



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Charakterisierung von Brutplätzen des Mauerseglers
(*Apus apus*) im ländlichen Raum im Rahmen eines Citizen-
Science-Projektes im Landkreis Fulda“

verfasst von / submitted by

Marlene Wiltraud Klisa, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Master Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement

Betreut von / Supervisor:

Dipl.-Biol. Dr. Christian H. Schulze

Danksagung

Mein Dank geht an die Hessische Verwaltung des UNESCO-Biosphärenreservat Rhön, speziell an Jonas Thielen. Ohne Dich wäre dieses Projekt überhaupt nicht möglich gewesen und ich hätte all diese großartigen und wertvollen Erfahrungen nicht sammeln können. Vielen lieben Dank auch an Anna-Lena Bieneck für Deine Unterstützung bezüglich der Werbung für das Projekt und an Pia Gippert, die mir den Kontakt zu all den engagierten Naturschutzgruppen im Landkreis ermöglicht hat. Danke auch an Christiane Gürtler und Mechthild Winheim für die telefonische Unterstützung bei der Entgegennahme aller Meldungen. Ein großes Danke geht auch an Heidi Witzmann, durch Dich habe ich mein Projekt über Infoveranstaltungen bewerben können und Dein Wissen und Deine Erfahrung in Citizen-Science-Projekten haben mir bei der Erstellung meines Projekts sehr geholfen.

Ein ganz großes Danke geht an die zahlreichen Kartierenden, die ich leider durch die Corona-Auflagen nicht alle persönlich kennen lernen konnte. Ich bin bis heute immer noch überwältigt von Eurem großen Interesse und der großartigen Mitarbeit und freue mich, dass ich Euch mit meiner Begeisterung für die Mauersegler anstecken konnte.

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei meinem Betreuer Herrn Christian Schulze bedanken. Vielen lieben Dank für die fachliche Unterstützung, die wertvollen Ratschläge, speziell bei der statistischen Auswertung.

Auch danke ich meiner Familie, speziell meinen Großeltern. Danke, dass ich während der Kartierungszeit bei euch wohnen durfte. Ein Danke geht auch an meine Mama und meine Schwestern, die so manche scheinbar aussichtslose Situation mit mir gemeistert haben und immer für mich da waren, wenn ich jemanden zum Austausch gebraucht habe.

Zu guter Letzt geht ein großes Danke auch an meine Studienkollegen und guten Freunde. Durch Euch hat das Masterstudium noch viel mehr Spaß gemacht und Eure stets gute Laune hat mir durch so manche schwere Situation geholfen.

Abstract	5
Zusammenfassung	6
Einleitung	7
Material und Methoden	10
Projektgebiet	10
Das Citizen-Science-Projekt	10
Mauerseglerkartierung und Erhebung der Brutplatzparameter	11
Dorf- und Landnutzungsparameter	13
Statistische Auswertung	14
Ergebnisse	16
Dorfgröße als Prädiktor für Mauerseglerorkommen.....	16
Bedeutung der umliegenden Landschaftsmatrix	18
Brutplatzcharakteristik im ländlichen Raum	21
Diskussion	23
Dorfgröße als Prädiktor des Mauerseglerorkommens	24
Bedeutung der umliegenden Landschaftsmatrix	24
Brutplatzcharakteristik im ländlichen Raum	25
Conclusio	27
Literatur	28
Anlagen	31

Abstract

The Common Swift (*Apus apus*) belongs to a special group of synanthropic birds, that nest in and on buildings, representing an alternative to natural cliffs. In Germany, it breeds from May to September in most cities and other larger settlements. Like most of the animals, which use buildings as nesting sites, nesting sites of Common Swifts are in danger due to facade restoration measures. Although BirdLife Europe classifies the conservation status of the Common Swift as 'least concern', there is evidence for a population decline in Germany.

While there is a large body of publications available on the breeding biology of the Common Swift in cities, its habitat requirements in rural areas are only incompletely known. Hence, this citizen science project (in cooperation with the UNESCO Biosphere Reserve Rhön) evaluated how village characteristics and landscape composition around these settlements are affecting their suitability as nesting sites in the rural district of Fulda (Hesse, Germany). From the 1st of June to 31st of July 2020, together with volunteers, we collected data from 198 villages on the occurrence of Common Swift. The species was recorded in 82 villages and 146 breeding sites were found in 42 of these villages.

Generalized linear models evaluating effects of village and landscape variables on the presence of the Common Swift and his breeding sites indicate village size as the only significant predictor. Furthermore, a preference of nesting entrances facing north to northeast could be recorded. Moreover, approximately half of all breeding sites were nesting boxes. This leads to the assumption, that Common Swifts accept this type of nesting alternatives well. Furthermore, village churches proved being important breeding sites. This study emphasizes the importance of citizen science approaches for assessing the population size and the current conservation status of bird species associated with human settlements.

Keywords: Common Swift, *Apus apus*, UNESCO Biosphere Reserve Rhön, Fulda, citizen science, rural area, nesting site preferences

Zusammenfassung

Der Mauersegler (*Apus apus*) gehört zu den synanthropen Vogelarten, den sogenannten Gebäudebrütern. Als ursprünglicher Felsenbrüter nutzt er Gebäude als Ersatzbrutstätten. Von Mai bis September ist er in fast ganz Deutschland in größeren Siedlungen und Städten anzutreffen. Durch Sanierungen von Gebäuden sind Brutstätten von Gebäudebrütern besonders gefährdet. Gerade unscheinbare Gebäudebrüter, zu denen auch der Mauersegler zählt, sind daher mit einem zunehmenden Brutplatzmangel konfrontiert. Zwar wird der Mauersegler laut BirdLife Europa als ‚nicht gefährdet‘ eingestuft, sein Populationstrend in Deutschland ist jedoch langfristig abnehmend.

Während die Autökologie der Art prinzipiell gut erforscht ist, gibt es zur Brutplatzwahl im ländlichen Raum große Wissenslücken. Diese Studie beschäftigt sich daher mit der Frage, inwieweit bestimmte Dorfparameter, wie Dorfgröße, Form und Seehöhe die Eignung als Brutplatz beeinflusst. Des Weiteren wird untersucht, ob auch das unmittelbare Umland um die Dörfer einen Einfluss auf die Brutplatzwahl hat. Zuletzt wird untersucht, welche Charakteristika die dörflichen Brutplätze auszeichnen.

Hierfür wurde in Kooperation mit dem UNESCO-Biosphärenreservat Rhön ein Citizen-Science-Projekt im Landkreis Fulda (Hessen, Deutschland) aufgestellt. Zusammen mit Freiwilligen wurde der gesamte ländliche Raum des Landkreises auf die Anwesenheit von Mauerseglern und seinen Brutstätten untersucht. Insgesamt konnten so im Zeitraum vom 1. Juni bis 31. Juli 2020 198 Dörfer kontrolliert werden. In 82 Dörfern waren Mauersegler anwesend und es konnten in 42 dieser Siedlungen insgesamt 146 Brutplätzen erfasst werden.

Eine Analyse der Bedeutung der verschiedenen Dorf- und Landschaftsvariablen für Vorkommen und Brutplatznachweise mittels verallgemeinerter linearer Modellen wies nur die Dorfgröße als wichtigen (limitierenden) Faktor für die Anwesenheit des Mauerseglers aus. Des Weiteren konnte eine Präferenz von Nord-Nordost ausgerichteten Niststätten gezeigt werden. Zudem weisen die Ergebnisse auf eine gute Annahme von Nistkästen hin, die knapp die Hälfte aller erfassten Brutstätten darstellten. Dorfkirchen wurden relativ zu anderen Gebäuden häufiger als Brutplätze genutzt. Die vorliegende Studie zeigt das große Potential von Citizen-Science-Projekten für die Erfassung der Populationsgröße und die Evaluierung des aktuellen Gefährdungsstatus von an menschliche Siedlungen gebundenen Vogelarten.

Einleitung

Aufgrund der lockeren Bauweise und landwirtschaftlich geprägten Nutzung bieten ländliche Siedlungen einen attraktiven Lebensraum für eine Vielzahl an Kulturfolgern. Besonders geeignete Bedingungen finden synanthrope Tierarten vor (Gunawan 2015), darunter Gebäudebrüter wie Haussperling (*Passer domesticus*) und Turmfalke (*Falco tinnunculus*) sowie Fledermausarten, welche menschliche Bauwerke als Brut- und Wohnplatz nutzen (Braun *et al.* 1989, Scholl & Beck 1996).

Der ländliche Raum in Mitteleuropa befindet sich bereits seit der Industrialisierung im stetigen Wandel. Dieser Prozess hält auch weiterhin an, lässt die Städte wachsen und die Dörfer schrumpfen. Im Jahre 2018 lebten laut UN/DESA (2019) 55,3 % der Weltbevölkerung im urbanen Raum, in stärker urbanisierten Ländern sogar 78,7 %. In Deutschland sind 90 % der Fläche ländlich geprägt, während circa die Hälfte der Gesamtbevölkerung im urbanen Raum lebt (BMEL 2019).

Die Attraktivität vom eigenen Grundstück in der Natur, die Erholung von der Stadt und die immer besser werdende Infrastruktur lockt die Stadtbevölkerung gleichzeitig aber auch wieder hinaus in die Peripherie großer Siedlungsräume (BMEL 2019). Diese Stadtflucht hat verschiedene Auswirkungen: Die Infrastruktur wächst, die Anbindung der ländlichen Bereiche an die urbanen Gebiete wird erhöht, die Dörfer werden immer stärker modernisiert, wachsen und nähern sich einem Kleinstadtcharakter an (BBR 2001). Zwar hat dies positive Auswirkungen auf die Ökonomie im ländlichen Raum, doch hat gerade das Wachstum auch negative Folgen. Neben der Zerschneidung der Landschaft durch die Siedlungsexpansion gehen außerdem wertvolle Flächen durch die Bodenversiegelung verloren (DG Environment News Alert Service 2012, IÖR 2018), was in Habitat- und Biodiversitätsverluste mündet (Butchart *et al.* 2010, Fahrig 2003).

Auch die Gebäudebrüter haben es zunehmend schwerer, geeignete Brutplätze zu finden. Ein Grund für das schwindende Brutplatzangebot sind die Modernisierungen und damit einhergehenden Sanierungen von Gebäudefassaden aufgrund der 2010/31/EU-Richtlinie zur höheren Energieeffizienz von Gebäuden (BMWi 2014). Prinzipiell sind laut Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) die europäischen Vogelarten als besonders geschützt eingestuft (§ 7 Absatz 2 BNatSchG) und es ist verboten „Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören, [...]“ (§ 44 Absatz 1 BNatSchG). Daher wird vor einer Gebäudesanierung immer eine Überprüfung auf mögliche Lebensstätten vorgenommen. Meist sind diese bei einer Begutachtung jedoch kaum bis gar nicht auffällig und es kommt gerade bei unscheinbaren Gebäudebrütern wie einigen Fledermausarten und dem Mauersegler (*Apus apus*) oftmals zu einer unwissentlichen Zerstörung der Lebensstätten. Die Konsequenzen sind wachsender Brutplatzmangel und damit einhergehende Populationsrückgänge.

Als ursprünglicher Felsenbrüter nutzt der Mauersegler vorzugsweise mehrgeschossige Steinbauten wie Wohnhäuser, (Kirch-)Türme, Lagerschuppen, Bahnhöfe, Fabriken, Burgen und Ruinen (Glutz von Blotzheim *et al.* 1980). Die Bruthöhlen befinden sich beispielsweise in Fassadenlöchern, unter Dachvorsprüngen, in Mauernischen, unter Dachziegeln oder auch hinter Stuckverzierungen (Stocker 2011). Die Einfluglöcher sind relativ klein und unscheinbar und befinden sich in einer Höhe von mindestens 5 Metern (Glutz von Blotzheim *et al.* 1980, Lack 1956, Scholl 2016), der Schwerpunkt liegt jedoch bei 11 bis 13 Meter (Colombo & Galeotti 1993, Antonov & Atanasova 2002, Schaub *et al.* 2016). Als Koloniebrüter brüten meist mehrere Brutpaare an einem Gebäude oder in unmittelbarer Nähe. So kann eine Kolonie bis zu 40 Brutpaare groß sein (Lack 1956, Glutz von Blotzheim *et al.* 1980). Hat der Mauersegler einen Brutplatz bezogen, bleibt er diesem bis zu 13 Brutperioden treu (Weitnauer 1975).

