Annahme von Brutstätten und Quartieren als Ersatzmaßnahmen durch ausgewählte gebäudebewohnende Arten in Berlin

Laufzeit: 01.2020 – 12.2022

NABU Landesverband Berlin

Projekt „Artenschutz am Gebäude“

Verfasst von:

Nina Dommaschke und Imke Wardenburg

Gefördert durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei all denjenigen bedanken, die uns während der Durchführung dieser Untersuchung unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt unser Dank allen Ehrenamtlichen, die uns bei den zahlreichen Ein- und Ausflugserfassungen und der Aufnahme der Parameter unterstützt haben und ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können. Wir danken euch für euer Durchhaltevermögen, wenn die Zeit vor den Nist- und Quartierkästen lang geworden ist und dann doch keine der Arten zu sehen war. Wir danken euch für das Aufklären der Bürger*innen, die euch während des Monitorings mit Fragen löcherten oder sogar besorgt über euer Verhalten waren, wenn ihr bei Anbruch der Dunkelheit ihre Wohngebäude nicht aus den Augen gelassen habt. Wir danken euch für Absprachen mit Hausmeister*innen, für das Schlüssel von Schulen besorgen und das in Kauf nehmen langer Fahrtwege. Ein besonderer Dank gilt dabei Marilyn Schindelarz. Weiterhin möchten wir uns bei Jutta Sandkühler, Dr. Mirjam Nadjafzadeh und Rainer Altenkamp für die Initiierung und Planung des Projektes bedanken und insbesondere Rainer Altenkamp für seine fortlaufende Unterstützung während der einzelnen Prozesse hervorheben.

Wir bedanken uns bei den Freilandartenschützer*innen der Unteren Naturschutzbehörden und den Fachgutachter*innen im Bereich des Artenschutzes am Gebäude für die Recherche und Bereitstellung der Standorte, an denen Ersatzmaßnahmen umgesetzt wurden.

Ein besonderer Dank gilt den Verantwortlichen der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Klima- und Verbraucherschutz, die uns mit dieser Aufgabe betraut und finanziert haben. Vielen Dank, dass Sie diese Arbeit ermöglicht haben, für das Vertrauen, die inhaltlichen Anregungen und den fachlichen Austausch.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung 2
Inhaltsverzeichnis 3
1.Einleitung 4
1.2 Zielarten 5
2. Haussperlinge (*Passer domesticus*) 6
2.1 Zusammenfassung 6
2.2 Einleitung 7
2.3 Methoden 8
2.3.1 Datengrundlage 9
2.3.2 Erfassungsmethode 11
2.3.3 Aufgenommene Parameter 11
2.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung 12
2.4 Ergebnisse 13
2.5 Diskussion 16
2.6 Empfehlungen für die Praxis 18
3. Mauersegler (*Apus apus*) 19
3.1 Zusammenfassung 19
3.2 Einleitung 20
3.3 Methoden 21
3.3.1 Datengrundlage 22
3.3.2 Erfassungsmethode 24
3.3.3 Aufgenommene Parameter 24
3.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung 26
3.4 Ergebnisse 27
3.5 Diskussion 32
3.6 Empfehlungen für die Praxis 34
4. Mehlschwalben (*Delichon urbicum*) 35
4.1 Zusammenfassung 35
4.2 Einleitung 36
4.3 Methoden 37
4.3.1 Datengrundlage 38
4.3.2 Erfassungsmethode 39
4.3.3 Aufgenommene Parameter 40
4.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung 40
4.4 Ergebnisse 41
4.5 Diskussion 45
4.6 Empfehlungen für die Praxis 47
5. Fledermäuse 48
5.1 Zusammenfassung 48
5.2 Einleitung 49
5.3 Methoden 50
5.3.1 Datengrundlage 51
5.3.2 Erfassungsmethode 53
2.3.3 Aufgenommene Parameter 54
5.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung 55
5.4 Ergebnisse 56
5.5 Diskussion 58
5.6 Empfehlungen für die Praxis 61
Anhang ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
Literaturverzeichnis 62

1.Einleitung

Große Städte wie Berlin bieten zahlreichen Tier- und Pflanzenarten günstige Lebensbedingungen, weswegen viele dieser Arten den Menschen als sogenannte Kulturfolger in die Städte gefolgt sind. Eine Reihe von Vogel- und Fledermausarten erweiterten ihre Bruthabitate von Felsspalten und Baumhöhlen hin zu Gebäuden und sind heute häufig auf menschengemachte Strukturen als Lebensstätten angewiesen. Fassaden, Mauerspalten, Dachkästen, Attikaverblendungen oder Lüftungsöffnungen bieten ihnen Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Auch Gebäudespalten, die aus baulicher Sicht oft als Schadstellen zu bezeichnen sind, wie verwitterte und abgetragene Gebäudesubstanz, können den Tierarten als Unterschlupf dienen. Diese urbane Vielfalt ist jedoch zunehmend bedroht. Gebäudebrüter und Fledermäuse verlieren ihre Lebensstätten in großer Zahl durch Arbeiten an Gebäuden, dabei sind (energetische) Sanierungen und Abrisse die Hauptursachen für den Verlust von Lebensstätten bei behördlich erfassten Zugriffsanträgen (KÜNZELMANN 2015).
Eine stetig wachsende Großstadt wie Berlin steht, wie alle Großstädte in Mitteleuropa, vor der Herausforderung, das Wohnraumangebot zu verbessern. Zum einen soll eine geplante Neubau-Offensive, zum anderen eine höhere Sanierungsrate nicht nur das Problem des Wohnungsbedarfs angehen, sondern auch die CO_2-Emissionen senken, denn mit 47 % entfällt der Großteil dieser Emissionen auf den Gebäudesektor (REUSSWIG ET AL. 2014). Das erhöhte Bau- und Sanierungsaufkommen erhöht den Druck auf den Artenschutz. Weil die Tiere hier oft unbemerkt leben, werden ihre Lebensstätten häufig unwissentlich zerstört oder verschlossen.

Damit Klima- und Artenschutz nicht im Konflikt stehen und die besonders sowie streng geschützten gebäudebewohnenden Vogel- und Fledermausarten weiterhin Lebensstätten am Gebäude vorfinden, hat der Gesetzgeber eine artenschutzfachliche und ökologische Baubegleitung vorgeschrieben. Grundlage in Berlin stellt die *Landesverordnung über Ausnahmen von Schutzvorschriften für besonders geschützte Tier- und Pflanzenarten* dar, die § 44 Absatz 1 Nr. 1-3 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) umsetzt, nach dem nicht nur die Tiere und ihre Entwicklungsformen selbst, sondern auch ihre dauerhaft genutzten Fortpflanzungs- und Ruhestätten ganzjährig unter Schutz stehen. Nach der *Verordnung über Ausnahmen von Schutzvorschriften für besonders geschützte Tier- und Pflanzenarten*, die gemeinhin *Gebäudebrüterverordnung* genannt wird, muss die Bauherrschaft vor Baubeginn unter Einbeziehung einer sachkundigen Person, sicherstellen, dass keine geschützten Tierarten zu Schaden kommen und alle Fortpflanzungs- und Ruhestätten erhalten bleiben oder ersetzt werden. Bei einem Zugriff auf die Lebensstätten muss ein Antrag auf Ausnahmezulassung oder Befreiung sowie ein Ausgleichskonzept für die Schaffung neuer Lebensstätten in festgelegter Kapazität bei der zuständigen Naturschutzbehörde eingereicht werden.
Leider gibt es bisher kaum ausreichende Erkenntnisse über die Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Evaluierung der Wirksamkeit verschiedener Ersatzlebensstätten für die häufigsten gebäudebewohnenden Vogel- und Fledermausarten in Berlin. Diese Untersuchungen befassten sich mit der Annahme von Ersatzlebensstätten für die Arten Haussperling, Mauersegler, Mehlschwalbe sowie für die gebäudebewohnenden Fledermausarten. Dabei wurde der Einfluss verschiedener Parameter auf die Annahmewahrscheinlichkeit untersucht, um auf einer fundierten Datenbasis artspezifische Handlungsempfehlungen für Ausgleichskonzepte geben zu können. Dazu

wurden verschiedene Nist- und Quartierkastenmodelle an unterschiedlichen Standorten auf die Annahme durch Zielarten kontrolliert.

Das Projekt fördert damit die Ziele der Nationalen und der Berliner Strategie zur Biologischen Vielfalt, Lebensräume stadttypischer Arten im Einklang mit einer energetischen Gebäudesanierung zu erhalten und zu erweitern.

1.2 Zielarten

Das Wirksamkeitsmonitoring umfasst die Arten, die am häufigsten in Folge von Sanierungen und anderen Bauvorhaben ihre Lebensstätten verlieren und für die infolgedessen am häufigsten Ausgleichmaßnahmen durchgeführt werden. Aufgrund des rechtlichen Schutzstatus der heimischen Vogel- und Fledermausarten dürfen Lebensstätten an Gebäuden nur mit einer Genehmigung durch die Naturschutzbehörde entfernt werden. Nach STEIOF UND KÜNZELMANN (2017), die die Befreiungen und Ausnahmezulassungen für die Zerstörung von Vogelniststätten in Berlin für die Jahre 2000 bis 2012 ausgewertet haben, waren die Nester von Haussperlingen und Mauerseglern mit zusammen 85 % der genehmigten Beseitigungen am häufigsten betroffen. Die Nester der Mehlschwalbe waren am dritthäufigsten betroffen. In Relation zur Anzahl der in Berlin vorkommenden Mehlschwalben-Brutpaare sind ihre Nester allerdings häufiger von Beseitigungen betroffen als die von Haussperling und Mauersegler (STEIOF UND KÜNZELMANN 2017).

Die Ausnahmezulassungen für die Beseitigungen von Fledermausquartieren wurden von STEIOF UND KÜNZELMANN (2017) nicht ausgewertet, es ist aber davon auszugehen, dass die Zahl der beseitigten Quartierstrukturen sehr hoch ist.

2. Haussperlinge (*Passer domesticus*)

2.1 Zusammenfassung

Im Rahmen von (energetischen) Sanierungen, Abrissen und anderen Bauvorhaben verlieren gebäudebewohnende Vogel- und Fledermausarten häufig ihre Lebensstätten an Gebäuden. Aufgrund des rechtlichen Schutzstatus der heimischen Vogel- und Fledermausarten dürfen diese nur mit einer Genehmigung durch die Naturschutzbehörde entfernt werden und es müssen neue Lebensstätten in gleicher Kapazität geschaffen werden. Leider gibt es bisher kaum Studien zur Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher die Evaluierung der Wirksamkeit verschiedener Ersatzbrutstätten für Haussperlinge (*Passer domesticus*). In den Jahren 2020 und 2021 wurden insgesamt 1.498 Brutstätten an 88 Standorten im gesamten Berliner Stadtgebiet auf die Besetzung durch Haussperlinge untersucht. Alle Brutstätten waren im Rahmen von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten an Gebäuden angebracht worden. Berücksichtigt wurden dabei fünf im Handel erhältliche Kastenmodelle von zwei Herstellerfirmen, Eigenbauten aus Holz in Dachkästen sowie Dachkästen, die lediglich durch eine Einflugöffnung zugängig gemacht wurden. Die Annahmequote durch Haussperlinge über alle Kastentypen lag bei 39,9 %. Durch eine logistische Regressionsanalyse wurde der Einfluss von sieben Parametern auf die Annahmewahrscheinlichkeit von Brutstätten geprüft, die Parameter *Kastentyp, Exposition* und *Anzahl weiterer Kästen im 1 m Radius* hatten einen hochsignifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit (ANOVA, $p \leq 0.001$). Die Parameter *Alter* (gemessen als Anzahl der vergangenen Fortpflanzungsperioden seit der Anbringung), *Anbringungshöhe*, die für die Anbringung gewählte *Gebäudestruktur* und das Vorhandensein von *Anflughindernissen* hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit. Unsere Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Anbringung von Brutstätten für Haussperlinge ein adäquater Ersatz für baubedingt verloren gegangene Niststätten ist. Um eine möglichst hohe Annahmequote zu erzielen, sollten einfache Öffnungen im Dachkasten und das Sperlingskoloniehaus 1 SP der Firma Schwegler nicht verwendet werden. Wir empfehlen zudem, Ersatzniststätten mit einem Mindestabstand von 1 m zueinander und möglichst auf der Südostseite von Gebäuden anzubringen.

2.2 Einleitung

Der Haussperling ist als Gebäudebrüter eng an den Siedlungsraum gebunden und zählt in städtischen und dörflichen Siedlungsbereichen Deutschlands zu den häufigsten Arten (GEDEON ET AL. 2014). Seine oft voluminösen Nester baut er weit überwiegend in Höhlungen und Nischen an Gebäuden, in denen er im Regelfall zwei bis drei Jahresbruten großzieht. Die Art brütet häufig kolonieartig, wobei nur der Nesteingang und dessen unmittelbare Umgebung gegen Artgenossen verteidigt werden. Neben Sämereien ist für die Aufzucht der Jungvögel proteinhaltige Nahrung in Form von Insekten notwendig. Ergiebige Futterquellen werden in Entfernungen von bis zu einem Kilometer vom Brutplatz aufgesucht (SÜDBECK 2005).

Etwa ab Ende der 1990er Jahre kam es in Städten wie Hamburg, Köln und Düsseldorf zu zum Teil erheblichen Bestandseinbußen und der Haussperling stand von 2002 bis 2015 auf der Vorwarnliste der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands (GRÜNBERG ET AL. 2015). Der Verlust von Lebensstätten durch Gebäudesanierung und ein knappes Nahrungsangebot für die Nestlinge werden als wesentliche Gründe für diese Rückgänge vermutet (BÖHNER 2016). In Berlin ist der Haussperlingsbestand hingegen stabil und in den letzten Jahrzehnten sogar stetig gestiegen. Derzeit wird der Bestand auf 190.000 Brutpaare geschätzt (BÖHNER 2021).

2.3 Methoden

Im Rahmen des hier durchgeführten Wirksamkeitsmonitorings wurden Brutstätten untersucht, die im Zuge von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten an Gebäuden angebracht wurden. Die Erhebung der Daten zu den Ersatzmaßnahmen erfolgte durch eine Abfrage bei den Unteren Naturschutzbehörden zu dort vorliegenden Verfahren und bei den sachkundigen Personen, die Gutachten zu Lebensstätten an Gebäuden erstellten. Die untersuchten Brutstätten waren im gesamten Stadtgebiet verteilt, sodass von stark bebauten und eng besiedelten Innenstadtbereichen bis hin zu vergleichsweise dörflichen Stadtrandgebieten alle urbanen Siedlungsstrukturen erfasst werden konnten. Die Brutstätten waren größtenteils Kompensationsmaßnahmen, also sogenannte FCS-Maßnahmen (*measures that ensure the favourable conservation status*). Hier wurden die Nistkästen nach Durchführung der Baumaßnahme am gleichen Gebäude angebracht. Den dort vorkommenden Arten standen für die Dauer des Bauvorhabens also keine Fortpflanzungs- und Ruhestätten zur Verfügung. Den weitaus geringeren Teil der untersuchten Brutstätten machten vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen aus, sogenannte CEF-Maßnahmen (*continuous ecological functionality-measures*). Hier wurden den vorkommenden Arten künstliche Ersatzlebensstätten an anderer Stelle so zeitnah zur Verfügung gestellt, dass eine Reproduktion ohne Ausfall einer Brutsaison möglich war. Eine genauere Untersuchung, ob sich FCS- und CEF-Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit unterscheiden, war aufgrund des zu geringen Stichprobenanteils von CEF-Maßnahmen nicht möglich.

2.3.1 Datengrundlage

Ersatzniststätten

Die hier untersuchten Ersatzniststätten weisen ein bis drei Bruträume auf (Tabelle 1). In den Jahren 2020 und 2021 wurden insgesamt 2.033 Brutstätten an **88 Standorten** im gesamten Berliner Stadtgebiet für Haussperlinge untersucht (Abbildung 2). Die überwiegend von Ehrenamtlichen erfassten Parameter wurden anhand von Fotos der Maßnahmen auf Plausibilität überprüft und zu einem Datensatz zusammengefasst. Erfassungen, die methodisch nicht den vorgegebenen Bedingungen entsprachen, wurden aus dem Datenpool entfernt. Ebenso wurden Datensätze nicht berücksichtigt, wenn für einen Brutstättentyp weniger als 20 Datensätze vorlagen.

Im Ergebnis gingen die Daten von **1.498 Brutstätten** in die Auswertung ein. Die Anzahl der untersuchten Ersatzniststättentypen und der Anbringungsparameter richtete sich letztlich nach den im Stadtgebiet vorhandenen Ausgleichsmaßnahmen und war daher ungleich verteilt. So wurden z. B. Öffnungen in Dachkästen weniger häufig umgesetzt, da dies nicht bei jedem Gebäudetyp möglich ist. Auch einige Expositionen wie Nord-West oder Süd-Ost konnten weniger häufig berücksichtigt werden, da offenbar seltener Brutstätten für Haussperlinge mit diesen Expositionen angebracht wurden.

Tabelle 1: *Übersicht über die untersuchten Brutstätten im Rahmen des Haussperling-Monitorings*

Brutstättentyp	Artengruppe	Technische Daten
Mauersegler WDV-Einbaukasten Typ 1A; Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 2,7 kg. Außenmaße: B: 34 cm, H: 13,5 cm, T: 15 cm (+ 1,7 cm für Einflugring) Anbringung: Integration in Wärmedämmung
Mauerseglernistkasten Nr. 418; Strobel	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holzbeton Gewicht: 6 kg Außenmaße: B: 45 cm, H: 12 cm, T: 16 cm Einflugloch: 3,5 cm x 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach); Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 3,1 kg. Außenmaße: B: 34 cm, H: 15 cm, T: 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade/ Integration in Wärmedämmung
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach); Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 7,1 kg. Außenmaße: B: 98 cm, H: 15 cm, T: 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade/ Integration in Wärmedämmung
Sperlingskoloniehaus 1SP; Schwegler	Haussperlinge	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 15 kg. Außenmaße: B: 43 cm, H: 24,5 cm, T: 20 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Öffnungen im Dachkasten; Eigenbau	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holz/ Dachkastenmaterial Gewicht: / Maße: entspricht den Maßen des Dachkastens Einflugloch: variabel Anbringung: Zugang zum Dachkasten
Holzkasten im Dachkasten, Eigenbau	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holz Gewicht: unbekannt Innenmaße: B: 35 cm, H:18 cm, T: 20 cm Einflugloch: 5 cm Durchmesser oder 35 x 75 mm Anbringung: Integration im Dachkasten

Kontrolle der Besetzung

Von den insgesamt 1.498 Brutstätten wurden 885 im Jahr 2020 und 630 im Jahr 2021 untersucht. Berücksichtigt wurden dabei 5 Kastenmodelle von 2 Herstellern, Eigenbauten aus Holz in Dachkästen sowie Dachkästen, die lediglich durch eine Einflugöffnung zugängig gemacht wurden (**Tabelle 1** und **Tabelle 2**). Zusätzlich wurden 162 im Jahr 2020 untersuchte Bruträume 2021 erneut auf den Besatz durch den Haussperlinge kontrolliert, um die beiden Untersuchungsjahre im Hinblick auf etwaige Bestandsschwankungen zu vergleichen.

