

Historische Gebäude als biodiverser Lebensraum und Objekt der Denkmalpflege

Abschlussbericht

Das Forschungsprojekt wurde aus Mitteln der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU (AZ 31386-45)
und der
**Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BBSR (AZ SWD-10.08.18.7-14.23)**
gefördert.

Die Verantwortung für den Bericht liegt bei den Autoren.

Erstellt von

Daniela Fleischmann, Stiftung FLEDERMAUS
Insa Christiane Hennen, Bauforschung – Denkmalpflege
Jeannine Meinhardt, IDK
Martin Biedermann, NACHTaktiv
Inken Karst, NACHTaktiv
Holger Niewisch, Ingenieurbüro Niewisch
Wigbert Schorcht, NACHTaktiv
Martin Hellmann, Stiftung FLEDERMAUS

November 2016

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de





Stiftung FLEDERMAUS
Schmidtstedter Straße 30a
99084 Erfurt
www.stiftung-fledermaus.de

Institut für Diagnostik und
Konservierung in Sachsen und
Sachsen-Anhalt e.V. (IDK)
Domplatz 3
06108 Halle
www.idk-info.de

Bauforschung-Denkmalpflege
Burgenhausenstraße 5
06886 Lutherstadt Wittenberg

Büro NACHTaktiv – Biologen für
Fledermauskunde GbR
Schweina, Erfurt, Walldorf/Werra
www.nacht-aktiv.net

Ingenieurbüro Niewisch
Clausewitzstraße 5
10629 Berlin



Institut für Diagnostik
und Konservierung an Denkmälen
in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	6
2	GRUNDLAGEN	9
2.1	FLEDERMÄUSE IN GEBÄUDEN	9
	LEBENSÄÄUME EINHEIMISCHER FLEDERMÄUSE	9
	FLEDERMÄUSE IN GEBÄUDEN	10
	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN EINZELNEN FLEDERMAUSARTEN	12
	ANZEICHEN FÜR DIE ANWESENHEIT VON FLEDERMÄUSEN.....	14
2.2	DENKMALGESCHÜTZTE BAUWERKE UND DÄCHER.....	15
	BAUDENKMALE: TRÄGER HISTORISCHER INFORMATIONEN.....	16
	ERHALTUNG VON BAUDENKMALEN.....	18
	DENKMALPFLEGE: ZUSAMMENARBEIT VIELER SPEZIALISTEN.....	21
	TYPISCHE ARBEITEN AN DÄCHERN HISTORISCHER GEBÄUDE.....	23
	HOLZSCHUTZ.....	25
2.3	BAUDENKMALE ALS LEBENSRAUM VON FLEDERMÄUSEN:	27
	SCHNITTSTELLE ZWISCHEN ARTENSCHUTZ UND DENKMALSCHUTZ	27
2.3.1	BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER FLEDERMÄUSE DURCH BAUARBEITEN AM/IM QUARTIER	27
2.3.2	GEFÄHRDUNG DER FLEDERMÄUSE DURCH CHEMISCHE HOLZSCHUTZMITTEL.....	29
2.3.3	BAUEN MIT RÜCKSICHT AUF FLEDERMÄUSE	30
	FLEDERMAUSVERTRÄGLICHER BAUABLAUF.....	30
	FLEDERMAUSVERTRÄGLICHE GERÜSTE, ERHALT VON EINFLUGÖFFNUNGEN UND LEITSTRUKTUREN	30
	ERHALT DER KLIMATISCHEN BEDINGUNGEN IM FLEDERMAUSQUARTIER	31
	HOLZSCHUTZ IM FLEDERMAUSQUARTIER.....	31
2.4	VON FLEDERMÄUSEN VERURSACHTE BEEINTRÄCHTIGUNGEN AM BAUWERK.....	32
2.5	FLEDERMAUS-LEITFÄDEN UND MANAGEMENTPLÄNE – LITERATURAUSWERTUNG.....	35
2.6	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	39
2.6.1	FLEDERMAUSCHUTZ.....	39
2.6.2	DENKMALSCHUTZ.....	41
2.6.3	ARBEITSSCHUTZ.....	42
2.7	ERGEBNISSE DER IN-AUGENSCHENNAHME VON GROSSDÄCHERN MIT FLEDERMÄUSEN ..	43
3.	ERGEBNISSE VON UNTERSUCHUNGEN AN FLEDERMAUSQUARTIEREN IN GROSSDÄCHERN	47
3.1	EINFLÜSSE DES QUARTIERS/ VON EIGENSCHAFTEN DES QUARTIERS AUF FLEDERMÄUSE ..	47
3.1.1	RAUMKLIMATISCHE MESSUNGEN IN AUSGEWÄHLTEN FLEDERMAUSQUARTIEREN ...	47
3.1.2	POPULATIONSENTWICKLUNG VON AUSGEWÄHLTEN KOLONIEN DES GROSSEN MAUSOHRs UND DER KLEINEN HUFSENNASE.....	56

GROSSES MAUSOHR	57
KLEINE HUFEISENNASE	65
3.1.3 BESTIMMUNG DES GESCHLECHTERVERHÄLTNISSES IN WOCHENSTUBEN DER KLEINEN HUFEISENNASE ANHAND DER RUFHÖHE	70
3.2 EINFLÜSSE VON HOLZSCHUTZMITTELRÜCKSTÄNDEN AUF DIE FLEDERMÄUSE.....	79
3.2.1 HOLZUNTERSUCHUNGEN	79
3.2.2 STAUBIMMISSIONSMESSUNGEN	80
PASSIVE STAUBERFASSUNG.....	80
AKTIVE STAUBERFASSUNG	87
3.3 VON FLEDERMÄUSEN VERURSACHTE GEFÄHRDUNGEN AN BAUWERKEN.....	89
3.3.1 HARNSTOFFGEHALT	89
3.3.2 HOLZFEUCHTEMESSUNGEN	91
3.3.3 ENTNAHME UND ANALYSE WEITERER BIOLOGISCHER PROBEN.....	97
3.4 VORRICHTUNGEN ZUM SCHUTZ DER BAUSUBSTANZ VOR KOT UND URIN DER FLEDERMÄUSE (MUSTERFLÄCHEN)	112
3.4.1 BISHER GÄNGIGE SCHUTZMATERIALIEN	113
3.4.2 NEUE ÜBERLEGUNGEN	115
3.4.3 BEISPIELE GUTER FACHLICHER PRAXIS	134
4. FAZIT	142
5. LEITFADEN	145
LITERATURVERZEICHNIS	184
DANKSAGUNG	189
ANHANG	190

1 EINLEITUNG

Fledermäuse sind oft in historischen Gebäuden anzutreffen. Sie bewohnen Dachräume, Kirchtürme, Treppenhäuser, Mauern und Keller, nutzen unterschiedliche Raumangebote und Temperaturzonen, die für die Entwicklung und Aufzucht der Jungtiere günstig sind oder das Überleben im Winter ermöglichen. Manche dieser Sommer- oder Winterquartiere haben keine menschliche Nutzung mehr und drohen deshalb als „nutzlos“ gewordene Bauwerke verloren zu gehen. In anderen Fällen soll die Nutzung intensiviert oder das Gebäude energetisch optimiert werden, so dass sich die Bedingungen für die Fledermäuse ändern. Naturfreunde, Gesetzgeber und Behörden bemühen sich in diesem Spannungsfeld um den Erhalt der bestehenden Fledermaus-Quartiere.

Die meisten historischen Großdächer gehören zu Kirchen und Schlössern, Fabriken u. ä. großen Gebäuden. Allein im Verantwortungsbereich der Evangelischen Kirche Mitteldeutschlands befinden sich rund 4000 Kirchen. Als Zeugnisse der Kunst- und Kulturgeschichte sind diese Bauten erhaltungswürdig. Viel Sachverstand und Geld werden aufgewandt, um den Verfall dieser Identifikationsobjekte abzuwenden und ihre historische Aussage für künftige Generationen zu erhalten. Die kulturelle Bedeutung des Baudenkmals muss der Öffentlichkeit immer wieder vermittelt werden, um den Einsatz öffentlicher Finanzen zu rechtfertigen.

Das gleichzeitige Bewahren der historischen Bausubstanz wie des Fledermausquartiers ist in der Regel ohne größere Schwierigkeiten möglich, wenn sich die Beteiligten rechtzeitig abstimmen. Nur in Extremfällen gefährden die Tiere die Bausubstanz. Bei Instandsetzungen kann fast immer auf die Belange der Tiere so Rücksicht genommen werden, dass der zusätzliche Aufwand zumutbar bleibt.

Im Projekt wurden die Schnittstellen und Berührungspunkte von Denkmalschutz und Artenschutz beleuchtet sowie Konfliktpotentiale herausgearbeitet: Altlasten aus Holzschutzmittelbehandlungen können die Tiere ebenso wie die Gebäudesubstanz gefährden, die Ausscheidungen der Fledermäuse können die Bausubstanz beeinträchtigen, menschliche Nutzungsanforderungen können mit denen der tierischen Bewohner kollidieren, manchmal steht die Rücksicht auf die Belange der Fledermäuse einem kosten- und zeitsparenden Bauablauf entgegen. Arbeitsschutzaspekte sind bei der Pflege von Fledermausquartieren zu berücksichtigen.

Ziel des Projektes war es, einerseits praktikable Empfehlungen für Eigentümer von historischen Großdächern, ob anerkanntes Baudenkmal oder nicht, und andere Entscheidungsträger zu formulieren, um diesen die fledermausverträgliche Erhaltung ihrer Bauten zu erleichtern. Gleichzeitig sollte bei den Natur- und Artenschützern ein besseres Verständnis für die Belange des

Denkmalschutzes geschaffen werden. Die Empfehlungen für die Praxis sind im Leitfaden zusammengefasst

Ergebnisse von Versuchen mit im Projekt entwickelten und an Musterflächen erprobten Vorrichtungen zum Schutz der Bausubstanz vor Schäden durch Ausscheidungen der Fledermäuse sind in diese Handreichung ebenso eingeflossen wie vorbildliche Lösungen für spezielle Bauaufgaben.

Die theoretischen und praktischen Teile des Projektes zielten darauf ab, vermutete oder allgemein angenommene Wechselwirkungen zwischen den Fledermäusen und der Bausubstanz objektivierbar nachzuvollziehen und möglichst auch nachzuweisen. Kurz gesagt: Welche Einflüsse hat das jeweilige Quartier auf die Fledermauspopulation und welchen Einfluss üben die Tiere unter Umständen auf das Bauwerk, welches sie als Quartier nutzen, aus? Hierbei stand das mit den Ausscheidungen (größerer) Fledermauspopulationen verbundene Schadenspotential im Mittelpunkt des Interesses. Es wurden Holzuntersuchungen und Holzfeuchtemessungen vorgenommen und mit Klimamessungen (Raumtemperatur, relative Luftfeuchte) ins Verhältnis gesetzt. An den zum Schutz der Bausubstanz angelegten Musterflächen wurden Sekundäreffekte wie die Kondensatbildung unter Schutzfolien oder Schimmelbildungen auf Holzoberflächen untersucht.

Die Beschreibung und das Verstehen von Zusammenhängen zwischen bestimmten Quartierseigenschaften und der Populationsentwicklung erwies sich demgegenüber – erwartungsgemäß – als wesentlich schwieriger, da neben den jeweiligen baulichen Gegebenheiten im Quartier zahlreiche andere Faktoren außerhalb dessen eine Rolle spielen können.

Der Lebensraum der Fledermäuse, das „**Habitat**“, stellt sich als sehr komplexes Gefüge dar, in dem das **Quartier**, hier das vor allem im Sommerhalbjahr von der Wochenstube genutzte Großdach, nur ein Teil des Ganzen ist. Im für die Fledermäuse relevanten, manchmal viele Quadratkilometer großen Umfeld besteht beispielsweise ein spezifisches Nahrungsangebot, das seinerseits u. a. klimatischen Einflüssen unterliegt wie insgesamt die Tiere von Niederschlägen und Temperaturbedingungen beeinflusst werden. Nicht nur im Quartier, sondern auch, vielleicht vor allem, in dessen Umgebung treten Veränderungen ein: Hochbauten und Verkehrswege kommen hinzu oder verschwinden, Flächen werden versiegelt, die Forst- und Landwirtschaft, auch neue Formen der Energiegewinnung (Windenergieanlagen) wirken sich auf die Habitate aus, von ganz und gar unkontrollierten Ereignissen wie Naturkatastrophen ganz zu schweigen.

Es ist deshalb nicht möglich, ein Habitat oder gar einen Quartierverbund erschöpfend zu beschreiben. Stattdessen werden z. B. als Grundlage für Managementpläne, die FFH-Objekte oder FFH-Gebiete schützen sollen, bestimmte „Standardmerkmale“ erfasst, also ausgewählte Merkmale, und damit gewisse Unschärfen in Kauf genommen.

Bei Quartieren, die im Rahmen eines FFH-Managements regelmäßiger Kontrolle unterliegen, werden Veränderungen am Objekt wie auch in der näheren und fernen Umgebung protokolliert, um ggf. im Nachgang Zusammenhänge erkennen zu können. Dass dabei nicht alle Einflussfaktoren erkannt werden können, versteht sich von selbst. Jede Population unterliegt ihren spezifischen Bedingungen. Die Tiere reagieren auf Veränderungen und, versuchen Störungen auszugleichen. Schwankungen in der Entwicklung der jeweiligen Population lassen sich dem entsprechend nur selten nachweisbar auf einzelne Einflussfaktoren zurückführen.

Der Erhalt eines Fledermausquartiers in einem historischen Dach ist trotz alledem ein wichtiger Baustein des Artenschutzes. Wegen der, gemessen am Habitat, gegebenen Überschaubarkeit des Objektes ist er in den meisten Fällen recht einfach zu realisieren. Die Quartiererhaltung stand deshalb von Anfang an im Mittelpunkt des Projektes.

Der „Selbstversuch“ der Projektbeteiligten, sich auf die Perspektive der jeweiligen „Gegenseite“ einzulassen, erwies sich streckenweise als schwierig, letztlich aber lohnend: die Erhaltung historischer Großdächer liegt im Interesse von Mensch und Tier, von Denkmal- und Artenschutz. Sie erfordert viel Geduld und die Bereitschaft zur Kommunikation und sachlichen Vermittlung des jeweiligen Anliegens.

Im vorliegenden Bericht wird zunächst im Sinne der Grundlagenermittlung allgemeiner beschrieben, wie und weshalb bestimmte Fledermäuse Gebäude nutzen. Eigenschaften von Baudenkmalen werden ebenso dargestellt wie „typische“ Baumaßnahmen und –abläufe. Mögliche Berührungspunkte zwischen Arten- und Denkmalschutz werden aufgezeigt, zentrale gesetzliche Grundlagen überblicksartig vorgestellt, ebenso die Ergebnisse von Literaturrecherchen und Befahrungen, die die Projektbeteiligten unternahmen, um einen Überblick zu bekommen und Objekte für vertiefende Untersuchungen ausfindig zu machen.

Anschließend werden die Ergebnisse der Untersuchungen zum Einfluss des Quartiers auf die Fledermauspopulationen und zum Einfluss der Fledermäuse auf das von ihnen genutzte Bauwerk präsentiert, um schließlich auf die Resultate der erprobten Schutzmaßnahmen gegen Schäden durch Fledermaus-Ausscheidungen an Objekten in den Bundesländern Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt einzugehen, wie auch die Beobachtungen zu Sekundäreffekten mitzuteilen, also etwa der Kondensatbildung unter Schutzfolien.

Die praxisrelevanten Ergebnisse sind in den Leitfaden eingeflossen.

2 GRUNDLAGEN

Zum Verständnis des Projektansatzes wurden zu Beginn der Bearbeitung die Ansprüche der in Großdächern vorkommenden Fledermausarten beschrieben wie auch die typischen Eigenschaften von Baudenkmalen, insbesondere Großdächern. Zahlreiche Leitfäden zum Schutz von Fledermäusen wurden ausgewertet, die rechtlichen Grundlagen recherchiert und überblicksartig dargestellt.

Im Rahmen von Befahrungen wurden etliche Quartiere in Baudenkmalen in Augenschein genommen, ihre wesentlichen Charakteristika erfasst und die Objekte grob klassifiziert.

2.1 FLEDERMÄUSE IN GEBÄUDEN

LEBENSRÄUME EINHEIMISCHER FLEDERMÄUSE

Alle heimischen Fledermausarten sind auf bereits vorhandene Versteckmöglichkeiten angewiesen. Sie suchen in ihren Quartieren Schutz vor Wind, Wetter und Feinden. Sie halten sich dort tagsüber auf („übertragen“), ziehen ihre Jungen groß, paaren sich oder überwintern. Männliche Tiere leben oft einzeln oder in kleinen Gruppen getrennt von den Weibchen und sind weniger anspruchsvoll in ihrer Quartierwahl. Weibchen versammeln sich im Sommer in Kolonien (sog. Wochenstubengesellschaften) und haben spezifische Ansprüche an ihre Quartiere wie ein warmes Mikroklima, Ungestörtheit oder die Nähe zu rentablen Jagdgebieten. Die Ansprüche an das Quartier verändern sich im Laufe eines Jahres, weshalb Fledermäuse häufig zwischen unterschiedlichen Quartiertypen wechseln. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen kalten Winterquartieren (in der Regel unterirdische Strukturen wie Höhlen, Keller, Stollen) und warmen Sommerquartieren, wozu die hier im Mittelpunkt stehenden Großdächer gehören. Diese werden im mitteldeutschen Raum vor allem von der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) und dem Großen Mausohr (*Myotis myotis*) genutzt.

Manche Fledermausarten pendeln in den Übergangszeiten zwischen den Saisonquartieren oder suchen andere Zwischenquartiere auf; dies ist häufig der Fall bei Arten, die zwischen Sommer und Winterquartieren weite Strecken zurücklegen. Zusätzlich zu diesen Quartieren gibt es auch noch Schwarmquartiere, in welchen sich die beiden Geschlechter im Spätsommer verpaaren, und Ruhe- oder Rastplätze, an welchen sich die Tiere bei der Unterbrechung der nächtlichen Nahrungssuche aufhalten (Gebhard 1997).

Im Sommer kann man zwischen Höhlen-, Baumhöhlen- und Spaltenquartieren unterscheiden. Baumhöhlen sind klein und bieten somit nur kleinen Kolonien Platz. Sie sind nicht so dauerhaft wie Höhlen, wodurch baumhöhlenbewohnende Fledermäuse häufig viele Quartiere kennen und oft zwischen diesen wechseln. Spaltenquartiere z. B. unter abstehender Borke eines Baumes, sind in der Regel nicht langlebig, weshalb Fledermäuse, die diese Quartiere nutzen, ebenfalls häufig ihre Quartiere

wechseln. Höhlen sind in Deutschland selten und für die Jungenaufzucht meist zu kalt. Durch die menschliche Bautätigkeit konnten sich Fledermausarten, die ursprünglich nur im Mittelmeerraum vorkamen, nach Norden hin ausbreiten. Sie haben eine enge Bindung an ihre Quartiere und nutzen diese durchgehend im Sommer und über Jahre und Generationen hinweg.

Reine Waldfledermäuse, wie beispielsweise die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) oder Nymphenfledermaus (*Myotis alcathoe*), finden ihre Sommerquartiere und ihre Jagdgebiete in Wäldern. Reine Gebäudefledermäuse, wie z.B. das Graue Langohr (*Plecotus austriacus*) oder die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), übertagen in Gebäuden und jagen im Offenland. Viele Arten nutzen beide Lebensräume, sind flexibler und nutzen sowohl Baumhöhlen als auch kleine Hohlräume an Gebäuden als Tagesquartier, z.B. das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) oder die Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*).

Auf die Höhlen- und Spaltenquartiere soll an dieser Stelle nur cursorisch eingegangen werden. Auch kann die Bandbreite der Habitate und ihrer Eigenschaften, zu denen die Quartiere gehören, nur im Kontext der Objekte, die als Vertiefungsfälle weitergehend untersucht wurden, angedeutet werden.

Fledermäuse gelten als quartiertreu und bewohnen sowohl ihre Sommer- als auch ihre Winterquartiere über mehrere Jahre oder sogar Jahrzehnte (Dietz et al. 2007). Somit ist der Erhalt der Quartiere essentiell und erklärt den gesetzlich verankerten Schutz der Fortpflanzungs- und Ruhestätten der Tiere (siehe Kapitel 2.6.1). Da besonders die Weibchen in ihren Wochenstuben eine enge Bindung an ihre Quartiere aufweisen, kann die Störung eines Quartieres oder dessen Verschluss zum Verlust einer ganzen Kolonie führen.

FLEDERMÄUSE IN GEBÄUDEN

Durch die moderne Land- und Forstwirtschaft wird die Anzahl der natürlichen Quartiere immer mehr vermindert (z.B. Verlust von Baumhöhlen) und/oder die Qualität der Quartiere verschlechtert (z.B. Verschlechterung der Jagdgebiete durch den Wegfall von Streuobstwiesen). Fledermäuse werden dadurch immer abhängiger von künstlichen Quartieren, Gebäude oder Fledermauskästen.