Als Vertreter der Familie der Segler (Apodidae) ist der Mauersegler perfekt an das Leben in der Luft angepasst. So jagt er auch seine Nahrung im Flug. Zu seinem Nahrungsspektrum zählen kleine Fluginsekten zwischen 2 und 10 mm. Bevorzugte Beute sind hier Vertreter der Gleichflügler (Homoptera) und Zweiflügler (Diptera) (Lack & Owen 1955). Von der Dunk & Brünner (2013) stellten im Nürnberger Raum eine Vorliebe für Schwebfliegen (Syrphidae) fest. Bei gutem Wetter jagt der Mauersegler bevorzugt an insektenreichen Standorten wie Waldrändern, Baumreihen und offenen Gewässern. Letztere werden verstärkt bei Schlechtwetter aufgesucht (Lack & Owen 1955). Er jagt in einer Höhe von 6 bis circa 30 Metern über den Boden und erbeutet bis zu 1000 Insekten pro Beutezug (Von der Dunk & Brünner 2013). Die Streifzüge finden meist nur wenige hundert Meter weit vom Brutplatz entfernt statt (Lack & Owen 1955, Lack 1956, De Margerie *et al.* 2018). Im Extremfall – speziell bei Schlechtwetter - können es aber auch mehrere hundert Kilometer sein (Koskimies 1947, Lack 1956, Glutz von Blotzheim *et al.* 1980).

Bisherige Studien über die Brutplatzcharakteristik des Mauerseglers beruhen besonders auf Kartierungen der Brutdichte in einzelnen Städten. In Berlin wurde aus der Besiedlungsdichte geschlussfolgert, dass Mauersegler den ländlichen Raum lediglich zur Nahrungsaufnahme nutzen (Falkenberg *et al.* 2006). Auch ist bezüglich der Brutplatzwahl nicht das Alter des Gebäudes entscheidend, sondern viel mehr die Gebäudestruktur (Falkenberg *et al.* 2006). Anhand einer Nistkasten-Kartierung in Greifswald wurde eine allerdings nur sehr schwach ausgeprägte Präferenz für nach Norden zeigende Gebäudefassaden festgestellt (Schaub *et al.* 2016).

Was die Brutplatzcharakteristik im ländlichen Raum betrifft, gibt es nur wenige Studien, die sich damit näher beschäftigt haben. Im Breisgau wurde festgestellt, dass Mauersegler in Dörfern vor allem alte Fabriken, Schlösser und Kirchen als Brutplatz nutzten (Hurst & Westermann 2006). Im schweizerischen Tessin und angrenzenden Graubünden zeigte sich, dass der Mauersegler kleinere Dörfer mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit als Brutplatz nutzt als größere Siedlungen bzw. Städte (Schifferli *et al.* 1984).

Im Landkreis Fulda (Hessen, Deutschland) wurden bis jetzt nur sporadisch Sichtungen von Mauerseglern festgehalten. Eine systematische Kartierung des Seglers hat noch nicht stattgefunden. Mithilfe eines Citizen-Science-Projektes wurde im Rahmen dieser Studie erstmalig eine Kartierung des Mauerseglers im ländlichen Raum des Landkreises Fulda durchgeführt, mit dem Ziel die Variablen besser zu verstehen, welche die Brutplatzwahl des Mauerseglers im ländlichen Raum beeinflussen. Dabei werden neben bestimmten Dorfeigenschaften (Dorfgröße, Dorfform) auch Seehöhe sowie die Zusammensetzung der umgebenden Landschaftsmatrix berücksichtigt. Da speziell offene Gewässer insektenreiche Standorte darstellen und von Mauerseglern zur Futtersuche genutzt werden, soll auch die Bedeutung der Nähe zu Fließgewässern berücksichtigt werden.

Zuletzt werden die in den Dörfern genutzten Brutplätze betrachtet. Hierzu wurden verschiedene Brutplatz- und Gebäudeparameter aufgenommen und miteinander verglichen. Der Mauersegler benötigt eine gewisse Mindesthöhe für seinen Brutplatz und bevorzugt aus diesem Grund mehrgeschossige Gebäude im Siedlungsraum (Glutz von Blotzheim *et al.* 1980). In Dörfern stellen Kirchen meist die höchsten Gebäude dar. Auch Schifferli *et al.* (1984) haben festgestellt, dass Mauersegler kleine Ortschaften mit Kirchen eher besiedeln als Ortschaften ohne. Folgend soll untersucht werden, ob auch im Landkreis Fulda eine solche Tendenz zu beobachten ist und bei Verfügbarkeit von Kirchen diese anderen Gebäuden vorgezogen werden.

Auch die Ausrichtung der Brutplätze soll untersucht werden. Colombo und Galeotti (1993) haben in ihrer Studie keine Präferenz einer Nisteingangsausrichtung festgestellt. Antonov & Atanasova (2002) stellten eine Bevorzugung von Nord und Ostausrichtung fest, Schaub *et al.* (2016) eine leichte Bevorzugung einer Nordausrichtung, die Nisteingangsausrichtung spielt aber in letzterer Studie nur eine untergeordnete Rolle. Es ist zu erwarten, dass der Mauersegler auch im Landkreis Fulda bezüglich der Nistplatzausrichtung nicht wählerisch sein wird, aber möglicherweise stark sonnenexponierte Brutplatzausrichtungen eher meiden wird.

Material und Methoden

Projektgebiet

Der Landkreis Fulda liegt im Bundesland Hessen, grenzt im Osten an Thüringen und im Süden an Bayern an. Auf einer Gesamtfläche von 1.380,4 km² gliedert sich der Landkreis in 16 Gemeinden, 3 Marktgemeinden und die Städte Fulda, Gersfeld, Hünfeld und Tann. Insgesamt 15 der Gemeinden befinden sich im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön (Biosphärenreservat Rhön 2021).

Geografisch liegt der Landkreis im Fuldaer Becken, im Osten erstreckt sich das Rhön-Mittelgebirge mit der Wasserkuppe, dem höchsten Berg Hessens mit 950 m ü. NN. Der niedrigste Punkt im Landkreis liegt bei 226 m ü. NN. Nach dem Stand von 2019 werden 48,1 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt, 35,6 % des Landkreises sind Wald und 14,5 % der Fläche sind besiedelt (HSL 2020). Der Thünen-Ländlichkeitsindex stuft den Landkreis als „sehr ländlich“ ein (Küpper 2016).

Der Landkreis entspricht baukulturell zum Großteil der Region Vogelsberg, Rhön und Spessart, die sich vor allem durch Haufendörfer auszeichnet. Diese sind durch eine Mischung aus Kleinstbauten, Einhäusern und Streckhöfen charakterisiert. Der Norden des Landkreises zeichnet sich durch die Region Nordhessisches Hügelland und Niederungen aus, das ebenfalls durch Haufendörfer geprägt ist, jedoch auch viele Straßendörfer aufweist. Die Haufendörfer sind hier enger gebaut und besitzen oft in erhöhter Lage eine Kirche oder Burg (HMUKLV 2018).

Das Citizen-Science-Projekt

Mithilfe der hessischen Verwaltungsstelle des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön wurde Anfang 2020 Werbung für das Projekt zur Erfassung der Mauersegler im ländlichen Raum des Landkreises Fulda gemacht. Um möglichst viele freiwillige KartiererInnen für das Projekt zu gewinnen, wurden mehrere Pressemitteilungen sowohl von der Redaktion des Biosphärenreservats als auch von diversen lokalen Zeitungen veröffentlicht.

Im Februar wurde das Projekt außerdem im Form von Vorträgen in verschiedenen Teilen des Landkreises vorgestellt. Auch wurde ein Bericht über das Projekt durch einen lokalen Radiosender ausgestrahlt.

Die Schulung der insgesamt 20 KartiererInnen musste im Jahr 2020 aufgrund der Corona-Pandemie digital stattfinden. So gab es alle KartiererInnen jeweils einen kurzen Leitfaden zur Erkennung des Mauerseglers und zur Methodik der Mauersegler-Erhebung. Die Hauptkommunikation während des Projektzeitraumes fand über einen E-Mail-Verteiler statt.

Mauerseglerkartierung und Erhebung der Brutplatzparameter

Vor Beginn der Mauerseglerkartierung wurden mithilfe von ArcGIS (Version 10.6.1) alle Siedlungen im Landkreis Fulda digitalisiert (siehe Abb. 1). Die Hausanzahl pro Dorf wurde mit OpenStreetMap ermittelt. Da speziell der ländliche, durch Dörfer geprägte Raum betrachtet werden sollte, wurden Siedlungen über 1000 Häuser aus der Erhebung ausgeschlossen. Auch Einzelgebäude und Gebäudegruppen ohne Siedlungsnamen wurden nicht berücksichtigt.

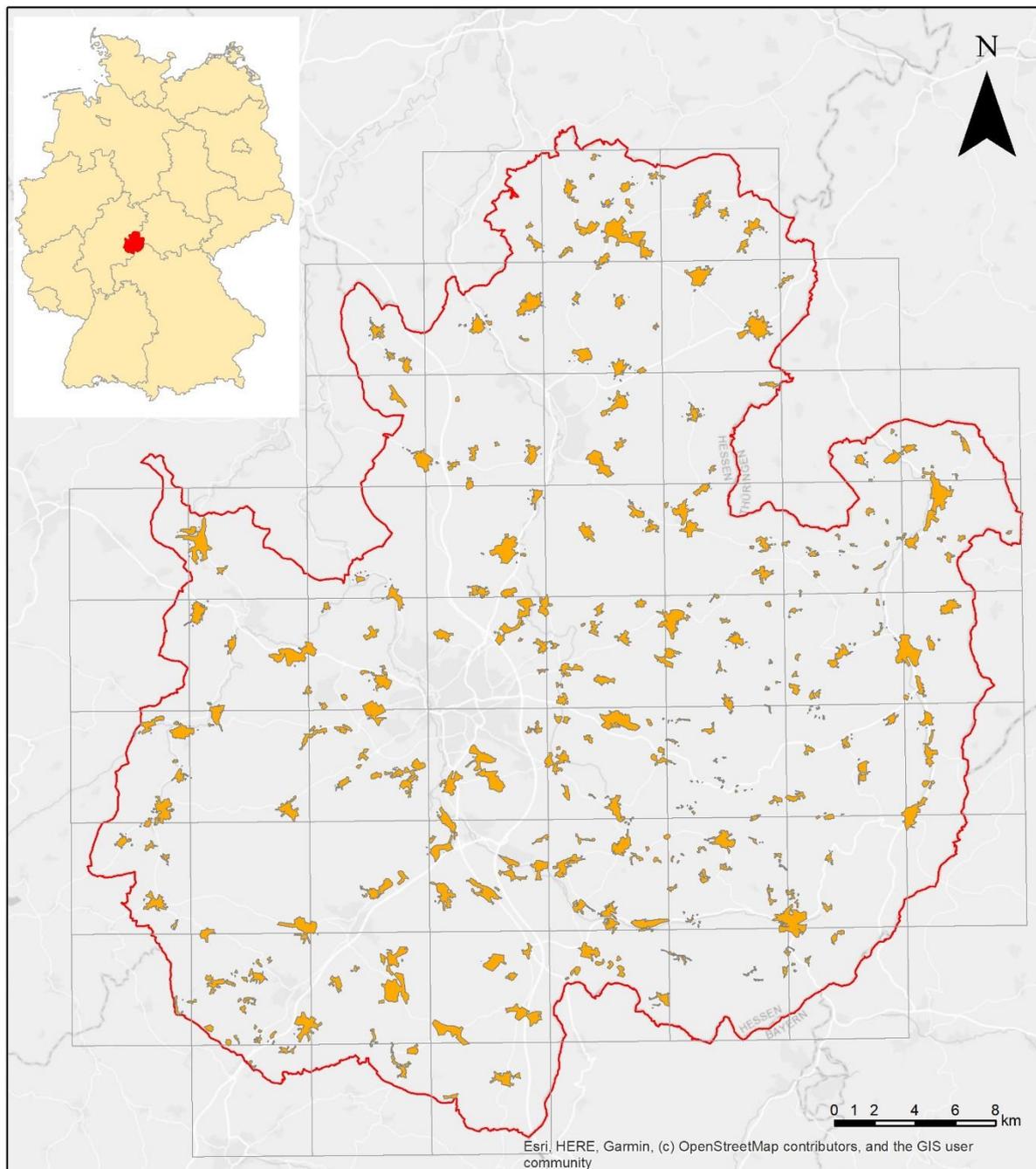


Abbildung 1: Übersichtskarte über das Projektgebiet Landkreis Fulda. In Orange hervorgehoben sind alle digitalisierten Dörfer. Außerdem ist ein Kataster mit 56 Quadranten über die Karte gelegt worden, die für eine vereinfachtere Aufteilung der Kartierungsflächen unter den Kartierenden sorgen soll.