Tabelle 2: *Art und Anzahl der untersuchten Haussperling-Brutstätten in den Jahren 2020 und 2021*

Kastentyp	Firma	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl insgesamt
Mauersegler WDV Einbaukasten Typ 1A	Schwegler	240	60	317
Mauerseglerkasten Nr. 418	Strobel	252	78	330
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach)	Schwegler	47	103	150
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach)	Schwegler	101	181	282
Sperlingskoloniehaus 1SP	Schwegler	123	99	222
Öffnungen im Dachkasten	-	4	73	77
Holzkasten im Dachkasten	-	118	19	137
		885	**613**	**1.498**

2.3.2 Erfassungsmethode

Um die anvisierte Stichprobengröße in zwei Jahren bewerkstelligen zu können, wurde ein Netzwerk aus NABU-Ehrenamtlichen aufgebaut, die zu diesem Zweck geschult wurden und entsprechend aufbereitete Erfassungsbögen erhielten. Die Untersuchung zur Besetzung der Brutstätten erfolgte in beiden Jahren durch eine einmalige **45-minütige Sichtkontrolle** im Zeitraum vom **15. April bis 7. Mai**. Dies entspricht in Berlin dem Zeitraum, in dem die erste Brut aufgezogen wird. Spätere Kontrollen sind in Berlin vermutlich nicht sinnvoll, da ab dem 8. Mai mit dem Eintreffen der Mauersegler an den Brutplätzen zu rechnen ist und diese dann häufig sehr schnell die von Haussperlingen besetzten Niststätten übernehmen.
Eine Brutstätte galt als besetzt, wenn mindestens ein Einflug/ Ausflug/ Fütterungsereignis eines Haussperlings beobachtet wurde. Zusätzlich zu den zeitlichen Vorgaben wurden auch Witterungsbedingungen festgelegt, wobei die Kontrollen nicht bei Niederschlag und starkem Wind stattfinden sollten.

2.3.3 Aufgenommene Parameter

Bei den Kontrollen wurden weitere Parameter erfasst, die für eine Besetzung oder Meidung der Brutstätten relevant sein könnten (**Tabelle 3**). Die Parameter wurden vor Ort aufgenommen, wobei es sich bei dem Parameter *Abstand zur Dachkante* und *Abstand zwischen Einfluglöchern* um Schätzwerte anhand von Fotos und bekannten Niststättenmaßen handelt. Die *Anbringungshöhe der Brutstätte* wurden bei fast allen Standorten mit einem Laser-Entfernungsmesser PLR 50 C (Robert Bosch GmbH, DE) gemessen, in den übrigen Fällen der Anzahl der Stockwerke geschätzt. Der Untersuchungsparameter *Fortpflanzungsperioden*

in Jahren gibt an, wie viele Fortpflanzungsperioden zwischen der Anbringung der künstlichen Brutstätte und der Kontrolle auf Besatz vergangen sind und wurde den Gutachten entnommen bzw. bei den Unteren Naturschutzbehörden erfragt. Es ist davon auszugehen, dass die einzelnen Bruträume an einem Standort nicht stochastisch voneinander unabhängig sind, da sich die Bruträume an einem Standort ähnlicher sein könnten (geringe Varianz), als Bruträume an verschiedenen Standorten (hohe Varianz). Das Multilevel-Modell, in welchem der Standort als sogenanntes *random intercept* modelliert wurde, berücksichtigt diese besondere Varianzstruktur.

Tabelle 3: *Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Wirksamkeitsmonitorings*

Parameter	Definition
Art der Brutstätte/ Kastentyp	Kategorisierung der Brutstätte (siehe Tabelle 1)
Exposition	Himmelsrichtung, zu der die Brutstätte ausgerichtet ist
Anzahl weiterer Brutstätten in einem 1 m Radius	Anzahl weiterer künstlicher Brutstätten im 1 m Radius um das Einflugloch der zu betrachtenden Brutstätte
Fortpflanzungsperioden in Jahren	Anzahl der Fortpflanzungsperioden, die zwischen der Anbringung der Brutstätte und der Kontrolle (2020 und/oder 2021) vergangen sind
Anbringungshöhe der Brutstätte in Metern	Höhe, in der die Brutstätte angebracht ist
Gebäudestruktur im Detail	Gebäudestruktur, an der die Brutstätte angebracht ist (vertikale oder horizontale Gebäudekante, Gebäudeecke oder mittig auf der Fassade)
Abstand zur Dachkante	Abstand zwischen dem Einflugloch und der Dachkante
Traufwirkung	Schutz der Brutstätte vor der Witterung durch einen Dachüberstand
Integration/Kasten-Montage	Brutstätte ist in die Fassade integriert (sodass nur noch das Einflugloch sichtbar ist) oder auf der Fassade angebracht
Anflughindernis/ Anflugsituation	Anflug/ Ausflug ist frei oder es gibt ein Anflughindernis innerhalb eines 3 m Radius um das Einflugloch
Abstand zum nächsten Einflugloch	Abstand zum nächsten Einflugloch auf der gleichen Gebäudeseite

2.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung

Nach der Aufbereitung wurde der Datensatz mit dem Programm R Studio (RSTUDIO TEAM 2020) ausgewertet. Mit Hilfe einer logistischen Regressionsanalyse wurde getestet, ob ein Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen und der binären abhängigen Variablen „besetzt“ besteht. Das Modell gibt dabei jeweils Schätzungen an, wie wahrscheinlich es ist, dass eine Brutstätte bei Vorliegen bestimmter Parameter besetzt wird. Vor der Erstellung des Modells wurde auf Multikollinearität getestet. Diese liegt vor, wenn die Prädiktoren einer Regressionsanalyse stark miteinander korrelieren, wodurch die Schätzungen unsicher werden würden. Für die Kontrolle auf Multikollinearität wurde die VIF-Statistik (*variance influence factor*) angewendet. Die Visualisierungen der Ergebnisse wurden mit Hilfe der Software Jupyter Notebook (KLUYVER ET AL. 2021) erstellt.

2.4 Ergebnisse

Insgesamt waren 39,5 % der 1.498 Brutstätten von Haussperlingen besetzt (**Tabelle 4**). Von 162 in beiden Jahren untersuchten Bruträumen waren in 2020 52 % und in 2021 48 % besetzt. Da der Unterschied der Annahmequoten nicht signifikant ist, können die Ergebnisse beider Jahre zusammengefasst werden.

Tabelle 4: *Annahme der Brutstätten durch Haussperlinge in den Untersuchungsjahren 2020 und 2021 differenziert nach Brutstättentyp/Kastentyp*

Brutstättentyp/ Kastentyp	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl insgesamt	besetzt total	Anteil besetzt in %
Mauersegler WDV-Einbaukasten Typ 1A, Schwegler	240	60	317	137	43,2
Mauerseglerkasten Nr. 418, Strobel	252	78	330	149	45,2
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach), Schwegler	47	103	150	86	57,3
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach), Schwegler	101	181	282	116	41,1
Sperlingskoloniehaus 1SP, Schwegler	123	99	222	50	22,5
Öffnungen im Dachkasten	4	73	77	5	6,5
Holzkasten im Dachkasten	118	19	137	48	35,0
	885	**613**	**1.498**	**591**	**39,5**

Die Regressionskoeffizienten *Kastentyp* (ANOVA, $p < 0.001$; **Abbildung 1**), *Exposition* (ANOVA, $p < 0.001$; **Abbildung 2**) und die *Anzahl weiterer Brutstätten in einem 1 m Radius* um den Kasten (ANOVA, $p < 0.001$; **Abbildung 3**) beeinflussten die Annahme von Brutstätten durch Haussperlinge hochsignifikant. Für die Parameter *vergangene Fortpflanzungsperioden*, *Anbringungshöhe*, *Gebäudestruktur* und *Anflughindernis* konnten keine signifikanten Einflüsse auf die Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge nachgewiesen werden (ANOVA, $p > 0.05$). Aufgrund der hohen Multikollinearität zwischen dem Parameter *Kastentyp* mit anderen Parametern wurden in das Modell die Parameter mit einbezogen, die nicht oder nur leicht mit dem Parameter *Kastentyp* korrelieren.

Das Sperlingskoloniehaus 1 SP hatte mit 22,5 % die deutlich schlechteste Besetzungsquote, die 4 anderen untersuchten Modelle hatten Besetzungsquoten zwischen 41,2 % und 57,3 %. Holzkästen im Dachkasten fielen mit einer Besetzungsquote von 35,0 % gegenüber den 4 oben genannten Kastenmodellen etwas ab (**Tabelle 4**). Das Modell errechnete die geringste Annahmewahrscheinlichkeit durch Haussperlinge für Öffnungen im Dachkasten. Von den 5 käuflich erwerbbaren Kastenmodellen wies das Sperlingskoloniehaus 1 SP die niedrigste Annahmewahrscheinlichkeit auf, während der Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach) die höchste Annahmewahrscheinlichkeit hatte (**Abbildung 1**).

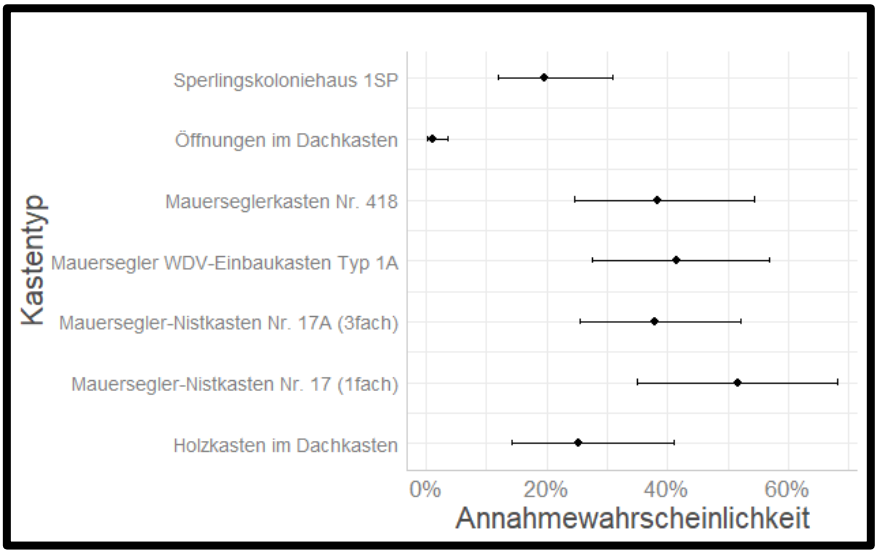


***Abbildung 1**: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit vom Brutstättentyp/Kastentyp. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Kastentyp" ($p \leq 0.001$, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498)*

Das Modell zeigt eine deutlich erhöhte Annahmewahrscheinlichkeit für Brutstätten, die nach Südosten ausgerichtet werden, während alle anderen Expositionen mit einer ähnlich hohen Wahrscheinlichkeit angenommen werden (**Abbildung 2**).

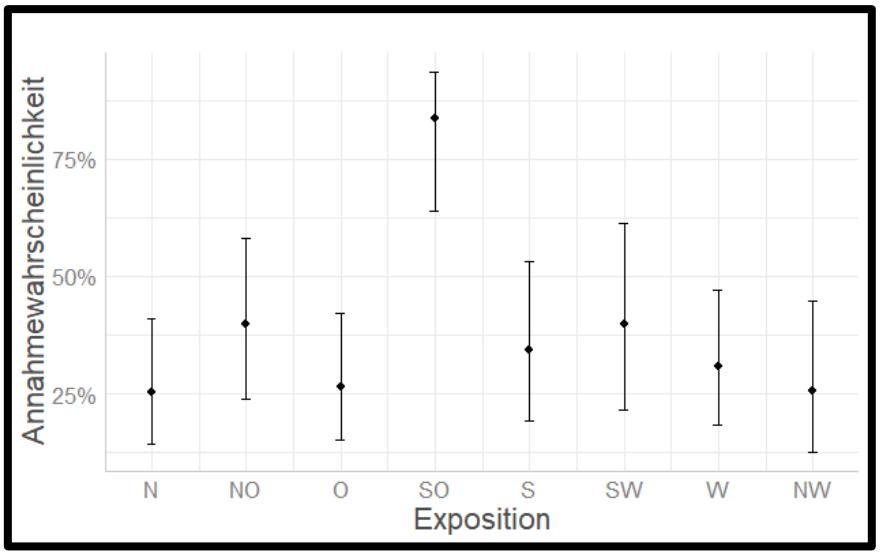


Abbildung 2: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalysen des Parameters „Exposition" (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498)*

Weiterhin zeigt sich als Ergebnis der statistischen Analysen, dass die Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte sinkt, je mehr weitere Brutstätten sich in einem 1 m Radius befinden (**Abbildung 3**).

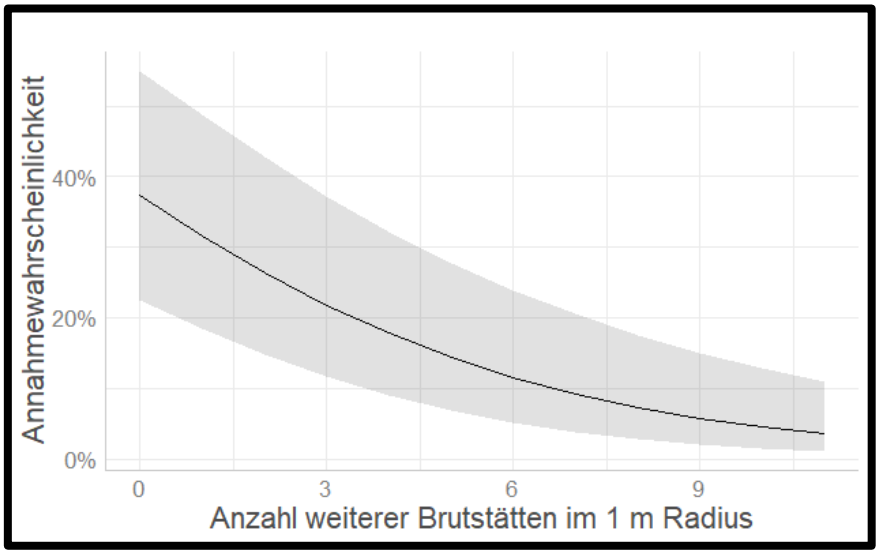


Abbildung 3: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit der Anzahl weiterer Brutstätten im 1 m Radius um das Einflugloch. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 m Radius" (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498)*

2.5 Diskussion

Annahmequote

Haussperlinge nahmen die untersuchten künstlich angebrachten Ersatzbrutstätten mit einer Quote von 39,5 % an. Die Modellierung zeigte, dass die Parameter *Niststättentyp*, *Exposition* sowie *die Nähe zu anderen Kästen* den größten Einfluss auf die Annahmequote hatten.

Mit dieser Studie vergleichbare Untersuchungen zur Annahmequote von Ersatzniststätten durch Haussperlinge liegen nach unseren Erkenntnissen bisher trotz des stark gestiegenen Interesses an Gebäudebrütern und der Häufigkeit der Art, anders als beim Mauersegler, kaum vor. In Stuttgart wurden 2018 275 Nistkästen im gesamten Stadtgebiet auf den Besatz durch Haussperling, Mauersegler und Hausrotschwanz untersucht (MÖDINGER 2019). Die Besetzungsquote durch Haussperlinge betrug 11 % und war damit geringer als die Annahmequote der untersuchten Brutstätten der vorliegenden Studie mit 39,5 %. Die Ursachen für die geringe Annahmequote konnten nicht abschließend geklärt werden. MÖDINGER (2019) bestätigt jedoch die auch hier festgestellte vergleichsweise schlechte Annahmequote des Sperlings-Koloniekasten 1SP, diese war in Stuttgart mit ca. 5 % erheblich niedriger als die der Mauerseglerkästen Nr. 17/17A/17C mit ca. 16 %. In einer Studie von SCHAUB ET AL. (2016) wurde die Annahme von Brutstätten, die als Ersatz für Mauerseglerniststätten in Greifswald angebrachte wurden, untersucht. Dabei wurde auch die Annahme durch Haussperlinge erfasst. Die Annahmequote durch Hausperlinge war in Greifswald mit 21,4 % geringer als in der vorliegenden Studie. Auch dieses Ergebnis ist jedoch nicht vollständig mit dieser Studie vergleichbar, da u. a. andere Kastentypen und/oder andere Stichprobenumfänge untersucht wurden. Zudem war es das Ziel der Studie, Aussagen über die Annahme der Kästen durch Mauersegler zu treffen. Folglich wurde die Besetzung durch Haussperlinge erst nach Ankunft der Mauersegler beobachtet, also nachdem vermutlich viele noch Ende April/Anfang Mai von Haussperlingen beflogene Niststätten von Mauerseglern übernommen worden waren.

Einfluss von Faktoren auf die Besetzungswahrscheinlichkeit

Untersuchungen dazu, welche Parameter die Annahmewahrscheinlichkeit beeinflussen, liegen ebenfalls kaum vor. Wohl vor allem deshalb sind in der „grauen Literatur“ zahlreiche Angaben zu Parametern zu finden, die die Annahmewahrscheinlichkeit vermutlich positiv oder negativ beeinflussen. Der NABU empfiehlt beispielsweise in seiner Broschüre *Wohnen nach Maß*, Nistkästen für Höhlenbrüter nicht nach Westen und Süden auszurichten. Außerdem sollten nach dieser Quelle für Koloniebrüter, wie den Haussperling, keine Mindestabstände zwischen den Kästen eingehalten werden (2001, NABU-Bundesverbnd, 6. Auflage 11/2019). Der BUND e.V. empfiehlt auf seiner Webseite eine Anbringung von Höhlenbrüter-Kästen in einer Höhe von 2 bis 3 Metern (2022, BUND e.V.).
In dieser Studie beeinflussten die Faktoren *Niststättentyp*, *Exposition* und *Anzahl weiterer Bruträume im 1 m Radius* die Annahmewahrscheinlichkeit hochsignifikant, alle anderen untersuchten Parameter (*Alter*, *Anbringungshöhe*, *Gebäudestruktur* und *Anflughindernis*) hatten keinen signifikanten Einfluss. Da das Alter der Nistkästen, welches von 1 bis 17 Jahren variierte, keinen Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit hat, kann dies unter anderem ein Hinweis darauf sein, dass Verschmutzungen und altes Nistmaterial, welches im Laufe der Zeit eingetragen wurde, keinen Einfluss auf die Nutzung durch Haussperlinge hat und eine Reinigung der Kästen daher nicht notwendig ist.

Die geringe Annahmewahrscheinlichkeit des Sperlingskoloniekastens 1SP im Vergleich zu den anderen im Handel angebotenen Kastenmodellen ist auffällig und offensichtlich konstruktiv bedingt. Die sehr geringe Annahmewahrscheinlichkeit für Öffnungen in Dachkästen kann unter anderem mit sehr großen Hohlräumen in den Dachkästen zusammenhängen, die offenbar eher gemieden werden. Die Annahmewahrscheinlichkeit für Holzkästen in Dachkästen war erheblich höher als für einfache Öffnungen in die Dachkästen, aber geringer als bei 4 der 5 im Handel erhältlichen Modellen. Im Detail war die Besetzung von Holzkästen mit einem Rundloch mit 50 Millimeter Durchmesser je nach Standort im Rahmen dieser Studie sehr unterschiedlich. An einem Standort in Berlin Spandau waren von 31 Holzkästen 55 % von Hausperlingen beflogen, an je einem Standort in Charlottenburg und Neukölln jedoch von 20 bzw. 25 baugleichen Holzkästen jeweils 0 % und an einem weiteren Standort in Charlottenburg 12 % (n = 17). Ansonsten baugleiche Holzkästen mit einer annähernd rechteckigen Öffnung von 35 mal 75 Millimeter an einem weiteren Standort in Berlin Charlottenburg waren hingegen zu 60 % von Haussperlingen beflogen. Auch wenn hier noch weitere Standorte untersucht werden sollten, lässt sich die Annahmewahrscheinlichkeit der Holzkästen in Dachkästen vermutlich durch die oben genannten annähernd rechteckigen Einflugöffnungen erhöhen.

