Zur biologischen Bedeutung von Roteiche und Douglasie in einheimischen Wäldern. Diplomarbeit, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg. 143 S.

PERRINS, C. M. & MC CLEERY, R. H. (1988): Laying Dates and Clutch Size in the Great Tit, Wilson Bull. 101: 236–253.

PEUS, F. (1953): Flöhe. Neue Brehm-Bücherei, Akademische Verlagsges. Geest & Portig, Leipzig, 42 S.

POLLEY, H.; HENNIG, P., SCHWITZGEBEL, F. (2009b): Eine Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis: Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland. AFZ -Der Wald 64 (20): 1076-1078.

RENKEWITZ, B. (1979): Über die Gewichtsentwicklung junger Höhlenbrüter. Wissenschaftliche Hausarbeit für das Lehramt an Gymnasien, Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main, 51 S.

RICHARZ, K. & LIMBRUNNER, A. (1992): Fledermäuse - Fliegende Koblode der Nacht. - Franckh-Kosmos, Stuttgart, 192 S.

RIEDER, A. (2012): Die Douglasie. Attraktive Wirtschaftsbaumart für Mitteleuropa. Verlag Bibliothek der Provinz. 430 S.

ROQUES, A. (2010): Review of present and potential insect pests affecting Douglas-fir in Europe in a context of global change. Freiburger Forstliche Forschung 85: 20.

SCHMIDT, K.-H., BERRESSEM, H., BERRESSEM, K. G., DEMUTH, M. (1985): Untersuchungen an Kohlmeisen (*Parus major*) in den Wintermonaten - Möglichkeiten und Grenzen der Methode „Nachtfang“. J. Orn. 126: 63-71.

SCHMIDT, K.-H. & ZUB, P. (1993): *Parus major* Linnaeus 1758 – Kohlmeise. In: Glutz von Blotzheim, U., Bauer K. M.: Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 13/I Passeriformes (4. Teil): Muscicapidae – Paridae. Aula-Verlag Wiesbaden: 678-808.

SCHÖNWETTER, M. (1985): Handbuch der Oologie 41 und 42, Akademie-Verlag, Berlin.

SERGIO, F., NEWTON, I. & MARCHESI, L (2005): Conservation: top predators and biodiversity. Nature 436, 192.

SIEMERS, B. & NILL, D.(2002): Fledermäuse. BLV Verlag München, 127 S.

TOMIAŁOJĆ, L., WESOŁOWSKI, T., WALANKIEWICZ, W. (1984): Breeding bird community of a primeval temperate forest (Białowiesza National Park Poland) Acta Ornithol. 20: 241-310.

UTSCHIK, H. (2001): Vögel, Schnecken, Pilze – Ergebnisse für Naturschutz-Lobbyisten. LWF Bericht 33: 45-49.

VIETINGHOFF-RIESCH, A. FRH.V. (1960): Der Siebenschläfer (*Glis glis* L.). – Monographien der Wildsäugetiere XIV, Gustav Fischer, Jena, 196 S.

VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., AMMER, CHR. (2015): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. Göttinger Forstwissenschaften 7:187 ff.

WILLIAMS, T. D. (1994), Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness, Biol. Rev. 68: 35-50.

WINKEL, W. (1993): *Parus ater* Linnaeus 1758 – Tannenmeise. In: Glutz von Blotzheim, U., Bauer K. M.: Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 13/I Passeriformes (4. Teil): Muscicapidae – Paridae. Aula-Verlag Wiesbaden: 678-808.

WOLZ, I. (1986): Wochenstuben-Quartierwechsel bei der Bechsteinfledermaus. - Z. Säugetierkd. 51(2): 65-74.