Grundsätzlich lassen sich typologisch Raumquartiere und Spaltenquartiere unterscheiden. Raumquartiere sind meist gut sichtbar und für Menschen begehbar. Es handelt sich oft um Dachböden, Türme oder andere vom Menschen geschaffenen Strukturen, große Hohlräume in Bäumen, Höhlen oder andere unterirdische Strukturen. Hier können Fledermäuse frei hängen und sogar umherfliegen. Im Gegensatz dazu stehen Spaltenquartiere unter Dächern, hinter Fensterläden, an Gebäudefassaden oder in Felsen. Diese können zwar eine relativ große Ausdehnung haben, Fledermäuse können jedoch nicht darin fliegen und hängen in der Regel im engen Körperkontakt und/oder im Kontakt mit den

Quartierwänden. Spaltenquartiere finden die Fledermäuse auch in Raumquartieren, wenn sie z. B. Mauerspalten oder Zapfenlöcher im Gebälk nutzen.

In und an Gebäuden ist es Fledermäusen oftmals möglich, sich je nach Bedarf das günstigste Quartier bzw. den optimalen „**Hangplatz**“ auszusuchen und mitunter (mehrmals) täglich zwischen den einzelnen Plätzen zu wechseln. Gerade in Großdächern von Kirchen oder anderen historischen Gebäuden gibt es Hangplätze mit unterschiedlichen Mikroklimata; entweder weil Teile des Daches abgetrennt wurden, weil die Sonne unterschiedlich einstrahlen kann oder weil sich die Wärme im Firstbereich staut. Großdächer bieten neben den unterschiedlichen Temperaturbereichen viel Raum für viele Tiere, weshalb gerade dort die einheimische Fledermausart mit den höchsten Individuenanzahlen – das Große Mausohr – am häufigsten anzutreffen ist.

Ein weiteres Merkmal von Großdächern ist, dass dort in der Regel mehrere Ein- und Ausflugsöffnungen vorhanden sind und dass diese in der Regel auch relativ groß sind (z.B. geöffnete Fenster). Im Gegensatz zu allen anderen Fledermausarten, welchen eine kleine Öffnung ausreicht und die oft in der Nähe einer Öffnung landen und durch die Öffnung hindurch krabbeln, muss Hufeisennasen der Zugang zu den Quartieren im Flug möglich sein.

Zudem sind viele historische Gebäude wie Schlösser oder Burgen umgeben von Parks, Gärten und Seen, die nicht nur geeignete Jagdgebiete für viele Fledermausarten darstellen, sondern auch gleichzeitig die Quartiere mit weiter entfernten Jagdgründen verbinden. Viele Arten wie beispielsweise auch die Kleine Hufeisennase fliegen in der Regel nicht über freie Flächen sondern sehr strukturgebunden, sie benötigen „Leitstrukturen“ wie Büsche oder Hecken, um von einem Ort zum nächsten zu gelangen.

Manche Arten sind wie die Kleine Hufeisennase auf einen Quartierverbund angewiesen, d. h. die Kolonien nutzen mehrere Quartiere in räumlicher Nähe während der unterschiedlichen Phasen der Jungenaufzucht oder wechseln die Quartiere bei Störungen. Zu diesem Quartierverbund gehören auch unterirdische Quartiere, die häufig nach dem Ausflug aus der Wochenstube als erstes aufgesucht werden.

Die Ansprüche der Fledermäuse an ihre Quartiere können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Störungsfrei
- Nicht/wenig beleuchtet bzw. angeleuchtet
- Frei zugänglich (für Fledermäuse)
- Nicht zugänglich für Fressfeinde (z.B. Eulen, Katzen, Marder, ...)
- Zugluftfrei (vor allem die Dachböden)
- Stabiles Mikroklima oder Ausweichmöglichkeiten mit unterschiedlichen Mikroklimata

- Gute Anbindung an die Jagdgebiete

Andersherum ausgedrückt heißt das, dass die Beleuchtung von Gebäuden oder Innenräumen, der Aufenthalt von Personen im Dachraum, Baulärm, Eingriffe in die direkte Umgebung des als Quartier genutzten Daches oder in dessen Zugänglichkeit und Klima die dort lebenden Tiere stören können. Ein besonderes Problem stellen chemische Eingriffe, also Holzschutzbehandlungen dar (s. 2.3.3 u. 3.2).

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN EINZELNEN FLEDERMAUSARTEN

Wie erwähnt unterscheiden sich die Fledermausarten hinsichtlich ihrer Lebensweise und der Gebäudenutzung. Die nachfolgende Übersicht stellt die Arten vor, die regelmäßig in und an Gebäuden angetroffen werden. (Tab. 1),

Die Ansprüche einer Art an ihr Quartier sind jedoch nicht immer gleich. So können Arten, die üblicherweise als typische Baumbewohner bekannt sind, auch alternative Wohnstrategien entwickeln und in Gebäuden oder Felsspalten leben, wenn in ihrem Lebensraum keine oder kaum Bäume vorhanden sind (Gebhard 1997). Somit muss man theoretisch mit allen Arten in oder an Gebäuden rechnen.

Tabelle 1. Übersicht über gebäudebewohnende Fledermausarten (Angabe der Quartiere und Koloniegrößen der Wochenstuben, wobei in den meisten Fällen die Männchen die gleichen Quartiertypen nutzen; nach Dietz et al. 2007).

Fledermausart	Sommerquartier	Winterquartier	Koloniegröße
Breitflügelfledermaus (<i>Eptesicus serotinus</i>)	Warme Spalten an und in Gebäuden; Quartiere werden häufig gewechselt	In Gebäuden (in Zwischendecken), Höhlen	10-60 (in Einzelfällen bis zu 300)
Nordfledermaus (<i>Eptesicus nilsonii</i>)	In Zwischendächern und Wandverkleidungen von Häusern, selten in Baumhöhlen	Bergwerke, Bunker, Höhlen	20-50 (in Einzelfällen bis zu 1509)
Zweifarbflodermäus (<i>Vespertilio murinus</i>)	Spalten an Gebäuden, in Scheunen, an hohen Gebäuden und in Felsspalten	An Gebäuden (meist Hochhäuser oder andere hohe Gebäude), Felswände	20-60 (aber auch bis zu 200)
Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	Meist in Spalten an Gebäuden, z.B. hinter Fensterverkleidungen	Ebenfalls an Gebäuden; große Gruppen in unterirdischen Strukturen	50-100

Fledermausart	Sommerquartier	Winterquartier	Koloniegröße
Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Meist in Baumhöhlen; im südlichen Verbreitungsgebiet jedoch an Gebäuden hinter Fassadenkästen oder in Rollladenkästen	Dickwandige Baumhöhlen, Spalten an Gebäuden und Brücken, Felsspalten	20-60
Kleinabendsegler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	Meist in Baumhöhlen, in Deutschland jedoch auch in Dachräumen von Gebäuden	Baumhöhlen, teilweise an Gebäuden	50-100 (in Irland sind auch Gebäudewochenstuben mit bis zu 1.000 Tieren bekannt)
Graues Langohr (<i>Plecotus austriacus</i>)	Meist in Gebäuden in Dächern; oft in Spalten aber auch frei hängend am Dachfirst	Unterirdische Strukturen, teilweise auch in den im Sommer bewohnten Dachräumen	10-30 (in Einzelfällen bis zu 100)
Großes Mausohr (<i>Myotis myotis</i>)	In Dächern und Kirchtürmen, teilweise in Brücken; Einzelnachweise in Kellern oder unterirdischen Gängen (meist jedoch nur nach Verlust des ursprünglichen Dachbodenquartiers)	Höhlen und Keller	50-1.000 (in Ausnahmefällen bis zu 5.000)
Kleine Hufeisennase (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	Meist in Dachböden, teilweise in Heizungskellern; meist werden Gebäudekomplexe im Verbund genutzt; im südlichen Verbreitungsgebiet häufig in Höhlen	Karsthöhlen, Stollen, große Bergkeller	10-200 (selten bis zu 800 Weibchen)
Große Hufeisennase (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Dachräume, im südlichen Verbreitungsgebiet häufig in Höhlen oder Stollen	Höhlen und Bergwerke	20-200 (im südlichen Verbreitungsgebiet bis 1.000)

Bechsteinfledermäuse sind normalerweise reine Waldfledermäuse und übertagen bevorzugt in Baumhöhlen, wurden jedoch auch schon in Kirchendachböden angetroffen (Fairon et al. 1995). Die meisten kleinen *Myotis*-Arten, Mopsfledermäuse und Braune Langohren nutzen immer wieder Dachböden oder Fledermauskästen. Wimperfledermäuse benötigen, wie Große Mausohren und

Hufeisennasen, große Quartiere (Großdächer von Kirchen, Schlössern, ...), in denen sie frei hängen und sich im Flug bewegen können.

Bei unseren Untersuchungen haben wir uns auf Große Mausohren und Kleine Hufeisennasen und deren Quartiere in Großdächern konzentriert, da von beiden Arten in Mitteldeutschland genügend Quartiere bekannt sind und diese Quartiere teilweise über Jahre hinweg betreut werden und somit Kenntnisse über die Anzahl der Tiere und die Entwicklung der Kolonien vorliegen. Die beiden Arten unterscheiden sich nicht nur in ihrer Körpergröße, sondern unter anderem auch darin, dass die Großen Mausohren sehr große Kolonien bilden mit 50 -1.000 Weibchen (in Mitteleuropa selten bis zu 5.000; Dietz & Kiefer 2014) und die Kleinen Hufeisennasen kleine Kolonien mit 1-200 Individuen (selten bis 800; mit einem Männchenanteil von bis zu 20%; Dietz & Kiefer 2014). Die Hinweise zum fledermausverträglichen Umgang mit den Quartieren lassen sich jedoch auch auf andere Arten, die in Gebäuden anzutreffen sind, übertragen.

ANZEICHEN FÜR DIE ANWESENHEIT VON FLEDERMÄUSEN

Ob überhaupt Fledermäuse im Gebäude sind, ist für den Laien meist schwer erkennbar. Die meisten Arten sind recht klein, tagsüber eher wenig aktiv, sie verändern ihre Position innerhalb eines Quartiers je nach Temperaturpräferenz, hängen nicht frei, sondern „verstecken“ sich bevorzugt geschützt in Spalten und Ritzen.

Manchmal ist es möglich, die **Tiere** direkt zu finden, wenn sie an Dachlatten oder am Firstbalken hängen. Kolonien des Großen Mausohrs (Abb. 1) umfassen meist mehrere hundert bis tausend Individuen und sind somit in ihren Quartieren kaum zu übersehen. Schwerer zu finden sind die Tiere, die sich in enge Spalten im Mauerwerk oder zwischen Wänden und Balken zurückziehen.

Neben den frei hängenden Tieren sind die offensichtlichsten Spuren **Kot** (Abb. 1) oder **Nahrungsreste**, etwa die Flügel von Nachtfaltern. Trockene Kotpellets kann man (im Gegensatz zum kompakten Mäusekot) einfach zwischen (dem behandschuhten!) Zeigefinger und Daumen verreiben und pulverisieren. Da sich alle einheimischen Fledermäuse von Insekten und anderen Wirbellosen ernähren, deren Chitinpanzer sie nicht verdauen, enthält der Kot glitzernde Überreste der Panzer. Anhand der Größe und der Zusammensetzung der Kotpellets können Experten teilweise die Fledermausart bestimmen. Manchmal finden sich auch einzelne **tote Fledermäuse** oder **Skelette** an, die auffallen, wenn der Kot nicht regelmäßig entfernt wird und/oder wenn es sich um sehr große Wochenstuben handelt. In diesen Fällen ist eine Artbestimmung gut möglich. Skelette von Tieren, die einzeln oder in Spalten hängen, sind meist nur schwer zu finden.

Andere Hinweise auf das Vorhandensein von Fledermäusen sind **partielle Verfärbungen** an Balken oder Wänden (Abb.1), die durch das Körperfett der Tiere entstehen, die sich an diese Flächen anhängen. Glänzende oder farbig gefasste Oberflächen, Holz, Metalle oder polierte Steine können

durch den **Urin** der Tiere angegriffen werden. Fußbodendielen oder Gebälk können durch Urin nass sein. Regelmäßig genutzte Quartiere können außerdem einen „**fledermausigen**“ **Geruch** haben, vor allem wenn es sich um sehr große Wochenstuben handelt oder wenn eine ausreichende Ventilation nicht sichergestellt ist. Besonders bei großen Wochenstuben ist es auch möglich die Tiere zu **hören**. Besonders kurz bevor die Tiere abends ausfliegen und bei hohen Temperaturen verständigen sie sich mittels Soziallauten, die auch für Menschen hörbar sind.



Abbildung 1. Große Mausohren in ihrem Quartier in Hundhaupten. Zu sehen sind außer den Tieren auch Kotkümel am (Leiter-) Holz sowie Verfärbungen an der Mauer sowie an den Holzbalken.

2.2 DENKMALGESCHÜTZTE BAUWERKE UND DÄCHER

Fledermäuse, die ein Kirchendach oder einen Turm (Abb.2) als Quartier beziehen, tun dies nicht, weil sie sich für das Baudenkmal interessieren, sie beziehen auch nicht vorzugsweise denkmalgeschützte Gebäude. Sie entscheiden sich für ein Dach, weil dieses ihren Ansprüchen hinsichtlich Hangplatzmöglichkeiten, der Raumtemperaturen oder der Ein- und Ausflugöffnungen, entspricht, oder weil das Dach eine Größe hat, die den Jungtieren erste Flugversuche in diesem geschützten Innenraum. Außerdem werden viele Dachräume von Kirchen, Schlössern und anderen großen Bauten nur selten

von Menschen betreten, da sie unter anderem oft nur über mühselige Wendeltreppen und Stiegen schwer zugänglich sind. So können die Tiere im Dach ungestört existieren.

Gegenüber „gewöhnlichen Gebäuden“ sind Baudenkmale durch bestimmte Eigenschaften gekennzeichnet, die ihren Denkmalwert ausmachen und ihren Charakter als Schutzgut verdeutlichen. Dem Projektansatz entsprechend stehen hier die Dächer im Mittelpunkt und werden andere Gebäudeteile nur in den Blick genommen, wenn sie „fledermausrelevant“ sind.



Abbildung 2. Kirche in Gehofen, deren Dachboden von einer Kolonie Großer Mäusohren als Sommerquartier genutzt wird.

BAUDENKMALE: TRÄGER HISTORISCHER INFORMATIONEN

Gebäude und Bauteile sind Träger historischer Informationen. Ihr Aussehen, die Konstruktionsweise, die Art der Oberflächenbearbeitung, die verwendeten Materialien und ihre künstlerische Gestaltung verraten viel über ihre Entstehung, über die Auftraggeber, den Bauanlass, die Handwerker und Künstler, deren Arbeitsbedingungen und den geistig-kulturellen Hintergrund aller am Bauwerk Beteiligten, aber auch über die Nutzung, die Bewohner oder anderweitigen Nutzer des jeweiligen Gebäudes. Das einzelne Gebäude kann zudem von besonderer Bedeutung für das Stadt- oder Landschaftsbild sein, in das es eingebunden ist, oder es handelt sich um ein aus irgendwelchen anderen Gründen „einzigartiges“ Bauwerk.

Baudenkmäler sind deshalb nicht nur bezüglich ihres (oberflächlichen!) Erscheinungsbildes, sondern in ihrer gesamten Materialität zu erhalten; sie sollen in ihrer Substanz möglichst lange überdauern und nutzbar bleiben, ihr Wert als historische Quellen auch für künftige Forschungen bewahrt werden.

(Allein aus Gründen der Sparsamkeit und des Ressourcenschutzes könnte dies auch für Gebäude gelten, die (noch) nicht als Denkmäler erfasst und unter besonderen Schutz gestellt sind).

Kirchen stehen fast immer unter Denkmalschutz; häufig ist die Kirche das älteste Gebäude des Ortes und der Mittelpunkt des gesellschaftlichen und kulturellen Lebens, was besonders an der Ausstattung, an den von Einwohnern des Ortes, den Landesherren oder anderen gestifteten Kunstwerken, dem Gestühl, Grabmonumenten und Epitaphien, ablesbar ist.

Der Denkmalwert darf nicht gemindert werden. Bezogen auf das Dach einer Kirche oder eines anderen Baudenkmals heißt das, dass weder die Dachdeckung mit ihren unterschiedlichen Ziegeln und den über Generationen zustande gekommenen Reparaturstellen, noch die meistens hölzerne Dachkonstruktion mit ihren Floß- und Beilspuren, Abbundzeichen und zeittypischen oder für die Epoche oder Region ungewöhnlichen Verbindungen ohne weiteres aufgegeben oder ersetzt werden, sondern möglichst lange funktionstüchtig zu halten sind. Historische Ziegel, Schindeln oder Schiefer und die Arten ihrer Verlegung sind ebenso Schutzgüter wie die Hölzer des Dachwerks, die zudem eine nahezu jahrgenaue Datierung der Konstruktion erlauben und darüber hinaus Rückschlüsse auf die Herkunft, den Wuchsort der Bäume, aus denen sie gewonnen wurden, und deren Wachstumsbedingungen zulassen (Abb. 3).



Abbildung 3. Ulrichskirche in Halle a.d. Saale, Dach über dem Hauptschiff: ein „verbauter Wald“.



Abbildung 4. Dorfkirche in Bleddin, LK Wittenberg, Ausstattung aus dem 16. bis frühen 19. Jahrhundert

Im Kirchenraum (Abb. 4) – unterhalb des Daches – wie auch an der Fassade sind die zur Oberflächengestaltung eingesetzten Farben, die Putze, die im Mauerwerk ursprünglich verbauten oder später hinzugefügten Natur- und Kunststeine Informationsträger, ebenso das Fachwerk, die Fenster und Türen und die vielfältigen Ausstattungsteile. Dies können Objekte aus Stein, aus Keramik, ungebranntem Lehm und Ton, Holz, Metall, Papier, Verbundstoffen, Leder und Textilien sein. Alle Materialien, die sich im Laufe der Bau- und Nutzungsgeschichte z.B. in einem Kirchenraum angesammelt haben, gingen durch viele Hände, tragen Spuren der Bearbeitung, die irgendwann entschlüsselt werden können, sofern sie nicht unerkant verschwinden. Die in vielen Fällen erhaltenen Kirchenrechnungen und andere Archivalien liefern oft zusätzliche Informationen, so dass noch nach Hunderten von Jahren beispielsweise gesagt werden kann, wer wann in wessen Auftrag welches Holz, das er woher bezogen hatte, bearbeitet und eingebaut hat und was er dafür bezahlt bekam. Je komplexer und je vielfältiger in seiner Materialität ein Baudenkmal ist, desto verwundbarer ist es, desto schwerwiegender treffen es Schäden.

ERHALTUNG VON BAUDENKMALEN

Gefährdet sind diese Informationsträger vor allem durch Natur- und Umwelteinflüsse: Regen und Sturm, Eis und Schnee, die Hitze der Sonne und die UV-Strahlen setzen der Bausubstanz zu, außerdem holzerstörende Insekten und Pilze. Feuchtigkeit aus Niederschlägen (Regen, Schnee, Hagel), in Folge von Kondensation, von Überflutung oder durch den Anstieg des Grundwasserspiegels verursacht

Schäden. Salze, die entstehen, weil über die Luft transportierte Verbindungen (Schmutz) mit Bestandteilen von Baustoffen reagieren, oder die aus dem angrenzenden Erdreich in die Bausubstanz eindringen, oder als Chemikalien zum Schutz gegen Feuer, Pilze und Insekten eingebracht werden oder wurden, oder die als Bestandteile von Urin anfallen, können die Substanz ebenfalls schädigen, wie auch Mikroorganismen (Pilze, Algen) oder Insekten. Durch das Zusammenwirken verschiedener Umwelteinflüsse, Klimaschwankungen, Stürme, Feuer usw., und die im Laufe der Zeit erfolgende Abnutzung kann es zur Materialermüdung kommen. Zahlreiche andere Schadensbilder, die häufig daraus resultieren, dass Materialien nicht miteinander harmonieren oder sich als für die spezifischen Anforderungen am betreffenden Objekt ungeeignet erweisen, wären aufzuzählen (Abb. 5).



Abbildung 5. Meisenheim, Schlosskirche, durch Feuerschutzsalze geschädigtes Holz (Mazeration)

Aber auch menschliche Ansprüche und Bedürfnisse, Unkenntnis im Umgang mit diesen komplexen Objekten und mangelnde Wertschätzung, wachsende und sich wandelnde Nutzungsanforderungen bis zum Verlust der Nutzung stellen Gefahren dar: Was wird aus Kirchengebäuden ohne Gemeinde, Scheunen ohne Bauern? Welch tiefen Eingriff ins jahrhundertealte Klimagefüge bedeutet der Einbau einer Heizung, die den Komfort (die „Behaglichkeit“) für die Konzert- und Gottesdienstbesucher steigern soll?

Konservatorische Grundsätze wie die international anerkannte „Charta von Venedig“ (1975)¹ und eine Vielzahl technischer Regeln wie die Merkblätter der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft e.V. (WTA), die die unterschiedlichen Disziplinen der Bauwerkserhaltung aufgestellt haben, zielen auf die langfristige Bewahrung der originalen Substanz der Baudenkmale und ihrer Ausstattung ab. Die Konservierung des überkommenen Bestandes ist dabei das Leitbild. Ersatz und Erneuerung sollen die Ausnahme bleiben. Primär sollen im unbedingt erforderlichen Umfang Schäden behoben, Nutzungsänderungen und daraus resultierende tiefere Eingriffe vermieden werden. Die Denkmalschutzgesetze der Länder geben den rechtlichen Rahmen vor, wobei auch Kategorien wie die wirtschaftliche Zumutbarkeit ins Spiel kommen. Steuererleichterungen, öffentliche und private Fördermittel sollen helfen, denkmalpflegerischen Mehraufwand und unwirtschaftliche Kosten auszugleichen.