Anders als vielfach vermutet, zeigten Hausperlinge in dieser Studie keine Meidung südlicher Expositionen. Die statistische Analyse zeigt eine starke Präferenz für die Exposition Südost. Für alle anderen Expositionen unterscheiden sich die Annahmewahrscheinlichkeiten nur gering (**Abbildung 2**). Offenbar besteht also zumindest zu Beginn der Brutsaison eher eine Präferenz für wärmeexponierte Gebäudeseiten. Das Monitoring in der vorliegenden Untersuchung wurde von Mitte April bis Anfang Mai durchgeführt. In Berlin schwanken die durchschnittlichen Temperaturen im Untersuchungszeitraum zwischen 6° C und 16° C. Es lässt sich also vermuten, dass Haussperlinge zumindest für die erste Brut Kästen mit Südost Exposition bevorzugen, da hier die Temperaturen besonders am Tagesanfang und der Tagesmitte höher sind und den jeweiligen Kasten erwärmen, was zu einem erhöhten Bruterfolg in diesem frühen Zeitabschnitt führen könnte. Um die Präferenz von Haussperlingen auf die Exposition eines Kastens während der gesamten Brutzeit untersuchen zu können, wären weitere Untersuchungen in den Monaten Mai bis August nötig. Für diese Studie wurde der Untersuchungszeitrum so gewählt, dass die Annahmewahrscheinlichkeit der Kästen durch Haussperlinge nicht durch die Ankunft der Mauersegler verzerrt wird.

Die starke Abnahme der Annahmewahrscheinlichkeit mit zunehmender Zahl der Bruträume im 1 Meter Radius weist daraufhin, dass mindestens dieser Radius um den Nesteingang intensiv verteidigt wird und damit Niststätten innerhalb dieses Radius auf Grund der innerartlichen Aggression eher gemieden werden. Eher überraschend ist, dass die Anbringungshöhe trotz des hier untersuchten Bereichs von 4 bis 34 Meter keinen Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit hatte. Da die Nahrungssuche häufig am Boden oder in niedriger Vegetation stattfindet, ist der energetische Aufwand für die Versorgung von Nestlingen in größerer Höhe vermutlich erheblich. Zumindest in der stabilen bis zunehmenden Population Berlins stellt dies jedoch offenbar kein relevantes Hindernis für eine Besetzung dar.

2.6 Empfehlungen für die Praxis

- Wenn möglich, Kasten/Brutstätte nach Südosten ausrichten
- Einen Abstand von 1 m zwischen den Einfluglöchern einhalten
- Öffnungen im Dachkasten ohne hinterbauten Kasten und Sperlingskoloniehaus 1SP vermeiden
- Viele Auswertungen waren aufgrund fehlender Angaben zu den Ersatzniststätten / -quartieren nicht möglich. Oftmals fehlten die Abnahmeprotokolle bzw. wiesen unvollständige Angaben auf. Einige der Ersatzmaßnahmen waren nicht umgesetzt worden.
- Explizit für Behördenmitarbeiter*innen / Gutachter*innen: Es ist eine Abnahme des Ersatzes vor Ort erforderlich. In einem Abnahmeprotokoll ist zu vermerken, wann die Abnahme erfolgte, welche Ersatzniststätten / -quartiere angebracht wurden und wo.

Außerdem:

- Die Hersteller Schwegler und Strobel sollten aufgerufen werden, ihre für Mauersegler angebotenen Kastenmodelle auch als für Haussperlinge geeignet zu bewerben

3. Mauersegler (*Apus apus*)

3.1 Zusammenfassung

Im Rahmen von (energetischen) Sanierungen, Abrissen und anderen Bauvorhaben verlieren gebäudebewohnende Vogel- und Fledermausarten häufig ihre Lebensstätten an Gebäuden. Aufgrund des rechtlichen Schutzstatus der heimischen Vogel- und Fledermausarten dürfen diese nur mit einer Genehmigung durch die Naturschutzbehörde entfernt werden und es müssen neue Lebensstätten in gleicher Kapazität geschaffen werden. Leider gibt es bisher kaum Studien zur Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Evaluierung der Wirksamkeit verschiedener Ersatzbrutstätten für Mauersegler (*Apus apus*). In den Jahren 2020 und 2021 wurden insgesamt 883 Brutstätten an 52 Standorten im gesamten Berliner Stadtgebiet auf die Besetzung durch Mauersegler untersucht. Alle Brutstätten waren im Rahmen von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten an Gebäuden angebracht worden. Berücksichtigt wurden dabei 4 im Handel erhältliche Kastenmodelle von 2 Herstellern, Eigenbauten aus Holz in Dachkästen sowie Dachkästen, die lediglich durch eine Einflugöffnung zugängig gemacht wurden. Die Annahmequote durch Mauersegler über alle Brutstättentypen lag bei 30,7 %. Durch eine logistische Regressionsanalyse wurde der Einfluss von 7 Parametern auf die Annahmewahrscheinlichkeit von Brutstätten geprüft. Die Parameter *Kastentyp*, *Exposition* und *Anzahl weiterer Kästen im 1 m Radius* hatten einen hochsignifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit (ANOVA, $p \leq 0.001$). Die Parameter *Alter* (gemessen als Anzahl der vergangenen Fortpflanzungsperioden seit der Anbringung) und *Gebäudestruktur* wiesen einen Trend für einen Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit auf, wohingegen die Parameter *Anbringungshöhe* und das Vorhandensein von *Anflughindernissen* keinen signifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit hatten. Unsere Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Anbringung von künstlichen Ersatzniststätten für Mauersegler ein adäquater Ersatz für baubedingt verloren gegangene Niststätten ist. Um eine hohe Annahmequote zu erzielen, sollten vorzugsweise Mauerseglernistkästen Nr. 17 und 17A der Firma Schwegler oder Holzkästen in Dachkästen verwendet werden. Auf einfache Öffnungen in Dachkästen sollte eher verzichtet werden. Wir empfehlen zudem, Ersatzniststätten mit einem Mindestabstand von 1 m zueinander, möglichst nicht in südlichen Expositionen und eher nahe an Ecken anzubringen.

3.2 Einleitung

Der Mauersegler ist als überwiegender Gebäudebrüter eng an den Siedlungsraum gebunden, die höchsten Dichten werden in Deutschland in Großstädten erreicht (GEDEON ET AL. 2014). Der Mauersegler ist ein Langstreckenzieher, der Ende April / Anfang Mai aus seinem Überwinterungsgebiet südlich der Sahara an seine Brutplätze in Mitteleuropa zurückkehrt. Die Art brütet häufig kolonial, wobei nur der Nesteingang bzw. die Brutstätte gegen Artgenossen verteidigt wird. Als ursprünglicher Felsspalten- und Baumhöhlenbewohner baut der heute überwiegend in Städten vorkommende Gebäudebrüter seine flachen und häufig nur rudimentären Nester in Hohlräumen und Nischen an Gebäuden. Die meist kleinen Einflugöffnungen in die horizontalen Hohlräume müssen durch einen direkten Anflug erreichbar sein. Mauersegler weisen eine große Brutplatzbindung auf (SÜDBECK 2005). Aufgrund der ähnlichen Ansprüche an den Brutplatz kommt es häufig zur Übernahme von Haussperlingsstätten durch Mauersegler, auch wenn diese von Haussperlingen gerade genutzt werden. Durch die kurze Brutzeit von in der Regel Anfang Mai bis Anfang August gibt es nur eine Jahresbrut. Diese mitteleuropäische Vogelart verbringt ihre Lebenszeit fast ausschließlich in der Luft. Die Nahrungssuche findet im freien Luftraum und während der Brutzeit in einem Umkreis von 0,4 bis 50 km um die Nistplätze statt, wobei auch in großer Höhe von bis zu 3.000 m gejagt wird. Mauersegler fressen ausschließlich in der Luft fliegende bzw. schwebende Insekten und Spinnen. Seit etwa Anfang der 1990er Jahre nahm der Bestand in Deutschland etwa um ein Drittel ab, wobei die Trends jedoch großräumig unterschiedlich sind. Für Berlin, Hamburg und Sachsen sind keine Rückgänge belegt, in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg wurden hingegen erhebliche Bestandseinbußen festgestellt. Der Verlust von Niststätten durch Gebäudesanierung und der sehr starke Trend zu höhlenfreien Neubauten werden als wesentliche Gründe für diese Rückgänge vermutet (BÖHNER 2016). Die Art ist bisher aber noch nicht in einer Gefährdungskategorie der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands verzeichnet (GRÜNBERG ET AL. 2015). In Berlin ist der Mauerseglerbestand wahrscheinlich stabil und umfasst 18.000 bis 24.000 Brutpaare (WITT UND STEIOF 2013).

3.3 Methoden

Im Rahmen des hier durchgeführten Wirksamkeitsmonitorings wurden Brutstätten untersucht, die im Zuge von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Niststätten an Gebäuden angebracht wurden. Die Erhebung der Daten zu den Ersatzmaßnahmen erfolgte durch eine Abfrage bei den Unteren Naturschutzbehörden zu dort vorliegenden Verfahren und bei den sachkundigen Personen, die Gutachten zu Lebensstätten an Gebäuden erstellen. Die Brutstätten waren im gesamten Stadtgebiet verteilt, sodass von stark bebauten und eng besiedelten Innenstadtbereichen bis hin zu vergleichsweise dörflichen Stadtrandgebieten alle urbanen Siedlungsstrukturen erfasst werden konnten. Die untersuchten Brutstätten waren größtenteils Kompensationsmaßnahmen, also sogenannte FCS-Maßnahmen (*measures that ensure the favourable conservation status*). Hier wurden die Nistkästen nach Durchführung der Baumaßnahme an dem gleichen Gebäude angebracht. Den dort vorkommenden Arten standen für die Dauer des Bauvorhabens also keine Fortpflanzungs- und Ruhestätten zur Verfügung. Den weitaus geringeren Teil der untersuchten Brutstätten machten vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen aus, sogenannte CEF-Maßnahmen (*continuous ecological functionality-measures*). Hier wurden den vorkommenden Arten künstliche Ersatzniststätten an anderer Stelle zeitnah zur Verfügung gestellt, sodass eine Reproduktion ohne Ausfall einer Brutsaison möglich war. Eine genauere Untersuchung, ob sich FCS- und CEF-Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit unterscheiden, war hier aufgrund des zu geringen Stichprobenumfangs von CEF-Maßnahmen nicht möglich.

3.3.1 Datengrundlage

Ersatzniststätten

Die hier untersuchten künstlichen Ersatzlebensstätten weisen ein bis drei Brutstätten auf (**Tabelle 5**). In den Jahren 2020 und 2021 wurden insgesamt **1.201 Brutstätten** für Mauersegler an **52 Standorten** im gesamten Berliner Stadtgebiet untersucht. Die überwiegend von Ehrenamtlichen erfassten Parameter wurden anhand von Fotos der Maßnahmen auf Plausibilität überprüft und zu einem Datensatz zusammengefasst. Erfassungen, die methodisch nicht den vorgegebenen Bedingungen entsprachen, wurden aus dem Datenpool entfernt. Ebenso wurden Datensätze von Brutstätten nicht berücksichtigt, wenn für einen Kastentyp weniger als 20 Datensätze vorlagen. Im Ergebnis gingen die Daten von **883 Brutstätten** in die Auswertung ein. Die Anzahl der untersuchten Ersatzniststättentypen und der Anbringungsparameter richteten sich letztlich nach den im Stadtgebiet vorhandenen Ausgleichsmaßnahmen und waren daher ungleich verteilt. So wurden zum Beispiel Öffnungen in Dachkästen weniger häufig umgesetzt, da dies nicht bei jedem Gebäudetyp möglich ist. Auch einige Expositionen wie Nord-West oder Süd-West, Süd und Süd-Ost konnten weniger häufig berücksichtigt werden, da Brutstätten für Mauersegler mit diesen Expositionen offenbar seltener angebracht wurden.

Tabelle 5: *Übersicht über die untersuchten Brutstätten im Rahmen des Mauersegler-Monitorings*

Brutstättentyp/ Kastentyp	Arten	Technische Daten
Mauersegler WDV-Einbaukasten Typ 1A; Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 2,7 kg. Außenmaße: B: 34 cm, H: 13,5 cm, T: 15 cm (+ 1,7 cm für Einflugring) Anbringung: Integration in Wärmedämmung
Mauerseglernistkasten Nr. 418; Strobel	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holzbeton Gewicht: 6 kg Außenmaße: B: 45 cm, H: 12 cm, T: 16 cm Einflugloch: 3,5 cm x 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach); Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 3,1 kg. Außenmaße: B: 34 cm, H: 15 cm, T: 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade/ Integration in Wärmedämmung
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach); Schwegler	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 7,1 kg. Außenmaße: B: 98 cm, H: 15 cm, T: 15 cm Anbringung: Montage auf Fassade/ Integration in Wärmedämmung
Öffnungen im Dachkasten; Eigenbau	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holz/ Dachkastenmaterial Gewicht: / Maße: entspricht den Maßen des Dachkastens Einflugloch: variabel Anbringung: Zugang zum Dachkasten
Holzkasten im Dachkasten, Eigenbau	Haussperlinge/ Mauersegler	Material: Holz Gewicht: unbekannt Innenmaße: B: 35 cm, H:18 cm, T: 20 cm Einflugloch: 5 cm Durchmesser oder 35 x 75 mm Anbringung: Integration im Dachkasten

Kontrolle der Besetzung

Im Jahr 2020 wurden 556 und im Jahr 2021 327 Brutstätten, insgesamt also 883 Brutstätten untersucht. Berücksichtigt wurden dabei 4 Kastenmodelle von 2 Herstellerfirmen, Eigenbauten aus Holz in Dachkästen sowie Dachkästen, die lediglich durch eine Einflugöffnung zugänglich gemacht wurden (**Tabelle 5** und **Tabelle 6**). Zusätzlich wurden 40 im Jahr 2020 untersuchte Bruträume 2021 erneut auf den Besatz durch Mauersegler kontrolliert, um die beiden Untersuchungsjahre im Hinblick auf etwaige Populationsschwankungen zu vergleichen.

Tabelle 6: *Art und Anzahl der untersuchten Mauersegler-Brutstätten in den Jahren 2020 und 2021*

Brutstättentyp/ Kastentyp	Firma	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl insgesamt
Mauersegler WDV-Einbaukasten Typ 1A	Schwegler	102	34	136
Mauerseglerkasten Nr. 418	Strobel	231	74	305
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach)	Schwegler	58	55	113
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach)	Schwegler	108	51	159
Öffnungen im Dachkasten	-	-	113	113
Holzkasten im Dachkasten	-	57	-	57
		556	**327**	**883**

3.3.2 Erfassungsmethode

Um die anvisierte Stichprobengröße in zwei Jahren bewerkstelligen zu können, wurde ein Netzwerk aus NABU-Ehrenamtlichen aufgebaut, die zu diesem Zweck geschult wurden und entsprechend aufbereitete Erfassungsbögen erhielten. Die Untersuchung zur Besetzung der Brutstätten erfolgte in beiden Jahren durch eine einmalige 2,25-stündige Sichtkontrolle (zu dieser Jahreszeit die Zeitspanne von ca. 105 min vor bis 30 min nach Sonnenuntergang) im Zeitraum vom 15. Juni bis 20. Juli. Dies entspricht in der Regel dem Zeitraum der Nestlingsaufzucht in Berlin. Die Untersuchungszeit entspricht jahres- und tageszeitlich dem Zeitraum in dem die Wahrscheinlichkeit, dass aktuell genutzte Brutstätten von den Altvögeln aufgesucht werden, am größten ist (SCHAUB ET AL. 2019). Eine Brutstätte galt als besetzt, wenn mindestens ein Einflug/Ausflug/Fütterungsereignis beobachtet wurde. Zusätzlich zu den zeitlichen Vorgaben wurden auch Witterungsbedingungen festgelegt, wobei die Kontrollen nicht bei Niederschlag und starkem Wind stattfinden sollten.

3.3.3 Aufgenommene Parameter

Bei den Kontrollen wurden weitere Parameter erfasst, die für eine Besetzung oder Meidung der Niststätten relevant sein könnten (**Tabelle 7**). Die Parameter wurden vor Ort aufgenommen, wobei es sich bei dem Parameter *Abstand zur Dachkante* und *Abstand zwischen Einfluglöchern* um Schätzwerte anhand von Fotos und bekannten Brutstättenmaßen handelt. Die *Anbringungshöhe der Brutstätte* wurde bei fast allen Standorten durch die Messung mit einem Laser-Entfernungsmesser PLR 50 C (Robert Bosch GmbH, DE) ermittelt, in den übrigen Fällen anhand der Anzahl der Stockwerke geschätzt. Der Untersuchungsparameter *Fortpflanzungsperioden in Jahren* gibt an, wie viele Fortpflanzungsperioden zwischen der

Anbringung der Brutstätte und der Kontrolle auf Besatz vergangen sind und wurde den Gutachten entnommen bzw. bei den Unteren Naturschutzbehörden erfragt.

Tabelle 7: *Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Wirksamkeitsmonitorings*

Parameter	Definition
Art der Brutstätte/ Kastentyp	Kategorisierung der Brutstätte (siehe **Tabelle 5**)
Exposition	Himmelsrichtung, zu der die Brutstätte ausgerichtet ist
Anzahl weiterer Brutstätten in einem 1 m Radius	Anzahl weiterer künstlicher Brutstätten im 1 m Radius um das Einflugloch der zu betrachtenden Brutstätte
Fortpflanzungsperioden in Jahren	Anzahl der Fortpflanzungsperioden, die zwischen der Anbringung der Brutstätte und der Kontrolle (2020 und/oder 2021) vergangen sind
Anbringungshöhe der Brutstätte in Metern	Höhe in der die Brutstätte angebracht ist
Gebäudestruktur im Detail	Gebäudestruktur, an der die Brutstätte angebracht ist (vertikale oder horizontale Gebäudekante, Gebäudeecke oder mittig auf der Fassade)
Abstand zur Dachkante	Abstand zwischen dem Einflugloch und der Dachkante
Traufwirkung	Schutz der Brutstätte vor der Witterung durch einen Dachüberstand
Integration/Kasten-Montage	Brutstätte ist in die Fassade integriert (sodass nur noch das Einflugloch sichtbar ist) oder auf der Fassade angebracht
Anflughindernis/ Anflugsituation	Anflug/Ausflug ist frei oder Anflughindernis innerhalb eines 3 Meter Radius um das Einflugloch
Abstand zum nächsten Einflugloch	Abstand zum nächsten Einflugloch auf der gleichen Gebäudeseite

3.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung

Nach der Aufbereitung wurde der Datensatz mit dem Programm R Studio (RSTUDIO TEAM 2020) ausgewertet. Mit Hilfe einer logistischen Regressionsanalyse wurde getestet, ob ein Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen und der binären abhängigen Variablen „besetzt“ besteht. Das Modell gibt dabei jeweils Schätzungen an, wie wahrscheinlich es ist, dass eine Brutstätte bei Vorliegen bestimmter Parameter besetzt wird. Vor der Erstellung des Modells wurde auf Multikollinearität getestet. Diese liegt vor, wenn die Prädiktoren einer Regressionsanalyse stark miteinander korrelieren, wodurch die Schätzungen unsicher werden würden. Für die Kontrolle auf Multikollinearität wurde die VIF-Statistik (*variance influence factor*) angewendet. Die Visualisierungen der Ergebnisse wurde mit Hilfe der Software Jupyter Notebook (KLUYVER ET AL. 2021) erstellt. Es ist davon auszugehen, dass die einzelnen Bruträume an einem Standort nicht stochastisch voneinander unabhängig sind, da sich die Bruträume an einem Standort ähnlicher sein könnten (geringe Varianz), als Bruträume an verschiedenen Standorten (hohe Varianz). Das Multilevel-Modell, in welchem der Standort als sogenanntes *random intercept* modelliert wurde, berücksichtigt diese besondere Varianzstruktur.