Von den aus der Digitalisierung resultierenden 294 Dörfern konnten letztendlich aus zeitlicher Knappheit nur 198 Dörfer kartiert werden. Diese wurden zur Standardisierung des Kartierungsaufwandes anhand ihrer Gebäudeanzahl in acht Gruppen eingeteilt. Für jede Dorfgruppe wurde dann ein zeitlicher Erhebungsrahmen festgelegt (siehe Tab. 1). Für die Kartierung der Dörfer wurde außerdem ein Kataster mit 56 Quadranten über den Landkreis gelegt, um die Verteilung des Gebiets auf die KartiererInnen zu vereinfachen (siehe Abb. 1).

Tabelle 1: Gruppeneinteilung der Dörfer nach ihrer Hausanzahl und der daraus resultierende Kartierungsaufwand in Minuten.

Gruppe	Hausanzahl	Kartierungsaufwand
1	1-20	10 Minuten
2	21-50	25 Minuten
3	51-100	45 Minuten
4	101-200	70 Minuten
5	201-300	100 Minuten
6	301-500	135 Minuten
7	501-700	175 Minuten
8	701-999	220 Minuten

Die Mauerseglerkartierung im Landkreis Fulda erfolgte im Zeitraum vom 1. Juni bis zum 31. Juli 2020. In diesem Zeitraum haben die Mauersegler ihre Bruthöhlen schon bezogen und sind mit der Fütterung der Jungtiere beschäftigt (Arens 2011). In Anlehnung an Nöbauer *et al.* (2018) wurden die Mauersegler am Abend jeweils 90 Minuten vor bis 30 Minuten nach Sonnenuntergang kartiert, da hier die Aktivität des Mauerseglers in Nestnähe am höchsten ist. Die Erhebungen fanden fast ausschließlich bei schönem Wetter (kein Regen, möglichst wenig Wind) statt.

Für die Erfassung der Mauersegler sollte mindestens einmal im gesamten Zeitraum das gesamte Dorf abgegangen werden. Mithilfe eines Kartierungsbogens (siehe Anlage Abb. I) wurden neben der Anwesenheit der Mauersegler auch Brutplatzparameter erhoben. Ein Brutplatznachweis gilt als erbracht, wenn der/die Kartierende einen vollständigen Einflug beobachten konnte, oder ein Jungtier entweder akustisch wahrgenommen wurde oder aus der Bruthöhle heraus sah. Als Brutplatzparameter wurden folgende Gebäudeeigenschaften erhoben: Die Gesamthöhe des Hauses mit der Anzahl der Geschosse, die Gebäudeart und Fassadenart. Bei der Gebäudeart unterschied man zwischen (a) freistehend mit 1-2 Geschossen oder (b) mit 3-6 Geschossen, (c) Reihen- oder Blockbebauung mit 1-2 Geschossen oder (d) mit 3-6 Geschossen, (e) Großtafelbau mit 1-2 Geschossen oder (f) mit 3-6 Geschossen, (g) Kirche/Denkmal, (h) Industriegebäude, (i) Turm und (j) Burg. Die Fassadenart wurde als Mauerwerksbau, Holzfachwerkbau, Großtafelbau, verputzter Bau oder Sonstige Fassade spezifiziert.

Neben den Gebäudeeigenschaften wurden auch die Brutplatzeigenschaften dokumentiert. Diese sind die Höhe des Brutplatzes als Anzahl Geschosse über dem Boden, die Ausrichtung des Bruteingangs und die Art der Bruthöhle, wobei hier zwischen ‚hinter Dachrinne‘, ‚unter Dachziegel‘, ‚unter Giebelblech‘, ‚Haus-Zwischenspalte‘, ‚unter Dachvorsprung‘, ‚hinter Giebelbalken‘, ‚Nistkasten‘ und ‚Sonstiges Loch/Nische‘ unterschieden wurde.

Alle Kartierungsbögen wurden gesammelt und die Brutplätze in ArcGIS für die weiteren Auswertungen digitalisiert.

Dorf- und Landnutzungsparameter

Für jedes Dorf wurden folgende Variablen quantifiziert: (a) Fläche und (b) Umfang der Siedlungsfläche (beides ermittelt mit Hilfe der Software ArcGIS), sowie (c) das Verhältnis von Fläche zu Umfang (A/U-Index) als Maß für die Komplexität der Dorfform. Die größten Indexwerte werden dabei von annähernd runden Dorfflächen erreicht. Mit zunehmend davon abweichender Form der Siedlungsfläche nimmt der Indexwert kontinuierlich ab. Zudem wurde die Gesamtgebäudeanzahl und die Anzahl an Kirchen notiert. Über eine Höhenkarte wurde außerdem für jedes Dorf die Seehöhe bestimmt.

Sowohl Lack & Owen (1955), Lack (1956), als auch Glutz von Blotzheim *et al.* (1980) gehen davon aus, dass die Nahrungssuche des Mauerseglers überwiegend in Brutplatznähe stattfindet. Für die Analyse möglicher Effekte von Landschaftselementen der näheren Umgebung wurde aus diesem Grund um jedes Dorf ein 1 km großer Puffer gelegt. Als Mittelpunkt für den Puffer diente jeder erfasste Brutplatz. Gab es mehrere Brutplätze im Dorf, wurde ein gemeinsamer Schwerpunkt berechnet. Konnte kein Brutplatz nachgewiesen werden, wurde der Mittelpunkt des Dorfes herangezogen.

Für jedes Dorf sind daraufhin die Flächenanteile der jeweiligen Landnutzungskategorien in der umgebenden Landschaftsmatrix berechnet worden. Grundlage für die Kategorien bildete eine Karte der Corine-Land-Cover (5 ha Mindestkartiereinheit, Stand: 2018, siehe Anhang Abbildung II). Zunächst wurden die vorkommenden Kategorien der Corine-Land-Cover auf die vier auf die Fläche bezogen größten Habitattypen reduziert. Die Siedlungsflächen wurden exkludiert, die Kategorien Laubwälder und Mischwälder zusammengelegt. Im ‚Rest‘ befinden sich alle anderen Kategorien, welche in Bezug auf ihre Flächengröße eine zu marginale Rolle spielen. Daraus ergaben sich dann folgende vier Habitatkategorien: Wiesen und Weiden, Ackerland, Laub- und Mischwälder, Nadelwälder.

Um zu überprüfen, ob die Nähe zum nächsten Fließgewässer auch eine Rolle für die Brutplatzwahl spielt, wurde ausgehend von den Puffermittelpunkten die kürzeste Distanz zum nächsten Fließgewässer ermittelt. Stehende Gewässer spielen im Untersuchungsgebiet keine Rolle.

Statistische Auswertung

Zunächst wurde die Bedeutung der Dorfgröße für die Brutplatzwahl des Mauerseglers analysiert. Um eine Normalverteilung zu erreichen wurden die Dorfgrößen im Vorfeld $\log(x+1)$ transformiert. Zur Überprüfung der Vorkommenswahrscheinlichkeit von Mauerseglern in Abhängigkeit von der Dorfgröße wurden logistische Regressionsmodelle für (1) alle Brutzeit-Nachweise und (2) nur Nachweise von Brutvorkommen durch Past (Vers. 4.03) berechnet.

Des Weiteren wurden die Dörfer nach Vorkommensstatus des Mauerseglers in drei Kategorien unterteilt: (0) keine Mauersegler im Dorf festgestellt; (1) Mauersegler festgestellt, Brutverdacht; (2) Mauersegler-Brutplatz festgestellt. Über eine einfaktorische ANOVA wurde auf signifikante Unterschiede der mittleren Dorfgrößen zwischen den Gruppen getestet. Ein Tukey-HSD-Test sollte im Anschluss Auskunft darüber geben, welche Gruppen sich signifikant voneinander unterscheiden. Mittels Spearman-Rangkorrelation wurde außerdem überprüft, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Dorfgröße und der Anzahl der Neststandorte gibt.

Zur Beantwortung der Frage, ob auch die Habitatausstattung der umliegenden Landschaftsmatrix die Brutplatzwahl des Mauerseglers beeinflusst, wurden verallgemeinerte lineare Modelle (VLM) mit binomialer Fehlerverteilung und Logit-Link-Funktion berechnet. Als binomiale Zielvariable wurde zum einen die Inzidenz von Mauersegler-Nachweisen, zum anderen die Inzidenz von Mauersegler-Brutvorkommen in den Untersuchungsdörfern verwendet. Die potentiellen Prädiktorvariablen (a) Dorfgröße (ha), (b) Dorfform (Verhältnis Fläche/Umfang), (c) Anzahl Gebäude, (d) prozentualer Anteil Wiesen und Weiden in der umliegenden Landschaftsmatrix (%), (e) prozentualer Anteil Ackerland in der umliegenden Landschaftsmatrix (%), (f) prozentualer Anteil Laub- und Mischwälder in der umliegenden Landschaftsmatrix (%), (g) prozentualer Anteil Nadelwälder in der umliegenden Landschaftsmatrix (%) und (h) Distanz zum nächsten Fließgewässer (m) wurden zuvor auf korrelative Zusammenhänge getestet. Starke Korrelationen ergaben sich zwischen den Variablen Dorffläche, Dorfform und Anzahl der Gebäude (siehe Anhang Tab. I).

Aus diesem Grund wurde nur noch erstere Variable (a) weiter berücksichtigt. Außerdem gab es eine Korrelation zwischen dem prozentualen Anteil Wiesen und Weiden und dem prozentualen Anteil Ackerland in der umliegenden Landschaftsmatrix. Daher wurden beide Variablen nicht synchron in das VLM integriert, sondern in zwei Modelle jeweils nur eine der beiden Variablen inkludiert. Ein Vergleich des Informationsgehaltes beider resultierender Modelle erfolgte über ihre AIC-Werte.

Neben einer deskriptiven Darstellung der Häufigkeit als Brutplatz genutzter Gebäudetypen wurde mittels eines Fisher's exakten Tests überprüft, ob Kirchen im Vergleich zu anderen Gebäuden relativ häufiger genutzt werden. Hierfür wurden nur Dörfer herangezogen, in denen mindestens eine Kirche existierte.

Präferenzen hinsichtlich der Ausrichtung der Nistplatzeingänge wurden mittels eines mit der Software Oriana (Vers. 4) berechneten Rayleigh-Test untersucht. Alle anderen statistischen Tests wurden mit der Software SPSS (Vers. 24) berechnet.

Ergebnisse

Dorfgröße als Prädiktor für Mauerseglerorkommen

In 41,1 % (N = 82) der untersuchten Dörfer (N = 198) konnten Mauersegler beobachtet werden, in 21,2 % (N = 42) der Dörfer konnte ein Brutplatznachweis erbracht werden. In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass es hinsichtlich des Vorkommens des Mauerseglers kein klares Muster gibt, sondern dieser flächendeckend im Untersuchungsgebiet verbreitet ist.