Konsens besteht hinsichtlich der Notwendigkeit einer (menschlichen) Nutzung der Gebäude, um diese langfristig erhalten zu können, was immer wieder zu Eingriffen in die Bausubstanz führt. (Im Projekt wurde auch das aufgelassene Schloss Ottendorf (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen) besucht, das wegen des inzwischen grassierenden Verfalls absehbar auch als Fledermausquartier verloren gehen wird. Im Allgemeinen werden die Gebäude über lange Zeiträume immer wieder neuen Nutzungsvorstellungen oder –Anforderungen angepasst. Diese Veränderungen werden als Teil der dynamischen Nutzungsgeschichte bis zu einem gewissen Grad akzeptiert, was auch bedeutet, dass heute fast alle Eingriffe in ein Baudenkmal mit den für den Denkmalschutz zuständigen Behörden abgestimmt und denkmalrechtlich genehmigt werden müssen.

Zu unterscheiden sind (1) kleinere, meistens nicht genehmigungspflichtige Maßnahmen im Rahmen des laufenden Bauunterhalts, also etwa die regelmäßige Reinigung der Dachrinnen von Laub bis hin zum turnusmäßigen Streichen der Fenster und Türen (möglichst mit den adäquaten Materialien), und Reparaturen in Folge von Verschleiß oder nach Unwettern und Havarien, wobei letztere oft den Charakter von Notfallmaßnahmen tragen, die der Vermeidung größerer Schäden gelten und ohne langen Planungsvorlauf auskommen müssen. Die Grenze zwischen nicht genehmigungspflichtigen und einer Genehmigung bedürftigen Maßnahmen ist oft fließend.

Gegenüber den genannten Pflegearbeiten und Reparaturen haben mehr oder weniger grundlegende Instandsetzungen (2) einen größeren Umfang, auch wenn die Nutzung im Wesentlichen bleibt wie bisher. Umfängliche „Sanierungen“ oder Modernisierungen (3) sind oft mit Nutzungsänderungen und Eingriffen in die Gebäudestruktur verbunden, in das Tragwerk, die technische Gebäudeausrüstung

¹ Die einschlägigen Grundsatztexte, s. Petzet (2013) und ICOMOS (2012).

(Heizung, Lüftung, Elektrik, Sanitärausstattung), den Bestand an Fußbodenbelägen, Putzen und Fassungen usw.

Besondere Herausforderungen stellen der moderne Klimaschutz bzw. diesbezügliche Wünsche der Eigentümer oder Nutzer dar, da die Energieeinsparverordnung für Baudenkmale nur insoweit gilt, als die denkmalpflegerischen Ziele nicht beeinträchtigt werden. Viele Eigentümer möchten dennoch Energie einsparen und ihren Beitrag zum Emissionsschutz leisten und entscheiden sich deshalb dazu, das Dach und eventuell auch die Fassade ihres Hauses zu dämmen, oder sie versprechen sich eine Reduktion der Energiekosten durch die Montage von Photovoltaikanlagen. Allerdings wurden bislang nur sehr wenige Großdächer, die im Fokus des hier beschriebenen Projektes stehen, derartig nachgerüstet, entweder weil wirtschaftliche Gründe dagegen sprachen, weil Bedenken hinsichtlich des Brandschutzes bestehen, oder weil Sanierungs- oder Gestaltungssatzungen zum Schutz des Ortsbildes Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen (Abb. 6) untersagen.



Abbildung 6. Blönsdorf, LK Teltow-Fläming, Brandenburg; Kirche in mit Solarmodulen: ein Einzelfall

DENKMALPFLEGE: ZUSAMMENARBEIT VIELER SPEZIALISTEN

Sich wie im Projekt auf das Quartier, die Dächer, zu konzentrieren, bedeutet nicht, dass bestimmte Einflussfaktoren, die außerhalb der Dachräume liegen, ganz ausgeblendet werden können, da z. B. die direkte Umgebung des Daches zumindest größeren bei Baumaßnahmen immer mitbetroffen ist und

ein undichtes Dach oft Auswirkungen auf Räume und ihre Ausstattung hat, die unterhalb der Dachebene liegen.

Üblicherweise erfordert die Planung und Umsetzung einer Baumaßnahme an einem denkmalgeschützten Gebäude, die über den laufenden Unterhalt hinausgeht, die Beteiligung einer ganzen Reihe von Fachleuten. An einem Neubau und „gewöhnlichen“, nicht als Denkmal geschützten Bestandsgebäuden tragen neben dem Architekten, dem Baugrundgutachter, dem Tragwerksplaner, Sanitär-, Elektro-, Heizungs- und Brandschutzingenieure, evtl. auch Holzschutzfachleute und Freiflächenplaner zur Planung bei, bei komplexeren Vorhaben, oder wenn kontaminierte Bereiche betroffen sind, auch für den Arbeitsschutz besonders qualifizierte Sicherheitsingenieure. Baudenkmale erfordern zusätzlich die Beteiligung von Bau- und Kunsthistorikern, Archäologen, Restauratoren, Spezialisten für historische Materialien (Geologen, Chemiker, Baustoffkundler), von Bauphysikern und -Klimatikern und anderen Spezialisten. Diesen kommt die Aufgabe zu, die Schäden an der vorhandenen Substanz zu erkennen, zu dokumentieren und zu bewerten. Sie müssen die individuelle Bau- und Nutzungsgeschichte des Objektes kennen und in der Lage sein, geeignete Reparaturverfahren und Ertüchtigungsmaßnahmen vorzuschlagen, auf einander abzustimmen und die Realisierung dieser maßgeschneiderten Einzelfalllösungen zu überwachen. Entsprechend breit ist die Palette der Ausführenden.

Der Naturschutz spielt für die Denkmalpfleger meistens keine oder eine nur untergeordnete Rolle. Er gerät aber zunehmend ins Blickfeld.

Der übliche **Ablauf eines Bauvorhabens** und damit das Leistungsbild der Planer und Gutachter ist in der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) beschrieben. Die Planung einer größeren Instandsetzungs- oder Sanierungsmaßnahme an einem Baudenkmal (und prinzipiell auch an allen anderen Bestandsbauten) beginnt mit der Grundlagenermittlung (HOAI, Leistungsphase 1), zu der die Recherche der Bau- und Nutzungsgeschichte einschließlich historischer Planunterlagen ebenso gehört wie die Bewertung der Statik, des Zustandes der Holzbauteile, die Bestimmung der vorgefundenen historischen Materialien und Techniken und die Aufnahme, Dokumentation und Bewertung der Schäden. Parallel werden die aktuellen Nutzungsanforderungen definiert und das Raumprogramm beschrieben. Umweltaspekte geraten vor allem dann in den Fokus, wenn Rückstände von Holzschutzmitteln (z. B. DDT, Lindan, PCP) oder inzwischen als schädlich erkannte und verbotene Baustoffe (z.B. Asbest) angetroffen werden oder die Heizanlage abgängig ist.

Im Rahmen der Vorplanung (HOAI, Leistungsphase 2) werden Lösungsvarianten untersucht, der Finanzbedarf ermittelt, ein Zeitplan aufgestellt und die Notwendigkeit von Genehmigungen eruiert (Bauanfrage). Sinnvollerweise werden bereits in diesem Stadium die denkmalpflegerischen

Genehmigungs- und Fachbehörden einbezogen und zu einem ersten Ortstermin eingeladen. Sofern Fledermäuse im Gebäude sind oder vermutet werden, ist bereits in dieser Phase auch die Untere Naturschutzbehörde zu konsultieren, die dann u.U. eine ökologische Baubetreuung empfehlen wird, also die Hinzuziehung eines entsprechend qualifizierten Wildbiologen

Der nächste Schritt ist die Entwurfsplanung (HOAI, Leistungsphase 3), die die Vorplanung konkretisiert und dabei ‚städtebauliche, gestalterische, funktionale, technische, bauphysikalische, energiewirtschaftliche und landschaftsökologische Anforderungen‘ (HOAI) berücksichtigt und auch, falls es sich um ein Fledermausquartier handelt, die Anforderungen des Naturschutzes.

Die Entwurfsplanung führt zur Genehmigungsplanung (HOAI, Leistungsphase 4), dann zur Ausführungsplanung (HOAI, Leistungsphase 5). An diese schließen die Vorbereitung der Vergabe (HOAI, Leistungsphase 6) und die Vergabe (HOAI, Leistungsphase 7) an. Während der Bauzeit (HOAI, Leistungsphase 8) überwachen der federführende Planer, meistens der Architekt, und die zugezogenen Experten die Ausführung. Dies gilt ggf. auch für die fledermausrelevanten Maßnahmen. Am Schluss steht die Dokumentation der Gesamtmaßnahme (HOAI, Leistungsphase 9).

Die Erfahrung aus der denkmalpflegerischen Praxis zeigt, dass Planung und Realisation eines Bauvorhabens umso reibungsloser verlaufen, je besser und aufgeschlossener die beteiligten Fachleute miteinander kommunizieren.

TYPISCHE ARBEITEN AN DÄCHERN HISTORISCHER GEBÄUDE

Meistens geben Defekte der Dachdeckung oder offensichtliche Schäden am Gebälk den Anstoß für die Instandsetzung eines Kirchendaches oder anderen Großdaches. Die Dachhaut ist durch Sturm oder Verschleiß undicht geworden. Um das Eindringen von Wasser und daraus resultierende Schäden zu verhindern, muss gehandelt werden. Die Erkundung des Schadensumfangs im Zuge einer ersten Begehung und nachfolgender Untersuchungen bringt dann oft auch Schäden an den Sparrenfüßen und Balkenköpfen des Dachgebälks zu Tage, die durch eindringendes Wasser oder Kondensat, durch Bakterien, Pilze und Insekten oder durch unsachgemäße frühere Eingriffe verursacht wurden. Das bedeutet, dass für die notwendigen Reparaturen die Dachhaut großflächig aufgenommen werden muss; meistens zieht dies den Verlust der historischen Ziegel oder Schiefer nach sich, wobei auch Gewährleistungsgründe eine Rolle spielen: die Dachdecker müssen ausdrücklich von der Haftung für zur Wiederverwendung beigestelltes Material befreit werden, damit dieses nicht aufgegeben wird. Die Bauherren sind bemüht, die Intervalle zwischen solch großen und kostspieligen Maßnahmen möglichst lang zu halten, und setzen deshalb auf dauerhaftes Material und „stabile“ Verarbeitung. (Die Ziele der Denkmalpflege – die weitgehende Erhaltung der originalen Substanz – sind unter diesen pragmatisch ausgerichteten Prämissen oft nur mit Mühe oder nicht durchzusetzen).

Schäden am Gebälk werden behoben, indem Abschnitte von Balken im allgemeinen DIN-gerecht verstärkt oder ersetzt werden. Häufig ist es notwendig, zusätzliche Konstruktionen zur Sicherung des historischen Dachwerks einzubauen. Manchmal müssen auch Abfangkonstruktionen für tiefer gelegene Geschossdecken eingebaut werden.

Bevor die eigentliche Baumaßnahme beginnt, wird jedoch in der Regel der Dachraum gereinigt, d.h. Schutt, Taubenkot und ähnlich gefährliche Stoffe werden fachgerecht entsorgt, evtl. auch Fledermauskot und -Kadaver. Falls das Gebälk durch Holzschutzmittel und/oder Flammschutzmittel belastet und ggf. geschädigt ist, insbesondere wenn sich in Folge der sog. Mazeration, der wolligen Auflösung der Holzoberflächen, kontaminierte Stäube gebildet haben (und absehbar weiterhin bilden), müssen die Holzoberflächen staubfrei gemacht und ggf. weiterbehandelt werden.² Nach bisherigen Beobachtungen halten sich in derartig schadstoffbelasteten Dachräumen jedoch nur selten Fledermäuse auf.

Sind die Balken repariert (oder ersetzt), wird das Dach neu gedeckt, die Schornsteine und besonders windanfälligen Bereiche werden oft mit Blecheinfassungen versehen oder vermörtelt. Ausstiegsöffnungen für Wartungsarbeiten werden wiederhergestellt oder neu geschaffen. Hin und wieder werden auch historisch belegte aber zwischenzeitlich verloren gegangene Dachausbauten (Gauben) rekonstruiert. Dadurch kann sich die Belichtung im Dachraum ändern und gegebenenfalls mehr Licht einfallen.

Die Ausführungsart der Reparaturen zielt auch auf die Behebung der Schadensursachen. Um einem Schädlingsbefall vorzubeugen, wird im Allgemeinen darauf geachtet, dass der Dachraum gut durchlüftet ist, dass Wasser, das z.B. in Form von Flugschnee ins Dach eindringt, schnell abtrocknet. Zu diesem Zweck, werden Schlitz im Traufenbereich bewusst offengehalten und oft auch der First nicht vermörtelt, oder es werden zusätzliche Lüftungsöffnungen in der Dachfläche geschaffen, indem sogenannte Lüfterziegel eingebaut werden. Diese künstlichen Lüftungsöffnungen sind oft notwendig, weil moderne, industriell gefertigte Ziegel, wesentlich regelmäßiger geformt sind als historische, handgestrichene. Die historischen Ziegel lagen demzufolge nicht so plan und dicht nebeneinander wie die modernen; durch die Lücken konnte Luft zirkulieren. Außerdem waren die historischen Ziegel dicker als die modernen und konnten somit mehr Wärme speichern als diese. (s. 2.3.3).

Der Denkmalschutz zielt auf die Erhaltung der traditionellen Deckungsart und des überkommenen Erscheinungsbildes, was meistens die Forderung der Wiederherstellung der ursprünglich vermörtelten First- und Kehlbereiche bedeutet und insofern dem Ziel der Fledermausschützer gleichkommt, die den

² Hennen u. a. (2015)

Wärmestau im Firstbereich als wichtige Eigenschaft des Fledermausquartiers erhalten wollen. (Die Forderung nach Verwendung traditionell gefertigter Ziegel ist wegen der Mehrkosten nur selten durchsetzbar, obwohl das Erscheinungsbild eines in dieser Weise gedeckten Daches wesentlich belebter und damit angenehmer ist. Dies liegt unter anderem daran, dass die im Kohlebrandverfahren hergestellten Ziegel ein größeres Farbspiel aufweisen).

Gefährdete oder akut befallene Hölzer werden mit Holzschutzmitteln behandelt, um einem Insekten-, Bakterien- oder Pilzbefall vorzubeugen oder einen solchen zu bekämpfen (siehe 2.3.3). Zu diesen Bekämpfungsmaßnahmen zählt auch die Begasung des kompletten Daches, das dafür kurzzeitig luftdicht eingehaust wird. Diese Arbeiten dürfen natürlich nur durchgeführt werden, wenn sichergestellt wurde, dass keine Fledermäuse (oder sonstigen Bewohner wie Schleiereulen, ...) anwesend sind.

Eine neue Dachdeckung herzustellen, bedeutet meistens, dass auch neue Schalbretter (Schieferdach) bzw. neue Dachlatten (Ziegeldach) eingesetzt werden. Unterspannfolien oder feste Unterdächer sollen im Havariefall Sicherheit bieten und das Eindringen von Flugschnee verhindern. Ändert sich die Art der Dachdeckung, wird z.B. aus einer Einfachdeckung eine Biberschwanzdoppeldeckung, so ändern sich auch die Klimaverhältnisse im Dachraum. Derselbe Effekt tritt ein, wenn Photovoltaik-Module auf der Dachfläche angebracht und die Sonnenstrahlen „abgefangen“ werden.

HOLZSCHUTZ

Die Aufgabe von Holzschutzmaßnahmen besteht im Wesentlichen darin, holzerstörende Organismen wie Pilze und Insekten sowie Witterungseinflüsse vom Holz fern zu halten, um eine möglichst lange Lebensdauer hölzerner Konstruktionen zu erreichen.

Der Schutz des verbauten Holzes war von jeher ein starkes Bedürfnis siedelnder Menschen. Wind und Regen, Insekten und Pilze setzten den Gebäuden zu und zerstörten das mühsam Geschaffene. Neben sturmfesten und wasserdichten Bauweisen bürgerten sich bald Verfahren ein, das Holz gegen Pilzbefall zu schützen. Zunächst wurden Pfosten, die als Stützen in die Erde getrieben wurden, mit Feuer behandelt. Das dabei entstehende Teeröl ist bis heute das wirksamste Holzschutzmittel und damit die „Mutter“ des chemischen Holzschutzes. Schon im 19. Jh. wurden Eisenbahnschwellen mit Teerölen getränkt und blieben viele Jahre funktionsfähig.

Wegen der starken Geruchsentwicklung kamen Teeröle jedoch im Innenbereich der Gebäude nicht in Frage. Die Entwicklung der organischen Chemie bot dann bald weitgehend geruchlose und unsichtbare Biozide an, die holzerstörende Insekten und Pilze fernhalten oder gar bekämpfen sollten. Zusätzlich wurden Chemikalien entwickelt, die dem größten Feind des Holzes, dem Feuer, geringere Zerstörungschancen boten. Die Wirkung der Biozide auf Menschen und Säugetiere wurden dagegen

nicht oder nur nachlässig untersucht, während entwickelte Produkte ihre holzschützende Wirkung beim Institut für Bautechnik unter Beweis stellen mussten und dann Aufnahme ins Verzeichnis der zugelassenen Holzschutzmittel fanden.

Besondere Bedeutung erlangten dabei das Insektizid DDT und seine Abbau- und Begleitprodukte, die in der Nachkriegszeit in großem Umfang zur Behandlung von Konstruktionsholz gegen Insektenbefall eingesetzt wurden. Aber auch PCP gegen Pilzbefall, Chlornaphtalin (eigentlich ein Lösungsmittel) und später Lindan gelangten zum Einsatz (Tab. 2). Besondere Berühmtheit erlangte das Biozid Parathion, das bereits in Dosen von 0,1 bis 0,2 g für den erwachsenen Menschen letal ist. Die Gefährlichkeit der verwendeten Mittel zeigte sich beim sog. Seveso-Giftunfall, wo es zur Freisetzung von Dioxinen kam, die als Verunreinigung des PCPs vorkommen. Folge war der Erlass einer Richtlinie, die sich auf Gesetzeseseben mit der Problematik von PCP befasste.

In der Folge wurden Untersuchungen der schädlichen Nebenwirkungen der Biozide durchgeführt, die zum Anwendungsverbot der beschriebenen Stoffe führten. Heute ist die Anzahl der verwendeten Wirkstoffe stark eingeschränkt und im Holzschutzmittelverzeichnis aufgelistet. Chemischer Holzschutz wird im Neubau durch baulichen Holzschutz (Verwendungsklassen) und geeignete Holzarten (Resistenzklassen) mehr und mehr verringert. Es ist nicht auszuschließen, dass derzeit zugelassene Biozide in naher Zukunft ebenfalls als ungeeignet verboten werden (siehe hierzu Permethrin und Borsalzlösungen). Heute wird zum Schutz gegen Insektenbefall hauptsächlich Permethrin verwendet, dessen LD50 Wert zwischen 4000 und 1470 mg/kg Körpergewicht angegeben wird. Ebenso erfolgt der Einsatz von Tebuconazol als Fungizid, das ab 1988 eingeführt wurde, ohne LD50 und MAK-Wert zu veröffentlichen. LD50 ist im Übrigen die letale Dosis, bei der 50% der Versuchstiere getötet werden, während der MAK-Wert die maximale Konzentration von Schadstoffen in der Luft am Arbeitsplatz angibt.

Das entstandene Problembewusstsein richtet sich nun auf die Altlasten, Holzkonstruktionen, die in der Vergangenheit behandelt worden sind. Im Projektgebiet, also Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, wurde Holz von Baudenkmalen in der Regel mit DDT und Lindan gegen Insekten (Hylotox 59) und mit Fluoriden sowie Dichromat (Dohnalit) gegen Pilzbefall gespritzt. Die dabei eingetragenen Mengen waren erheblich, so dass Laboruntersuchungen oberflächennaher Holzschichten auf DDT-Werte von über 3.000 mg/kg Holz kommen (siehe hierzu die Holzuntersuchungen 3.2.1). Da der Abriss und Neubau der betroffenen Dachkonstruktionen, Fachwerkwände sowie Holzbalkendecken nicht in Frage kommen und eine Behandlung mit Schadstoffumwandlern zu teuer wird und auch die Oberflächen verändert, bleiben die betroffenen Bereiche wie sie sind. Allerdings lässt hier die Arbeitsschutzgesetzgebung nur Tätigkeiten unter Auflagen (Körperschutz) zu (siehe zu „Arbeiten im kontaminierten Bereich“ im 2.6.3 und 5 Leitfaden). Die heute von behandelten Hölzern ausgehende Gefahr besteht im unmittelbaren Körperkontakt mit dem belasteten Holz sowie der Inhalation

aufgewirbelter Stäube, weshalb im Projekt unter anderem aktive Staubmessungen durchgeführt wurden.

Tabelle 2. Charakterisierung der wichtigsten Wirkstoffe von Holzschutzmitteln im Bestand.