3.4 Ergebnisse

Insgesamt waren 30,7 % der 883 untersuchten Kästen besetzt (**Tabelle 8**). Da der Unterschied der Annahmequoten zwischen den Untersuchungsjahren nicht signifikant ist, können die Ergebnisse beider Jahre (2020: 38 %; 2021: 46 %) zusammengefasst werden.

Tabelle 8: *Annahme der Brutstätten durch Mauersegler in den Untersuchungsjahren 2020 und 2021 differenziert nach Brutstättentyp/Kastentyp*

Brutstättentyp/Kastentyp	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl insgesamt	besetzt total	Anteil besetzt in %
Mauersegler WDV-Einbaukasten Typ 1A	102	34	136	29	21,3
Mauerseglerkasten Nr. 418	231	74	305	53	17,4
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach)	58	55	113	65	57,5
Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach)	108	51	159	81	50,9
Öffnungen im Dachkasten	-	113	113	11	9,7
Holzkasten im Dachkasten	57	-	57	32	56,1
	556	**327**	**883**	**271**	**30,7**

Aufgrund der hohen Multikollinearität zwischen dem Parameter *Kastentyp* und anderen Parametern wurden in das Modell nur die Parameter einbezogen, die nicht oder nur leicht mit dem Parameter Kastentyp korrelieren. Die Parameter *Kastentyp*, *Exposition* und die *Anzahl weiterer Brutstätten im 1 m Radius* beeinflussten die Besetzungswahrscheinlichkeit hochsignifikant (ANOVA, $p < 0.001$). Die p-Werte der Parameter *vergangene Fortpflanzungsperioden* und *Gebäudestruktur* waren zwar jeweils größer als 0.05, wiesen jedoch zumindest einen Trend auf, die Annahmewahrscheinlichkeit zu beeinflussen. Die Parameter *Anbringungshöhe* und *Anflughindernis* hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit (ANOVA, $p > 0.05$).

In dieser Untersuchung erzielte der Mauerseglerkasten 418 mit 17,4 % die schlechteste Besetzungsquote, gefolgt vom Mauerseglerkasten WDV-Einbaukasten Typ 1A. Der Mauersegler-Nistkasten Nr. 17A (3fach) wies eine Besetzungsquote von 50,9 % auf. Der Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach) zeigte mit 57,5 % die höchste Quote. Holzkästen im Dachkasten wurden mit einer Besetzungsquote von 56 % ähnlich gut angenommen wie der käuflich erwerbbare Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach) (**Tabelle 8**).
Das Modell errechnete die geringste Annahmewahrscheinlichkeit durch Mauersegler für Öffnungen im Dachkasten. Von den 4 käuflich erwerbbaren Kastenmodellen wies der Mauersegler WDV-Einbaukasten 1A die niedrigste Annahmewahrscheinlichkeit auf, während der Mauersegler-Nistkasten Nr. 17 (1fach) die höchste Annahmewahrscheinlichkeit hatte (**Abbildung 4**).

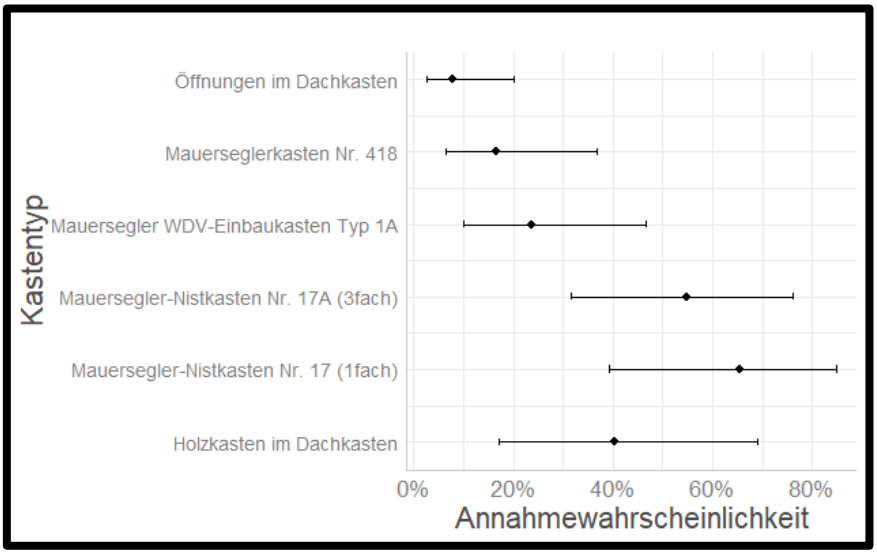


Abbildung 4: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit vom Brutstättentyp/Kastentyp. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Kastentyp“ ($p \leq 0.001$, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)*

Für Brutstätten mit einer südöstlichen Exposition war die Annahmewahrscheinlichkeit deutlich niedriger als für alle anderen Expositionen (**Abbildung 5**).

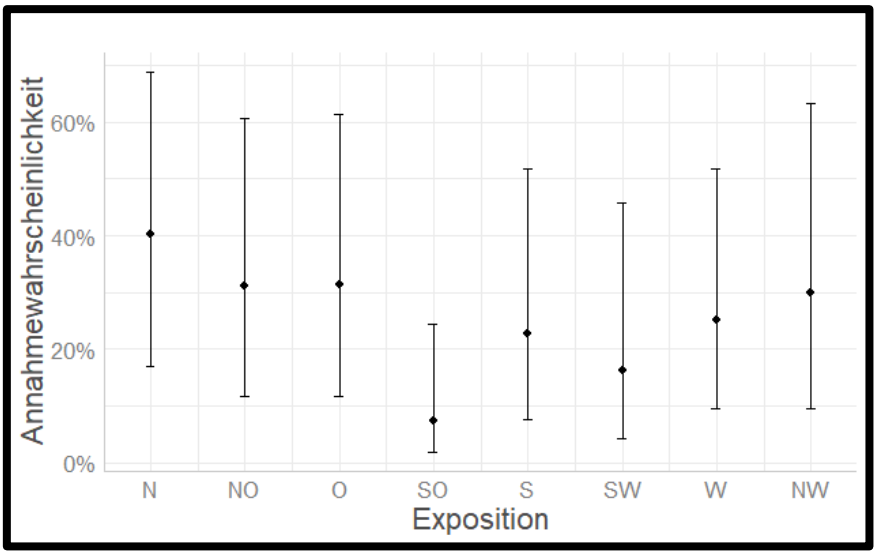


Abbildung 5: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Exposition" (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)*

Weiterhin sinkt die Annahmewahrscheinlichkeit für Brutstätten, je mehr weitere Brutstätten im näheren Umfeld (in einem 1 Meter Radius) vorhanden sind (**Abbildung 6**).

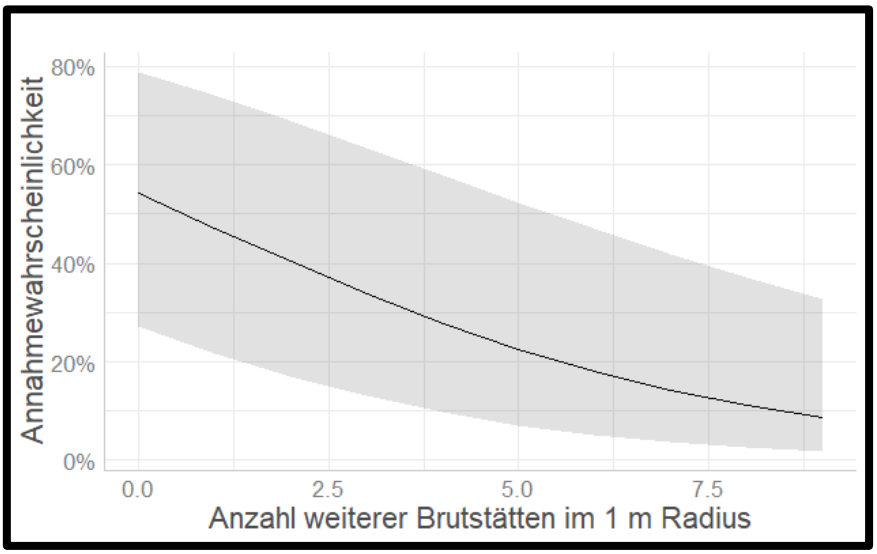


Abbildung 6: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit der Anzahl der Brutstätten im 1 Meter Radius um das Einflugloch. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 Meter Radius" (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)*

Zudem ist der Trend ersichtlich, dass die Annahmewahrscheinlichkeit steigt, je älter der Kasten ist (**Abbildung 7**).

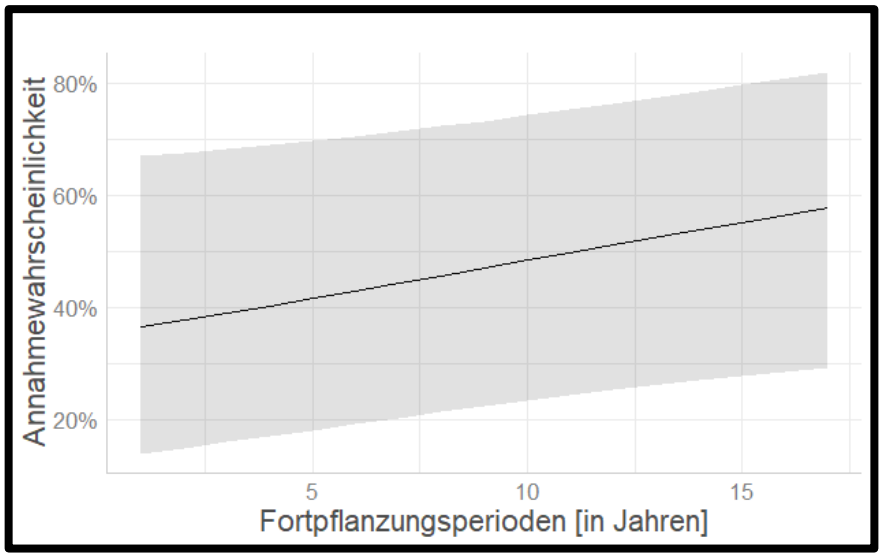


Abbildung 7: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit vom Alter. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Fortpflanzungsperioden in Jahren" (p > 0.05; p = 0.06; tendenziell signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)*

Weiterhin zeigt sich der Trend, dass Brutstätten, die nahe an einer Gebäudeecke angebracht sind, also am Schnittpunkt von horizontaler und vertikaler Gebäudekante, tendenziell besser angenommen werden als diejenigen, die sich auf der Fassadenmitte befinden (**Abbildung 8**). Statistisch sind die Unterschiede aber nicht signifikant.

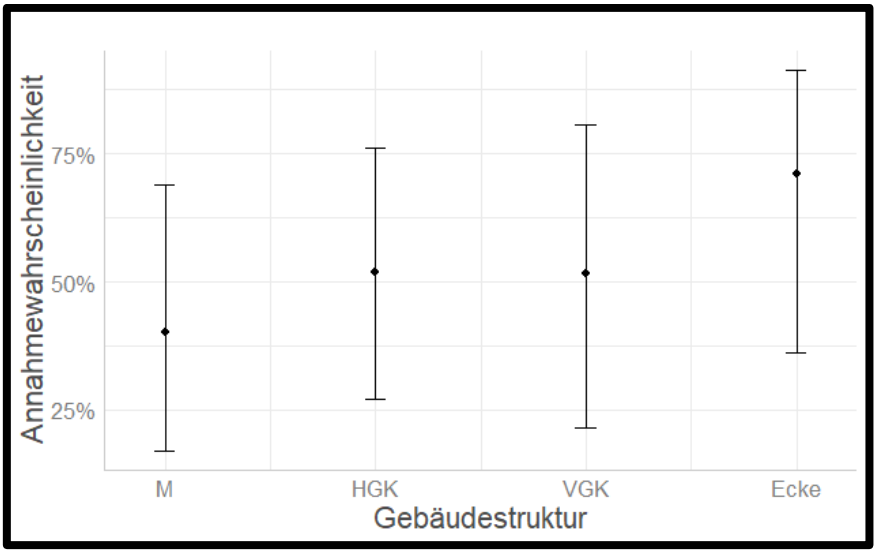


Abbildung 8: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit von der Gebäudestruktur. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Gebäudestruktur" (p > 0.05; p = 0.09; tendenziell signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869); M = Fassadenmitte, HGK = horizontale Gebäudekante, VGK = vertikale Gebäudekante, Ecke = nahe Dachecke*

Obwohl integrierte, also ins Mauerwerk oder Wärmedämmverbundsystem eingelassene Brutstätten, vermutlich vor der Überhitzung des Kasteninneren geschützter sind, waren diese nicht häufiger besetzt als auf die Fassade montierte Kästen.

3.5 Diskussion

Annahmequote

Die Besetzungsquote der Brutstätten ist mit 30,7 % die höchste, die bisher bei vergleichbaren Untersuchungen festgestellt wurde. Sie war um 6,4 % höher als in der Untersuchung in Greifswald (24,3 %, (SCHAUB ET AL. 2016)) und fast 4-mal so hoch wie bei einer früheren Untersuchung in Berlin (8,4 %, (WORTHA UND ARNDT 2004)). Beide Studien sind nur bedingt mit der hier vorgelegten vergleichbar, da unter anderem die Brutstättentypen und/oder deren Anteile in der untersuchten Stichprobe jeweils unterschiedlich waren, zudem wurde von WORTHA UND ARNDT (2004) eine andere Methodik hinsichtlich der Erfassungszeiträume gewählt.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Mauerseglerkästen Nr. 17 der Firma Schwegler, die auch in den beiden oben genannten Studien untersucht wurden, war die Annahmequote hier mit 53,7 % um den Faktor 2,5 höher als in Greifswald (21,3 %, (SCHAUB ET AL. 2016)) und gegenüber der früheren Untersuchung in Berlin (WORTHA UND ARNDT 2004) um den Faktor 36 höher. Die höhere Annahmequote verglichen mit Untersuchung von SCHAUB ET AL. (2016) kann vielfältige Ursachen haben. Sie kann unter anderem mit dem geringeren Alter der dort untersuchten Kästen zusammenhängen. In dieser Studie gab es einen Trend für eine erhöhte Annahmewahrscheinlichkeit mit zunehmendem Alter der Brutstätten, in Greifswald war das Alter der Kästen der zweitwichtigste Einflussfaktor nach der Zahl der Brutstätten im 1 Meter Radius. Während in Greifswald Brutstätten in einem Alter von 0 bis 8 Jahren erfasst wurden, war das Altersintervall in der hier vorgelegten Studie mit 0 bis 17 Jahren mehr als doppelt so groß. Dass die Annahmewahrscheinlichkeit auch in Greifswald mit zunehmendem durchschnittlichem Alter der Brutstätten höher ausfallen dürfte, wurde von SCHAUB ET AL. (2016) wahrscheinlich zu Recht vermutet. Im Vergleich mit der hier vorgelegten Untersuchung und der Greifswalder Studie war die Annahmequote der Schwegler-Kästen Nr. 17 in der Berliner Studie von WORTHA UND ARNDT (2004) mit 1,5 % um den Faktor 36 geringer. Dieser Unterschied könnte unter anderem, wie bereits erwähnt, auf methodischen Differenzen in den Erfassungszeiten zurückzuführen sein. Die Erfassungen von WORTHA & ARNDT (2004) wurden am frühen Vormittag (Sonnenaufgang bis ca. 11:00 Uhr) und am späten Nachmittag (18:00 - 20:30 Uhr) durchgeführt, und damit nicht in den Zeiträumen mit der höchsten Einflugaktivität (SCHAUB ET AL. 2019, VGL. DISKUSSION HIERZU BEI SCHAUB ET AL. 2016). Daneben könnten auch weitere Faktoren wie zum Beispiel das geringe Alter der von WORTHA & ARNDT (2004) untersuchten Brutstätten für die geringe Annahmequote verantwortlich sein, so waren von 1.712 von den Autoren untersuchten Nisthilfen 29 % weniger als 1 Jahr alt und 58 % bis 2 Jahre alt. Im Ergebnis bleibt festzuhalten, dass insbesondere die von WORTHA &ARNDT (2004) festgestellte Annahmequote der gängigen im Handel erhältlichen Mauserseglerkästen nicht als repräsentativ zu betrachten ist.

Einfluss von Faktoren auf die Besetzungswahrscheinlichkeit

Anders als in der vorliegenden Studie konnten SCHAUB ET AL. (2016) nur einen sehr geringen Einfluss des Brutstättentyps auf die Annahmewahrscheinlichkeit feststellen. Der Unterschied dürfte vor allem auf die unterschiedlichen untersuchten Kastentypen und/oder deren Anteile in der untersuchten Stichprobe zurückzuführen sein, so untersuchten SCHAUB ET AL. (2016) ausschließlich Kästen der Firmen Schwegler und Strobel und auch von diesen Firmen zum Teil andere Kastenmodelle als in der hier vorgelegten Studie.

In dieser Studie wurde die von SCHAUB ET AL. (2016) festgestellte Verringerung der Annahmewahrscheinlichkeit mit zunehmender Anzahl von Brutstätten im 1 Meter Radius bestätigt, obwohl hier, anders als in Greifswald bei 20,8 % der Dreifachkästen Nr. 17A von Schwegler alle 3 Bruträume gleichzeitig von Mauerseglern besetzt waren. In der Literatur (2021, BUND e.V. Region Hannover) wurden bisher Abstände von 50 Centimetern zwischen den Kästen empfohlen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen jedoch, dass Brutstätten in mindestens 1 Meter Abstand zueinander angebracht werden sollten. Ähnlich wie beim ebenfalls häufig kolonieartig brütenden Haussperling führt die innerartliche Aggression offenbar eher zu einer Meidung des 1 Meter Radius um besetzte Brutstätten. Mögliche weitere Gründe für die Einhaltung eines größeren Abstandes zu Brutplätzen von Artgenossen sind zum Beispiel die Vermeidung einer Übertragung von Parasiten und die Reduzierung einer Verwechslungsgefahr von Brutstätten zwischen Individuen (SCHAUB ET AL. 2016).