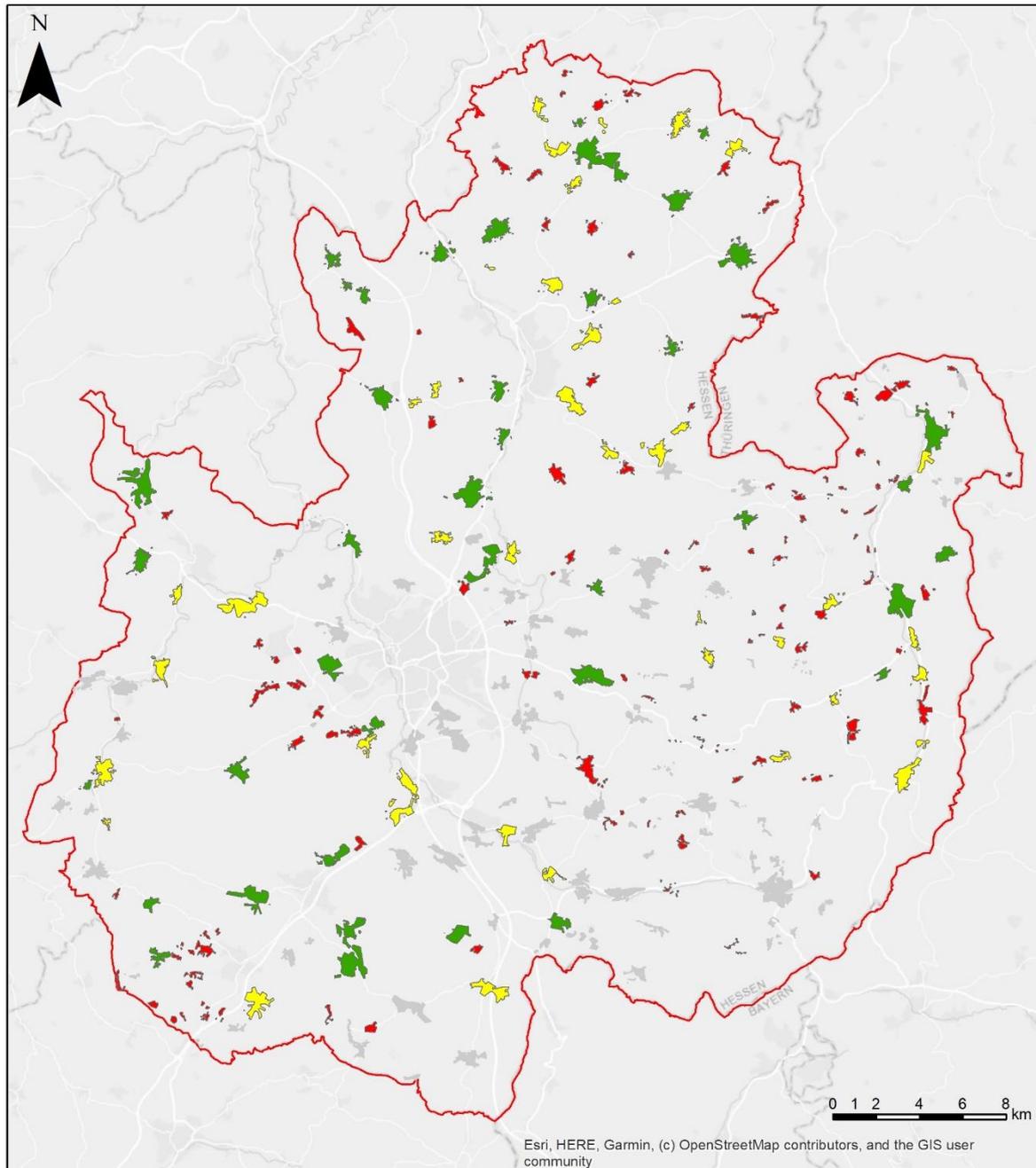


Abbildung 2: Übersichtskarte über die erfassten Dörfer im Projektgebiet. Rot eingefärbt sind alle Dörfer, in denen kein Mauersegler anwesend war, Gelb sind Dörfer, in denen Mauersegler anwesend waren, aber kein Brutnachweis erbracht werden konnte, Grün sind alle Dörfer, in denen Mauersegler anwesend waren und Brutplätze erfasst werden konnten.

Die logistische Regressionsmodelle zeigten sowohl für die Wahrscheinlichkeit von Mauerseglernachweise zur Brutzeit als auch für Brutnachweise einen signifikanten, positiven Zusammenhang mit der Dorfgröße (für Mauersegler-Nachweise zur Brutzeit: $\chi^2 = 117,823$, $p < 0,001$; für Brutnachweise: $\chi^2 = 62,798$, $p < 0,001$). Der Schwellenwert für die 50 %ige Wahrscheinlichkeit eines Mauerseglernachweises zur Brutzeit wurde allerdings bei einer deutlich geringeren Dorfgröße (18 ha) erreicht als der entsprechende Schwellenwert für einen Brutzeitnachweis (Abb. 3). Dieser lag bei einer Dorfgröße von 47 ha.

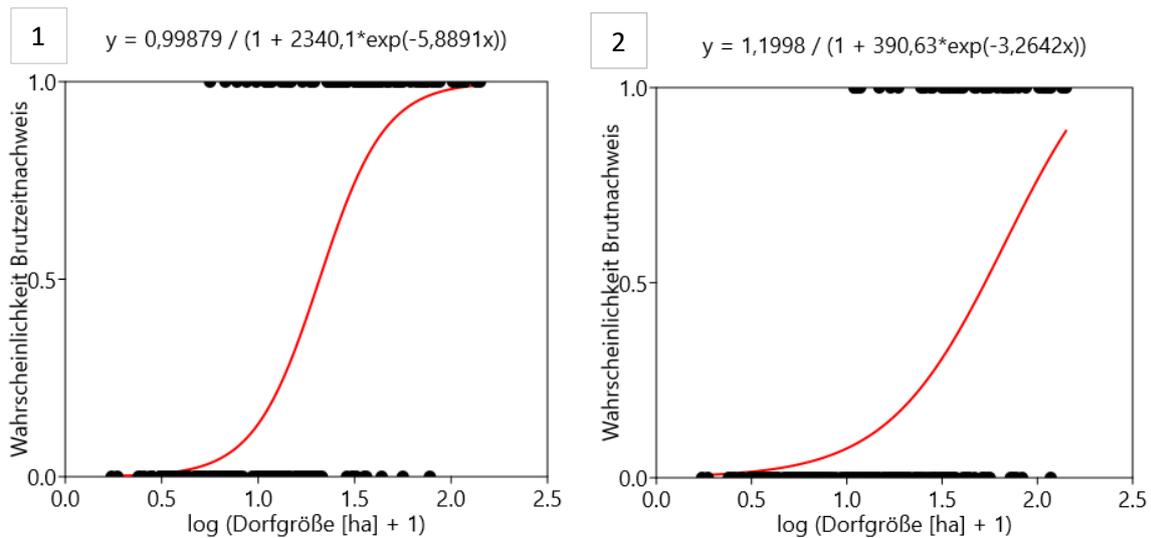


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Mauerseglervorkommen und Dorfgröße dargestellt mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung (1) aller Brutzeit-Nachweise und (2) nur Nachweisen von Brutvorkommen.

Die Dorfgröße unterschied sich zudem signifikant zwischen Dörfern (0) ohne Mauerseglernachweise, (1) mit Mauerseglernachweisen, aber ohne Hinweise auf Brutplätze und (2) solchen mit dokumentierten Brutplätzen (einfaktorielle ANOVA: $F_{2,195} = 92,631$, $p < 0,0001$). Alle drei Gruppen unterschieden sich signifikant [Tukey-HSD-Tests: (0) vs. (1) und (0) vs. (2) mit $p < 0,0001$; (1) vs. (2) mit $p = 0,0360$] (Abb. 4). Die mittlere Dorfgröße nahm von Dörfern ohne Mauerseglernachweisen über solche mit Brutzeitbeobachtungen ohne Brutnachweise bis hin zu Dörfern mit Brutzeitnachweisen kontinuierlich zu.

Auch die Anzahl festgestellter Brutplätze nahm mit zunehmender Dorfgröße signifikant zu (Spearman Rangkorrelation: $r_s = 0,322$, $p = 0,038$; Abb. 5).

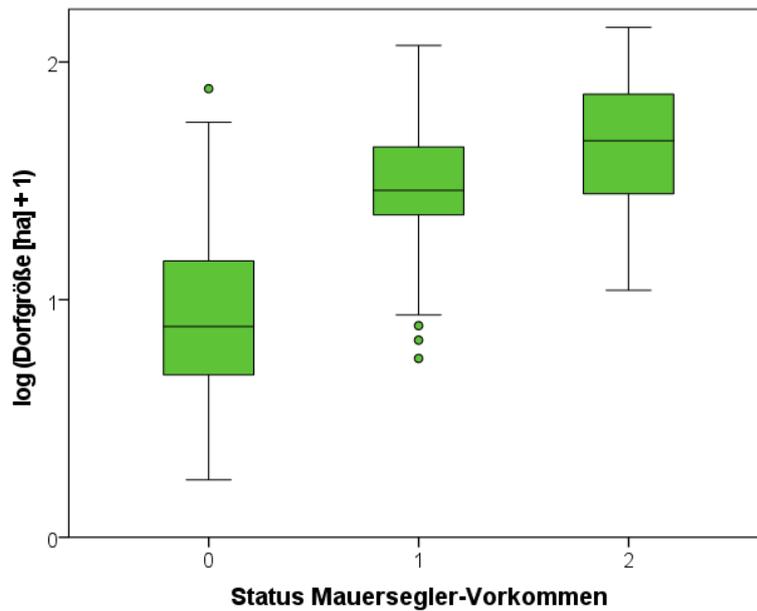


Abbildung 5: Boxplots der Dorfgrößen der unterschiedlichen Vorkommensstatus des Mauerseglers: 0 – kein Mauersegler anwesend, 1 – Mauersegler anwesend, kein Brutplatz, 2 – Mauersegler anwesend, Brutplatz. Dargestellt sind die Mediane, das 1. und 3. Quartil (Boxen), das 95%-Konfidenzintervall (Streuungslinien) und Ausreißer (Punkte).

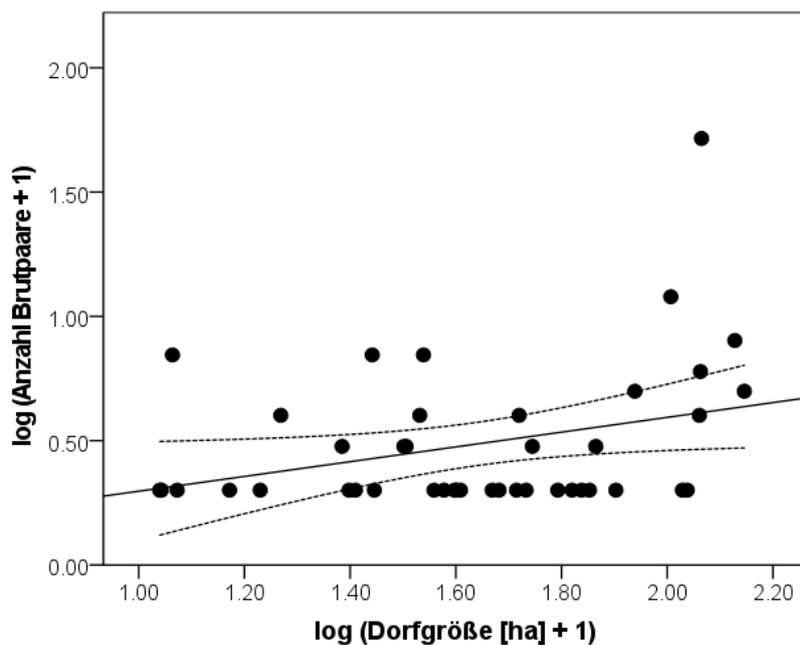


Abbildung 6: Streudiagramm der log-Brutplatzanzahl pro log-Dorfgröße. Die Regressionslinie (durchgehend) zeigt einen leicht positiven Trend. Die gestrichelte Linie gibt das 95%-Konfidenzintervall an.