Wirkstoff	PCP	DDT	LINDAN
Beschreibung	Sehr stabiles, leicht in die Umwelt gelangendes Fungizid. Besonders gefährlich durch Verunreinigungen, so wird TCDD nachgewiesen (Seveso Dioxin), das zu den gefährlichsten synthetisch hergestellten Stoffen zählt.	Insektizid	Starkes Nervengift. Insektizid.
LD 100 (letale Dosis) und LD50	Die LD (tödliche Dosis) beträgt 0,0006 mg/Kg Körpergewicht. Die LD 50 für PCP insgesamt wird mit 27 mg/kg Körpergewicht angegeben.	LD 50: 113mg/kg Körpergewicht	LD 50 liegt bei 44 mg/kg Körpergewicht von Mäusen, 76 - 88 mg bei Ratten
Grenzwert in der Atemluft	1 µg/m ³	1 µg/m ³	0,1 µg/m ³
Besonderheiten	Anreicherung im Fettgewebe und der Muttermilch; Krebs erzeugende Wirkung. Hautresorption, oral und in der Atemluft giftig. Anwendung in der BRD: 1957 bis ca. 1985, in der DDR bis 1988.	Kanzerogen bei Ratten, Mäusen und Hamstern (Tumore am Lymphsystem, an Leber und Lunge Auswirkungen auf den Greifvogelbestand (z.B. Aussterben des Wanderfalkens auf dem Gebiet der DDR)	Anreicherung im Fettgewebe und in der Muttermilch. Gefahr der Hautresorption.

Der moderne Holzbau berücksichtigt beim Schutz des organischen Produktes Holz mittlerweile jedoch vorrangig konstruktive Holzschutzmaßnahmen, so dass der chemische Holzschutz immer mehr in den Hintergrund gerät (Schmidt 2015).

2.3 BAUDENKMALE ALS LEBENSRAUM VON FLEDERMÄUSEN: SCHNITTSTELLE ZWISCHEN ARTENSCHUTZ UND DENKMALSCHUTZ

2.3.1 BEEINTRÄCHTIGUNGEN DER FLEDERMÄUSE DURCH BAUARBEITEN AM/IM QUARTIER

Die in Kapitel 2.2 skizzierten Reinigungs-, Zimmerer-, Dachdecker- und Klempnerarbeiten sind mit Geräuschen, Zugluft, Lichteinfall in bis dato dunkle Dachräume und Erschütterungen verbunden, die Fledermäuse stören, wenn sie sich im Dach oder angrenzenden Räumen befinden. Hinzu kommen

Staubbelastungen und die Notwendigkeit, ein Gerüst zu stellen, das oft mit einer Staubschutzplane oder einem Sicherheitsnetz versehen wird und manchmal die Entfernung von Bewuchs nahe der Fassade erfordert.

Im Wesentlichen sind drei typische Konfliktfelder zu benennen, die beim Bauen am oder im Fledermausquartier zu bedenken sind:

1. Der geplante Bauablauf passt nicht zur Nutzung des Dachraumes als Wochenstube.
2. Das Klima im Dach ändert sich durch die Baumaßnahme
3. Ein- und Ausflüge werden temporär oder dauerhaft verschlossen, Leistrukturen wie Hecken und Bäume oder Nebengebäude gehen verloren.

Durch frühzeitige Einbeziehung der Unteren Naturschutzbehörden und ggf. besonders qualifizierter Wildbiologen lassen sich die Anforderungen der Fledermäuse, auf die im konkreten Fall Rücksicht zu nehmen ist, präzise bestimmen, so dass der **Bauablauf** an diese Bedingungen angepasst werden kann. Mehrkosten, die dadurch zustande kommen, können oft durch Fördermittel des Naturschutzes ausgeglichen werden, was eine rechtzeitige Beantragung voraussetzt.

Reiter und Zahn geben im 2005 veröffentlichten Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum für jede Art ein Zeitfenster an, in welchem Arbeiten im Quartier (1) unproblematisch, (2) teilweise möglich oder (3) in der Regel nicht möglich sind. Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei diesen Angaben um die Empfehlungen für den Alpenraum handelt und diese Angaben aufgrund unterschiedlicher Witterungsverhältnisse nicht ohne Weiteres auf den mitteldeutschen Raum oder Deutschland im Ganzen zutreffen.

Durch Verwendung von Materialien, die weniger Wärme speichern, durch „moderne“ Verarbeitungsmethoden (z.B. nicht vermörtelter First/ Firstentlüftung) u.ä. ändert sich das **Klima** im Dachraum.

Im Rahmen solch umfangreicher Arbeiten an oft sehr großen Dächern kann es leicht zum Verlust von (den ausführenden Handwerkern unbekannt gewesenen) **Einflugöffnungen** wie auch von Hölzern an Hangplätzen oder Öffnungen kommen. Werden Bereiche im Dachraum für den Einbau von Heiz- und Technikräumen abgetrennt, so kann es zur Störung gewohnter **Flugbahnen** kommen. Soll der Dachraum künftig ganz oder teilweise intensiver genutzt, eventuell bewohnt werden, werden Dämmungen und Ausbauten notwendig, die in der Regel den Verlust des Fledermausquartiers nach sich ziehen. Veränderungen an den Ein-/Aus-/Durchflugsöffnungen in einem Fledermausquartier können dazu führen, dass das Quartier verlassen oder nicht mehr aufgesucht wird.

Anzuführen ist an dieser Stelle ein weiteres Konfliktfeld, das des **Lichtes**, das jedoch meistens erst nach Abschluss der Baumaßnahme ein Thema wird. Wenn das Bauwerk wieder ,in altem oder neuem Glanz erstrahlt, entsteht oft der Wunsch, es nachts zu beleuchten und dadurch als Landmarke und semantischen Bezugspunkt im Ortsbild sichtbar zu machen. Was die Denkmalpfleger, Bauherren und Financiers freut, stört die Fledermäuse.

Es gibt zahlreiche (anekdotische) Berichte darüber, dass eine Beleuchtung im Bereich der Ausflugsöffnungen zur Verzögerung des Ausfluges führte, oder dass die Beleuchtung zum Verlassen des Quartiers führte (Beispiele in Reiter & Zahn 2005). Boldogh et al. (2007) berichten ebenfalls von einer verzögerten und verlängerten Ausflugszeit bei drei Fledermausarten, wenn die Ausflugsöffnung beleuchtet wurde. Ebenfalls wird berichtet, dass in Kolonien, deren Ausflugsöffnungen beleuchtet wurden, die Jungtiere kleiner waren, als in Kolonien deren Quartieröffnungen nicht beleuchtet waren. Das Forschungsprojekt „Bats and Lighting Research Project“ (www.batsandlighting.co.uk) erforschte die Auswirkungen von Licht(verschmutzung) auf Fledermäuse – insbesondere die Kleine Hufeisennase – und Insekten und gibt die Empfehlung, Natriumdampflampen mit monochromatischem Licht anstelle von Quecksilberdampflampen zu nutzen, falls von einer Beleuchtung nicht abgesehen werden kann (Rowse et al. 2016, Stone 2013, Stone et al. 2015). Eine Studie des „Bat Conservation Trust“ (www.bats.org.uk) nutzte Licht zum Vertreiben von Zwergfledermäusen, deren Hangplatz sich in einem Bereich mit bedeutsamen Wandmalereien befand. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Maßnahmen von Experten und mit entsprechenden Ausnahmegenehmigungen durchgeführt wurden. Allgemeine Empfehlungen zum Thema „Licht in/an Fledermausquartieren“ sind im Leitfaden zu finden (s. Kapitel 5).

2.3.2 GEFÄHRDUNG DER FLEDERMÄUSE DURCH CHEMISCHE HOLZSCHUTZMITTEL

Besonders sind Fledermäuse in Gebäuden mit starker Holzschutzmittelbelastung gefährdet. Sie haben sowohl Körperkontakt mit dem Holz als auch das Problem der Staubinhalation während der Flugzeiten, Jungtiere besonders während erster Flugversuche im Sommer. Die Holzschutzmittel wurden oft vor vielen Jahrzehnten eingebracht; nicht immer ist die Belastung der jeweiligen Konstruktion mit DDT, Lindan, PCP usw. bekannt.

Die Problematik von Vergiftungen durch Insektizide ist bereits seit vielen Jahren wissenschaftliches Themengebiet. Donald Clark hat eine Reihe von Versuche mit Fledermäusen durchgeführt, um die Wirkung der Insektizide zu erproben (Clark 1978, 1988; Clark et al. 1975, 1978; siehe auch Bayat et al. 2014, O'Shea & Clark 2002, Shore et al. 1991,). Im Ergebnis sind Werte für die letale Dosis (LD) ermittelt und Vorgänge der Anreicherung im Körper beschrieben worden. Es zeigt sich, dass zunächst eine Ablagerung im Fettgewebe erfolgt und erst nach dem Winter beim Aufzehren der Fettreserven die

Konzentration im Blutkreislauf und vor allem im Gehirn zunimmt, so dass unterschiedliche Werte der LD zwischen 45 – 90 mg/kg angegeben werden. Bei Fledermäusen ist die LD sehr viel geringer als bei Ratten und Mäusen. Typische Auswirkungen sind bei letzteren Tumore am Lymphsystem, an Leber und Lunge.

2.3.3 BAUEN MIT RÜCKSICHT AUF FLEDERMÄUSE

FLEDERMAUSVERTRÄGLICHER BAUABLAUF

Wenn Instandsetzungen und Sanierungen geplant sind und der Bauablauf mit der Naturschutzbehörde und ggf. darüber hinaus hinzugezogenen, auf Fledermäuse spezialisierten Wildbiologen auf die Belange der Tiere abgestimmt werden muss, kann dies darauf hinauslaufen, dass Baumaßnahmen nicht in den klimatisch günstigen Sommermonaten ausgeführt werden können, weil die Fledermäuse in dieser Zeit den Dachraum als Wochenstube nutzen, in die kältere Jahreszeit verschoben werden müssen. Als Beispiel für die damit verbundene Problematik seien die im Denkmalbereich üblichen Kalkmörtel genannt, die nur bei (Substanz-)Temperaturen über +5°C verarbeitet werden können.

Wenn auf Fledermäuse Rücksicht zu nehmen ist, verlängert sich im allgemeinen die **Bauzeit** wodurch i.d.R. die Kosten steigen. Die Verlängerung der Bauzeit kann bedeuten, dass bewilligte Fördermittel nicht im Bewilligungszeitraum ausgegeben werden können, was aus Sicht des Bauherrn und des/der Fördermittelgeber unbedingt zu vermeiden ist, da dadurch die ganze Maßnahme in Gefahr kommen kann und die Finanzierung in Frage gestellt wird. Sollte es sich um ein Fledermausquartier handeln, sollten also möglichst vor der Beantragung von Fördermitteln realistische Bauabschnitte gebildet werden, die auch längere Standzeiten von Gerüsten vorsehen.

Bei genauer Kenntnis der Fledermausart ist meistens eine präzisere Festlegung des Wochenstubenzeitraums und somit eine größere Planungssicherheit möglich. In enger Abstimmung mit den Naturschutzbehörden und Fledermausexperten können der Bauablauf exakt geplant, wertvolle Bauzeit gewonnen und trotzdem der Schutz der Tiere realisiert werden, indem das Bauvorhaben etwa abschnittsweise umgesetzt wird. Die im Kapitel 3.4.3 beschriebenen Fallstudien geben dafür Beispiele ab. In Härtefällen sollte auch die Herstellung eines Ersatzquartiers erwogen werden.

FLEDERMAUSVERTRÄGLICHE GERÜSTE, ERHALT VON EINFLUGÖFFNUNGEN UND LEITSTRUKTUREN

Die Lage der Einflugöffnung und die relevanten Leitstrukturen sind bei Planungsbeginn sorgfältig zu dokumentieren. Nur so kann das versehentliche Verschließen von Einflugs- und Ausflugsöffnungen vermieden werden. Dasselbe gilt für Leitstrukturen im Dachraum und in der Umgebung des Gebäudes,

die z.B. durch den Gerüstbau nicht beseitigt werden sollen. Sofern nicht alle Öffnungen erhalten werden können, sollte mindestens eine bekannte Öffnung bestehen bleiben, Ersatzöffnungen in der unmittelbaren Nähe der zu verschließenden Öffnung geschaffen werden. Gerüste dürfen die Öffnungen nicht versperren. Über Gerüste können sich auch Feinde (Prädatoren) Zugang zum Dachraum verschaffen, was durch entsprechende Sicherungen zu vermeiden ist.

Die Aufstellung und Gestaltung von Gerüsten ist mit den Naturschutzbehörden abzustimmen.

ERHALT DER KLIMATISCHEN BEDINGUNGEN IM FLEDERMAUSQUARTIER

Um eine Änderung der klimatischen Verhältnisse im Wochenstubenquartier zu vermeiden und um auf der Basis verlässlicher Ausgangswerte planen zu können, sollte einerseits die Ausgangssituation gründlich erkundet und dokumentiert und evtl. auch das Ausgangsklima über ein Jahr/ eine Saison gemessen und protokolliert werden. Wo befinden sich die Hangplätze? Welche Eigenschaften besitzen diese hinsichtlich der Temperaturverhältnisse? Gibt es Bauteile oder Baustoffe, die Wärme (mutmaßlich) besonders gut und lang speichern, wie z. B. historische Ziegel, die gegenüber modernen dicker sind?

Um den Wärmestau in der Dachspitze zu erhalten, sollte im Falle einer Neueindeckung der **First** traditionell ausgeführt, also vermörtelt werden. **Lüfterziegel** sollten nur in den unteren beiden Dritteln des Daches eingesetzt werden. **Unterdächer**, die vor der Baumaßnahme nicht in ähnlicher Form vorhanden waren, sollten nur in enger Abstimmung mit den Fledermausexperten hergestellt werden. Das Klima im Dachraum ändert sich durch Dämmungen und/oder die verstärkte Belüftung im Interesse des baulichen Holzschutzes, weshalb derartige Pläne mit den Fledermausexperten diskutiert und abgestimmt werden sollten.

HOLZSCHUTZ IM FLEDERMAUSQUARTIER

Die nachgewiesene Sensibilität von Fledermäusen führt zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei Holzschutzbehandlungen. Dabei kommt der Bevorzugung des **baulichen Holzschutzes** gegenüber dem **chemischen Holzschutz** besondere Bedeutung zu. Hierzu zählt die Verwendung resistenter Materialien (siehe hierzu die Resistenzklassen), die Gestaltung der Oberflächen und der Schutz vor Feuchtigkeit in Form von Niederschlägen oder Kondensatbildungen. An Bedeutung gewinnt auch der biologische Holzschutz durch Nutzinsekten.

Beim baulichen Holzschutz sind zwischen den Bedürfnissen der Fledermäuse und den Anforderungen des Denkmalschutzes Kompromisse unvermeidlich. Der größte Feind verbauten Holzes ist zu große **Feuchtigkeit**. Diese ist dort vorhanden, wo Regenwasser nicht zuverlässig abgehalten wird, also von

oben eindringt und dort, wo Dampf zu Wasser kondensiert, also von unten aufsteigt. Bekanntlich ist Dampf leichter als Luft und steigt nach oben in die Bereiche, wo in der Regel die Hangplätze der Fledermäuse zu finden sind. Eine probate Regelung ist normalerweise die Entlüftung des Firstes. Für Fledermäuse ist diese Lösung allerdings ungeeignet, da notwendige Wärme abgeführt wird und Zugluft entsteht.

Hierzu ist anzumerken, dass Ziegeldeckungen erst in der Nachkriegszeit so gleichmäßig glatt produziert werden, dass eine Dachflächen-Belüftung nicht mehr ausreichend funktioniert. Diese Problematik führte bekanntlich im Wittenberger Lutherhaus zu starken Feuchtigkeitsschäden an der Dachkonstruktion, nachdem um 1990 die Dachdeckung erneuert worden war. Mit speziell geformten, auf im Schutt gefundenen Vorlagen beruhenden Handstrichziegeln wurde wieder eine Flächenbelüftung erzielt, allerdings auf Kosten mangelnder Flugschneesicherheit (eine weitere Befürchtung der Dachdecker). Da eine Belüftung der unteren Dachbereiche in jedem Fall für den Bestand der Konstruktionen essentiell ist, sollte die Deckung so ausgeführt werden, dass bis zur halben Höhe genügend Lüftungsöffnungen vorhanden sind, so dass von unten aufsteigender Dampf entweichen kann. Besonders wichtig ist eine Belüftung von Balkenköpfen, Mauerschwellen und Sparrenfüßen, um das Entstehen von Pilzbefall, im schlimmsten Fall von Echtem Hausschwamm, zu verhindern.

Zwischen notwendiger Belüftung und fledermausfreundlichem Klima gibt es also einen Antagonismus, der durch kluge Kompromisse aufgelöst werden muss. Nicht gelöst werden kann das Problem des **Insektenschutzes**, da eine Bekämpfung vorhandener Populationen nur im Winter mit Heißluftverfahren denkbar ist. Diese wiederum sind bei Großdächern kaum praktikierbar, da die Aufheizung in kleineren Abschnitten erfolgen muss und enorm hohe Kosten nach sich zieht.

2.4 VON FLEDERMÄUSEN VERURSACHTE BEEINTRÄCHTIGUNGEN AM BAUWERK

Von Fledermäusen verursachte Beeinträchtigungen (Abb. 7) oder Schäden an Baudenkmalen, also der Verlust an originaler Substanz und damit an historischen Informationen, sind verhältnismäßig selten, oder sie werden als solche nicht erkannt, weil beispielsweise Urinflecken für Wasserflecken gehalten werden.

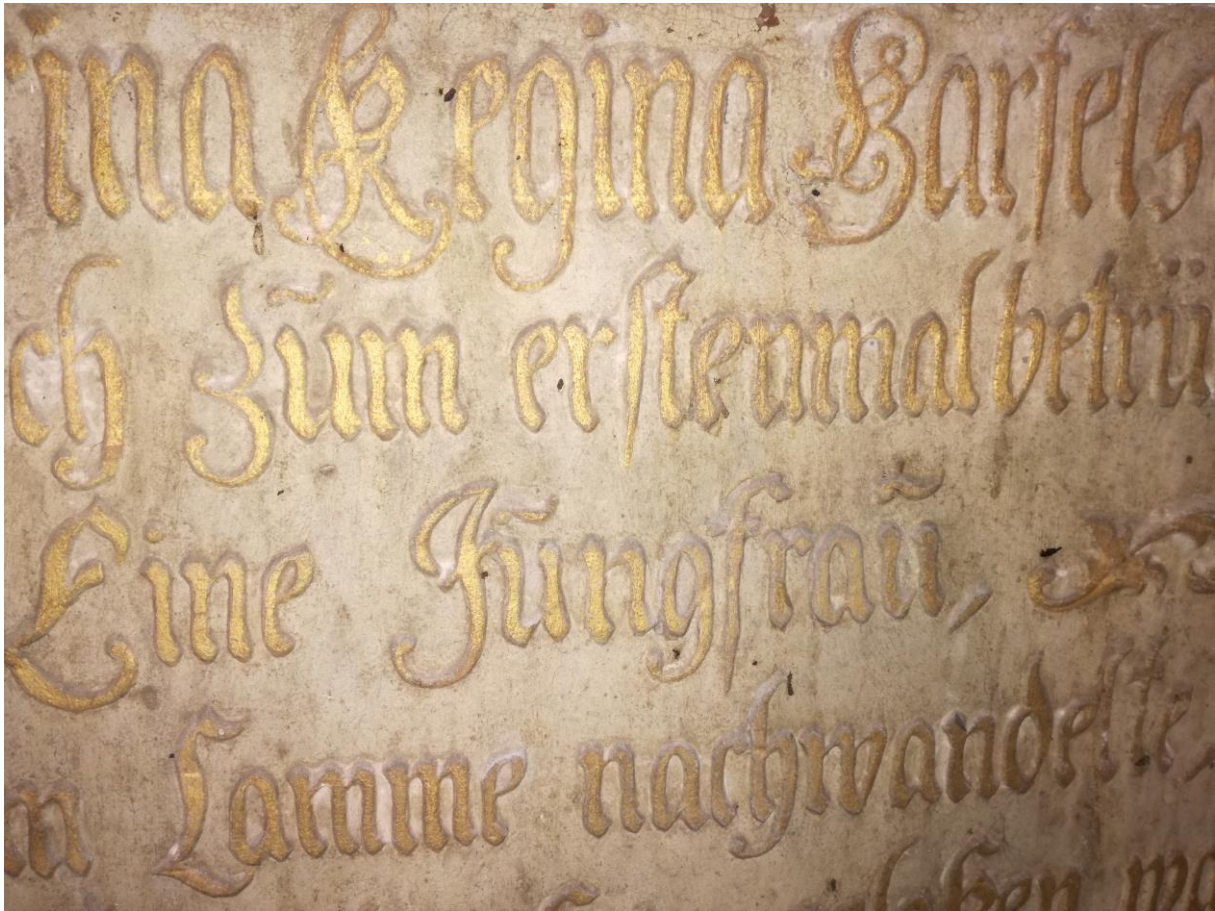


Abbildung 7. Epitaph mit Fledermauskot.