Während in Greifswald SCHAUB ET AL. (2016) eine leichte Präferenz für nördliche Brutstättenexpositionen feststellten, konnte in der hier vorgelegten Studie eine verringerte Annahmewahrscheinlichkeit für südliche Expositionen gezeigt werden. Auch wenn dies in Berlin ebenso wie in Greifswald nicht mit einer völligen Meidung südlicher Expositionen gleichzusetzen war, ist doch zu vermuten, dass für diese Meidung das Risiko einer zu starken Erwärmung ausschlaggebend ist. Eine Meidung südexponierter Brutstätten wurde auch von WORTHA UND ARNDT (2004) festgestellt.

Die Annahmewahrscheinlichkeit wurde offenbar weiterhin durch das Alter der Niststätten und die Gebäudestruktur beeinflusst. Hier wurde zwar keine statistische Signifikanz, aber jeweils eine starke Tendenz nachgewiesen. Die Annahmewahrscheinlichkeit stieg mit dem Alter der Brutstätte. Mauersegler gelten als standorttreu und kehren im Regelfall jedes Jahr zu denselben Nistplätzen zurück. Es ist also davon auszugehen, dass es eine gewisse Zeit dauern kann, bis Mauersegler eine neue Brutstätte entdecken, sie diese dann aber langfristig nutzen, auch mehr als 15 Jahre nach ihrer Anbringung.
Zudem haben eine Verschmutzung sowie altes Nistmaterial offenbar keinen Einfluss auf die Annahme eines Nistkastens durch die Mauersegler. Eine Reinigung der Kästen ist demnach offensichtlich nicht notwendig.

Die Untersuchung des Einflusses des Anbringungsortes am Gebäude zeigt Hinweise, dass Mauersegler die Brutstätten an Gebäudeecken häufiger besetzen. Dies unterstützt die Annahme, dass die Tiere markante Gebäudestrukturen bevorzugen. Während die an einer horizontalen oder vertikalen Gebäudekante angebrachten Kästen etwa eine gleiche Annahmewahrscheinlichkeit haben, scheint die Annahme an Ecken erhöht. Im Gegensatz dazu haben die Kästen, die mittig auf die Fassade aufgesetzt wurden, die geringste Annahmewahrscheinlichkeit.

3.6 Empfehlungen für die Praxis

- Möglichst Mauerseglerkästen Nr. 17/17A der Firma Schwegler oder Holzkästen in Dachkästen anbringen
- Öffnungen im Dachkasten ohne hinterbauten Kasten vermeiden
- Wenn möglich, Kästen an West-, Nord- und Ostseiten der Gebäude anbringen
- Abstand von mindestens 1 m zwischen den Einfluglöchern einhalten
- Wenn möglich, Kästen nahe an Gebäudeecken anbringen

4. Mehlschwalben (*Delichon urbicum*)

4.1 Zusammenfassung

Im Rahmen von (energetischen) Sanierungen, Abrissen und anderen Baumaßnahmen verlieren gebäudebewohnende Vogel- und Fledermausarten häufig ihre Lebensstätten an Gebäuden. Aufgrund des rechtlichen Schutzstatus der heimischen Vogel- und Fledermausarten dürfen diese nur mit einer Genehmigung durch die Naturschutzbehörde entfernt werden und es müssen neue Lebensstätten in gleicher Kapazität geschaffen werden. Leider gibt es bisher kaum Studien zur Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher die Evaluierung der Wirksamkeit verschiedener Ersatzbrutstätten für Mehlschwalben (*Delichon urbicum*). In den Jahren 2020, 2021 und 2022 wurden insgesamt 728 Brutstätten im Berliner Stadtgebiet auf die Besetzung durch Mehlschwalben untersucht. Alle Brutstätten waren im Rahmen von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten entweder an Gebäuden oder an sogenannten „Schwalbentürmen“ angebracht worden. Berücksichtigt wurden im Handel erhältliche Doppelnester mit zwei Brutschalen sowie Schwalbentürme. Bei allen Brutstätten handelt es sich um halbkugelförmige Nester aus Holzbeton. Einige der Brutstätten am Gebäude wiesen darüber hinaus auch ein Kotbrett auf, welches unterhalb der Brutstätte installiert wurde, um die Fassaden vor den Exkrementen der Mehlschwalben zu schützen. Die Annahmequote der Ersatzbrutstätten durch Mehlschwalben lag insgesamt bei 20,1 %. Die Schwalbentürme wurden lediglich auf die Annahme durch die Zielart untersucht. Bei Brutstätten an Gebäuden wurde der Einfluss von fünf Parametern auf die Annahmewahrscheinlichkeit durch eine logistische Regressionsanalyse von geprüft. Die Parameter *Exposition*, *Anzahl weiterer Kästen im 1 Meter Radius* und *Anbringungshöhe* hatten einen sehr bzw. hochsignifikanten Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit. Die Parameter *Kotbrett* und *Anzahl weiterer Brutstätten pro Gebäudewand* hatten keinen Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit. Die Parameter *Alter (*gemessen als Anzahl der vergangenen Fortpflanzungsperioden seit der Anbringung), und *Anflughindernis* konnten aufgrund der Datenlage nicht getestet werden. Unsere Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Anbringung von Brutstätten für Mehlschwalben an Gebäuden erfolgsversprechender ist als die Errichtung von Schwalbentürmen. Um eine möglichst hohe Annahmequote zu erzielen, sollte die Exposition Süden bei der Anbringung des Ersatzes gemieden werden. Wir empfehlen zudem, in einem 1 Meter Radius um ein Doppelnest höchstens ein weiteres künstliches Doppelnest anzubringen. Weiterhin sollten die künstlichen Mehlschwalbennester möglichst hoch an Gebäuden angebracht werden.

4.2 Einleitung

Die Mehlschwalbe besiedelte die ursprünglich wohl nur Felswände in Gebirgen und an Küsten. Heute ist die Art in Deutschland fast ausnahmslos Kulturfolger und auf den menschlichen Siedlungsraum beschränkt, aktuell sind Felskolonien in Deutschland nur noch von den Kreidefelsen Rügens bekannt (GEDEON ET AL. 2014). Als Brutplätze dienen in erster Linie die Unterseiten geschützter Vorsprünge und Nischen von Gebäuden, wobei in Stadtgebieten Wohnblockzonen und Industriegebiete bevorzugt werden. Außerdem ist Gewässernähe oder das Vorkommen offener, lehmiger Bodenstellen für die Ansiedlung notwendig, da dort Nistmaterial gesammelt wird. Beide Geschlechter bauen die halbkugelförmigen Nester an Außenseiten von Gebäuden. Als Baumaterial dienen kleine Lehmpartikel und Speichel. Dabei ist eine raue Oberflächenstruktur, an der das Nistmaterial haften bleibt, essenziell. Die ortstreuen Vögel suchen die Nester jährlich erneut auf und Jungtiere siedeln sich in der Nähe ihres Geburtsortes an.
Die Nahrungssuche beschränkt auf einen Radius von durchschnittlich 500 bis 1.000 Meter um den Neststandort herum, wobei Fluginsekten, vor allem Fliegen, Mücken und Blattläuse erbeutet werden (SÜDBECK 2005). Das Sammeln von Nistmaterial erfolgt etwa in derselben Entfernung.

Die Mehlschwalbe weist in Berlin einen Bestand von 3.500 bis 4.500 Brutpaaren mit einer starken Abnahme um mindestens 50 % in den letzten 25 Jahren auf (WITT UND STEIOF 2013).

4.3 Methoden

Im Rahmen des durchgeführten Wirksamkeitsmonitorings wurden Brutstätten untersucht, die im Zuge von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten angebracht wurden. Die Ersatzbrutstätten wurden entweder an das vom Bauvorhaben betroffene Gebäude angebracht oder es wurde in unmittelbarer Nähe des Gebäudes ein Schwalbenturm aufgestellt. Die Erhebung der Daten zu den Ersatzmaßnahmen erfolgte durch eine Abfrage bei den Unteren Naturschutzbehörden zu dort vorliegenden Verfahren und bei den sachkundigen Personen, die Gutachten zu Lebensstätten an Gebäuden erstellten. Die untersuchten Brutstätten waren im gesamten Stadtgebiet verteilt, sodass von stark bebauten und eng besiedelten Innenstadtbereichen bis hin zu vergleichsweise dörflichen Stadtrandgebieten alle urbanen Siedlungsstrukturen erfasst werden konnten. Die Brutstätten sind Kompensationsmaßnahmen, also sogenannte FCS-Maßnahmen (*measures that ensure the favourable conservation status*). Hier wurde der Ersatz nach Durchführung der Baumaßnahme angebracht. Den dort vorkommenden Arten standen für die Dauer des Bauvorhabens also keine Fortpflanzungs- und Ruhestätten zur Verfügung.

4.3.1 Datengrundlage

Ersatzniststätten

In den Jahren 2020, 2021 und 2022 wurden insgesamt **728 Brutstätten** für Mehlschwalben an **35 Standorten** im gesamten Berliner Stadtgebiet untersucht. Die überwiegend von Ehrenamtlichen erfassten Parameter wurden anhand von Fotos der Maßnahmen auf Plausibilität überprüft und zu einem Datensatz zusammengefasst. Erfassungen, die methodisch nicht den vorgegebenen Bedingungen entsprachen, wurden aus dem Datenpool entfernt.

Im Ergebnis gingen die Daten von 728 Brutstätten in die Auswertung ein. Die Anzahl der untersuchten Ersatzniststättentypen und der Anbringungsparameter richtete sich letztlich nach den im Stadtgebiet vorhandenen Ausgleichsmaßnahmen und war daher ungleich verteilt.

Kontrolle der Besetzung

Von den insgesamt 728 Brutstätten wurden 120 im Jahr 2020, 460 im Jahr 2021 und 148 im Jahr 2022 untersucht. Berücksichtigt wurden dabei sogenannte Mehlschwalben-Doppelnester mit zwei Brutschalen und Schwalbentürme (**Tabelle 9**). Die Anzahl der Brutstätten an den Schwalbentürmen variierte und umfasste 8 bis maximal 68 Nistmöglichkeiten (**Tabelle 12**).

Tabelle 9: *Anzahl der untersuchten künstlichen Mehlschwalben-Brutstätten in den Jahren 2020 bis 2022*

Anbringungsort	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl 2022	Anzahl insgesamt
Gebäude	80	146	84	310
Schwalbenturm	40	314	64	418
	120	**460**	**148**	**728**

4.3.2 Erfassungsmethode

Um die anvisierte Stichprobengröße in drei Jahren bewerkstelligen zu können, wurde ein Netzwerk aus NABU-Ehrenamtlichen aufgebaut, die zu diesem Zweck geschult wurden und entsprechend aufbereitete Erfassungsbögen erhielten. Die Untersuchung zur Besetzung der Brutstätten erfolgte in allen Jahren durch eine einmalige 45-minütige Sichtkontrolle tagsüber (circa 8:00 Uhr bis 18:30 Uhr) im Zeitraum vom 15. Juni bis 15. Juli. Dies entspricht in Berlin dem Zeitraum, in dem im Regelfall die erste Brut aufgezogen wird.

Eine Brutstätte galt als besetzt, wenn mindestens ein Einflug/Ausflug/Fütterungsereignis einer Mehlschwalbe beobachtet wurde oder Jungvögel erkennbar waren. Zusätzlich zu den zeitlichen Vorgaben wurden auch Witterungsbedingungen festgelegt, wobei die Kontrollen nicht bei Niederschlag und starkem Wind stattfinden sollten.

4.3.3 Aufgenommene Parameter

Bei den Kontrollen auf Annahme der Brutstätten am Gebäude wurden weitere Parameter erfasst, die für eine Besetzung oder Meidung der Brutstätten relevant sein könnten (**Tabelle 10**). Die *Anbringungshöhe der Brutstätte* wurden bei fast allen Standorten mit einem Laser-Entfernungsmesser PLR 50 C (Robert Bosch GmbH, DE) gemessen, in den übrigen Fällen anhand der Anzahl der Stockwerke geschätzt. Der Untersuchungsparameter *Fortpflanzungsperioden in Jahren* gibt an, wie viele Fortpflanzungsperioden zwischen der Anbringung der künstlichen Brutstätte und der Kontrolle auf Besatz vergangen sind und wurde den Gutachten entnommen bzw. bei den Unteren Naturschutzbehörden erfragt. Die Parameter wurden bei Brutstätten, die sich am Schwalbenturm befinden, nicht aufgenommen; hier erfolgte lediglich eine Überprüfung der Annahme durch die Zielart.

Tabelle 10: *Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten am Gebäude im Rahmen des Mehlschwalben-Wirksamkeitsmonitorings*

Parameter	Definition
Exposition	Himmelsrichtung, zu der die Brutstätte ausgerichtet ist
Anzahl weiterer Brutstätten in einem 1 m Radius	Anzahl weiterer künstlicher Brutstätten im 1 m Radius um das Einflugloch der zu betrachtenden Brutstätte
Fortpflanzungsperioden in Jahren	Anzahl der Fortpflanzungsperioden, die zwischen der Anbringung der Brutstätte und der Kontrolle (2020, 2021, 2022) vergangen sind
Anbringungshöhe der Brutstätte in Metern	Höhe, in der die Brutstätte angebracht ist
Kotbrett	Konstruktion, welche unterhalb der Ersatzbrutstätten angebracht wird, um herabfallenden Kot abzufangen

4.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung

Nach der Aufbereitung wurde der Datensatz mit dem Programm R Studio (RSTUDIO TEAM 2020) ausgewertet. Mit Hilfe einer logistischen Regressionsanalyse wurde getestet, ob ein Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen und der binären abhängigen Variablen „besetzt“ besteht. Die Gesamtstichprobengröße umfasste 312 Brutstätten, da lediglich die an Gebäuden befindlichen Ersatzmaßnahmen berücksichtigt wurden. Das Modell gibt dabei jeweils Schätzungen an, wie wahrscheinlich es ist, dass eine Brutstätte am Gebäude bei Vorliegen bestimmter Parameter besetzt wird. Vor der Erstellung des Modells wurde auf Multikollinearität getestet. Diese liegt vor, wenn die Prädiktoren einer Regressionsanalyse stark miteinander korrelieren, wodurch die Schätzungen unsicher werden würden. Für die Kontrolle auf Multikollinearität wurde die VIF-Statistik (*variance influence factor*) angewendet. Die Visualisierungen der Ergebnisse wurden mit Hilfe der Software Jupyter Notebook (KLUYVER ET AL. 2021) erstellt.

4.4 Ergebnisse

Insgesamt waren 20,1 % der 728 untersuchten künstlichen Brutstätten (an Gebäuden und an Schwalbentürmen) von Mehlschwalben besetzt (**Tabelle 11**).

Tabelle 11: *Annahme der Brutstätten durch Mehlschwalben in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach der Art der Anbringung*

Anbringungsart	Anzahl 2020	Anzahl 2021	Anzahl 2022	Anzahl insgesamt	besetzt total	Anteil besetzt in %
Gebäude	80	146	84	310	108	34,84
Schwalbenturm	40	314	64	418	38	9,09
	120	**460**	**148**	**728**	**146**	**20,05**

Der Vergleich der Besetzungsquoten sowie der Annahmewahrscheinlichkeiten zeigt, dass künstliche Nester an Gebäuden fast viermal häufiger angenommen wurden (Besetzungsquote 34,8 %), als an Schwalbentürmen (Besetzungsquote 9,1 % (**Tabelle 11, Abbildung 9**)).

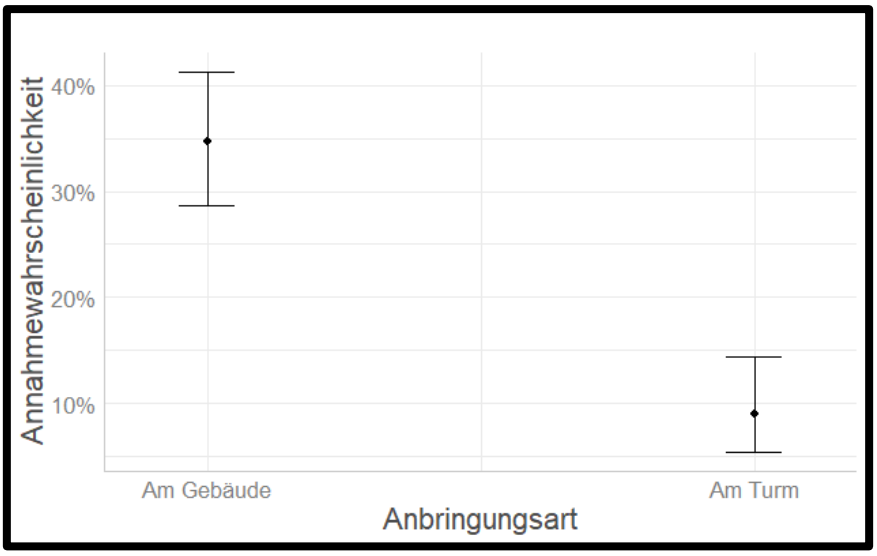


Abbildung 9: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit der Anbringungsart am Gebäude oder am Schwalbenturm (n= 728)*

Die im Rahmen des Monitorings untersuchten Schwalbentürme wurden sehr unterschiedlich angenommen. Von 11 untersuchten Türmen wiesen 8 (73 %) eine Besetzungsquote von 0 % auf, während drei Türme mit einer Quote von 37,5 bis 87,5 % besetzt waren (**Tabelle 12**).

Tabelle 12: *Besetzungsquoten der untersuchten Mehlschwalbentürme*

Turm	Bezirk	Anzahl Brutstätten	Anzahl besetzt	Anteil besetzt %
1	Treptow	40	0	0
2	Marzahn	32	0	0
3	Lichtenberg	24	21	87,5
4	Lichtenberg	48	0	0
5	Lichtenberg	48	0	0
6	Steglitz-Zehlendorf	32	14	43,8
7	Spandau	68	0	0
8	Spandau	38	0	0
9	Neukölln	24	0	0
10	Steglitz-Zehlendorf	8	3	37,5
11	Hellersdorf	56	0	0

Die Regressionskoeffizienten *Exposition* (ANOVA, $p < 0.01$; **Abbildung 10**), *Anzahl weiterer Brutstätten in einem 1 Meter Radius* um den Kasten (ANOVA, $p < 0.01$; **Abbildung 11**) und *Anbringungshöhe* der Brutstätten (ANOVA, $p < 0.001$; **Abbildung 12**) beeinflussten die Annahme von Ersatzbrutstätten an Gebäuden durch Mehlschwalben sehr signifikant bis hochsignifikant. Für den Parameter *Kotbrett* konnte kein signifikanter Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben nachgewiesen werden (ANOVA, $p > 0.05$).
Die Parameter *Anflughindernis* und *Anzahl vergangener Fortpflanzungsperioden* wurden nicht in die statistischen Berechnungen mit einbezogen. Anflughindernisse wurden an keiner der untersuchten Brutstätten verzeichnet, weshalb kein möglicher Einfluss auf die Annahmewahrscheinlichkeit getestet werden konnte. Der Parameter *vergangene Fortpflanzungsperioden* konnte aufgrund der geringen Anzahl an Daten im Bezug auf die Anbringungjahre der Niststätten ebenfalls nicht in das Modell integriert werden. Es gab jedoch keine Hinweise, dass ältere Brutstätten von Mehlschwalben gemieden werden. Die untersuchten Brutstätten in dieser Studie waren zwischen 1 und 18 Jahre alt. Die ältestesten angenommenen Brutstätten waren 16 Jahre alt und befanden sich an einem Schwalbenturm, hier lag die Annahmequote im Jahr 2021 bei 43,8 %. Die neusten Brutstätten wurden bereits nach einem Jahr angenommen. Von 24 im November 2020 angebrachten Brutstätten an einem Hochhaus wurden im Jahr 2021 8 als besetzt erkannt (Besetzungsquote: 33,3 %).
In dieser Untersuchung hatten nach Süden ausgerichtete Brutstätten eine signifikant geringere Annahmewahrscheinlichkeit im Vergleich zu Brutstätten mit den Expositionen Norden, Osten, Südosten und Westen, die alle mit einer ähnlich hohen Wahrscheinlichkeit angenommen werden (**Abbildung 10**). Ersatzniststätten mit den Expositionen Nordosten, Südwesten und Nordwesten waren an den untersuchten Standorten nicht vorhanden.