Bedeutung der umliegenden Landschaftsmatrix

Im Anhang (Abb. III) befindet sich eine Übersichtskarte über die Brutplatzpuffer und die jeweiligen Landnutzungskategorien nach der Corine-Land-Cover-Nomenklatur. Abbildung 6 zeigt die prozentualen Flächenanteile der Habitatkategorien in der Landschaftsmatrix exklusive der Siedlungsflächen.

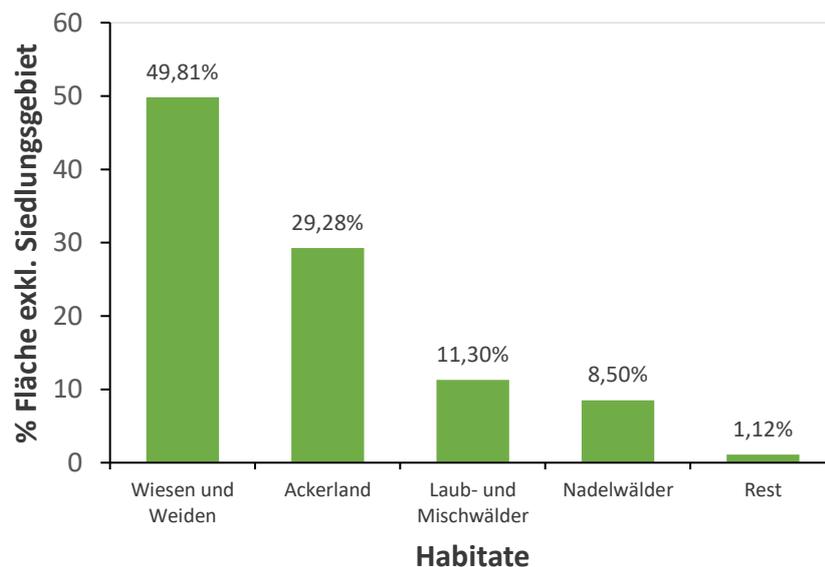


Abbildung 7: Übersicht über die prozentualen Flächenanteile der vier Habitatkategorien exklusive Siedlungsgebiet.

Die VLM für die Brutzeitnachweise mit prozentualen Anteil Ackerland ($AICc = 170,814$) beziehungsweise Wiesen und Weiden ($AICc = 170,804$) unterscheiden sich hinsichtlich ihrer $AICc$ -Werte nur geringfügig. Die beiden Modelle lassen zudem außer dem bereits aufgezeigten Effekt der Dorfgröße keine weitere Variable erkennen, welche die Nachweiswahrscheinlichkeit von Mauerseglern in Dörfern beeinflusst (siehe Tab. 2).

Ähnliches trifft auf die Brutvorkommen zu (siehe Tab. 3). Auch hier unterscheiden sich die Modelle bezüglich ihrer $AICc$ -Werte nur geringfügig (Prozentualer Anteil Ackerland: $AICc = 158,451$; Wiesen und Weiden: $AICc = 158,386$) und auch hier lässt sich keine weitere Variable bis auf die Dorfgröße erkennen, welche die Nachweiswahrscheinlichkeit beeinflusst.

Tabelle 2: Ergebnisse der verallgemeinerten linearen Modelle, welche für Effekte der Habitatvariablen auf den Brutzeitnachweis testen. (A) ausgenommen: Wiesen und Weiden, (B) ausgenommen: Ackerland. Grau hervorgehoben ist die Variable mit einem signifikanten Effekt.

Parameter	B	Std.-Fehler	95% Wald-Konfidenz Intervall		Hypothesentest		
			Unterer	Oberer	Wald Chi-Quadrat	df	p
(Konstanter Term)	-0.379	0.155	-0.683	-0.075	5.972	1	0.015
log (Dorffläche [ha] + 1)	0.725	0.065	0.597	0.854	122.720	1	<0.001
Seehöhe [m NN]	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.095	1	0.758
Nadelwälder	-0.003	0.003	-0.008	0.002	1.066	1	0.302
Laub- und Mischwälder	-0.001	0.003	-0.007	0.004	0.191	1	0.662
Ackerland	0.000	0.001	-0.003	0.002	0.113	1	0.736
Distanz Fließgewässer [m]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.146	1	0.702
(Skala)	0.127	0.013	0.105	0.155			

Parameter	B	Std.-Fehler	95% Wald-Konfidenz Intervall		Hypothesentest		
			Unterer	Oberer	Wald Chi-Quadrat	df	P
(Konstanter Term)	-0.423	0.160	-0.737	-0.109	6.963	1	0.008
log (Dorffläche [ha] + 1)	0.726	0.066	0.597	0.854	122.705	1	<0.001
Seehöhe [m NN]	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.095	1	0.759
Nadelwälder	-0.002	0.003	-0.007	0.003	0.745	1	0.388
Laub- und Mischwälder	-0.001	0.003	-0.006	0.004	0.100	1	0.752
Distanz Fließgewässer [m]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	1	0.697
Wiesen und Weiden	0.000	0.002	-0.003	0.003	0.123	1	0.726
(Skala)	0.127	0.013	0.105	0.155			

Tabelle 3: Ergebnisse der verallgemeinerten linearen Modelle, welche für Effekte der Habitatvariablen auf den Nachweis eines Brutvorkommens testen. (A) ausgenommen: Wiesen und Weiden, (B) ausgenommen: Ackerland. Grau hervorgehoben ist die Variable mit einem signifikanten Effekt.

Parameter	B	Std.-Fehler	95% Wald-Konfidenz Intervall		Hypothesentest		
			Unterer	Oberer	Wald Chi-Quadrat	df	p
(Konstanter Term)	-0.314	0.150	-0.609	-0.019	4.366	1	0.037
Log (Dorffläche [ha] + 1)	0.473	0.063	0.348	0.597	55.443	1	<0.001
Seehöhe [m NN]	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.132	1	0.287
Nadelwälder	0.000	0.002	-0.005	0.005	0.005	1	0.944
Laub- und Mischwälder	0.001	0.003	-0.004	0.007	0.229	1	0.632
Distanz Fließgewässer [m]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	1	0.977
Wiesen und Weiden	0.001	0.001	-0.001	0.004	1.161	1	0.281
(Skala)	0.120	0.012	0.098	0.146			

Parameter	B	Std.-Fehler	95% Wald-Konfidenz Intervall		Hypothesentest		
			Unterer	Oberer	Wald Chi-Quadrat	df	p
(Konstanter Term)	-0.179	0.155	-0.483	0.125	1.327	1	0.249
Log (Dorffläche [ha] + 1)	0.472	0.063	0.348	0.597	55.317	1	<0.001
Seehöhe [m NN]	0.000	0.000	-0.001	0.000	1.141	1	0.286
Nadelwälder	-0.001	0.002	-0.006	0.004	0.224	1	0.636
Laub- und Mischwälder	0.000	0.003	-0.005	0.005	0.000	1	1.000
Distanz Fließgewässer [m]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.993
Wiesen und Weiden	-0.001	0.001	-0.004	0.001	1.227	1	0.268
(Skala)	0.120	0.120	0.098	0.146			

Durchschnittlich war ein Brutplatz im Landkreis Fulda 274,07 m vom nächsten Fließgewässer entfernt. Aus den VLMs wird auch ersichtlich, dass die Distanz zu Fließgewässern keinen nachweisbaren Einfluss auf das Vorkommen oder die Brutplatzwahl des Mauerseglers hat.

Brutplatzcharakteristik im ländlichen Raum

Insgesamt konnten 146 Brutplätze gefunden werden, die sich auf 66 Gebäude aufteilten. Wie in Abbildung 7 zu sehen, werden 48% dieser Gebäude der Kategorie ‚Freistehend, 1-2 Geschosse‘ zugeordnet. Insgesamt sind 21% der Gebäude der Kategorie ‚Freistehend, 3-6 Geschosse‘ besiedelt. Auf dem dritten Platz liegen die Kirchen, die 14% aller besiedelten Gebäude ausmachen. Der Großteil der Gebäude, an denen Brutplätze gesichtet wurden, ist verputzt. Mit 49% der Brutplätze sind die Nistkästen die am häufigsten besetzte Nistplatzart in der Erhebung.

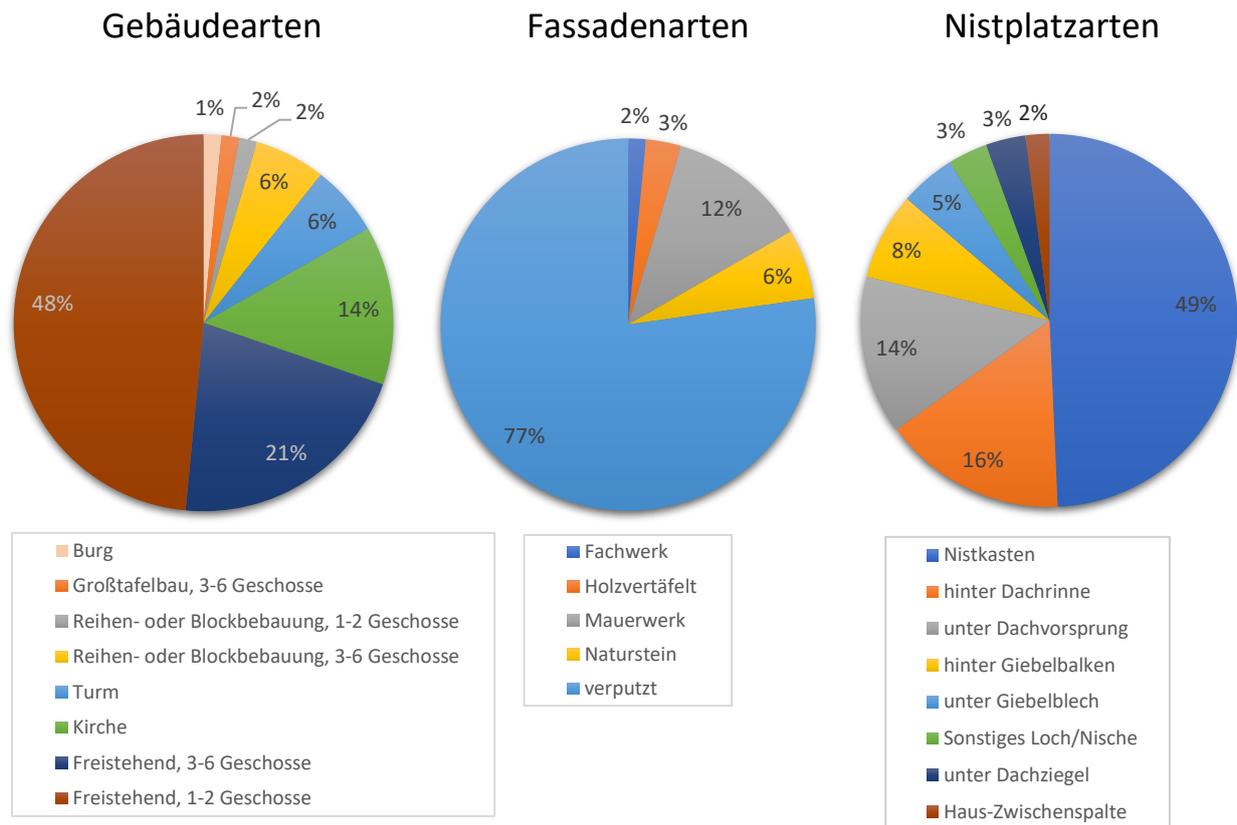


Abbildung 8: Relativer Anteil einzelner Gebäudetypen (links), Fassadenarten (Mitte) und Nistplatzarten (rechts) an denen Brutplätze gefunden werden konnten.

Relativ zur Verfügbarkeit wurden an Kirchen (N = 97) im Vergleich zu anderen Gebäuden (N = 27.638) signifikant häufiger Mauerseglerbrutplätze gefunden (9 Kirchen mit Brutvorkommen, 49 andere Gebäude mit Brutvorkommen; exakter Test nach Fisher: $p < 0,001$).