Schäden durch Fledermäuse entstehen in erster Linie aus dem Eintrag von **Kot und Urin**. Bestandteile des Urins, Säuren und Salze, sind, vor Allem wenn größere Urinmengen anfallen, schädlich für Holzbauteile, die sich nicht nur verfärben, sondern in ihrer Struktur geschädigt werden (siehe Holzuntersuchungen im Kapitel 3.2.1). Mit dem Urin werden u. U. große Mengen Harnstoff in die Hölzer eingetragen, der Feuchtigkeit aus der Umgebung anlagert (hygroskopische Feuchte). Die Zellstruktur des Holzes wird durch die damit verbundene Volumenvergrößerung oder den Kristallisationsdruck geschädigt.

Wenn Niederschlagswasser ins Spiel kommt, z.B. durch eine (tatsächlich) undichte Dachhaut, können Inhaltsstoffe des Urins, etwa wasserlösliche Salze, im Gebäude weiter nach unten transportiert werden und so z.B. in Kontakt zu Gewölben (aus Holz oder Stein und Mörtel) und den darauf befindlichen Farbfassungen geraten. Harnsäure schädigt die Oberflächen von säureempfindlichem Marmor und Metallen, wie sie beispielsweise an mittelalterlichen Grabmälern in Kirchenräumen vorkommen. Derartige Schäden können auch Orgelpfeifen oder Glocken betreffen. Saure Bestandteile und Salze (z.B. Phosphatverbindungen) aus dem Urin greifen auch Ziegel an, was oft an den Mauern von Stallgebäuden zu beobachten ist. Eine gute Übersicht über die Zusammensetzung von Fledermausurin

und das Zusammenspiel von Urin und den Oberflächen unterschiedlicher Materialien findet sich in den Untersuchungen von James Hales (2014; <http://www.batsandchurches.org.uk/>)

Auch wenn die jeweilige Fledermauspopulation nicht so groß ist, dass ihre Exkremente eine Gefährdung für das Bauwerk darstellen, so sind wegen deren Geruch und der Notwendigkeit, den Kot vorsorglich aus den Dachräumen zu entfernen und den Urin ggf. aufzufangen, Beeinträchtigungen der Nutzung und ein zusätzlicher Aufwand in Kauf zu nehmen. In den meisten Fällen hält sich der Umfang dieser Konsequenzen in gut verkraftbaren Grenzen.

Ein anderes Problemfeld stellen **Parasiten** dar und die Übertragung von **Viruserkrankheiten**, die im direkten Kontakt zu den Tieren nicht ganz auszuschließen ist. Ein direkter Kontakt mit den Tieren, z.B. wenn die Tiere mit der bloßen Hand angefasst werden, wird jedoch, auch wenn Fledermäuse ein Gebäude nutzen, unter normalen Umständen nicht hergestellt.

Wie alle Wildtiere sind Fledermäuse Träger von Ektoparasiten wie beispielsweise Fledermausfliegen, Wanzen, Flöhe oder Milben. Auch wenn die meisten Arten sehr wirtsspezifisch sind und nur auf Fledermäusen oder sogar nur auf einzelnen Fledermausarten überleben, ist es möglich, dass Parasiten im Kot der Tiere aufzufinden sind. Gerade die Larven der Flöhe entwickeln sich meist am Boden des Quartiers und somit oft im Kot der Fledermäuse (Dietz et al. 2007). Die Bettwanze *Cimex lectularius* zählt zu den Verwandten der auf Fledermäuse spezialisierten Wanzenarten der Gattung Cimex und kommt oft in Kolonien des Großen Mausohrs vor. Diese Wanzen besiedeln Hohlräume und Risse im Putz oder Mauerwerk und könnten so auch in Wohnräume vordringen. Beim direkten Kontakt mit den Tieren oder ihrem Kot sind somit auch Gesundheits- und Arbeitsschutzbelange berührt (siehe Kapitel 2.6.3 und 5).

Vor diesem Hintergrund ist auch der **Schutz des Gebäudes vor Schäden durch Fledermäuse** zu bedenken und ggf. frühzeitig in den Planungen zu berücksichtigen. Insbesondere bei großen Kolonien des Großen Mausohrs kann so viel Kot und Urin anfallen, dass die Verschmutzung ein Ausmaß erreicht, welches als nicht mehr zumutbar empfunden wird. Wo das Unterlegen von Zeitungspapier oder (einer geeigneten!) Folie nicht mehr ausreicht, kann mit kleinen baulichen Maßnahmen wie dem Anbringen von sogenannten Opferbrettern oder säurebeständigen Kotrinnen für Fledermausfäkalien Abhilfe geschaffen werden (siehe Kapitel 3.4).

2.5 FLEDERMAUS-LEITFÄDEN UND MANAGEMENTPLÄNE – LITERATURAUSWERTUNG

Zur Verbesserung der Lebensbedingungen von Fledermäusen, um auf diese Tiere überhaupt aufmerksam zu machen, ihre Quartiere zu schützen und um Artenschutz-Konflikte im Kontext von Baumaßnahmen zu vermeiden, werden seit Jahrzehnten Leitfäden für den Fledermausschutz herausgebracht. Diese richten sich vor allem an Laien, die als Naturfreunde oder/und Hauseigentümer, Mitglieder von Kirchengemeinden usw. für die Belange der Fledermäuse gewonnen werden sollen. Des Weiteren gibt es viele Veröffentlichungen oder Aktivitäten aus einzelnen Bundesländern oder Verbänden und Kommunen, die oftmals als Broschüren oder Faltblätter kostenfrei zur Verfügung stehen oder von den entsprechenden Internetseiten heruntergeladen werden können. Eine kurze Übersicht hierfür ist im Positionspapier „Schutz gebäudebewohnender Tierarten vor dem Hintergrund energetischer Gebäudesanierung in Städten und Gemeinden“ zu finden, welches kostenfrei auf der Internetseite des Bundesamtes für Naturschutz heruntergeladen werden kann.

Vergleichbare, verhältnismäßig knapp gefasste aber dennoch mehrere Aspekte umfassende Leitfäden für den Denkmalschutz gibt es nicht. Jedes Denkmal ist ein Einzelfall und bedarf meistens der Bearbeitung durch Fachleute: Architekten, Ingenieure für Tragwerksfragen, Holzschutz, Bauklima, Materialkundler und andere Gutachter, Restauratoren und Historiker haben sich im Umgang mit denkmalgeschützten Gebäuden an Bauordnungen, technische Regeln, internationale Konventionen wie die **Charta von Venedig** und andere konservatorische Grundsätze und Erfahrungswerte zu halten (siehe Kapitel 2.2 und 2.6.2). In diesen Zusammenhängen spielt der Arten- und Naturschutz im Allgemeinen keine oder eine sehr untergeordnete Rolle.

Im Projekt wurde eine Reihe von **Fledermaus-Leitfäden** ausgewertet, mit dem Ergebnis, dass im allgemeinen keine **Denkmalpflege**aspekte enthalten sind.³

Thematische Schwerpunkte sind vielmehr die fledermausverträgliche Bauablaufplanung, der Einfluss von Licht auf die Fledermauspopulation, die Erhaltung von Ein- und Ausflugsöffnungen (auch während der Bauzeit) und die Kotberäumung. Dabei werden aus denkmalpflegerischer Sicht teilweise praxisferne Vorgaben gemacht, etwa, die Baumaßnahme möglichst im Winter zu realisieren, oder die

³ Schmidt, Fledermausquartiere an Gebäuden (Sachsen) (2014), Sachsens Fledermäuse brauchen Freunde (2001), Fledermausquartiere an Gebäuden. Erkennen, erhalten, gestalten (Bayern, LfU 2008), Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum (2005), Hötzl, Leitfaden: Fledermäuse an Gebäuden (2009).

Dachräume mit „pflegeleichten“ Fußbodenbelägen auszustatten.⁴ Spezielle Förderprogramme, in denen die Aufgabe der Kotberäumung von Fledermauskolonien enthalten ist, fehlen bislang. In wenigen Fällen wird die Reinigung als Dienstleistung von Seiten des Landkreises bewältigt und basiert auf einer vertraglichen Vereinbarung zwischen Eigentümer und Behörde (z. B. im Burgenlandkreis in Sachsen-Anhalt).

Der **Arbeitsschutz** für Personen, die mit Fledermausexkrementen hantieren, spielt ebenfalls kaum eine Rolle.⁵ Allerdings wird die Notwendigkeit des Informationsaustauschs, der **Kommunikation** zwischen den Nutzern und Bauherren einerseits und ihrem Gegenüber, den Fledermausfreunden und Artenschützern hervorgehoben.

Immer wieder angesprochen wird die Notwendigkeit, das **Klima** im Dachraum möglichst nicht zu verändern und deshalb auf Unterspannbahnen, Solaranlagen und eine Firstentlüftung zu verzichten.⁶ Ein Thema sind auch früher eingebrachte **Holzschutzmittel** (Altlasten). Auf die damit verbundenen **Gefahren für den Menschen**, der sich u. U. bei der (Kot-)Beräumung von Dachräumen gefährlichen Stäuben aussetzt, wird jedoch nicht eingegangen, gesetzlich festgelegte Erkundigungspflichten der Eigentümer nicht ins Bewusstsein gerufen.

Der Erhalt der Gehölze in der Gebäudeumgebung (**Leitstrukturen**), die das Quartier an die Jagdgründe im Habitat anbinden, wird gefordert wie auch der Verzicht auf das Anstrahlen von Gebäuden. **Gerüste** sollen katzensicher ausgeführt werden.

Die Bauherren und Nutzer der Gebäude werden aufgefordert, im Interesse des Artenschutzes Nutzungseinschränkungen hinzunehmen. Schäden, die Fledermäuse verursachen können, werden nicht oder nur am Rande benannt.⁷

Einzig der gemeinsam von English Heritage, The National Trust und Natural England herausgegebene Leitfaden „Bats in traditional Buildings“ berücksichtigt Aspekte des Natur- und des Denkmalschutzes und enthält viele gute Beispiele für konkrete Maßnahmen.⁸ In dieser Publikation werden auch Ersatzquartiere als Lösungsmöglichkeit für bestimmte Konfliktfälle benannt und durch Fledermäuse

⁴ Fledermausquartiere an Gebäuden. Erkennen, erhalten, gestalten (Bayern, LfU 2008) führt Bretter und Folien als Schutz gegen Kot und „Verfärbungen“ an. Hötzl empfiehlt im Leitfaden: Fledermäuse an Gebäuden (2009), Mausohr-Quartiere mehrmals jährlich auszukehren.

⁵ Schmidt, Fledermausquartiere an Gebäuden (Sachsen) (2014) sagt explizit „Fledermauskot ist unschädlich für die Bausubstanz und ein sehr guter Pflanzendünger“.

⁶ Hötzl bringt im Leitfaden: Fledermäuse an Gebäuden (2009) ein Flussdiagramm zum Bauablauf inkl. der Abstimmung mit der Denkmalpflege.

⁷ Im Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum (2005) werden durch Mopsfledermäuse verursachte Putzschäden benannt und eine Beplankung und Folien zum Schutz des Gebälks vor Urin und Kot empfohlen.

⁸ Bats in traditional Buildings

verursachte Schäden ausführlicher angesprochen. Die Arbeitsschutzaspekte kommen jedoch auch hier zu kurz.

Im Entwurf der Neuauflage des von der Vereinigung der Landsdenkmalpfleger herausgegebenen sog. Mesnerhefts wird im Kapitel „Vogelabwehr“ (!) die Notwendigkeit hervorgehoben, „den zuständigen Schutzbeauftragten (Tierschutzbeauftragte, Naturschutzbeauftragte, Untere Naturschutzbehörde ...) einzuschalten, falls geschützte Tierarten wie z. B. Fledermäuse bemerkt werden.“ Außerdem wird das Problem benannt, dass bei „größeren Fledermauskolonien durch Kot und Urin massive Salzeinträge möglich sind, womit eine hygroskopische Belastung der Bausubstanz verbunden ist, wie auch Parasitenbefall mit der Besiedelung der Gebäude durch Fledermäuse einhergehen kann. Bereiche unter den Hangplätzen sollen mit geeigneten Folien abgedeckt und nach der Wochenstubensaison gereinigt werden. Dabei ist der Gesundheits- und Arbeitsschutz zu beachten“ (Kühlenthal/VDL, Vorsorge, Pflege, Wartung, Berichte zur Forschung und Praxis der Denkmalpflege 10, (im Druck), S. 20, auch S. 31).

Auch in **Managementplänen**, die für Quartiere erarbeitet werden, die als FFH-Objekte eingestuft und unter besonderen Schutz gestellt sind, spielt der Denkmalschutz bzw., allgemeiner, der Schutz der Gebäudesubstanz, eine eher untergeordnete Rolle bzw. wird pauschal die Abstimmung mit den Denkmalschutzbehörden vorgesehen.⁹

Das Vorgehen bei der Aufstellung von FFH-Managementplänen, wesentliche Eigenschaften des Quartiers im Sinne der sog. Standardmerkmale zu identifizieren und möglichst dafür zu sorgen, dass nichts oder nur wenig verändert wird, ist deshalb pragmatisch und auch für Hinweise, die im Leitfaden gegeben werden, vorbildlich (siehe Kapitel 5). Wenn die Nutzung, die Beleuchtung, die für die Flugrouten maßgeblichen Leitstrukturen, die Ein- und Ausflüge und die Hangplätze nicht angetastet werden, wird die Population sich mit dem jeweiligen Quartier voraussichtlich weiterhin arrangieren. Zusätzlich geschaffene Wärmeboxen und „hangfreundliche“ Konstruktionen können die Bedingungen für die Tiere im Quartier verbessern, was z. B. die Untersuchungen von Meyer (1999) gezeigt haben.

Diese Lücken zwischen Denkmal- und Artenschutz sollten im Rahmen des Projektes geschlossen werden. Die im Leitfaden (siehe Kapitel 5) formulierten Empfehlungen richten sich folglich an

⁹ Thüringer Koordinationsstelle Erfurt, Managementplan Witterda (2009): hier ist von einer Kotberäumung (alle 3 Jahre) und 2 Jahren Vorlauf vor Baubeginn die Rede.

Schmidt, Separate Fledermausquartiere im Großraum Dresden (2004) benennt Konfliktpotentiale: ästhetische, substantielle Beeinträchtigungen, schwieriger Bauablauf, Nutzungsbeschränkungen, finanzielle Mehrbelastung. Neben Kot und Urin werden auch Wanzen u. a. Parasiten thematisiert. Er geht außerdem auf das Problem ein, dass zwar Fördermittel für (einmalige) Naturschutzmaßnahmen aber nicht für jährlich wiederkehrende Maßnahmen vorgesehen sind.

Eigentümer von Baudenkmälern, Bauherren und Bauverwaltungen wie auch an die mit dem Schutz der Fledermäuse betrauten Fachleute, Behörden und Laien.

Für die Beschreibung und Beurteilung der Quartiere, die im Projekt näher untersucht wurden, waren die **Standardmerkmale**, die den nach EU-Standard aufgestellten Managementplänen zugrunde liegen, interessant.

Das Vorgehen soll hier am Beispiel des Managementplans für die Gustav-Adolf-Kapelle Witterda (2009), einem FFH-Objekt, vorgestellt werden.

Zunächst wird das gesamte **Habitat** angesprochen und festgestellt, dass „Die ökologischen Erfordernisse der Population des Mausohrs im FFH-Objekt (sich) (...) in die inaktive (Winterschlaf) und die aktive Phase (Wanderung in den **Sommerlebensraum**, **Wochenstube**, **Jagdgebiete**, Wanderung in die **Paarungsgebiete**, Wanderung in den **Winterlebensraum**)“ unterteilen. Das Sommerquartier im Dachraum der Kapelle, ein Teil des Habitats, ist über Wanderrouten mit dessen übrigen Teilen verbunden.

Folgende Bereiche im Habitat werden unterschieden:

- das **Umfeld** des FFH-Objekts, in dem der Austausch mit benachbarten Kolonien, die Erreichbarkeit von überregionalen Wanderrouten und langfristig nutzbarer Jagdgebiete sowie ein langfristig ausreichendes Quartiersangebot zu beachten sind, wie auch „ausreichend dimensionierte leitlinienreiche Flugkorridore“. Als Umfeld wird ein Radius von 10 Kilometern definiert.
- Als **Nahfeld** des FFH-Objektes in seiner spezifischen Ausprägung mit Leitstrukturen, Flugrouten, nahe gelegenen Jagdgebieten wird ein Radius von 3 Kilometern definiert.
- Das **Quartier**, in dem Eigentums- und Nutzungsverhältnisse ebenso zu berücksichtigen sind, wie die „Nutzungsweise des Objekts durch die Population“ und „derzeit wirkende zustandssichernde Mechanismen“ (S. 13).

Zur Beschreibung des **Quartiers** werden folgende **Merkmale** herangezogen (S. 14-15):

Eigentümer, Nutzer, Nutzung, Schutzstatus (bzgl. der Fledermäuse), Störung/Vorbelastung (im konkreten Fall die regelmäßige Begehung des Dachraumes), Bauzustand, Beleuchtung, Zugang (für Menschen). Hinsichtlich der dort lebenden Großen Mausohren werden die Flugrouten, Ein- Und Ausflüge, Hangplätze, „notwendige Komponenten“ (Hecken, Büsche) und das zeitliche Nutzungsverhalten erfasst und beschrieben.

Die Gustav-Adolf-Kapelle Witterda sollte baulich erhalten werden, weshalb die Aspekte Bauzustand, Ein- und Ausflüge, Hangplätze und die Nutzungszeiten als relevante Merkmale erfasst wurden. Bei den Objekten, die im Rahmen des Projektes in Augenschein genommen und teilweise näher untersucht

wurden, wurde folglich auch das „Nahfeld“ zumindest grob mitbetrachtet. Zusätzlich wurde bei den Begehungen der Aspekt möglicher Schäden durch Fledermäuse betrachtet.

2.6 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Eigentümer und Nutzer von Baudenkmalern, die von Fledermäusen bewohnt werden, sind gut beraten, sich frühzeitig hinsichtlich der Naturschutz- und der Denkmalschutzbelange kundig zu machen. Kenntnisse über die spezifischen Eigenschaften von Fledermausquartieren helfen jedoch auch, an nicht denkmalgeschützten Objekten Konflikte zu vermeiden und Baumaßnahmen fledermausverträglich vorzubereiten und umzusetzen. Die entsprechenden Gesetze geben den Rahmen der Genehmigungsverfahren vor, der bei Ortsterminen und in Abstimmungsgesprächen mit den Vertretern der Denkmalschutz- und Naturschutzbehörden auszugestalten ist.

2.6.1 FLEDERMAUSCHUTZ

Fledermäuse sind in allen europäischen Ländern geschützt. Der Schutz von Fledermäusen ist im Völkerrecht, im Europäischen Recht sowie im Nationalen Recht für Deutschland geregelt.

Das **Washingtoner Artenschutzübereinkommen (WA/CITES)** von 1973 gilt als Grundbaustein der weltweiten Bemühungen zum Erhalt der Artenvielfalt. In der Berner Konvention von 1979 wurden – mit Ausnahme der Zwergfledermaus – alle einheimischen Fledermausarten als gefährdete Arten eingestuft. Im **Bonner Übereinkommen** zur Erhaltung der wandernden Tierarten werden Fledermäuse berücksichtigt. Das „Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen“ (**EUROBATS**) von 1991 befasst sich u. a. noch einmal besonders mit den fernziehenden Fledermausarten.

Im europäischen Recht führt die EU-Artenschutzverordnung zu einem unmittelbaren Schutz aller Fledermausarten. Die **Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (Richtlinie Nr. 92/43/EWG; FFH-RL)** von 1992 greift auf das Bonner Übereinkommen zurück und ist Grundlage für den Aufbau des europäischen Schutzgebietssystems „NATURA2000“. Im **Anhang II** der FFH-RL sind *„Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen“* aufgelistet. Zu diesen Arten zählen die Bechsteinfledermaus, die Große Hufeisennase, das Große Mausohr, die Kleine Hufeisennase, die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*), die Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) sowie die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*).

Diese Schutzgebiete werden von den einzelnen Bundesländern an das Bundesamt für Naturschutz gemeldet. Da oftmals auch besonders bedeutende Fledermausquartiere Bestandteil der

Schutzgebietskulisse sind, werden diese meist als flächenlose punktuelle Teilgebiete ausgewiesen. Arten, die im **Anhang IV** aufgeführt sind, sind besonders selten und schützenswert, so dass ihre „Lebensstätten“ in ganz Europa weder beschädigt noch zerstört werden dürfen. Diese Arten umfassen alle Arten des Anhang II sowie alle bekannten Fledermausarten Europas. (weitere Informationen unter www.ffh-gebiete.de)

In Deutschland wurden 4.557 FFH-Gebiete ausgewiesen¹⁰. Thüringen hat insgesamt 212 FFH-Gebiete und 47 punkthafte FFH-Objekte gemeldet, die zu 35 Objektgruppen für den Fledermausschutz (mit geringer Flächenausdehnung) zusammengefasst wurden¹¹. Sachsen hat insgesamt 270 FFH-Gebiete gemeldet, welche 47 FFH-Fledermausquartiere beinhalten¹². Die Anzahl der in Sachsen-Anhalt gemeldeten FFH-Gebiete beläuft sich auf 266; 26 dieser „Gebiete“ sind Fledermausquartiere¹³.