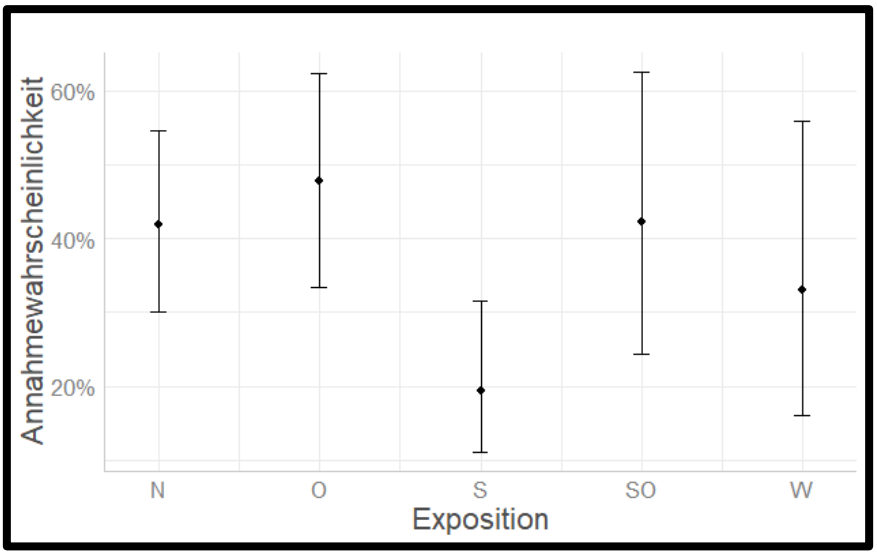


Abbildung 10: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Exposition" (p ≤ 0.01, sehr signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310)*

Weiterhin zeigt die Modellierung, dass die Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte sinkt, je mehr weitere Brutstätten sich in einem 1 m Radius befinden (**Abbildung 11**).

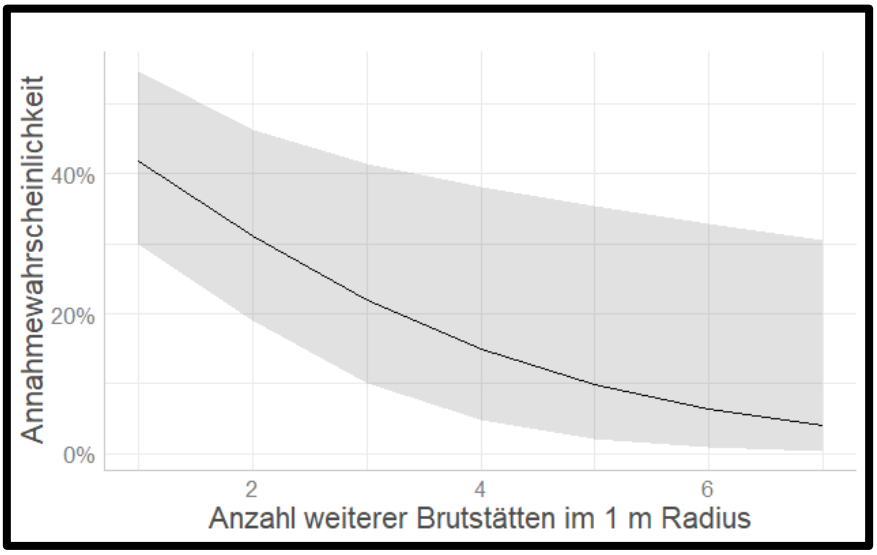


Abbildung 11: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Anzahl weiterer Lebensstätten in einem 1 Meter Radius. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 Meter Radius" (p ≤ 0.01, sehr signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310)*

Die Anbringungshöhe beeinflusste die Annahmewahrscheinlichkeit stark. Je höher die Kästen am Gebäude angebracht waren, desto höher war die Annahmewahrscheinlichkeit (**Abbildung 12**).

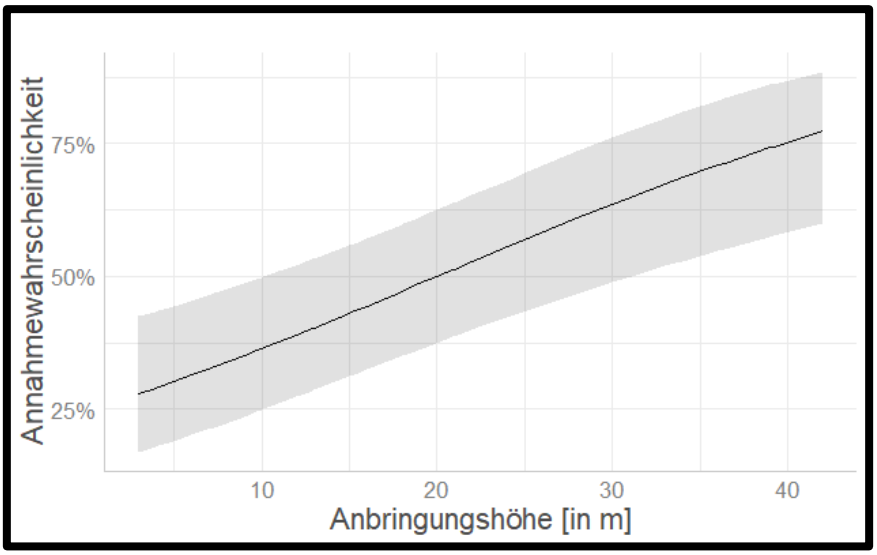


Abbildung 12: *Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Anbringungshöhe. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anbringungshöhe“ ($p \leq 0.001$, höchstsignifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310.*

4.5 Diskussion

Annahmequote

Mehlschwalben nahmen die untersuchten künstlichen Ersatzbrutstätten mit einer Annahmequote von 20,1 % an. Hierbei wurden Brutstätten an Schwalbentürmen mit einer Besetzungsquote von 9,1 % erheblich seltener angenommen als Brutstätten, die an Gebäuden angebracht wurden (Besetzungsquote 34,8 %). Mehlschwalben nehmen also prinzipiell Kunstnester an Gebäuden gut an, was auch bereits in anderen Untersuchungen festgestellt wurde (Willi et al. 2011; Witt 2011). Die statistische Auswertung der Brutstätten an Gebäuden zeigt, dass die Annahmequote durch die Parameter *Exposition, Anzahl der Brutstätten im 1 Meter Radius* sowie *Anbringungshöhe (der Brutstätten)* beeinflusst wird.
Der Parameter *Niststättentyp* hatte keinen Einfluss auf die Annahmequote wie statistische Voruntersuchungen zeigten und wurde folglich in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt. Das ist nicht überraschend, da sich die käuflich erwerbliche künstliche Mehlschwalbennester in ihrer Konstruktion wenig unterscheiden. Auch die Gestaltung des Schwalbenturms, an dem sich die Nester befinden, scheint keinen starken Einfluss auf die Annahme zu haben. So wiesen baugleiche Türme stark unterschiedliche Besetzungsquoten auf.

Die geringe Gesamt-Besetzungsquote der Schwalbentürme wurde auch in anderen Studien beobachtet (Raffael Ayé 2014; Michler et al. 2015). Die Ergebnisse dieser Studie lassen den Schluss zu, dass es sinnvoller ist, künstliche Brutstätten für Mehlschwalben an Gebäuden anzubringen, als einen Schwalbenturm zu errichten.

Einfluss von Faktoren auf die Besetzungswahrscheinlichkeit

In dieser Studie beeinflussten die Faktoren *Exposition, Anzahl weiterer Bruträume im 1 Meter Radius* und die *Anbringungshöhe* die Annahmewahrscheinlichkeit sehr beziehungsweise höchstsignifikant, alle anderen untersuchten Parameter hatten keinen signifikanten Einfluss.

In dieser Studie schienen Mehlschwalben keine Exposition besonders zu bevorzugen, nahmen allerdings Brutstätten, die nach Süden ausgerichtet sind, mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit an. Sie mieden also die stark wärmeexponierte Seite. Meister und Ehrengruber (2015) beschrieben hingegen für den Kanton Zürich einen schwachen Trend zur Bevorzugung nach Süden exponierter Kunstnester (Meister und Ehrengruber 2015). Auch Naturschutzverbände (2019, NABU-Bundesverband, Bauanleitung Mehlschwalben-Kunstnest) und Umweltbehörden (2016, Landratsamt Tübingen, Informationsblatt zum Umgang mit Schwalben an Gebäuden) empfehlen die Anbringung mit diesen Expositionen. Andere Studien zeigten entweder kein eindeutiges Ergebnis und gaben an, dass andere Faktoren den Nestbau der Tiere mehr zu beeinflussen schienen, als die Exposition (Murgui 2002) oder schlossen, das die Expositionen Westen und Südwesten nachteilig sind (Bell 1983). Brahmia et al. (2021) zeigten in Algerien, dass sich Mehlschwalben in ihrem Brutverhalten an unterschiedliche klimatische Bedingungen anpassen können (Brahmia et al. 2021). Ob die steigenden Temperaturen und die häufigen auftretenden Hitzetage der vergangenen Sommer in Berlin (Senatsumweltbehörde Berlin / CEC Potsdam) zu einer Veränderung in der Nistplatzwahl der Mehlschwalben geführt haben, muss derzeit offenbleiben.

Mehlschwalben, die als klassische Koloniebrüter gelten, scheinen bei ihrer Nistplatzwahl die künstlichen Brutstätten zu bevorzugen, die eine bis drei weitere Brutstätten in ihrem direkten Umfeld aufweisen. In dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass Mehlschwalben ein

weiteres Doppelnest mit zwei Brutstätten im Umkreis von 1 Meter um ihren Nesteingang tolerieren. Wenn sich zwei weitere Doppelnester, also 4 Brutstätten, um die untersuchte Brutstätte in einem 1 Meter Radius befanden, sank die Annahmewahrscheinlichkeit der Brutstätten.

In dieser Studie ist nahmen Mehlschwalben höher gelegene Kunstnester mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an. Brutstätten, die in weniger als 5 Metere angebracht waren, wurden mit einer Wahrscheinlichkeit von circa 25 % angenommen, während solche, die in 40 Meter Höhe und mehr angeboten werden, eine Annahmewahrscheinlichkeit von mehr als 75 % aufwiesen. Dieses Ergebnis bestätigt WITT (1999); auch er stellte fest, dass Mehlschwalben die höher gelegenen Geschosse eines Gebäudes deutlich bevorzugten.

4.6 Empfehlungen für die Praxis

- Falls ursprüngliche Standorte nicht möglich, auf Anbringung mit der Ausrichtung Süden verzichten
- Möglichst nicht zu viele Nester nahe beieinander anbringen, höchstens nur ein weiteres Doppelnest in einem 1 m Radius
- Künstliche Brutstätten möglichst hoch am Gebäude anbringen (50 % Besetzungswahrscheinlichkeit ab 20 m Höhe)
- Mehlschwalbennester mindestens auch am Gebäude und nicht nur am Schwalbenturm anbringen

Allgemein:

- Wenn möglich natürliche Nester bestehender Kolonien unbedingt erhalten
- Künstliche Brutstätten an ursprünglichen Neststandorten anbringen
- Kotbretter helfen, Akzeptanz für die Mehlschwalben zu schaffen

5. Fledermäuse

5.1 Zusammenfassung

Im Rahmen von (energetischen) Sanierungen, Abrissen und anderen Bauvorhaben verlieren gebäudebewohnende Vogel- und Fledermausarten häufig ihre Lebensstätten an Gebäuden. Aufgrund des rechtlichen Schutzstatus der heimischen Vogel- und Fledermausarten dürfen diese nur mit einer Genehmigung der Naturschutzbehörde entfernt werden und es müssen neue Lebensstätten in gleicher Kapazität geschaffen werden. Leider gibt es bisher kaum Studien zur Wirksamkeit der Ausgleichsmaßnahmen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher die Evaluierung der Wirksamkeit verschiedener Ersatzquartiere für Fledermäuse.

In den Jahren 2020 bis 2022 wurden insgesamt 372 Ersatzquartiere an 77 Standorten im gesamten Berliner Stadtgebiet auf die Besetzung durch Fledermäuse untersucht. Alle Quartiere waren im Rahmen von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten an Gebäuden angebracht worden. Berücksichtigt wurden dabei 11 im Handel erhältliche Kastenmodelle von drei Herstellerfirmen, die anhand ihrer Eigenschaften in 3 Kastentypen unterteilt wurden. Die Annahmequote wurde durch Kontrollen vom Boden aus und mit Hilfe einer Hebebühne durch direkte endoskopische Kontrolle untersucht.

Die Annahmequote durch Fledermäuse über alle Kastentypen und beide Untersuchungsmethoden lag bei 19,9 %. Die endoskopische Untersuchung der Kästen, die sowohl direkte als auch indirekte Nachweise (Kot) für eine Besetzung durch Fledermäuse liefert, ergab deutlich höhere Annahmequoten als reine Ausflugskontrollen. Von 222 durch Ausflugkontrollen untersuchten Quartieren waren 14,4 % besetzt. Die endoskopische Untersuchung von 150 Quartieren ergab eine Besetzungsquote von 28,0 % und war damit fast doppelt so hoch. Mit einer Ausnahme wurden ausschließlich Einzeltiere nachgewiesen, nur in einem Fall eine wahrscheinliche Wochenstube. Unsere Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Fledermäuse handelsübliche künstliche Ersatzquartiere grundsätzlich annehmen, jedoch nur selten als Wochenstuben nutzen. Ob dies auf alle gebäudebewohnenden Arten gleichermaßen zutrifft und welche Parameter dabei eine Rolle spielen könnten, gilt es in weiteren Studien zu untersuchen.

5.2 Einleitung

Die meisten gebäudebewohnenden Fledermäuse suchen als ursprüngliche Höhlen- und Felsspaltenbewohner Quartiere an und in Gebäuden, die ähnliche Eigenschaften wie die ursprünglichen Lebensstätten aufweisen. Dabei nutzen sie überwiegend Spalten in Dächern und Fassaden, wobei es artspezifische Präferenzen gibt.
In Berlin kommen im Sommer vor allem Zwerg-, Mücken- und Breitflügelfledermaus an Gebäuden vor, seltener Zweifarb- und Rauhautfledermaus sowie Braunes Langohr. Im Winter beziehen Fransen-, Wasser-, Zwerg-, und Breitflügelfledermaus sowie Braunes Langohr vorwiegend unterirdische Gebäudebereiche, um dort den Winterschlaf abzuhalten.
Am häufigsten dokumentiert im Zuge von Bauvorhaben ist die Zerstörung von Quartieren der ausgesprochenen Kulturfolger Zwerg- und Breitflügelfledermaus.

Zwergfledermäuse, die als äußerst anpassungsfähig gelten, nutzen als Sommer- bzw. Wochenstubenquartier vorzugsweise wärmeexponierte Spalten am Gebäude, zum Beispiel hinter Attikaverblendungen und Zwischendächern. Die Wochenstuben umfassen 50 bis 100 Weibchen; die Wochenstubenverbände ziehen im Schnitt alle 12 Tage um (DIETZ UND KIEFER 2014).
Die Aufzucht der Jungen dauert ca. vier Wochen, danach lösen sich die Wochenstubenquartiere auf. Männchen schlafen bevorzugt in Einzelquartieren. Winterquartiere befinden sich vermutlich meist ebenfalls in Spalten an Gebäuden, weitere Funde von überwinternden Zwergfledermäusen gibt es in Höhlen, Felsspalten, Tunneln und Kellern. Zwergfledermäuse fressen überwiegend kleine Fluginsekten, die in der Umgebung von Gebäuden, entlang von Straßen, in Innenhöfen mit viel Grün und in Park- und Gartenanlagen, aber auch in Wäldern und über Gewässern erbeutet werden.

Wochenstuben der Breitflügelfledermaus befinden sich fast ausschließlich in Gebäuden, wobei vor allem Spalträume im Inneren ungenutzter Dachstühle oder hinter Fassadenverkleidungen genutzt werden.
Wochenstuben bestehen aus 10 bis 60, selten bis zu 300 Individuen. Männchen können Kolonien mit bis zu 20 Tieren bilden. Diese Fledermausart ist sehr standorttreu. Die Jagdreviere der typischen Hausfledermaus befinden sich meist in der Nähe des Wochenstubenquartiers, wo sie in Gärten oder in Parks Insekten erbeuten.

5.3 Methoden

Im Rahmen des hier durchgeführten Wirksamkeitsmonitorings wurden Quartierkästen untersucht, die im Zuge von Bauvorhaben als Ausgleich für den baubedingten Wegfall von Lebensstätten an Gebäuden angebracht wurden. Die Erhebung der Daten zu den Ersatzmaßnahmen erfolgte durch eine Abfrage bei den Unteren Naturschutzbehörden zu dort vorliegenden Verfahren und bei den sachkundigen Personen, die Gutachten zu Lebensstätten an Gebäuden erstellten. Die untersuchten Quartierkästen waren im gesamten Stadtgebiet verteilt, sodass von stark bebauten und eng besiedelten Innenstadtbereichen bis hin zu vergleichsweise dörflichen Stadtrandgebieten alle urbanen Siedlungsstrukturen erfasst werden konnten. Die künstlichen Quartiere waren größtenteils Kompensationsmaßnahmen, also sogenannte FCS-Maßnahmen (*measures that ensure the favourable conservation status*). Hier wurden die Quartierkästem nach Durchführung der Baumaßnahme am gleichen Gebäude angebracht. Den dort vorkommenden Arten standen für die Dauer des Bauvorhabens also keine Fortpflanzungs- und Ruhestätten zur Verfügung. Den weitaus geringeren Teil der untersuchten Ersatzquartiere machten vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen aus, sogenannte CEF-Maßnahmen (*continuous ecological functionality-measures*). Hier wurden den vorkommenden Arten künstliche Ersatzquartiere an anderer Stelle so zeitnah zur Verfügung gestellt, dass eine Reproduktion ohne Ausfall einer Fortpflanzungssaison möglich war. Eine genauere Untersuchung, ob sich FCS- und CEF-Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit unterscheiden, war hier auf Grund des zu geringen Stichprobenanteils von CEF-Maßnahmen nicht möglich.