Der Rayleigh-Test ($Z = 3.092$, $p = 0.045$) für die Ausrichtung der Einflugöffnung der Neststandorte ergab eine signifikante Präferenz für die Wahl eines Neststandortes mit Nord- bis Nordost-Ausrichtung (siehe Abb. 8).

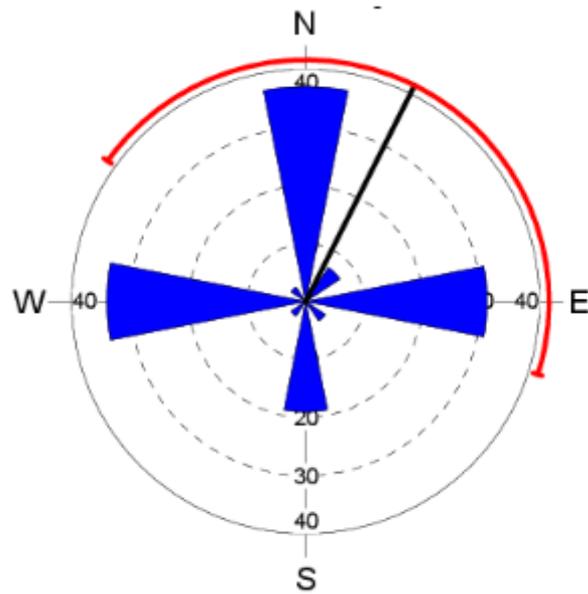


Abbildung 8: Rosendiagramm der Nisteingangsausrichtungen. In Rot ist das 95%- Konfidenzintervall eingetragen. Die schwarze Linie vom Zentrum nach außen stellt die Durchschnittliche Tendenz Richtung Nord/Nord-Ost dar.

In Abbildung 9 sind einige Beispiele für die Diversität der Mauerseglerbrutplätze im Landkreis Fulda zu sehen. Neben sehr strukturreichen Gebäuden, wie die Kirche in Langenschwarz (9C) und das Gebäude der Reha-Klinik in Bad Salzschlirf (9A) sind auch Gebäude besiedelt worden, deren Fassade vergleichsweise strukturlos ist. Im Bild 9B wird beispielsweise ein Schlupfraum hinter einer Regenrinne als Brutplatz genutzt, während in Johannesberg der kleine Zwischenraum zwischen Giebelbalken und Dachschräge genutzt wurde (siehe Abbildung 9D). Insgesamt sind 72 Nistkästen vom Mauersegler im Landkreis besiedelt worden, auf Abbildung 9E sieht man eine Hauswand in Tann, bei der 8 Kästen nachweislich als Brutplatz genutzt wurden.

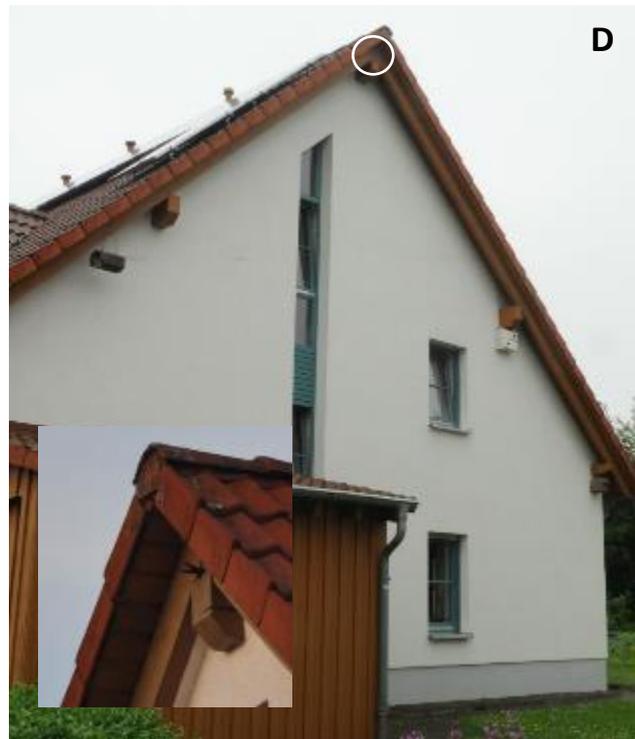


Abbildung 9: Bilder von Gebäuden im Landkreis Fulda, an denen Mauerseglerbrutplätze (siehe Kreis) nachgewiesen werden konnten. (A) Bad Salzschlirf: Brutplatz über linken Dachfenster, (B) Eichenzell: Anflug von zwei Mauerseglern auf ihren Brutplatz hinter der Regenrinne, (C) Langenschwarz: Brutplatz befindet sich direkt über der Uhr der Kirche, (D) Johannesberg: sowohl die Nistkästen, als auch der Giebel werden vom Mauersegler als Brutplatz genutzt, (E) Tann: acht der zehn Nistkästen (siehe Pfeil) auf dieser Seite werden vom Mauersegler bewohnt.

Diskussion

Dorfgröße als Prädiktor des Mauerseglervorkommens

Die Ergebnisse zeigen, dass in knapp 20% der erfassten Dörfer Mauersegler gesichtet wurden. In der Literatur wird mehrmals angesprochen, dass der ländliche Raum als Besiedlungsmöglichkeit für den Mauersegler eher eine untergeordnete Rolle spielt und somit auch eine geringere Besiedlungsdichte gegenüber dem urbanen Gebiet erwartet wird (Glutz von Blotzheim *et al.* 1980, Gedeon *et al.* 2014). Falkenberg *et al.* (2004) sieht den ländlichen Raum und damit insbesondere Dörfer als Nahrungsquelle für den Mauersegler an.

Im Tessin sind von 440 untersuchten Dörfern insgesamt 292 Dörfer vom Mauersegler besiedelt gewesen (Schifferli *et al.* 1984). Diese Besiedlungsrate von insgesamt 66,4 % liegt deutlich höher als die im Landkreis Fulda ermittelte, jedoch wurden kleinere Ortschaften mit 27-54 % als Brutstandorte gewählt, was ein ähnlich hoher Wert für die Besiedlungsrate ergibt wie auch im Untersuchungsgebiet festgestellt wurde.

Das Nistplatzangebot an Gebäuden ist meist nicht sehr hoch (mit Ausnahme von Nisthilfen), weshalb größere Kolonien mehrere Gebäude in unmittelbarer Umgebung benötigen. So muss eine Mindestanzahl an Gebäuden gegeben sein, damit ein Mauersegler dort auch brütet.

Was die weiteren Dorfparameter wie die Seehöhe des Dorfes betrifft, gab es keine signifikanten Unterschiede in der Anwesenheit von Mauerseglern. Während im Tessin der Anteil der besetzten Orte mit der Seehöhe kontinuierlich abnahm (Schifferli *et al.* 1984), gab es im Landkreis Fulda zwischen den untersuchten Ortschaften auch keine besonders großen Seehöhenunterschiede. Dies lässt den Schluss zu, dass die Dorfgröße und damit das Angebot an Gebäuden hier der einzige wichtige Faktor der Dorfparameter für die Ansiedlung von Mauerseglern im Untersuchungsgebiet ist.

Bedeutung der umliegenden Landschaftsmatrix

Der Mauersegler ist eine sehr mobile Vogelart. Er kann bis zu 10 Monate am Stück in der Luft verbringen (Hedenström *et al.* 2016) und pro Tag weite Strecken überwinden. Insbesondere bei Schlechtwetterphasen weicht er Regenfronten aus und zieht im Extremfall mehrere hundert Kilometer weit vor ihnen her (Koskimies 1947, Lack 1956, 1958). Vor den Schlechtwetterfronten entstehen meist Aufwinde, die Insekten in die Luft wirbeln, welche als Teil des sogenannten Luftplanktons bezeichnet werden und die Hauptnahrung des Mauerseglers darstellen (Lack & Owen 1955).

Andere Studien betonen, dass das Klima eine bedeutendere Rolle spielt als die Umgebung (Schifferli *et al.* 1984). Dass das lokale Wettergeschehen auch eine bedeutende Rolle insbesondere für den Bruterfolg des Luftjägers haben kann, zeigte sich schon bei Thomson *et al.* (1996) in Südschottland. Hier ergab sich ein positiver Zusammenhang zwischen den mittleren Junitemperaturen und der

Überlebensrate des Nachwuchses. Rajchard *et al.* (2005) hat in Tschechien jedoch einen gegenteiligen Zusammenhang festgestellt und zusätzlich noch einen Zusammenhang zwischen dem Niederschlag im Mai und der Überlebensrate der Nestlinge beschrieben. Sicurella *et al.* (2015) haben in Italien keinerlei Zusammenhang feststellen können, jedoch betont, dass vor allem die Verfügbarkeit von Fluginsekten in der Luft für den Mauersegler eine wichtige Rolle spielt und diese an das lokale Wettergeschehen gekoppelt ist.

Aus diesen Gründen ist es für den Mauersegler im Landkreis Fulda offensichtlich nicht entscheidend, wie die unmittelbare Umgebung um seinen Brutplatz gestaltet ist.

Bisher wurde eine eingehende Untersuchung der Bedeutung der umliegenden Landschaftsmatrix noch nicht durchgeführt. Im urbanen Gebiet lag das Augenmerk bisher eher auf der Brutplatzwahl. Lack (1956) vermutet für das Ausbleiben von Mauerseglern im Kern von London den Grund in der Luftverschmutzung und dem damit kleinen Insektenangebot. In Berlin tritt der Mauersegler vor allem in Stadtteilen mit Parks und Grünflächen auf (Falkenberg *et al.* 2004). Da in der vorliegenden Studie jedoch nur der ländliche Raum beleuchtet und Siedlungen über 1000 Häuser ausgeschlossen wurden, spielen Faktoren wie Luftverschmutzung oder eine zu dichte Bebauung höchstwahrscheinlich nur eine untergeordnete bis gar keine Rolle.

Brutplatzcharakteristik im ländlichen Raum

Eine fundierte Aussage über Präferenzen für bestimmten Gebäudearten als Neststandorte ist mittels der erhobenen Daten nicht möglich, da nur Informationen zu den genutzten Gebäuden vorliegen, aber nicht zur Anzahl an insgesamt verfügbaren Bauwerken der einzelnen Gruppen von Gebäudetypen. Eine auffallende Präferenz konnte in der vorliegenden Studie daher nur für die einfach zu erfassenden Kirchen gezeigt werden. Bereits Schifferli *et al.* (1984) wiesen darauf hin, dass Mauersegler in der Schweiz bevorzugt in kleineren Dörfern brüten, wenn diese eine Kirche besitzen. Kirchen und insbesondere ihre Türme stellen durch ihre Bauweise einen wichtigen Lebensraum für viele Gebäudebrüter dar. Der NABU hat 2007 zusammen mit dem Beratungsausschuss Deutsches Glockenwesen das Projekt „Lebensraum Kirchturm“ ins Leben gerufen (NABU 2021). Ziel dieses Projektes ist es, die Brutstätten diverser Gebäudebrüter wie Turmfalke, Schleiereule, aber auch Fledermäuse zu erhalten. Außerdem sollen renovierte Kirchtürme wieder als Lebensraum geöffnet werden, indem Nistkästen angebracht werden. Vom Schutz und der Förderung solcher Bauten profitiert auch der Mauersegler.

Knapp die Hälfte aller in dieser Studie erfassten Bruten befanden sich in Nistkästen. Dies unterstreicht die bereits in anderen Untersuchungen gezogene Schlussfolgerung, dass Nistkästen eine gute Brutplatzalternative für Mauersegler darstellen (z.B. Schaub *et al.* 2016, Wortha & Arndt 2004).

Andererseits sind die im Landkreis Fulda außen an der Fassade angebrachten Nistkästen auch einfacher zu erkennen als beispielsweise kleinere Einfluglöcher in einer Fassade. Daher könnte die Bedeutung von Nistkästen gegenüber unscheinbaren Fassadennischen etwas verzerrt sein.