Laut FFH-RL sind Maßnahmen festzulegen, die für die Erhaltung der dort vorkommenden Lebensräume und Arten notwendig sind und den Erhaltungszustand einer Art, sollte sie sich in einem ungünstigen Zustand befinden, verbessern (Optimierungsmaßnahmen). Außerdem ist für alle heimischen Fledermausarten ein Monitoringsystem zu etablieren. Welche Maßnahmen im Detail geplant und umgesetzt werden, ist meist in so genannten Managementplänen festgehalten

Das **Bundesnaturschutzgesetz** setzt die völker- und europarechtlichen Verpflichtungen in deutsches Recht um und regelt den Schutz der Fledermäuse. Die rechtlichen Grundlagen des Artenschutzes werden besonders im Kapitel 5 „Schutz der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten, ihrer Lebensstätten und Biotope“ und besonders in den §§ 39 (Verbot der Störung und des Fangs wildlebender Arten; Störungsverbot für Winterquartiere), 44 (Vorschriften für besonders geschützte und bestimmte andere Tier- und Pflanzenarten) und 45 (Ausnahmen) geregelt.

Hierbei ist zu beachten, dass sich die gesetzlichen Regelungen nicht nur auf die Arten selbst beziehen, **sondern auch die Fortpflanzungs- und Ruhestätten schützen!** Zahlreiche Ausnahmeregelungen u. a. für die ordnungsgemäße Forst- und Landwirtschaft lockern den strengen Schutz auf. Dies ist allerdings nur möglich, wenn es keine Alternativen gibt und der Erhaltungszustand der Populationen der betroffenen Arten nicht verschlechtert wird.

¹⁰ https://www.bfn.de/0316_gebiete.html

¹¹ http://www.thueringen.de/th8/tlug/umweltthemen/naturschutz/natura2000/natura2000-gebiete_th/

¹² <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/8063.htm>

¹³ <http://www.natura2000-lsa.de/natura-2000/>

2.6.2 DENKMALSCHUTZ

Der Denkmalschutz fällt in der Bundesrepublik Deutschland unter die Kulturhoheit der Länder, die entsprechende Gesetze erlassen. Diese Gesetze beinhalten auch Kriterien, die ein Bauwerk oder eine Gebäudegruppe, ein Ensemble, erfüllt, das als Baudenkmal besonders geschützt ist. Im Eintrag in der Denkmalliste oder im Denkmalinventar, das im allgemeinen vom zuständigen Landesamt für Denkmalpflege geführt wird, sind die spezifischen Denkmaleigenschaften des Objektes beschrieben.

Vorrangiges Ziel der **Denkmalschutzgesetze** sind der dauerhafte Erhalt, die Pflege, der Denkmäler.

Im Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt heißt es beispielsweise: „(§1) Es ist die Aufgabe von Denkmalschutz und Denkmalpflege, die Kulturdenkmale als Quellen und Zeugnisse menschlicher Geschichte und prägende Bestandteile der Kulturlandschaft nach den Bestimmungen des Gesetzes zu schützen, zu erhalten, zu pflegen und wissenschaftlich zu erforschen. Der Schutz erstreckt sich auf die gesamte Substanz eines Kulturdenkmals einschließlich seiner Umgebung, soweit diese für die Erhaltung, Wirkung, Erschließung und die wissenschaftliche Forschung von Bedeutung ist.“

Das bedeutet, dass Schäden von diesen Objekten fernzuhalten sind, weshalb Veränderungen, Eingriffe in ihre Bausubstanz und ihr Erscheinungsbild, genehmigungspflichtig sind.

Das Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt sagt ausdrücklich aus, dass „Einer Genehmigung durch die zuständige Denkmalschutzbehörde bedarf, wer ein Kulturdenkmal

1. Instand setzen, umgestalten oder verändern,
2. in seiner Nutzung verändern,
3. durch Errichtung, Wegnahme oder Hinzufügen von Anlagen in seiner Umgebung im Bestand und Erscheinungsbild verändern, beeinträchtigen oder zerstören,
4. von seinem Standort entfernen,
5. beseitigen oder zerstören will.“

Zuständig für diese Genehmigungen und erster Ansprechpartner sind die Unteren Denkmalschutzbehörden, meistens bei den Stadt- oder Kreisverwaltungen angesiedelt, im Konfliktfall die Oberen Denkmalschutzbehörden auf Landesebene (in Sachsen-Anhalt das Landesverwaltungsamt, in Sachsen die Landesdirektionen, in Thüringen das Landesverwaltungsamt) und die Oberste Denkmalschutzbehörde, das Kultusministerium. Die Landesämter für Denkmalpflege nehmen die Fachaufsicht und fachliche Beratung der Eigentümer und Behörden wahr.

Ebenso wie die Landeskirchen haben die staatlichen Schlösserverwaltungen oder die mit der Verwaltung dieser besonderen Immobilien betrauten Stiftungen oder Gesellschaften in der Regel

eigene Bauabteilungen. Häufig sind diese Träger direkt der Oberen oder Obersten Denkmalschutzbehörde unterstellt.

Die Texte der Denkmalschutzgesetze sind im Internet verfügbar¹⁴

2.6.3 ARBEITSSCHUTZ

Für Arbeiten in Fledermausquartieren sind zwei Bereiche der Arbeitsschutzgesetzgebung (Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit – ArbSchG) besonders zu beachten: die **Gefahrstoffverordnung** (Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, GefStoffV) und die **Biostoffverordnung** (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen-BioStoffV).

Die hölzernen Dachwerke, die die Fledermäuse als Sommerquartiere nutzen, sind häufig mit **Holzschutzmitteln** behandelt, insbesondere, wenn es sich um Baudenkmale handelt (siehe Kapitel 2.2 und 2.3.3). Die Ergebnisse des Projekts MATE haben gezeigt, dass historische Dachkonstruktionen im 20. Jh. sehr oft (auch wiederholt) mit Holzschutz- und/oder Flammschutzmitteln behandelt wurden, weshalb zunächst grundsätzlich von einer Behandlung und einer chemischen Belastung ausgegangen werden sollte, auch wenn keine entsprechenden Karten im Dachraum hängen oder andere Dokumente bekannt sind¹⁵. Der Staub in diesen in der Regel selten begangenen Räumen kann abgelöste **Holzfasern** enthalten und deshalb ebenfalls stark belastet sein.

Biozide im Holz, die vor 1990 aufgebracht wurden, fallen unter die Gefahrstoffverordnung. Die betroffenen Räume, meist Dachräume, sind damit als „kontaminierte Räume“ einzustufen, mit der Folge, dass eine Reihe von Vorschriften und Einschränkungen zu beachten sind. So entsteht für die Eigentümer eine **Erkundungspflicht** und, je nach Ergebnis, die Verpflichtung zum Aufstellen von Regeln für dort Beschäftigte (Arbeits- und Sicherheitsplan/A+S-Plan).

¹⁴ Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Kulturdenkmäler im Freistaat Sachsen (SächsDSchG) (<http://www.recht.sachsen.de/vorschrift/5198-Saechsisches-Denkmalenschutzgesetz>); Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt vom 21. Oktober 1991 (GVBl. LSA S. 368), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Dritten Investitionserleichterungsgesetzes vom 20. Dezember 2005 (GVBl. LSA S. 769) (<http://www.lsa.de/denkmalenschutzgesetz/>); Thüringer Gesetz zur Pflege und zum Schutz der Kulturdenkmale (Thüringer Denkmalschutzgesetz - ThürDSchG -) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. April 2004. <http://landesrecht.thueringen.de/jportal/?quelle=jlink&query=DSchG+TH&psml=bsthueprod.psml&max=true>; siehe auch <http://www.denkmaliste.org/denkmalenschutzgesetze.html>

¹⁵ Hennen u.a. (2010), www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=234550

Arbeiten in kontaminierten Bereichen erfordern folglich **Schutzmaßnahmen** vor allem gegen Stäube, die inhaliert oder in andere Bereiche des Gebäudes verschleppt werden. Einerseits sind daher Körperschutzmaßnahmen erforderlich, andererseits räumliche Trennungen zwischen belasteten und unbelasteten Bereichen. Zu berücksichtigen sind die Vorschriften der Berufsgenossenschaft, insbesondere die BGR 128 und die BGR/GUV-R 190 für das Tragen von Schutzmasken. Die räumliche Trennung von belastetem und unbelastetem Raum erfolgt über staubdichte Türen und Wände.

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben sind Fledermäuse, wie alle Wildtiere, Träger von **Ektoparasiten** wie beispielsweise Fledermausfliegen, Wanzen, Flöhe oder Milben. Auch wenn die meisten Arten sehr wirtsspezifisch sind und nur auf Fledermäusen oder sogar nur auf einzelnen Fledermausarten überleben, ist es möglich, dass Parasiten im Kot der Tiere aufzufinden sind. Nur durch direkten Kontakt mit Speichel (wenn man von einer Fledermaus gebissen wird) ist eine Übertragung von Tollwut möglich (allerdings sind die gebäudebewohnenden Fledermausarten zu vernachlässigen; hochprävalent sind in Deutschland die Breitflügel- und Wasserfledermäuse; persönliche Mitteilung von Gudrun Wibbelt, Leibniz Institutes für Zoo- und Wildtierforschung). Somit sollten generell bei direktem Kontakt mit Fledermäusen oder ihrem Kot Schutzhandschuhe getragen werden.

Die Exkremente von Fledermäusen sind inzwischen als biologische Arbeitsstoffe **Vorschriften der Berufsgenossenschaften** unterworfen (Pilze, Viren). Deshalb wird vorgeschlagen, dass auch in Quartieren, die nachweislich von Holzschutzmitteln unbelastet sind, eine Schutzausrüstung verwendet wird. Diese Empfehlung erscheint auch sinnvoll, weil die Dachräume zusätzlich oft durch Taubenkot verunreinigt sind, der häufig mit krankheitserregenden Mikroorganismen belastet ist.

(Für konkrete Empfehlungen siehe Kapitel 5 Leitfaden).

2.7 ERGEBNISSE DER IN-AUGENSCHENNAHME VON GROSSDÄCHERN MIT FLEDERMÄUSEN

In der ersten Projektphase nahmen die Beteiligten als Fledermausquartier genutzte Großdächer in Augenschein, um einen Überblick über die Problemlage und Konfliktfelder zu gewinnen. Außerdem waren die Objekte auszuwählen, die für vertiefende Untersuchungen benutzt werden sollten. Mehr als 20 Kirchen und Schlösser in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt wurden besichtigt, ihre Besonderheiten als Baudenkmal und Fledermausquartier in einem Datenblatt aufgenommen (im Anschluss sehen Sie ein Beispiel eines Datenblattes).



OBJEKT, BAUWERK UND DENKMALPFLEGERISCHE ASPEKTE

Bezeichnung: Evangelische Kirche in Großjena

Anschrift: Dorfplatz 10, 06618 Naumburg (Saale)

Sachsen-Anhalt

Ansprechpartner: Frau Krumov – Vorsitzende des Gemeidekirchenrates; Pfarrer Schilling-Schön; Dr. W. Bettauer – Gebietsreferent des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt

Datum: 26.02.2015

Wetter: ☒ sonnig ☒ leicht bewölkt ☐ bewölkt ☐ regnerisch

Temperatur: 8°C

Baustil/-zeit: romanisierender Neubau 1893-95

Konstruktionsweise/Baumatieralien/... : Stein, Holz, Schiefer

Dach (Konstruktion, Deckung, ...): Deckung mit schwarzem Schiefer

Mazeration vorhanden: ☒ nein... ☐ ja: Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Holzschutzmaßnahmen: ☐ nein

☒ ja: Holz zeigt eine bräunliche Färbung; keine Dokumentation über Holzschutzmaßnahmen; Aufkleberreste an Balken; wenige, kleine Kristalle zu erkennen; ein Fass

Dibutox Holzschutzmittel rumänischer Produktion steht (laut Aussage der Vertreterin des Gemeindegemeinderates) seit den 1990er Jahren in einer Ecke des Dachbodens – über den Einsatz ist nichts bekannt

Zustand des Gebäudes: gut

Vergangene Baumaßnahmen: Dachsanierung in den 1980er Jahren (vermutlich 85/85); das Dach wurde 2010 neu gedeckt mit schwarzem Schiefer anstelle dunkler Dachpappe (Teerpappe)

Geplante Baumaßnahmen: nicht bekannt

Sonstige Bemerkungen: engagierter Umgang der Gemeinde mit den Fledermäusen, gute Akzeptanz, Fledermäuse sind auch ein Thema in der Schule

FLEDERMÄUSE UND HABITATEIGENSCHAFTEN

Fledermausart(en) & Koloniegröße: Großes Mausohr, Bestand schwankt sehr (im Umfeld gibt es mehrere Ausweichquartiere)

Ansprechpartner: Burkard Lehmann, Herr Strattmann

Quartiere/Hangplätze: Tiere hängen hauptsächlich an der westlichen Mauer des Dachstuhls (Foto)

Besonderheiten: Verfärbungen am Mauerwerk, unterhalb des Hangplatzes ist ein schräges Brett angebracht (so dass sich der Kot nicht auf den Balken sammelt)

Kot: vorhanden ☐ nein

☒ ja: hauptsächlich unterhalb des Haupthangplatzes, einzelne Kotpellets auf dem Boden im gesamten Dachboden

Kotreinigung: ☐ nein

☒ ja, durch: ABM-Kräfte der unteren Naturschutzbehörde (laut Frau Kretschmar); Kotreinigung ist vertraglich geregelt zwischen Kirchengemeinde und uNB; Alleinstellungsmerkmal in Sachsen-Anhalt
wann: 1x im Jahr, im Frühjahr

Ein-/Ausflugsöffnungen: Fenster gegenüber des Haupthangplatzes, unverändert

Belüftung: durch geöffnetes Fenster (Ausflugsöffnung), keine Zugluft

Beleuchtung: im Inneren ☐ nein
☒ ja: nicht verdunkelte Fenster, Pfarrer hätte aber nichts gegen eine Verdunkelung

von außen ☒ nein...☐ ja: Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Raum für Flugübungen: ☐ nein...☒ ja: gesamter Dachboden

Spuren anderer Tiere: im Inneren ☒ nein...☐ ja: Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Monitoringdaten vorhanden: ☐ nein...☒ ja, seit den 1970er Jahren

FFH-Managementplan vorhanden: ☒ nein: das Gebäude ist ein FFH-Objekt (mit bedeutendem Fledermausvorkommen; es liegt jedoch bisher kein abgeschlossener Managementplan vor...
☐ ja, seit Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Lage des Objektes: die Kirche liegt am Südrand des Dorfes

Bebauung im direkten Umfeld: um die Kirche herum lockere dörfliche Bebauung

Vegetation im direkten Umfeld: Grünfläche direkt um die Kirche herum mit Sträuchern und Ziergehölzen; im Süden angrenzend große Grünflächen (Felder, einzelne Bäume und Sträucher), nächste Waldfläche in etwa 800m Luftlinie

Gewässer im direkten Umfeld: die Unstrut fließt etwa in 200m Entfernung von der Kirche westlich des Dorf

Aufgrund der gesammelten Eindrücke und der Aussagen in der Literatur können die Quartiere in Großdächern in vier Kategorien unterschieden werden:

1. Unauffällige Quartiere: Dachräume, in denen unauffällige Fledermauspopulationen leben, wo keine Beeinträchtigungen der Bausubstanz durch die Tiere erkennbar und keine baulichen Veränderungen absehbar sind
2. Quartiere, an/in denen Baumaßnahmen stattgefunden haben, mit oder ohne nachgewiesene Auswirkungen auf die Fledermäuse
3. Quartiere, die durch Holzschutzmittel kontaminiert sind,
4. Quartiere, die durch die Besiedlung durch die Tiere gefährdet oder geschädigt sind.

Die erste Gruppe dürfte die Mehrzahl der Wochenstubenquartiere umfassen. In die zweite Gruppe fallen Quartiere, in die in der jüngeren Vergangenheit, also innerhalb der letzten zehn Jahre baulich eingegriffen wurde. Die dritte Kategorie, die durch Holzschutzmittel belasteten Objekte, stellt gewissermaßen eine Sonderform der zweiten Gruppe dar; die chemischen Behandlungen, die sich inzwischen als problematisch erwiesen haben, liegen oft mehrere Jahrzehnte zurück. Der vierten Gruppe sind einige sehr große Kolonien des Großen Mausohrs zuzurechnen.

Einzelne Objekte wurden in der zweiten Projektphase näher untersucht, um Aussagen der Literatur und eigene Annahmen zu objektivieren und zu überprüfen. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 3 vorgestellt.

3. ERGEBNISSE VON UNTERSUCHUNGEN AN FLEDERMAUSQUARTIEREN IN GROSSDÄCHERN

3.1 EINFLÜSSE DES QUARTIERS/ VON EIGENSCHAFTEN DES QUARTIERS AUF FLEDERMÄUSE

Zur Beurteilung des möglichen Einflusses von Eigenschaften des Quartiers auf die Fledermäuse, die dieses nutzen, bietet sich zunächst die Beobachtung der **Populationsentwicklung** an. Entweder wächst die Kolonie oder der Bestand stagniert oder er nimmt ab.

Aussagen zu den **Ursachen** der Entwicklung zu treffen, ist im Einzelfall jedoch schwierig, weil viele Faktoren auf die Populationsentwicklung einwirken, nicht nur Quartierseigenschaften, sondern auch Veränderungen in dessen Nah- und Umfeld, insgesamt im Habitat.

3.1.1 RAUMKLIMATISCHE MESSUNGEN IN AUSGEWÄHLTEN FLEDERMAUSQUARTIEREN

Um ganz allgemein die Bandbreite der von den Fledermäusen tolerierten Temperaturen kennenzulernen und einen eventuell bestehenden Zusammenhang zwischen der örtlichen Temperatursituation und dem Vorhandensein von Fledermauswochenstuben in den Gebäuden zu gewinnen, wurden in den Untersuchungsobjekten Klimadatenlogger (falls möglich) im Bereich des Haupthangplatzes zur Erfassung der Raumklimas installiert. Der Messzeitraum lag mit wenigen Ausnahmen bei insgesamt 13 Monaten, von Anfang April 2015 bis Anfang Mai 2016. Somit sind jeweils die Wochenstubensaison 2015 und ein kompletter Winter erfasst. Eine Ausnahme bildet die Kirche in Großjena, in der der Erfassungszeitraum genau um ein Jahr, in die Wochenstubensaison 2016 verschoben ist.

Die langfristige Erfassung des Raumklimas in den einzelnen Dachstühlen ist auch im Blick auf die Abschätzung des Raumklimaeinflusses auf die möglicherweise im jeweiligen Dachstuhl enthaltenen Salze aus Holz- und Flammschutzmitteln sinnvoll. Kurzfristige deutliche Luftfeuchteschwankungen mobilisieren diese Salze, führen zur Umkristallisation. Je häufiger diese stattfindet, umso größer ist der zu erwartende Stress auf die Holzstruktur. Das Raumklima nimmt demnach Einfluss auf die Dynamik der Schadstoffe im Holz (siehe Kapitel 3.3). Durch die Ablösung von biozidhaltigen Holzfasern (Mazeration) kommt es in den Quartieren auch zur Anreicherung des Liegestaubes mit den Rückständen der Holz- und Flammschutzmittel. Der Zusammenhang zwischen der Luftfeuchte und der Mobilisierung von Salzen und hygroskopischen Bestandteilen aus Fledermauskot und –urin wird im Kapitel 3.3 beschrieben. An dieser Stelle wird wiederum deutlich, dass sich auch im Quartier sehr unterschiedliche Wirkzusammenhänge einstellen und überlagern können.

Im Folgenden wird auf den Zusammenhang von Temperatur und dem Vorhandensein von Fledermäusen eingegangen. Der Einfluss der Zugluft wird hier nicht betrachtet. Die Luftfeuchte spielt, wie frühere Untersuchungen zeigten, für die Fledermäuse keine größere Rolle (Meyer 2000), für die Bausubstanz im Falle von Salzbelastungen dennoch.

Für das Objekt **Altenberga** (s. Kapitel 3.1.4) wurde im Rahmen einer Diplomarbeit die Hangplatznutzung der Kleinen Hufeisennase in Abhängigkeit der Temperatur untersucht (Meyer 2000). Dabei konnte eine temperaturabhängige Hangplatzwahl während der Schwangerschaft und Säugezeit (Gravidität und Laktation) ermittelt werden. Während der Gravidität und Laktation hielten sich die Kleinen Hufeisennasen bei Temperaturen bis 30°C vorrangig am wärmsten Hangplatz auf. Am Abend wurden die meisten Jungtiere am wärmsten Hangplatz zurückgelassen.

Diese Beobachtungen in Dachbodenquartieren korrelieren mit den Untersuchungen von Harmata (1969), Kolb (1950), Baschnegger (1986) und Wilhelm (1978, 1995). Auch die in der Diplomarbeit von Biedermann (1999) ermittelten Temperaturen an den Hangplätzen in den temperaturstabileren Heizungskeller-Wochenstubenquartieren von bis zu 26,6°C liegen in diesem Bereich. Durch entsprechend warme Hangplatzwahl können die graviden und laktierenden Fledermäuse hohe Körpertemperaturen aufrechterhalten und den Jungtieren eine schnelle und rechtzeitige Entwicklung gewährleisten. Gleiches erfüllt auch das Clustern (i.e. das Anhängen in Gruppen mit Körperkontakt der einzelnen Tiere) bei niedrigen Temperaturen, was die Kleinen Hufeisennasen auch in Altenberga im Wochenstubenquartier taten. Die **Vorzugstemperatur** der Kleinen Hufeisennasen liegt unter Beachtung der vorbenannten Arbeiten zwischen 25 und 30° am Hangplatz, höheren Temperaturen, vor allem über 40°C wird ausgewichen. Ein direkter Einfluss der Luftfeuchte auf die Hangplatzwahl konnte bei Meyer

(2000) nicht festgestellt werden. Die gleiche Schlussfolgerung zog auch Gaisler (1963) bei seinen Untersuchungen.