5.3.1 Datengrundlage

Ersatzquartiere

In den Jahren 2020, 2021 und 2022 wurden insgesamt **372 künstliche Fledermausquartiere** an Gebäuden an **77 Standorten** im gesamten Berliner Stadtgebiet untersucht. Die überwiegend von Ehrenamtlichen erfassten Parameter wurden anhand von Fotos der Maßnahmen auf Plausibilität überprüft und zu einem Datensatz zusammengefasst. Erfassungen, die methodisch nicht den vorgegebenen Bedingungen entsprachen, wurden aus dem Datenpool entfernt. Die Anzahl der untersuchten Quartiertypen und der Anbringungsparameter richtete sich nach den im Stadtgebiet vorhandenen Ausgleichsmaßnahmen und war daher ungleich verteilt. So wurden z.B. Quartiere des Typs 3 weniger häufig angebracht und einige Expositionen wie Nord-West, Süd-West oder Nord-Ost konnten weniger häufig berücksichtigt werden.

Tabelle 13: *Übersicht über die untersuchten Quartiere im Rahmen des Fledermaus-Monitorings und Zuordnung zu den übergeordneten Typen 1-3*

Kastentyp	Typ	Technische Daten
Fassadenflachkasten mit Rückwand FFAK-R; Hasselfeldt	1	Material: Holzbeton Gewicht: ca. 12 kg Außenmaße: B: 40 cm, H: 56 cm, T: 7,5 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Fassaden Ganzjahresquartier FFGJ; Hasselfeldt	1	Material: Holzbeton mit Dämmung Gewicht: 19,5 kg Außenmaße: B: 43,1 cm, H: 59,3 cm, T: 13,4 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Winterquartier 1WQ; Schwegler	1	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 22 kg Außenmaße: B: 38 cm, H: 58 cm, T: 12 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Fassadenquartier 1FQ; Schwegler	1	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 15,8 kg Außenmaße: B: 35 cm, H: 60 cm, T: 9 cm Anbringung: Montage auf Fassade
Winterquartier 1WI; Schwegler	2	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: ca. 15 kg. Außenmaße: B: 34,5 cm, H: 54,5 cm, T: 9,5 cm Anbringung: Integration in Fassade oder Montage auf Fassade
Fledermaus-Fassadenröhre 1FR; Schwegler	2	Material: SCHWEGLER-Holzbeton Gewicht: 9,8 kg Außenmaße: B: 20 cm, H: 47,5 cm, T: 12,5 cm Anbringung: Integration in Fassade
Flachstein 123; Strobel	2	Material: Holzbeton Gewicht: 10 kg Außenmaße: B: 36,5 cm, H: 41 cm, T: 8 cm Anbringung: Integration in Fassade
Einbaustein FE80; Hasselfeldt	2	Material: Holzbeton Gewicht: 3 kg Außenmaße: B: 24 cm, H: 24 cm, T: 8 cm Anbringung: Integration in Fassade
Einlaufblende 1FE; Schwegler	2	Material: Holzbeton Gewicht: 5,1 kg Außenmaße: B: 30 cm, H: 30 cm, T: 8 cm Anbringung: Integration in Fassade
Wandschale 2FE ohne Rückwand; Schwegler	3	Material: Holzbeton Gewicht: 2,5 kg Außenmaße: B: 25 cm, H: 30 cm, T: 3-5 cm Anbringung: Montage auf Fassade

Kastentyp	Typ	Technische Daten
Fassadenflachkasten FFAK ohne Rückwand; Hasselfeldt	3	Material: Holzbeton Gewicht: 4 kg Außenmaße: B: 36,5 cm, H: 48 cm, T: 55 cm Anbringung: Montage auf Fassade

Kontrolle der Besetzung

Von den insgesamt 372 Ersatzquartieren wurden 222 durch Ausflugkontrollen und 150 endoskopisch untersucht. Berücksichtigt wurden dabei 11 Kastenmodelle von 3 Herstellerfirmen. Die untersuchten Kästen wurden 3 jeweils konstruktiv ähnlichen Grundtypen zugeordnet; so konnten auch Kastenmodelle berücksichtigt werden, von denen nur wenige Datensätze vorlagen. Als Typ 1 wurden Kästen mit Rückwand und einer nach unten offenen Einflugöffnung klassifiziert. Typ 2 umfasste Kastenmodelle mit Rückwand und einer Einflugöffnung von vorn. Wandschalen und Kästen ohne Rückwand mit der Öffnung nach unten wurden unter Typ 3 zusammengefasst (**Tabelle 14** und **Tabelle 15**).

Tabelle 14: *Anzahl der untersuchten Fledermausquartiere und Untersuchungsmethode in den Jahren 2020 bis 2022*

Typ	Ausflug-kontrollen	Endoskopische Untersuchung	Anzahl insgesamt
1	81	60	141
2	114	90	204
3	27	0	27
Insgesamt	**222**	**150**	**372**

Tabelle 15 : *Anzahl der untersuchten Fledermausquartiere je Untersuchungsmethode in den Jahren 2020 bis 2022, aufgeteilt nach Kastentyp und Typ*

Typ	Kastentyp	Ausflug-kontrollen	Endoskopische Untersuchung	Anzahl insgesamt
1	Fassadenflachkasten mit Rückwand FFAK-R	8	35	43
1	Fassaden Ganzjahresquartier FFGJ	3	9	12
1	Winterquartier 1WQ	22	16	38
1	Fassadenquartier 1FQ	48	0	48
2	Winterquartier 1WI	21	12	33
2	Fledermaus-Fassadenröhre 1FR	5	0	5
2	Flachstein 123	39	52	91
2	Einbaustein FE80	10	0	10
2	Einlaufblende 1FE	39	26	59
3	Wandschale 2FE ohne Rückwand	25	0	25
3	Fassadenflachkasten FFAK ohne Rückwand	2	0	2
		222	150	372

5.3.2 Erfassungsmethode

5.3.2.1 Sichtkontrolle vom Boden

Um die anvisierte Stichprobengröße in drei Jahren bewerkstelligen zu können, wurde ein Netzwerk aus NABU-Ehrenamtlichen aufgebaut, die zu diesem Zweck geschult wurden und

entsprechend aufbereitete Erfassungsbögen erhielten. Die Untersuchung zur Besetzung der Fledermausquartiere erfolgte zum einen durch eine **1,5-stündige Ausflugkontrolle** (30 Minuten vor Sonnenuntergang bis 1 Stunde nach Sonnenuntergang) im Zeitraum vom **1. Mai bis 31. Juli**. Zusätzlich zu den zeitlichen Vorgaben wurden auch Wetterbedingungen erfasst, wobei die Kontrollen nicht bei Niederschlag und starkem Wind stattfinden sollten. Aufgrund des häufigen Quartierwechsels bei Fledermäusen erfolgten je Standort 3 Ausflugbeobachtungen im Abstand von mindestens 10 Tagen. Ein Quartier galt als besetzt, wenn bei einer der 3 Kontrollen mindestens ein Aus- oder Einflug beobachtet wurde.

5.3.2.2 Endoskopische Untersuchung

Von Juli bis Mitte August erfolgten Kontrollen mit einer Endoskopkamera. Dafür wurde in die Einflugöffnungen der Ersatzquartiere eine Endoskopkamera eingeführt mit dem Ziel, ruhende Fledermäuse oder Nutzungsspuren wie Kot nachzuweisen. Da diese Kontrollen von einer Hebebühne aus stattfanden und daher mit erheblichem organisatorischem Aufwand und Kosten verbunden waren, wurden diese nur an Standorten mit mindestens 15 Kästen am selben Gebäude oder im näheren Umfeld durchgeführt. Zudem mussten die Standorte mit einer Hebebühne erreichbar sein.

2.3.3 Aufgenommene Parameter

Bei den Kontrollen wurden weitere Parameter erfasst, die für eine Besetzung oder Meidung der künstlichen Quartiere am Gebäude relevant sein könnten. Die Parameter wurden vor Ort aufgenommen, wobei es sich bei dem Parameter *Abstand zur Dachkante* und *Abstand zwischen Einfluglöchern* um Schätzwerte anhand von Fotos und bekannten Kastenaußenmaßen handelt. Die *Anbringungshöhe des Kastens* wurde bei fast allen Standorten mit einem Laser-Entfernungsmesser PLR 50 C (Robert Bosch GmbH, DE) gemessen, in den übrigen Fällen Anhand der Anzahl der Stockwerke geschätzt. Der Untersuchungsparameter *Fortpflanzungsperioden in Jahren* gibt an, wie viele Fortpflanzungsperioden zwischen der Anbringung des Quartiers und der Kontrolle auf Besatz vergangen waren und wurde den Gutachten entnommen bzw. bei den Unteren Naturschutzbehörden erfragt.

Tabelle 16: *Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Fledermaus-Wirksamkeitsmonitorings*

Parameter	Definition
Kastentyp	Kategorisierung des Quartiers (siehe **Tabelle 13**)
Exposition	Himmelsrichtung, zu der der Kasten ausgerichtet ist
Anzahl weiterer Lebensstätten in einem 1 m Radius	Anzahl weiterer künstlicher Quartiere im 1 Meter Radius um die Einflugöffnung des zu betrachtenden Kastens
Fortpflanzungsperioden in Jahren	Anzahl der Fortpflanzungsperioden, die zwischen der Anbringung des Kastens und der Kontrolle (2020, 2021 oder 2022) vergangen sind
Anbringungshöhe des Kastens in Metern	Höhe, in der der Kasten angebracht ist
Abstand zur Dachkante	Abstand zwischen der Einflugöfnung und der Dachkante
Traufwirkung	Schutz des Kastens vor der Witterung durch einen Dachüberstand

Parameter	Definition
Integration/ Kasten-Montage	Kasten ist in die Fassade integriert (sodass nur noch die Einflugöffnung sichtbar ist) oder auf der Fassade angebracht
Anflughindernis/ Anflugsituation	Anflug/ Ausflug ist frei oder es gibt ein Anflughindernis innerhalb eines 3 Meter Radius um die Einflugöffnung
Abstand zur nächsten Einflugöffnung	Abstand zur nächsten Einflugöffnung auf der gleichen Gebäudeseite

5.3.4 Visualisierung und statistische Auswertung

Nach der Aufbereitung wurde der Datensatz mit dem Programm R Studio (RSTUDIO TEAM 2020) ausgewertet. Aufgrund des instabilen Datensatzes wurde keine logistische Regression durchgeführt, wodurch der Einfluss der Parameter (**Tabelle 16**) auf die Annahmewahrscheinlichkeit nicht modelliert werden konnte. Die Visualisierungen der Ergebnisse wurden mit Hilfe der Software Jupyter Notebook (KLUYVER ET AL. 2021) erstellt.

5.4 Ergebnisse

Von 222 durch Ausflugkontrollen untersuchten Quartieren waren 14,4 % besetzt (**Tabelle 17**). Kastentyp 1 (Anflug von unten) wies mit 18,5 % die höchste Besetzungsquote auf, gefolgt von Kästen des Typs 3 (Kästen ohne Rückwand) mit 14,8 %. Die Kästen des Typs 2 (Anflug von vorne) wiesen mit 11,4 % die geringste Besetzungsquote auf. Mit einer Ausnahme wurden bei den Ausflugkontrollen ausschließlich Einzeltiere nachgewiesen. Es wurde ein wahrscheinliches Wochenstubenquartier von Zwergfledermäusen in Pankow in einem Ersatzquartier des Typs 2 auf der Ostseite des Gebäudes gefunden. Bei den Ausflugkontrollen, die vom 25. Juni bis 22. Juli stattfanden, wurden an diesem Quartier maximal 52 Tiere gezählt. Zur Artbestimmung während der Sichtkontrollen vom Boden aus wurden pro Jahr 5 Ehrenamtliche mit Fledermaus-Detektoren (Echo Meter Touch 2, Wildlife Acoustics Inc., USA) ausgestattet. Soweit eine Artbestimmung erfolgte, wurden fast ausschließlich Zwerg- und Mückenfledermäuse nachgewiesen, in 2 Fällen jeweils ein aus- bzw. einfliegender Großer Abendsegler nachgewiesen.

Tabelle 17: *Besetzungsquote der Quartiere durch Fledermäuse in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach Kastentyp; Ergebnisse der Ausflugkontrollen*

Kastentyp	Anzahl	besetzt total	Anteil besetzt in %
Typ 1	81	15	18,5
Typ 2	114	13	11,4
Typ 3	27	4	14,8
	222	**32**	**14,4**

Die endoskopische Untersuchung von 150 Quartieren ergab eine Besetzungsquote von 28,0 % (**Tabelle 18**) und war damit fast doppelt so hoch wie bei den vom Boden aus kontrollierten Quartieren.

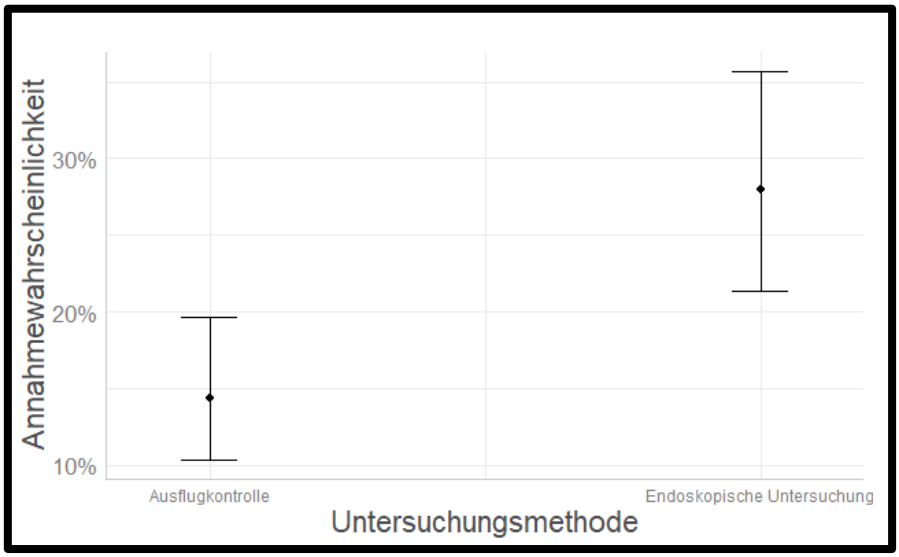


Abbildung 13: *Annahmewahrscheinlichkeit eines Quartiers durch Fledermäuse in Abhängigkeit der Untersuchungsmethode (n= 372)*

Kästen des Typs 3 wurden nicht endoskopisch untersucht (**Abbildung 13**). In 5 Fällen (11,9 %) wurden in den Kästen einzelne ruhende Fledermäuse nachgewiesen, eine Artbestimmung erfolgte nicht. In allen anderen Fällen (88,1 %) erfolgte der Nachweis einer Nutzung anhand von Kot.

Tabelle 18: *Besetzungsquote der Quartiere durch Fledermäuse in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach Kastentyp; Ergebnisse der endoskopischen Untersuchungen*

Kastentyp	Anzahl	besetzt total	Anteil besetzt in %
Typ 1	60	12	20,0
Typ 2	90	30	33,3
	150	**42**	**28,0**

Bei den Kontrollen vom Boden aus war eine Tendenz für eine Bevorzugung südlicher Expositionen erkennbar (**Abbildung 14**). Bei endoskopischen Kontrollen konnte hingegen keine Bevorzugung südlicher Exposition festgestellt werden; hier war ein deutlicher Trend für die Bevorzugung der Exposition Nord zu verzeichnen (**Abbildung 15**).

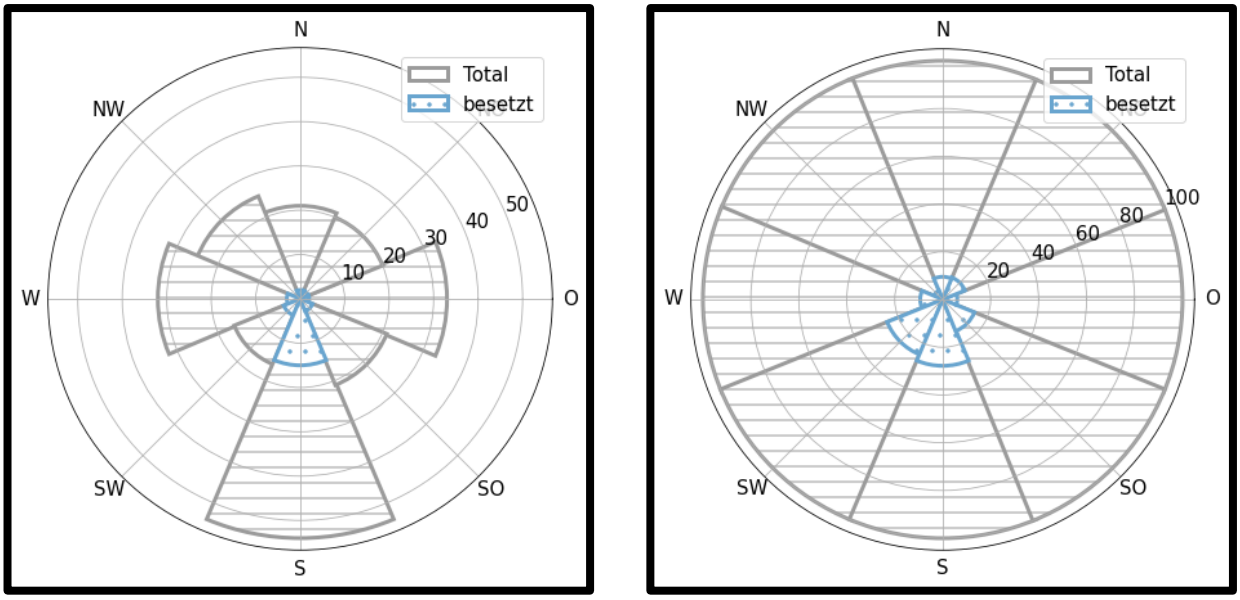


Abbildung 14: *Besetzung in Abhängigkeit von der Exposition bei Ausflugskontrollen; links in absoluten Zahlen, rechts Besetzungsquote prozentual; n=222.*

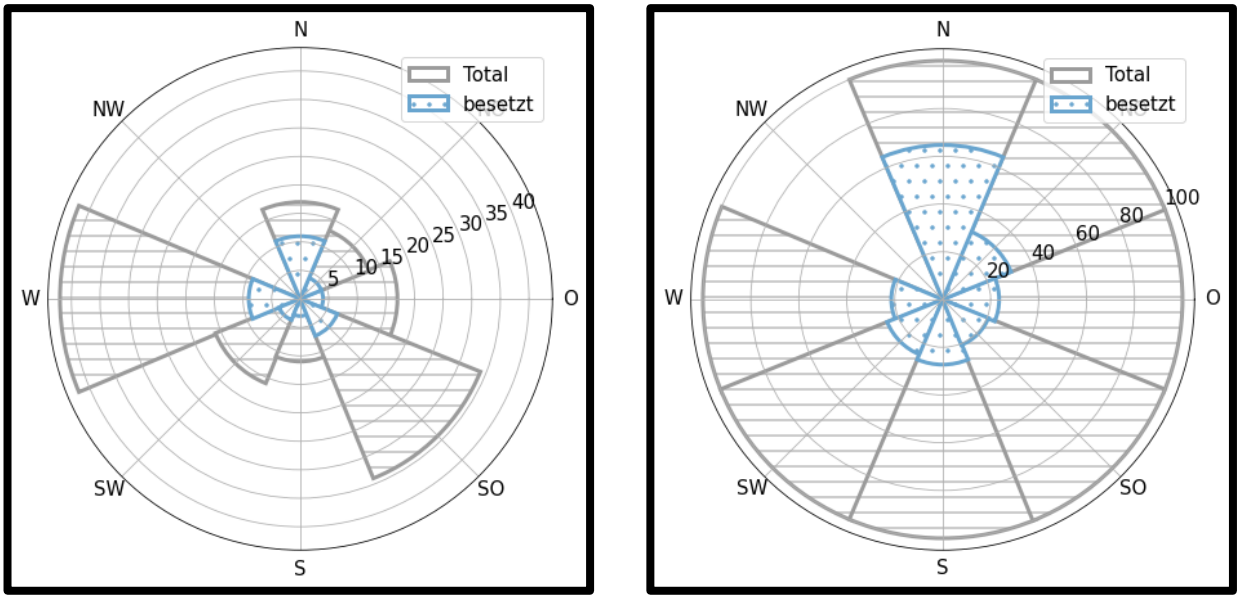


Abbildung 15: *Besetzung bei endoskopischen Untersuchungen in Abhängigkeit von der Exposition; links in absoluten Zahlen, rechts Besetzungsquote prozentual; n=150.*

5.5 Diskussion

Besetzungsquote

Mit dieser Studie vergleichbare Untersuchungen zur Annahmequote von Ersatzkästen durch Fledermäuse in urbanen Gebieten liegen nach unseren Erkenntnissen trotz des stark gestiegenen Interesses an gebäudebewohnenden Arten bisher kaum vor.
SORBE ET AL. (2021) untersuchten in Berlin die Annahme von 174 Quartierkästen aus Holzbeton, die an Gebäuden, Bäumen oder Stangen (Laternenmast/ Fahnenstange) angebracht wurden, wobei die Kästen an Gebäuden und Stangen signifikant häufiger angenommen waren als die Kästen an Bäumen. Die von SORBE ET AL. (2021) verwendete Methode ist in etwa mit einer endoskopischen Untersuchung vergleichbar. Die Annahmequote von 21,8 % war geringer als die Besetzungsquote bei endoskopischen Untersuchungen in dieser Studie. SORBE ET AL. (2021) ordnen die Besetzungsquote von 21,8 % als gering ein, da in vergleichbaren Studien Besetzungsquoten von 40 % oder sogar 70 % nachgewiesen seien. Als Grund für die geringe Besetzungsquote vermuten die Autoren unter anderem die große Anzahl alternativer Quartiere, die in der Nähe zur Verfügung standen.