Die Untersuchung über die Nisteingangsausrichtung ergibt eine Tendenz Richtung Nord- und Nordost. Dies ist auch schon in mehreren Brutplatzerfassungen festgestellt worden (Schaub *et al.* 2016, Mattes 2012, Wortha & Arndt 2004, Antonov & Atanasova 2002). Auffällig ist, dass süd-ausgerichtete Nisteingänge vergleichsweise seltener vorkamen. Ein Grund hierfür könnte die Sonneneinstrahlung sein. Zur Mittagszeit würde die Sonne bei einem Süd ausgerichteten Brutplatz maximal auf das Nest scheinen und die Temperatur in der Höhle drastisch ansteigen lassen. Die Deutsche Gesellschaft für Mauersegler e.V. (2021) empfiehlt aus diesem Grund bei der Anbringung von künstlichen Nisthilfen auch eine Nord-, Nordost- bis Ost-Ausrichtung des Nistausganges.

Auch ist auffällig, dass die Himmelsrichtungen Nordwest, Nordost, Südwest und Südost unterrepräsentiert erscheinen. Dies kann zwei Ursachen haben: Einerseits kann dies auf eine fehlende Genauigkeit der Kartierenden zurückgeführt werden, sodass diese vor allem die Haupthimmelsrichtungen (also Nord, Ost, Süd und West) angegeben haben. Andererseits gibt es aber auch die Möglichkeit, dass die Hausfronten im Landkreis bestimmten Bauregeln unterliegen. In Bebauungsplänen wird festgelegt, in welche Richtungen die Hausfronten schauen müssen und auch wie der Giebel ausgerichtet ist. Hier spielen vor allem die Energienutzung und der Wärmeverlust eine wichtige Rolle, weshalb der Giebel meist in einer bestimmten Achse ausgerichtet ist und die Fassaden dementsprechend nach Nord, Ost, Süd und West weisen (Anwalt.org 2020).

Conclusio

Die Mauerseglerkartierung im Landkreis Fulda war die erste ihrer Art. Mit diesen Daten konnten Grundlagen für die Erfassung der Verbreitung des Mauerseglers im ländlichen Raum geschaffen werden. Während des gesamten Projektes hat sich gezeigt, dass die lokale Bevölkerung und insbesondere die NABU-Ortsgruppen mit großem Interesse bei der Umsetzung geholfen haben. Trotz der Schwierigkeiten, die das Jahr 2020 mit sich gebracht hat, war die Beteiligung an der Kartierung mit 20 Freiwilligen besonders hoch. Dieses starke Interesse an der Mauerseglererfassung sollte auch die nächsten Jahre weiter gefördert werden. So ist es durchaus wünschenswert, das Projekt in dieser Form noch einmal zu wiederholen und auch die restlichen Dörfer auf die Anwesenheit von Mauerseglern zu überprüfen und eventuell auch die Städte im Landkreis in die Erhebung mit einzubeziehen.

Die Studie zeigt, dass das Vorkommen von Mauerseglern im ländlichen Raum vor allem von der Dorfgröße beeinflusst wird, während die Umgebung bei der Wahl des Brutplatzes keine signifikante Rolle spielt. Um bessere Aussagen über die Präferenz von bestimmten Gebäudearten machen zu können, fehlen noch die Vergleichsdaten von Gebäuden, die potentiell für den Mauersegler als Brutplatz in Frage kämen, aber nicht genutzt werden.

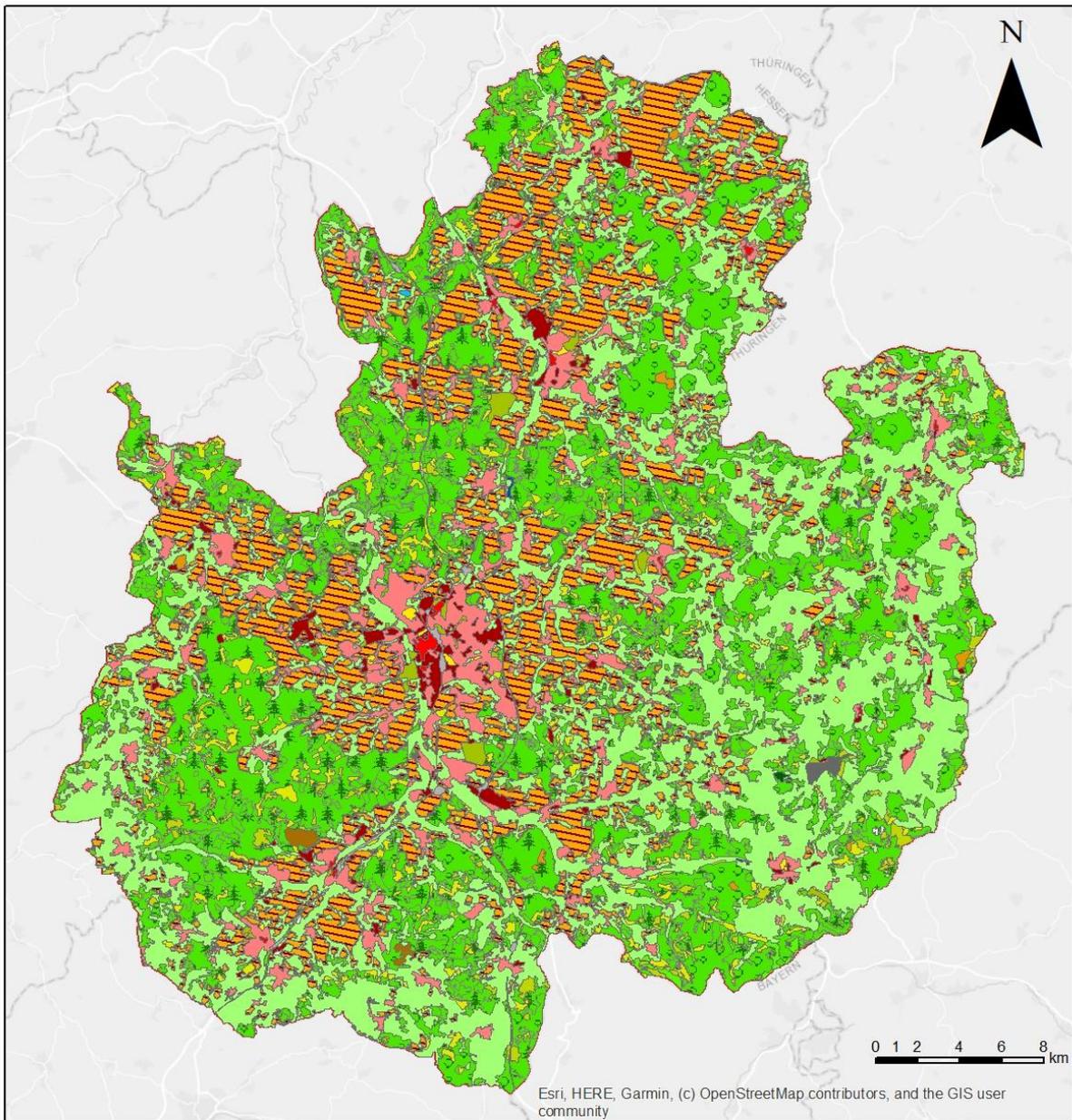
Fast die Hälfte aller erfassten Brutplätze wurden in Nistkästen festgestellt. Dies ist in jedem Falle für den Naturschutz eine gute Nachricht, da der Mauersegler auch im ländlichen Raum künstliche Nisthilfen offenbar gut anzunehmen scheint. Nistkästen stellen eine Möglichkeit der Kompensation von Sanierungsarbeiten dar. Es ist somit durchaus denkbar, dass Nistkästen die Population im Landkreis Fulda stützen und erweitern könnten. Gerade in den 42 der 198 erfassten Dörfer, in denen zwar Mauersegler gesichtet, jedoch kein Brutnachweis erbracht werden konnte, könnte das Anbringen von Nistkästen sinnvoll sein, um eine Ansiedlung durch gezielte Verbesserung der Nestplatzverfügbarkeit zu fördern.

Literatur

- Antonov, A. & D. Atanasova (2002): Cohabitation and nest-site selection of Common Swift (*Apus apus*) and Pallid Swift (*A. pallidus*). *Vogelwarte* 41: 231-239.
- Anwalt.org (2020). Bauvorschriften: Baurechtliche Bestimmungen für den Hausbau. <https://www.anwalt.org/bauvorschriften/> (zuletzt aufgerufen am: 22.01.2021).
- Arens, H. (2011). Zur Brutbiologie eines transponderberingten Mauerseglerpaares *Apus apus*. *Die Vogelwelt* 132: 153-160.
- BBR - Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (2001). Raumentwicklung und Raumordnung in Deutschland. Bonn: BBR.
- Biosphärenreservat Rhön (2021). Landkreis Fulda und seine Gemeinden im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön. <https://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/unesco-biosphaerenreservat/lage-und-eckdaten/landkreis-fulda/> (zuletzt aufgerufen am: 14.01.2021)
- BirdLife International (2015). *Apus apus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <https://www.iucnredlist.org/species/22686800/59991041> (zuletzt aufgerufen am: 04.01.2021).
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019). Ländliche Regionen verstehen – Fakten und Hintergründe zum Leben und Arbeiten in ländlichen Regionen. Berlin: BMEL.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014). 3. Nationaler Energieeffizienz Aktionsplan (NEEAP) 2014 der Bundesrepublik Deutschland - gemäß der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz (2012/27/EU). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Braun, M., H. Dannenmayer, K. Kramer, N. Rieder, K. Ruge & S. Schloss (1989). Gebäude im Siedlungsbereich - Lebensraum für Vogel- und Fledermausarten - Eine Anleitung. Karlsruhe.
- Butchart, S.H.M., M. Walpole, B. Collen, A. Van Strien, J.P.W. Scharlemann, R.E.A. Almond, J.E.M. Baillie, B. Bomhard, C. Brown, J. Bruno, K.E. Carpenter, G.M. Carr, J. Chanson, A.M. Chenery, J. Csirke, N.C. Davidson, F. Dentener, M. Foster, A. Galli, J.N. Galloway, P.D. Genovesi, R. Gregory, M. Hockings, V. Kapos, J. Lamarque, F. Leverington, J. Loh, M.A. McGeoch, L. McRae, A. Minasyan, M.H. Morcillo, T.E.E. Oldfield, D. Pauly, S. Quader, C. Revenga, J.R. Sauer, B. Skolnik, D. Spear, D. Stanwell-Smith, S.N. Stuart, A. Symes, M. Tierney, T.D. Tyrrell, J. Vié & R. Watson (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328: 1164-1168.
- Colombo, A. & P. Galeotti (1993). Nest-hole selection as defence measure in breeding Swifts (*Apus apus*). *Avocetta* 17: 1-6.
- De Margerie, E., C. Pichot & S. Benhamou (2018). Volume-concentrated searching by an aerial insectivore, the common swift, *Apus apus*. *Animal Behaviour* 136: 159-172.
- DG Environment News Alert Service (2012). Soil Sealing. European Commission's Directorate-General Environment: Science for Environment Policy.
- Deutsche Gesellschaft für Mauersegler e. V. (2021) Nisthilfen für Mauersegler. <https://www.mauersegler.com/nestingsupport/?L=0> (zuletzt aufgerufen am: 09.02.2021)

- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515.
- Falkenberg, M., J. Böhner, S. Salinger, W. Schulz, H. Strehlow, K. Witt & U. Tigges (2004). Mauersegler (*Apus apus*) in Berlin: lebensraumtypische Dichten und Bestand 2002. *Berliner ornithologischer Bericht* 14(2): 166-185.
- Glutz von Blotzheim U.N., K.M. Bauer & G. Niethammer (1980). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas: Vol. 9: Columbiformes – Piciformes*. Wiesbaden: Aula-Verlag.
- Gunawan, S. (2015). *Synanthropic Suburbia*. Waterloo: University of Waterloo.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- Hedenström, A., G. Norevik, K. Warfvinge, A. Andersson, J. Bäckman, J. & S. Åkesson (2016). Annual 10-month aerial life phase in the Common Swift *Apus apus*. *Current Biology* 26(22): 3066-3070.
- HMUKLV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2018). *Bauen im ländlichen Raum- Grundlagen zur Dorfentwicklung in Hessen*. Wiesbaden: Druckerei des Hessischen Statistischen Landesamtes.
- HSL – Hessisches Statistisches Landesamt (2020). Landkreis Fulda – Flächennutzung (Hauptnutzungsarten) https://www.landkreis-fulda.de/fileadmin/service/Formulare/09_wirtschaft_regionalentwicklung/Statistik/Gebiet_Landkreis_FD_20190101.pdf (zuletzt aufgerufen am: 14.01.2021)
- Hurst, J. & K. Westermann (2006). Brutverbreitung und Brutbestand des Mauerseglers (*Apus apus*) im Breisgau und in der südlichen Ortenau. *Naturschutz Südlicher Oberrhein* 4(2): 173-179.
- IBM Corp. (2020). *IBM SPSS Statistics for Windows: Vers. 27.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- IÖR – Leibnitz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (2018). *Flächenverbrauch und Zersiedelung – Ein Umweltproblem der Siedlungsentwicklung*. Dresden: IÖR
- Koskimies, J. (1947). On movements of the Swift, *Micropus a. apus* L., during the breeding season. *Ornis Fennica* 24: 106-111.
- Kovach, W.L. (2011). *Oriana – Circular Statistics for Windows: Vers. 4*. Pentraeth, Wales, U.K.: Kovach Computing Services.
- Küpper, P. (2016). *Abgrenzung und Typisierung ländlicher Räume – Thünen Working Paper 68*. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume.
- Lack, D. & D. Owen (1955). Food of the Swift. *Journal of Animal Ecology* 24(1): 120-136.
- Lack, D. (1956). *Swifts in a Tower*. London: Methuen & Co Ltd.
- Lack, D. (1958). Weather Movements of Swifts 1955–1957. *Bird Study* 5(3): 128-142.
- Mattes, H. (2012) Der Mauersegler *Apus apus* in Münster – Eine Bestandsschätzung für das Jahr 2003. *Charadrius* 48(2): 66-72.

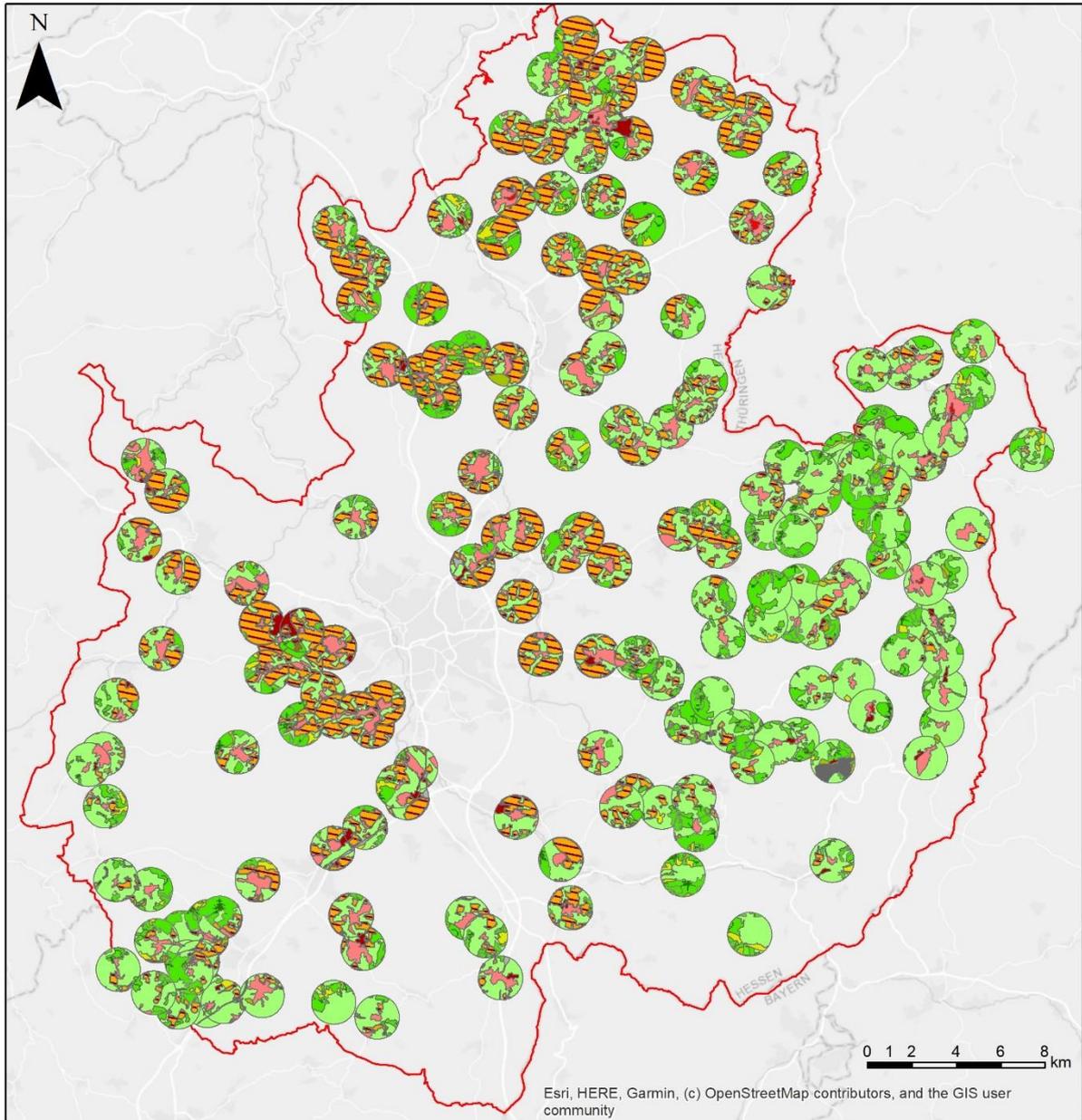
- NABU – Naturschutzbund Deutschland. (2021) Lebensraum Kirchturm - NABU und Kirchengemeinden gemeinsam für mehr Artenschutz. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/lebensraum-kirchturm/> (zuletzt aufgerufen am: 09.02.2021)
- Nöbauer, S., F. Schmeller & P. Griesberger (2018). Evaluation and improvement of a method for mapping Common Swifts *Apus apus* (Linnaeus, 1758). *Egretta* 56: 109-115.
- Rajchard, J., J. Procházka & P. Kindlmann (2006). Long-term decline in Common Swift *Apus apus* annual breeding success may be related to weather conditions. *Ornis Fennica* 83: 66-72.
- Schaub, T., P.J. Meffert & G. Kerth (2016). Nest-boxes for Common Swifts *Apus apus* as compensatory measures in the context of building renovation: Efficacy and predictors of occupancy. *Bird Conservation International* 26: 164-176.
- Schifferli, L., A. Schifferli & H. Blum (1984) Brutverbreitung von Mauersegler *Apus apus*, Mehlschwalbe *Delichon urbica* und Rauchschnalbe *Hirundo rustica* im Kanton Tessin und im Misox GR. *Der Ornithologische Beobachter* 81: 215-225.
- Scholl, I. & A. Beck (1996). Tiere am Gebäude. Winterthur.
- Scholl, I. (2016). Nistplätze für Mauer- und Alpensegler, 2. Auflage. Speicher: Druckerei Lutz AG.
- Sicurella, B., M. Caffi, M. Caprioli, D. Rubolini, N. Saino & R. Ambrosini (2015). Weather conditions, brood size and hatching order affect Common Swift *Apus apus* nestlings' survival and growth. *Bird Study* 62: 64-77.
- Stocker, M. (2011). Zierkonsolen als Mauersegler-Nistplätze - Das Wiener Modell. Im Auftrag der MA 22. <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/mauersegler-zierkonsolen.pdf> (zuletzt aufgerufen am: 04.01.2021)
- Thomson, D.L., H. Douglas-Home, R.W. Furness & P. Monaghan (1996). Breeding success and survival in the common swift *Apus apus*: a long-term study on the effects of weather. *Journal of Zoology* 239: 29-38.
- UN/DESA - United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- Von der Dunk, K. & K., Brünner (2013). Neue Erkenntnisse über Futterkugeln von Mauerseglern aus Ostmittelfranken / Bayern / BRD (Aves: *Apus apus* L. und Insecta varia). *Galathea* 29: 119-145.
- Weitnauer, E. (1975). Lebensdauer, Partnertreue, Ortstreue sowie Fernfunde beringter Mauersegler *Apus apus*. *Der Ornithologische Beobachter* 72(3): 87-100.
- Wortha, S. & E. Arndt (2004). Annahme von Nisthilfen durch den Mauersegler (*Apus apus*) in Berlin. *Berichte zum Vogelschutz* 41: 113-126.



CLC-Kategorien

	Durchgängig städtische Prägung		Wiesen und Weiden
	Nicht durchgängig städtische Prägung		Laubwälder
	Industrie und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen		Nadelwälder
	Straßen-, und Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen		Mischwälder
	Flughäfen		Natürliches Grünland
	Abbauflächen		Heiden und Moorheiden
	Deponien und Abraumhalden		Wald-Strauch-Übergangsstadien
	Städtische Grünflächen		Sümpfe
	Sport- und Freizeitanlagen		Wasserflächen
	Nicht bewässertes Ackerland		

Abbildung II: Übersichtskarte über das Projektgebiet Landkreis Fulda und die Corine-Land-Cover-Kategorien.



CLC-Kategorien

	Durchgängig städtische Prägung		Wiesen und Weiden
	Nicht durchgängig städtische Prägung		Laubwälder
	Industrie und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen		Nadelwälder
	Straßen-, und Eisenbahnnetze und funktionell zugeordnete Flächen		Mischwälder
	Flughäfen		Natürliches Grünland
	Abbauflächen		Heiden und Moorheiden
	Deponien und Abraumhalden		Wald-Strauch-Übergangsstadien
	Städtische Grünflächen		Sümpfe
	Sport- und Freizeitanlagen		Wasserflächen
	Nicht bewässertes Ackerland		

Abbildung III: Übersichtskarte des Projektgebiets mit den Landnutzungskategorien nach der Corine-Land-Cover (CLC). Eingezeichnet sind alle erhobenen Dörfer und die jeweiligen 1km-Puffer um ihre Brutplatz- oder Dorfmittelpunkte.

Tabelle I: Korrelationstabelle der zu untersuchenden Parameter für die verallgemeinerten linearen Modelle. Rot markiert sind Zusammenhänge mit einem $|r| > 0.6$.

		Dorffläche [ha]	A/U-Index	Seehöhe [m NN]	Distanz Fließgewässer [m]	Ackerland	Wiesen und Weiden	Nadelwälder	Laub- und Mischwälder
Gebäudeanzahl	<i>r</i>	0.964	0.798	0.002	0.044	0.215	0.038	-0.247	-0.294
	<i>p</i>	<0.001	<0.001	0.980	0.534	0.002	0.591	<0.001	<0.001
Dorffläche [ha]	<i>r</i>		0.837	-0.039	0.039	0.179	0.065	-0.255	-0.264
	<i>p</i>		<0.001	0.582	0.584	0.012	0.365	<0.001	<0.001
A/U-Index	<i>r</i>			0.028	0.077	0.236	0.044	-0.288	-0.325
	<i>p</i>			0.701	0.281	0.001	0.541	<0.001	<0.001
Seehöhe [m NN]	<i>r</i>				0.072	0.065	0.061	-0.108	-0.162
	<i>p</i>				0.310	0.362	0.391	0.130	0.022
Distanz Fließgewässer [m]	<i>r</i>					-0.087	0.124	-0.116	0.030
	<i>p</i>					0.225	0.082	0.104	0.678
Ackerland	<i>r</i>						-0.747	-0.278	-0.463
	<i>p</i>						<0.001	<0.001	<0.001
Wiesen und Weiden	<i>r</i>							-0.254	-0.025
	<i>p</i>							<0.001	0.731
Nadelwälder	<i>r</i>								0.077
	<i>p</i>								0.279