Das Große Mausohr bevorzugt etwas wärmere Hangplätze als die Kleine Hufeisennase (Harmata, 1969: 31-34°C im Sommerquartier, 25-37°C im Labor, Sandel et. al (2004) beschreibt einen Hangplatzwechsel bei >37°C an kühlere Orte).

Bei kühlen Temperaturen während der Gravidität und Laktation müssen sich Fledermäuse entweder aktiv wärmen (clustern) oder sie passen ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur an, indem sie in einen physiologischen Schlafzustand (=Torpor) gehen. Beide Zustände haben Nachteile. Zwar hilft es dem Muttertier in diesem Moment Energie zu sparen, im Frühjahr wird jedoch das Embryonenwachstum gebremst bzw. führt es nach der Geburt der Jungtiere zu einer reduzierten Milchproduktion, bis hin zum Verlust des Jungtieres. Für die Jungtiere, die nachts allein im Quartier zurückbleiben, ist es wichtig, dass es sich am Hangplatz möglichst langsam abkühlt und morgens, wenn die Mütter zurückkehren, nicht zu kalt ist. Ideal sind daher gleichmäßig temperierte Hangplätze ohne große Temperaturschwankungen. Große historische Dachböden weisen in idealer Weise verschieden temperierte Hangplatzmöglichkeiten auf, die die Fledermäuse je nach Reproduktionsstatus wählen können. Insbesondere wurde bei der Kleinen Hufeisennasen beobachtet, wie sie über den Tag innerhalb des Daches zwischen mehreren Hangplätzen wechselt, die im Dachraum in verschiedenen Höhen, in Türmen, Schornsteinen, Blasebalgverschlägen, Kellern usw. liegen, um die idealen Temperaturbedingungen zu finden (z.B. Meyer 2000).

Nachfolgend werden die Messreihen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Quartieren vorgestellt.

Die Interpretation der jeweils ermittelten und im Diagramm dargestellten Luftfeuchtwerte erfolgt in den Fällen, wo dies im Blick auf Holzschutzmittelbehandlungen bzw. Einflüsse von nachgewiesenen Urin- und Kotbestandteilen in den Baukonstruktionen erforderlich ist bzw. wenn die Luftfeuchtwerte in weitere Untersuchungen einfließen, die im Rahmen des Projektes vorgenommen wurden.

DONNDORF

Aufzeichnungszeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016 (siehe Abb. 25).

Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur schwankte im Messzeitraum zwischen minimal -6,4°C und maximal 37,5°C um einen Mittelwert von 12,01°C. Die stärksten Temperaturschwankungen traten am Anfang der Aufzeichnungen im August 2015 auf. In dieser Zeit schwankte die Lufttemperatur kurzzeitig zwischen 18°C und 37°C (siehe Abb. 25)

IDK	Diagramm 5	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle Dateien\BBR\Fledermausprojekt\Fledermausprojekt	K:1 %rF			20.60	91.80	65.93
Donndorf	K:2 °C			-6.40	37.50	12.01
Datenlogger Nr. 175010 rel. Luftfeuchte [rot]; Lufttemperatur [grün]						
Zeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016						

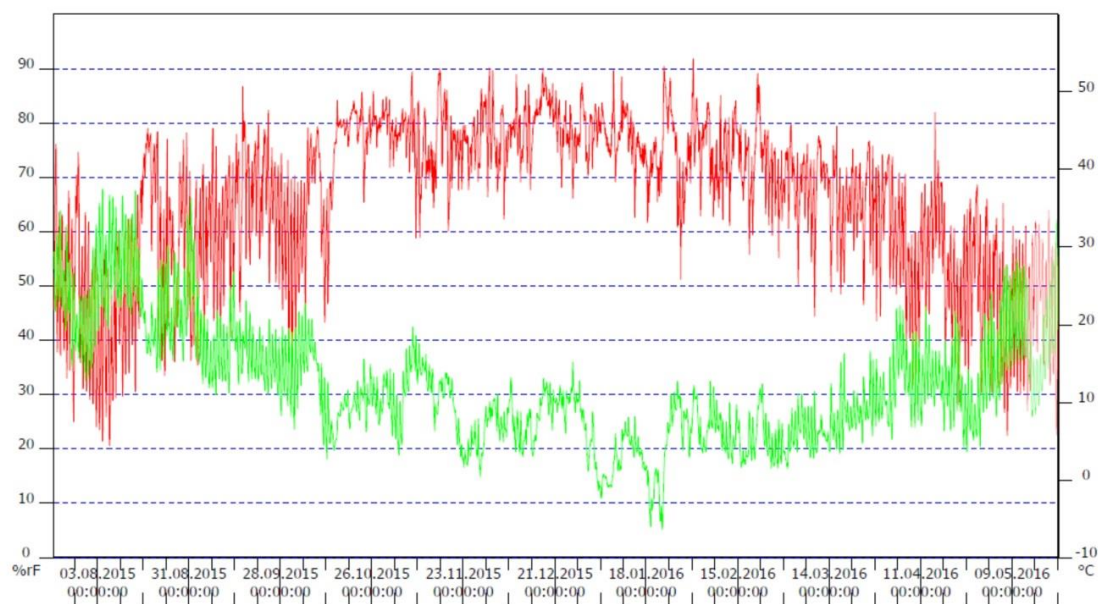


Abbildung 25. Darstellung der Luftfeuchte (rot) und Lufttemperatur (grün) in Donndorf.

GEHOFEN

Aufzeichnungszeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016 (siehe Abb. 26).

Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur schwankte im Messzeitraum zwischen minimal -5,3°C und maximal 37,2°C um einen Mittelwert von 11,85°C.

Die stärksten Temperaturschwankungen traten am Anfang der Aufzeichnungen im August 2015 auf. In dieser Zeit schwankte die Lufttemperatur kurzzeitig zwischen 18°C und 37°C.

IDK	Diagramm 6	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle Dateien\BBR\Fledermausprojekt\Fledermausprojekt	K:1 %rF			25,00	95,30	68,36
Gehofen	K:2 °C			-5,30	37,20	11,85
Datenlogger Nr. 175012 rel. Luftfeuchte [rot]; Lufttemperatur [grün]						
Zeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016						

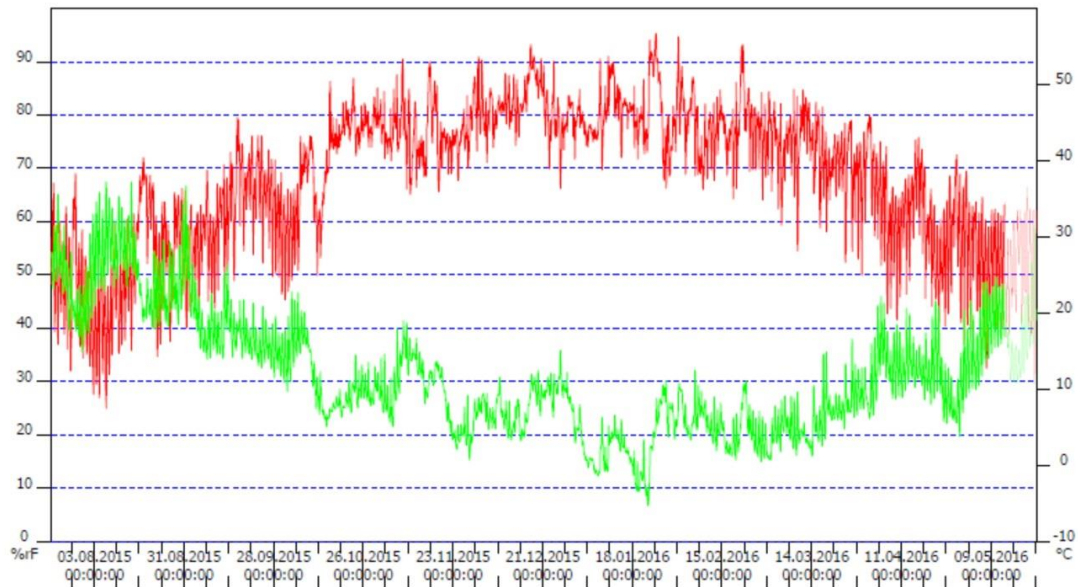


Abbildung 26. Darstellung der Luftfeuchte (rot) und Lufttemperatur (grün) in Gehofen (gesamt).

RITSCHENHAUSEN

Aufzeichnungszeitraum: 23.06.2015 bis 23.05.2016 (siehe Abb. 29).

Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur schwankte im Messzeitraum zwischen minimal -10,0°C und maximal 31,4°C um einen Mittelwert von 9,84°C.

Die stärksten Temperaturschwankungen traten am Anfang der Aufzeichnungen im Juli 2015 auf. In dieser Zeit schwankte die Lufttemperatur kurzzeitig zwischen 18°C und 31°C.

IDK	Diagramm 8	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle Dateien\BBR\Fledermausprojekt\Fledermausprojekt	K:1 %rF			29.10	99.90	76.20
Ritschenhausen	K:2 °C			-10.00	31.40	9.84
Datenlogger Nr. 175015 rel. Luftfeuchte [rot]; Lufttemperatur [grün]						
Zeitraum: 23.06.2015 bis 23.05.2016						

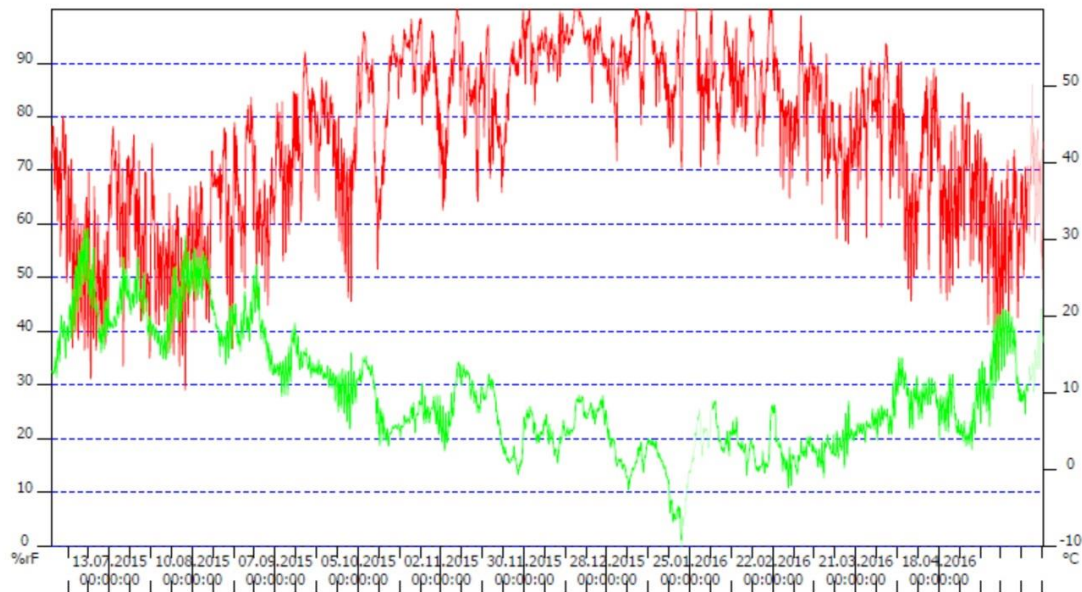


Abbildung 29. Darstellung der Luftfeuchte (rot) und Lufttemperatur (grün) in Ritschenhausen (gesamt).

Die Raumklimabedingungen in Ritschenhausen sind geprägt von eher geringen bis gedämpften Lufttemperaturschwankungen. Im Gegensatz dazu wurden ausgesprochen starke mittel- und kurzfristige Schwankungen der relativen Luftfeuchte über den gesamten Jahresverlauf beobachtet.

GÜNSERODE

Aufzeichnungszeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016 (siehe Abb. 32).

Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur schwankte im Messzeitraum zwischen minimal -7,9°C und maximal 36,6°C um einen Mittelwert von 11,03°C. Die stärksten Temperaturschwankungen traten am Anfang der Aufzeichnungen im August 2015 auf. In dieser Zeit schwankte die Lufttemperatur kurzzeitig zwischen 18°C und 36°C.

IDK	Diagramm 7	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle Dateien\BBR\Fledermausprojekt\Fledermausprojekt	K:1 %rF		28.60	96.90	70.85	
Günserode	K:2 °C		-7.90	36.60	11.03	
Datenlogger Nr. 175009 rel. Luftfeuchte [rot]; Lufttemperatur [grün]						
Zeitraum: 20.07.2015 bis 23.05.2016						

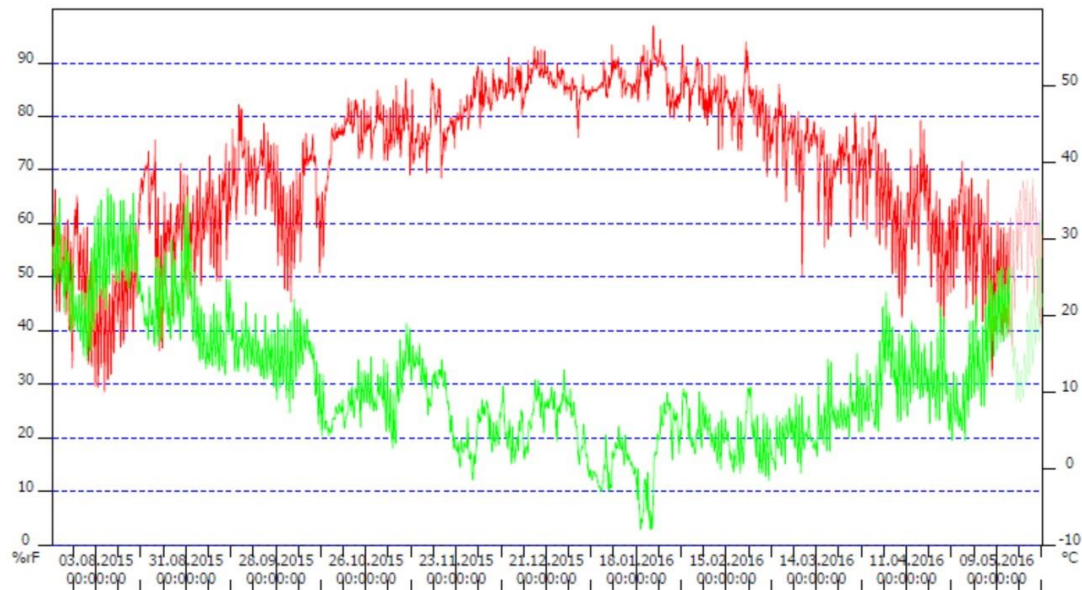


Abbildung 32. Darstellung der Luftfeuchte (rot) und Lufttemperatur (grün) in Günserode (gesamt).

Auffällig ist die deutlich geringere Schwankungsbereite der relativen Luftfeuchte in den Wintermonaten im Vergleich zu den Sommermonaten. Die Tatsache, dass sich die Wochenstube sehr gut entwickelt bzw. keine Rückläufe zu beobachten sind, ist ein weiteres Indiz, dass die Schwankung der relativen Luftfeuchte keinen erheblichen Einfluss auf die Qualität des Quartiers hat.

BÜRGEL

Aufzeichnungszeitraum: 31.08.2015 bis 24.05.2016 (siehe Abb. 35).

Raumlufttemperatur

Die Raumlufttemperatur schwankte im gesamten Messzeitraum zwischen minimal -8,5°C und maximal 34,9°C um einen Mittelwert von 8,46°C.

Die stärksten Temperaturschwankungen traten am Anfang der Aufzeichnungen Ende August 2015 auf. In dieser Zeit schwankte die Lufttemperatur kurzzeitig zwischen 18°C und 34°C.

IDK	Diagramm 2	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle Dateien\BBR\Fledermausprojekt\Fledermausprojekt			K:1 %rF	29,60	87,40	69,14
Bürgel			K:2 °C	-8,50	34,90	8,46
Datenlogger Nr. R17 rel. Luftfeuchte [rot]; Lufttemperatur [grün]						
Zeitraum: 31.08.2015 bis 24.05.2016						

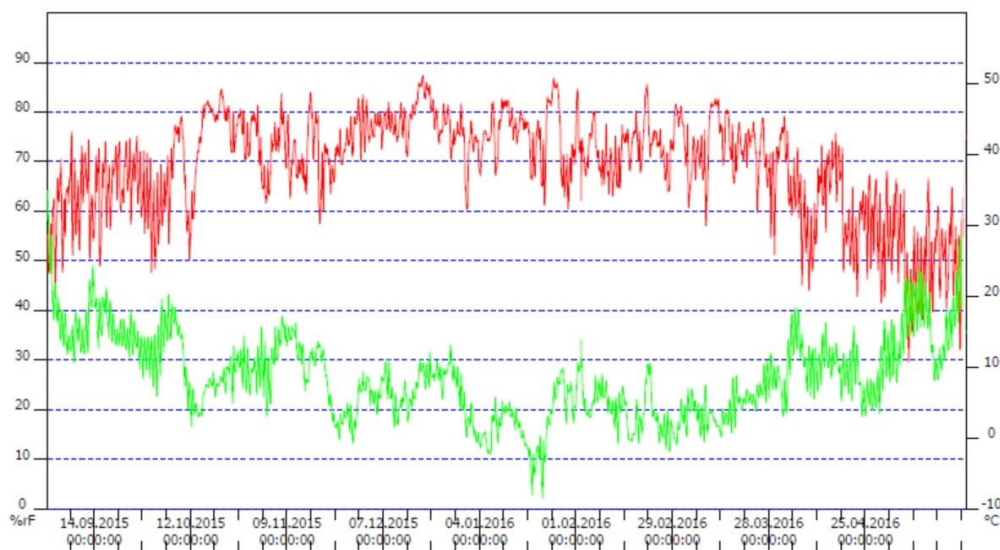


Abbildung 35. Darstellung der Luftfeuchte (rot) und Lufttemperatur (grün) in Bürgel (insgesamt).

Relative Luftfeuchte

Die relative Luftfeuchte schwankte im Messzeitraum zwischen minimal 29,6% rel. F. und maximal 87,4% rel. F. um einen Mittelwert von 69,14% rel. Feuchte.

Die Werte der relativen Raumluftfeuchte weisen kurz- und mittelfristig moderate Schwankungen von bis zu 30% rel. Feuchte auf. Im Sommerhalbjahr schwanken die Werte überwiegend zwischen 40% und 65% rel. F. und im Winterhalbjahr zwischen 65% und 80% rel. Feuchte.

Bedingt durch den eingeschränkten Messzeitraum fehlen die Werte für hochsommerliche Raumklimasituationen. Die vorliegenden moderaten Schwankungen der relativen Luftfeuchte sind mit Hinblick auf die vorhandene Belastung des Dachstuhls mit salzbasierten Flammschutzmitteln von Vorteil, da es eher selten zu Kristallisationswechseln kommen dürfte, die Stress für das Holzgefüge bedeuten. Diese Prozesse führen, wie bereits beschrieben (s. 2.3.3) zur Mazeration des Holzes und damit zur Freisetzung von Holzfasern, die häufig auch mit Bioziden belastet sind.

DANNHEIM

Das Messgerät wurde versehentlich in einer verschlossenen Plastikdose ausgelegt. Ursprüngliches Ziel dessen war sicherlich, das Gerät vor Urin- und Kotbeaufschlagung zu schützen. Die Messergebnisse, insbesondere die Luftfeuchtwerte, sind daher nicht verwendbar.

Zusammenfassende Bewertung

Da die Messreihen in den Objekten nicht parallel liefen und es Unterschiede bei den Erfassungszeiträumen gab, fällt ein direkter Vergleich der Temperaturverhältnisse im Dachboden (im Bereich eines bekannten Hangplatzes) schwer. Betrachtet man den Monat August 2015, in dem in fast alle Quartieren Temperaturmessungen erfolgten, erreichen die Temperaturen in allen Quartieren $>30^{\circ}\text{C}$. In Donndorf werden die höchsten Temperaturen mit $37,5^{\circ}\text{C}$ gemessen, in Ritschenhausen mit $31,4^{\circ}\text{C}$ die niedrigsten. Die Temperaturverhältnisse an den Messpunkten in den beobachteten Quartieren unterscheiden sich voneinander. Je nach Sonneneinstrahlung und Dachraumgröße können Unterschiede im Temperaturregime entstehen.

Im Rahmen der Klimamessungen wurde jeweils nur ein Messpunkt für die Temperatur- und die Luftfeuchtigkeitserfassung ausgewählt, der erste Daten liefern kann, unter welchen Temperaturbedingungen Fledermäuse Dachböden als Quartiere in den Frühjahrs- und Sommermonaten nutzen. In allen 6 Objekten hielten sich im Erfassungszeitraum während der Wochenstubenzeit Kleine Hufeisennasen oder Große Mausohren im Quartier auf, auch wenn die genauen Hangplätze und deren Nutzung nicht detailliert erfasst wurden. Mit der Möglichkeit sich warme Hangplätze im Großdach gezielt auszuwählen oder durch gemeinsames Clustern ihr eigenes Mikroklima am Hangplatz zu schaffen bzw. in bestimmten Phasen der Reproduktion bei schlechter Witterung auch ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur anzupassen und damit Energie zu sparen, können Fledermäuse auf Änderungen im Temperaturregime am jeweiligen Hangplatz reagieren.