SCHULT (2014) untersuchte 360 Ersatzquartiere an Gebäuden an 9 Standorten in Neubrandenburg ausschließlich vom Boden aus. Dabei wurde lediglich für 21 Quartiere eine Nutzung nachgewiesen (5,8 %). Die geringe Besetzungsquote führt die Autorin unter anderem auf Bauarbeiten oder die starke Beleuchtung der Gebäude zurück.

Diese Studie zeigt, dass sich die zwei Untersuchungsmethoden in ihrer Nachweiswahrscheinlichkeit deutlich unterscheiden. Bei den endoskopischen Untersuchungen wurde eine fast doppelt so hohe Besetzungsquote (28,0 %) wie bei den Ausflugkontrollen (14,4 %) nachgewiesen. Bei einer Ausflugkontrolle können nur Tiere nachgewiesen werden, die am Untersuchungstag den Kasten nutzen. Zudem sind spät ausfliegende Tiere durch Sichterfassungen kaum nachzuweisen. Die bei der endoskopischen Untersuchung der Kästen nachgewiesenen Benutzungsspuren wie beispielsweise Kot weisen hingegen auch eine vorherige Nutzung nach, die mitunter Monate zurückliegen kann. Damit deckt die endoskopische Untersuchung ein erheblich größeres Zeitfenster ab.
Dieser Unterschied bleibt offenbar auch dann bestehen, wenn die Ausflugskontrollen, wie in dieser Studie, in einem Abstand von mindestens 10 Tagen wiederholt werden. Daher sind Kontrollen der Kästen mittels endoskopischer Untersuchung empfehlenswert, wobei zu beachten gilt, dass dies meist mit hohen Kosten und einem großen Aufwand verbunden ist. Außerdem müssen die Untersuchungen auf den Zeitraum beschränkt werden, in dem die Wochenstuben nicht mehr erheblich gestört werden können.

In dieser Studie ließ die Datengrundlage keine statistische Modellierung zu. Der Kastentyp 1, der durch eine Rückwand und eine nach unten offene Ein- bzw. Ausflugsöffnung charakterisiert ist, wies bei den Ausflugszählungen die höchste Annahmequote auf, während bei endoskopischen Untersuchungen Kastentyp 2 mit dem Einflug von vorn die höchste Besetzungsquote zeigte. Kastentyp 3 wurde nicht endoskopisch untersucht. Eine mögliche Erklärung ist, dass bei den Kästen mit der Öffnung nach unten (Typ 1) der Kot schneller aus dem Kasten fällt, wodurch der indirekte Nutzungsnachweis erschwert ist.

Weiterhin lassen die Ergebnisse zur *Exposition* die Vermutung zu, dass Fledermäuse südliche/südwestliche oder nördliche Expositionen bevorzugen. Da der Einfluss weiterer Parameter hier nicht miteinbezogen wurde, kann an dieser Stelle keine eindeutige Empfehlung gegeben werden.

Allerdings bewerteten auch andere Studien die Exposition Süden als vorteilhaft oder beschreiben generell die Vorliebe der Tiere für die wärmeexponierten Kästen, was den Schluss zulässt, das Fledermäuse im Sommerhalbjahr sehr wärmebedürftig sind (LOURENÇO UND PALMEIRIM 2004). Die Tiere scheinen besonders während der Aufzuchtzeit sehr warme Strukturen zu nutzen, was in den letzten Jahren auch von verschiedenen fachkundigen Personen in Berlin beobachtet wurde und so auch in der „grauen" Literatur (Vivara Website „Fledermauskästen aufhängen") zu finden ist. In dieser Studie fanden die Sichterfassungen während der Aufzuchtzeit statt, die dabei festgestellte starke Süd-Präferenz stimmt daher mit den oben genannten Studien und Erfahrungsberichten überein. Die endoskopischen Untersuchungen, bei denen auch Kotspuren erfasst wurden, die auch aus anderen Abschnitten des Jahreszyklus der Tiere stammen konnten, zeigten die meisten Besetzungen bei nördlichen Expositionen. Daher lässt es sich vermuten, dass Fledermäuse in der Wochenstubenzeit Kästen mit Süd-Exposition und damit sehr warme Quartiere bevorzugen, als Zwischen-, Balz- oder Paarungsquartiere aber (auch) kühlere Kästen wählen.

5.6 Empfehlungen für die Praxis

- Möglichst Quartiere zu mehreren Expositionen anbieten, dabei sollte mindestens ein Quartier nach Süden und eins nach Norden ausgerichtet sein
- Stabile Kästen mit Rückwand und Ein- bzw. Ausflugsöffnung nach unten wählen

Außerdem:

- auf Mindestanbringungshöhe von 3 m achten
- Freien Anflug ermöglichen (auch unter dem Kasten sollte freie Fläche zum Landen/ Ausfliegen vorhanden sein)
- Kästen festmontieren

Literaturverzeichnis

Bell, C. (1983): Factors influencing nest-site selection in House Martins. In: *Bird Study* 30 (3), S. 233–237. DOI: 10.1080/00063658309476802.

Böhner, Jörg (2016): Höchster Brutzeitbestand des Haussperlings Passer domesticus in Berlin seit Beginn der Erfassungen 2001. In: *Berl. ornithol. Ber* 26, S. 1–9.

Böhner, Jörg (2021): Neuer Höchststand beim Haussperling Passer domesticus in Berlin: Ergebnisse der Zählung 2021. In: *Berl. ornithol. Ber* (31).

Brahmia, Hafid; Elafri, Ali; Halassi, Ismahen; Khemis, Mohamed Dhaya El-Hak (2021): Local climate conditions impact on breeding performance of house martin (Delichon urbica) populations in Algeria. In: *Biologia* 76 (6), S. 1715–1725. DOI: 10.2478/s11756-020-00666-w.

Crawford, Reed D.; O'Keefe, Joy M. (2021): Avoiding a conservation pitfall: Considering the risks of unsuitably hot bat boxes. In: *Conservat Sci and Prac* 3 (6). DOI: 10.1111/csp2.412.

Dietz, Christian; Kiefer, Andreas (2014): Naturführer Fledermäuse Europas. kennen, bestimmen, schützen: Kosmos Verlag.

Flaquer, Carles; Puig, Xavier; López-Baucells, Adrià; Torre, Ignasi; Freixas, Lídia; Mas, Maria et al. (2014): Could overheating turn bat boxes into death traps? In: *Barb* 7 (1). DOI: 10.14709/BarbJ.7.1.2014.08.

Gedeon, Kai; Grüneberg, Christoph; Mitschke, Alexander; Sudfeldt, Christoph; Eikhorst, Werner; Fischer, Stefan et al. (Hg.) (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten. 1. Aufl.

Griffiths, Stephen R.; Bender, Robert; Godinho, Lisa N.; Lentini, Pia E.; Lumsden, Linda F.; Robert, Kylie A. (2017): Bat boxes are not a silver bullet conservation tool. In: *Mam Rev* 47 (4), S. 261–265. DOI: 10.1111/mam.12097.

Griffiths, Stephen R.; Lumsden, Linda F.; Bender, Robert; Irvine, Robert; Godinho, Lisa N.; Visintin, Casey et al. (2019): Long-term monitoring suggests bat boxes may alter local bat community structure. In: *Aust. Mammalogy* 41 (2), S. 273. DOI: 10.1071/AM18026.

Grünberg, Christoph; Bauer, Hans-Günther; Haupt, Heiko; Hüppop, Ommo; Ryslavy, Torsten; Südbeck, Peter (Hg.) (2015): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung. Nationale Gremium Rote Liste Vögel vom Deutschen Rat für Vogelschutz e.V. 52. Aufl.

Kluyver, Thomas; Ragan-Kelley, Benjamin; Perez, Fernando; Granger, Brian (2021): Jupyter Notebooks. - a publishing format for reproducible computional workflows. Version 3.2.1.

Künzelmann, Berit (2015): Gebäudebrütende Vogelarten in zwei Berliner Gebieten - Datenbankauswertungen und Vorort-Kontrollen. Bachelorarbeit. HNE Eberswalde.

Lourenço, Sofia I.; Palmeirim, Jorge M. (2004): Influence of temperature in roost selection by Pipistrellus pygmaeus (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes. In: *Biological Conservation* 119 (2), S. 237–243. DOI: 10.1016/j.biocon.2003.11.006.

Meister, Robin; Ehrengruber, Markus U. (2015): Einfluss des Standorts auf die Besetzung von Nisthilfen für die Mehlschwalbe Delichon urbicum. In: *Ornithol. Beob* 112, S. 1–6.

Michler, Stephanie; Rüesch, Shona; Hoffmann, Jael; Apolloni, Nadine; Spaar, Reto (2015): Die Mehlschwalbenvolkszählung 2012–2014 Wo findet die kleine Flugkünstlerin noch ein Zuhause?

Mödinger, Christine (2019): Erfolgskontrolle von Nistkästen für Gebäudebrüter in Stuttgart im Jahr 2018. In: *Ornithol. Jh. Bad.-Württ.* (35), S. 49–52.

Murgui, Enrique (2002): Breeding Habitat Selection in the House Martin Delichon urbica in the City Of Valencia (Spain). In: *Acta Ornithologica* 37 (2), S. 75–83. DOI: 10.3161/068.037.0203.

Raffael Ayé (2014): Starthilfe für neue Schwalben-WGs. In: *Ornis* (2/14).

Reusswig, Fritz; Hirschl, Bernd; Lass, Wiebke (2014): Klimaneutrales Berlin 2050 - Ergebnisse der Machbarkeitsstudie.

Rstudio Team (2020): RStudio. Integrated Development for R.

Schaub, Tonio; Meffert, Peter J.; Kerth, Gerald (2016): Nest-boxes for Common Swifts Apus apus as compensatory measures in the context of building renovation: efficacy and predictors of occupancy. In: *Bird Conservation International* 26 (2), S. 164–176. DOI: 10.1017/S0959270914000525.

Schaub, Tonio; Wellbrock, Arndt H. J.; Rozman, Jan; Witte, Klaudia (2019): Light data from geolocation reveal patterns of nest visit frequency and suitable conditions for efficient nest site monitoring in Common Swifts Apus apus. In: *Bird Study* 66 (4), S. 519–530. DOI: 10.1080/00063657.2020.1732862.

Schult, Sandra (2014): Effizienzkontrolle von ausgewählten Fledermausersatzquartieren in der Stadt Neubrandenburg. Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg. Landschaftswissenschaften und Geomatik.

Sorbe, Frederic; Buchholz, Sascha; Straka, Tanja M. (2021): Fledermauskästen im urbanen Raum - Einfluss der Baumkronendichte und weiterer Standorteigenschaften auf die Belegrate. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 54 (2), S. 26–31. DOI: 10.1399/NuL.2022.02.02.

Steiof, Klemens; Künzelmann, Berit (2017): Ersatzniststätten an Gebäuden im Land Berlin in den Jahren 2000 bis 2012. In: *Berl. ornithol. Ber*.

Südbeck, Peter (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell: [Verlag nicht ermittelbar].

Willi, Tanja; Kornor-Nievergelt, Fränzi; GrÜebler, Martin U. (Hg.) (2011): Rauchschwalben Hirundo rustica brauchen Nutztiere, Mehlschwalben Delichon urbicum Nisthilfen. Der Ornithologische Beobachter (108).

Witt, Klaus (Hg.) (1999): Neststandorte und Brutbestand der Mehlschwalbe (Delichon urbica) in Berlin 1995 - 1997. Berl. ornithol. Ber. (9).

Witt, Klaus (Hg.) (2011): Status der Mehlschwalbe (Delichon urbicum) in Berlin 2010/11. Berl. ornithol. Ber.

Witt, Klaus; Steiof, Klemens (2013): Rote Liste und Liste der Brutvögel von Berlin, 3. Fassung. In: *Berl. ornithol. Ber*, S. 1–23.

Wortha, Simone (2004): Untersuchung zur Annahme künstlicher Nisthilfen durch den Mauersegler (Apus apus) im Berliner Stadtgebiet. Diplomarbeit. Hochschule Anhalt, Bernburg. Landwirtschaft/Ökotrophologie/Landespflege.

Wortha, Simone; Arndt, Erik (Hg.) (2004): Annahme von Nisthilfen durch den Mauersegler (Apus apus) in Berlin. Berl. ornithol. Ber. 41. Aufl.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit vom Brutstättentyp/Kastentyp. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Kastentyp“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498) 14
Abbildung 2: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalysen des Parameters „Exposition“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498)..... 15
Abbildung 3: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Haussperlinge in Abhängigkeit der Anzahl weiterer Brutstätten im 1 m Radius um das Einflugloch. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 m Radius“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 1.498)..... 15
Abbildung 4: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit vom Brutstättentyp/Kastentyp**.** Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Kastentyp“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869) 28
Abbildung 5: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Exposition“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)..... 29
Abbildung 6: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit der Anzahl der Brutstätten im 1 Meter Radius um das Einflugloch. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 Meter Radius“ (p ≤ 0.001, höchst signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869) 29
Abbildung 7: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit vom Alter. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Fortpflanzungsperioden in Jahren“ (p > 0.05; p = 0.06; tendenziell signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869)..... 30
Abbildung 8: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mauersegler in Abhängigkeit von der Gebäudestruktur. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Gebäudestruktur“ (p > 0.05; p = 0.09; tendenziell signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 869); M = Fassadenmitte, HGK = horizontale Gebäudekante, VGK = vertikale Gebäudekante, Ecke = nahe Dachecke 30
Abbildung 9: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit der Anbringungsart am Gebäude oder am Schwalbenturm (n= 728) 41
Abbildung 10: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Exposition. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Exposition“ (p ≤ 0.01, sehr signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310)..... 43
Abbildung 11: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Anzahl weiterer Lebensstätten in einem 1 Meter Radius. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anzahl weiterer Brutstätten im 1 Meter Radius“ (p ≤ 0.01, sehr signifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310) 43
Abbildung 12: Annahmewahrscheinlichkeit einer Brutstätte durch Mehlschwalben in Abhängigkeit von der Anbringungshöhe. Logistische Regressionsanalyse des Parameters „Anbringungshöhe“ (p ≤ 0.001, höchstsignifikant; ANOVA type III, Wald chisquare tests, n= 310) 44
Abbildung 13: Annahmewahrscheinlichkeit eines Quartiers durch Fledermäuse in Abhängigkeit der Untersuchungsmethode (n= 372) 56
Abbildung 14: Besetzung in Abhängigkeit von der Exposition bei Ausflugskontrollen; links in absoluten Zahlen, rechts Besetzungsquote prozentual; n=222. 58
Abbildung 15: Besetzung bei endoskopischen Untersuchungen in Abhängigkeit von der Exposition; links in absoluten Zahlen, rechts Besetzungsquote prozentual; n=150. 58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die untersuchten Brutstätten im Rahmen des Haussperling-Monitorings 10
Tabelle 2: Art und Anzahl der untersuchten Haussperling-Brutstätten in den Jahren 2020 und 2021 11
Tabelle 3: Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Wirksamkeitsmonitorings 12
Tabelle 4: Annahme der Brutstätten durch Haussperlinge in den Untersuchungsjahren 2020 und 2021 differenziert nach Brutstättentyp/Kastentyp 13
Tabelle 5: Übersicht über die untersuchten Brutstätten im Rahmen des Mauersegler-Monitorings 23
Tabelle 6: Art und Anzahl der untersuchten Mauersegler-Brutstätten in den Jahren 2020 und 2021 24
Tabelle 7: Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Wirksamkeitsmonitorings 25
Tabelle 8: Annahme der Brutstätten durch Mauersegler in den Untersuchungsjahren 2020 und 2021 differenziert nach Brutstättentyp/Kastentyp 27
Tabelle 9: Anzahl der untersuchten künstlichen Mehlschwalben-Brutstätten in den Jahren 2020 bis 2022 39
Tabelle 10: Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten am Gebäude im Rahmen des Mehlschwalben-Wirksamkeitsmonitorings 40
Tabelle 11: Annahme der Brutstätten durch Mehlschwalben in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach der Art der Anbringung 41
Tabelle 12: Besetzungsquoten der untersuchten Mehlschwalbentürme 42
Tabelle 13: Übersicht über die untersuchten Quartiere im Rahmen des Fledermaus-Monitorings und Zuordnung zu den übergeordneten Typen 1-3 52
Tabelle 14: Anzahl der untersuchten Fledermausquartiere und Untersuchungsmethode in den Jahren 2020 bis 2022 53
Tabelle 15 : Anzahl der untersuchten Fledermausquartiere je Untersuchungsmethode in den Jahren 2020 bis 2022, aufgeteilt nach Kastentyp und Typ 53
Tabelle 16: Übersicht und Definition der aufgenommenen Parameter der Brutstätten im Rahmen des Fledermaus-Wirksamkeitsmonitorings 54
Tabelle 17: Besetzungsquote der Quartiere durch Fledermäuse in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach Kastentyp; Ergebnisse der Ausflugkontrollen 56
Tabelle 18: Besetzungsquote der Quartiere durch Fledermäuse in den Untersuchungsjahren 2020 bis 2022 differenziert nach Kastentyp; Ergebnisse der endoskopischen Untersuchungen 57