Dass durch bauliche Eingriffe im Dachboden Veränderungen in den klimatischen Bedingungen im Quartier entstehen können, welche für die Quartiernutzung von Fledermäusen nicht mehr tolerierbar ist bzw. dass durch gezielte bauliche Optimierungen die klimatischen Verhältnisse für die Nutzung von Fledermäusen positiv beeinflusst werden können, ist bekannt.

Mit weiteren und umfangreicheren Klima-Messreihen in Quartieren könnten mehr Informationen über die Nutzung von Hangplätzen/Dachböden in Abhängigkeit von Temperaturen gewonnen werden, die bei Sanierungen oder Herrichtungen von Dachbodenquartieren hilfreich sind. Vor allem wenn Sanierungen am Objekt vorgesehen sind, die möglicherweise die klimatischen Verhältnisse stark verändern können, z.B. durch Verwendung einer anderen Ziegeldeckung oder durch einen Teilausbau des Dachbodens und einer damit verbundenen Verkleinerung des zur Verfügung stehenden Bereiches für die Fledermäuse.

3.1.2 POPULATIONSENTWICKLUNG VON AUSGEWÄHLTEN KOLONIEN DES GROSSEN MAUSOHRs UND DER KLEINEN HUFSENNASE

Untersucht wurden Kolonien der Kleinen Hufeisennase und des Großen Mausohrs in Thüringen (und Sachsen) bzw. deren Wochenstubenquartiere. Die meisten dieser Quartiere befinden sich in den Dachräumen von Kirchen oder großen Wohnbauten in dörflicher Umgebung. Die Kirche von Bürgel liegt in der im Verhältnis dazu stärker durch Verkehr belasteten Stadtmitte, in der sich jedoch ebenfalls Gärten und andere Grünflächen befinden („Nahfeld“ des Quartiers).

Da im Projekt die Anzahl der untersuchten Kolonien begrenzt sein musste, wurden aus allen in Thüringen bekannten Kolonien Beispiele ausgewählt, die schon seit mindestens zehn Jahren bekannt sind und die mehr oder weniger regelmäßig im Rahmen des Bestandsmonitorings der IFT (Interessengemeinschaft Fledermausschutz und –Forschung Thüringen e.V.; siehe Tress et al. 2012) gezählt wurden. Von den 49 Kolonien des Großen Mausohrs gibt es durchschnittlich 19 Jahreswerte (Anzahl adulter Individuen, die im Sommerquartier gezählt wurden). Die 32 Kolonien der Kleinen Hufeisennase wurden im Mittel über 15 Jahre hinweg gezählt. Kolonien des Großen Mausohrs sind deutlich größer als die der Kleinen Hufeisennase. Die Anzahl der Tiere in Mausohr-Kolonien variiert zwischen 1 (wobei ein Tier alleine streng genommen keine Kolonie ist) und 4375. Der Median der Koloniegroßen beträgt 300 (der Mittelwert beträgt 462,5 mit einer Standardabweichung von 566,8 aufgrund der drastischen Unterschiede und Schwankungen in den Koloniegroßen). Die Anzahl der Kleinen Hufeisennasen in den Kolonien variiert zwischen 1 und 268. Der Median der Koloniegroßen ist 37,5 (Mittelwert = $52,1 \pm 49,6$).

Wie erwartet sind auch die im Projekt beobachteten Kolonien des Großen Mausohrs – mit Ausnahme der Kolonie in Bürgel – deutlich größer als die Kolonien der Kleinen Hufeisennase (siehe Abbildung 8). Im Folgenden werden die einzelnen Kolonien in Thüringen, in welchen Messungen durchgeführt oder Musterflächen angelegt wurden, erläutert. Des Weiteren werden die Populationszahlen aus zwei weiteren Wochenstuben – Altzella und Deutschenbora – aus Sachsen betrachtet. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate aller Thüringer Kolonien liegt beim Großen Mausohr zwischen 2,5% und 6,9% liegt, bei der Kleinen Hufeisennase zwischen 5,2% und 9,1% (Tress et al. 2012).

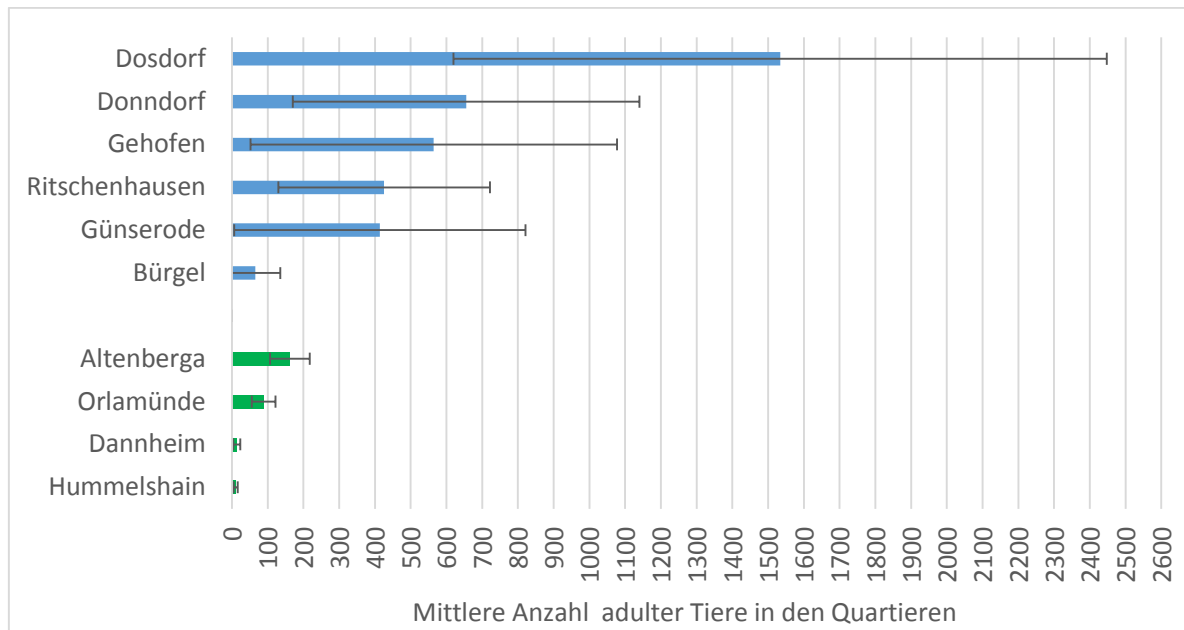


Abbildung 8. Angegeben ist die mittlere Anzahl (sowie der Standardfehler) der Individuen in Fledermauswochenstuben in Thüringen. Grün dargestellt sind Kolonien der Kleinen Hufeisennase; blau dargestellt sind Kolonien der Großen Mausohren.

GROSSES MAUSOHR

DOSDORF – FFH-Objekt 5231-302

Die Kolonie in der evangelischen Kirche „St. Otmar“ in **Dosdorf** (Ilm-Kreis, bei Arnstadt, Thüringen) (Abb. 9) ist eine der größten bekannten Wochenstuben in Thüringen. Die Anzahl der Tiere in Dosdorf nimmt seit den 1990er Jahren zu; möglicherweise stagniert das Wachstum aber seit ca. 10 Jahren.

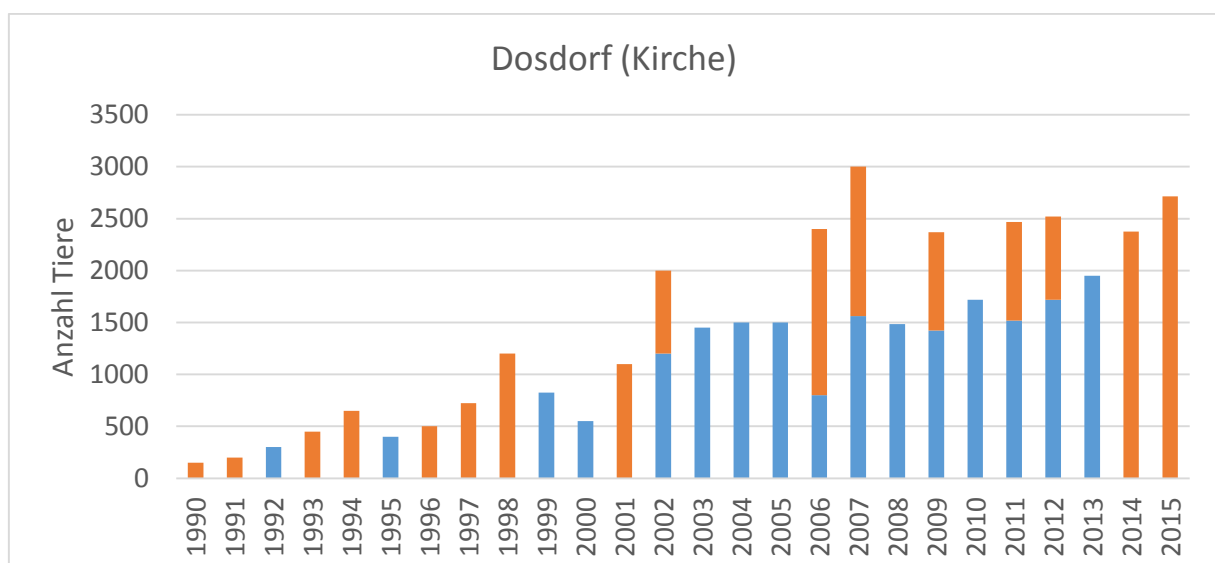


Abbildung 9. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche in Dosdorf. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

Die Fledermäuse nutzen vor allem den Turm der Kirche als Sommerquartier. Die Kirche liegt in der Mitte des kleinen Ortes, der durch eine lockere, dörfliche Wohnbebauung mit geringer Verdichtung geprägt ist. Die unmittelbare Umgebung der Kirche weist einen durchschnittlichen Gehölzanteil (mit vielen Ziergehölzen) auf. Im Osten und Süden schließen Ackerflächen, im Norden Grünland und im Westen Wald an das Dorf an. Etwa 150m südöstlich der Kirche fließt die Gera durch Dosdorf. Die Jagdgebiete der Kolonie befinden sich in direkter Umgebung des Quartiers, z.B. das FFH-Gebiet 5130-302 „TÜP Ohrdruf-Jonastal“ oder das bewaldete NSG „Gottesholz“ im Norden der Kirche. Weitere (Ausweich-)Quartiere in der Umgebung der Kolonie sind nicht bekannt. Vermutet wird, dass in den letzten Jahren bis Jahrzehnten andere Quartiere im weiteren Umfeld weggefallen sind, so dass sich die Tiere deshalb im Dosdorfer Kirchturm konzentrieren. Die Kolonie bzw. das Koloniequartier stellt einen Extremfall dar, da eine enorm große Anzahl an Großen Mausohren eine verhältnismäßig kleine Fläche nutzt und somit die Holzbalken des Turmes massiv durch Kot und Urin belastet sind und baulich ertüchtigt werden müssen, um weitere Schäden zu begrenzen (siehe Kapitel 3.4). Im Managementplan zum „FFH-Objekt 5231-302 Evangelische Kirche Dosdorf“ werden eine Erneuerung der Deckenbalken, des Zwischenbodens und der Treppe zum Turm als notwendige Erhaltungsmaßnahmen empfohlen. Der Dachstuhl wurde zuletzt 1970-1972 erneuert, 1975 wurde das Dach umgedeckt. Im Jahr 1998 wurde eine elektrische Glockenläuteanlage eingebaut, um u. a. die Tiere vor Störungen zu schützen, die mit dem manuellen Läuten verbunden sind. Des Weiteren wurde der Glockenstuhl überdacht, um die Glocken wiederum vor den Exkrementen der Fledermäuse zu schützen. Diese Bauarbeiten könnten den leichten Einknick der Populationsgröße im Jahr 1999 (Abb. 9) erklären, allerdings sind Schwankungen in der Populationsgröße, wie im weiteren Verlauf sichtbar, nicht unüblich und oft nicht direkt mit bestimmten Maßnahmen oder Ereignissen erklärbar. Momentan laufen Planungen, um den baulichen Zustand unter Erhaltung des Fledermausvorkommens zu verbessern. Dazu wurde u.a. ein Statisches sowie ein Holzschutz-Gutachten erstellt, welche zum Ergebnis kommen, die gesamte Turmhaube (Holzkonstruktion) zu erneuern und auszutauschen.

Bei ersten Schadstoffanalysen von Holzproben, die 2004 durch die TLUG und IFT durchgeführt wurden, konnten keine erhöhten Konzentrationen von Holzschutzmitteln festgestellt werden.

DONNDORF (FFH-Objekt 4734-304) & GEHOFEN

In **Donndorf** (Kyffhäuser-Kreis, Thüringen) bewohnt eine Kolonie Großer Mausohren den langgestreckten Dachboden mit offener Zwischendecke eines Wirtschaftsgebäudes eines ehemaligen Klosters nordwestlich der Gemeinde Donndorf. Das Klostergelände ist mit Ziergehölzen bewachsen. Unmittelbar angrenzend liegen große zusammenhängende Waldgebiete der Hohen Schrecke, der Finne und der Schmücke; die Unstrut fließt etwa 2,5km nordöstlich des Klosters durch eine überwiegend landwirtschaftlich genutzte Aue. Die Gebäude des Klosters wurden von 1994 bis 1996

saniert (vermutlich waren aufgrund der Arbeiten im Jahr 1995 keine Tiere anwesend, siehe Abb. 10). Seitdem wurden keine Baumaßnahmen mehr durchgeführt. Es gibt keine Kenntnisse über den Einsatz von Holzschutzmitteln.

Es ist jedoch bekannt, dass diese Kolonie ebenfalls die Kirche in Gehofen nutzt, welche sich etwa in 4km nordwestlicher Richtung befindet. Die Kirche wird regelmäßig bei bestimmten Witterungsbedingungen oder bei Störungen im Quartier als Ausweichquartier genutzt – die beiden Quartiere bilden somit einen Quartierverbund. Bisher ist nicht bekannt, ob vertriebt: in diesem Jahr wurden keine Tiere in Donndorf (Abb. 10), jedoch ein enormer Anstieg der Individuenanzahl in Gehofen (es darüber hinaus weitere, von der Kolonie genutzte Quartiere in der Umgebung gibt. Die Verbindung der beiden Quartiere wurde 2006 festgestellt, als eine Schleiereule Fledermäuse aus ihrem Quartier in Donndorf Abb. 11) festgestellt.

In **Gehofen** nutzen die Fledermäuse den Dachraum der evangelischen Kirche St. Johann Baptist, die in der Dorfmitte zu finden ist. Unmittelbar um die Kirche gibt es einige Gehölze, etwa 100m entfernt von der Kirche fließt der Mühlgraben nördlich des Dorfes. Das nächste Waldgebiet die Hohe Schrecke liegt etwa 2,5km südlich der Kirche. Leitstrukturen vom Dorf über die Ackerflächen bis hin zum Wald sind vorhanden.

Das Dach der Kirche in Gehofen wurde modellhaft instandgesetzt. Hier wurde die Dachkonstruktion ohne den Einsatz von Holzschutzmitteln wiederhergerichtet und eine säurebeständige Unterspannbahn sowie eine Kotrinne installiert. Neu geschaffene Öffnungen im Mauerwerk zum Ein- und Ausflug der Fledermäuse und der Regulation der Stauhitzte wurden geschaffen.

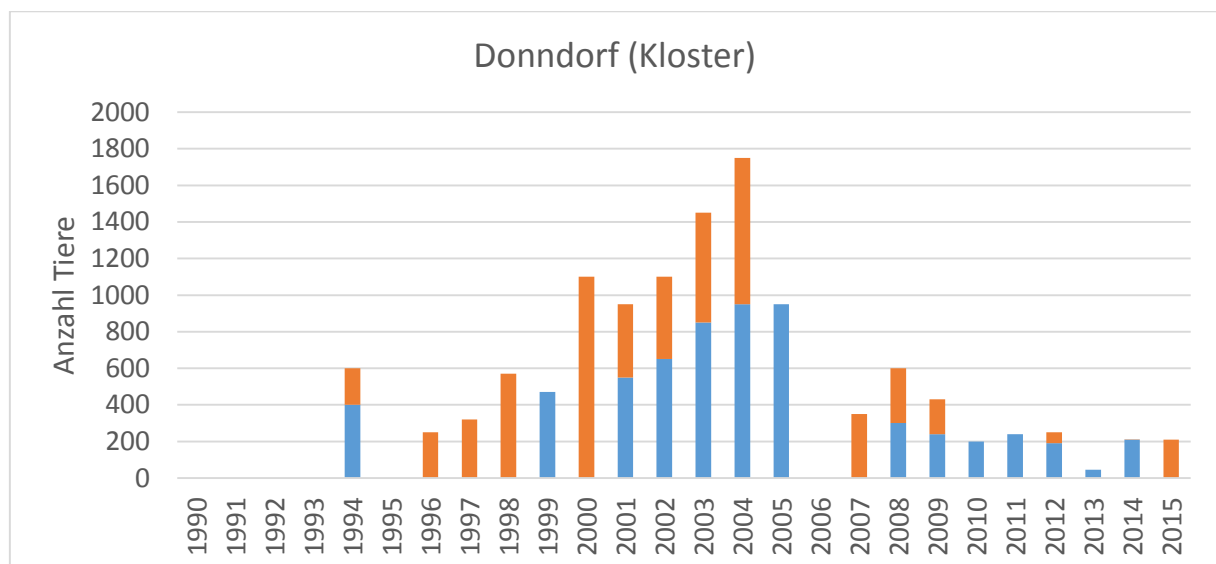


Abbildung 10. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in einem Gebäude des Klosters in Donndorf. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

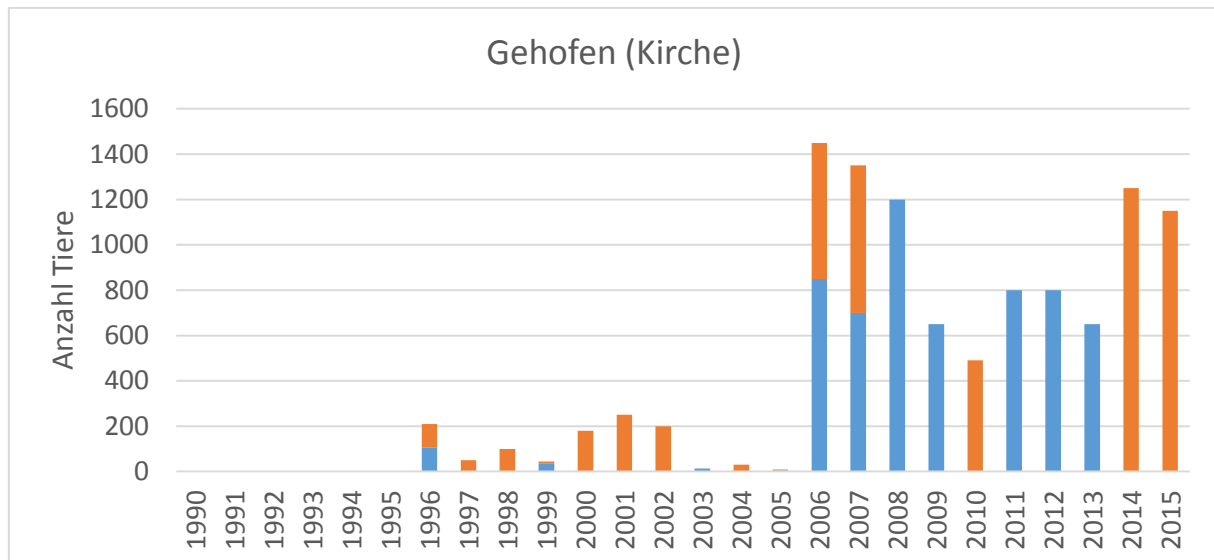


Abbildung 11. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche in Gehofen. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

RITSCHENHAUSEN

Die pyramidenförmige Stein-Spitze des Kirchturms in **Ritschenhausen** (LK Schmalkalden-Meinigen, Thüringen) wird ebenfalls von einer Kolonie Großer Mausohren als Sommerquartier genutzt. Die Kirche liegt ebenfalls in der Dorfmitte und ist umgeben von einer mit Gehölzen bewachsenen Grünfläche. Etwa 150m westlich der Kirche fließt die Jüchse; am Nordende des Dorfes befindet sich der Speicher Bauerbach. Im Westen und Osten liegen große Waldgebiete, die von den Tieren als Jagdgebiete genutzt werden können. Bauarbeiten während der letzten Jahre sowie der Einsatz von Holzschutzmitteln sind nicht bekannt.

Die Anzahl der Individuen in der Kolonie schwankt sehr (Abbildung 12). Im Vergleich zu den anderen Kolonien ist es in diesem Quartier minimal kälter (siehe Kapitel 3.1.1). Es ist bisher nicht bekannt, ob die Kolonie andere Quartiere in der Umgebung nutzt und ob ihr somit Ausweichquartiere bekannt sind. Allerdings ist bekannt, dass bei Störungen an Meininger Mausohrwochenstuben Tiere nach Ritschenhausen ausweichen und sich zeitweilig dieser Kolonie anschließen.

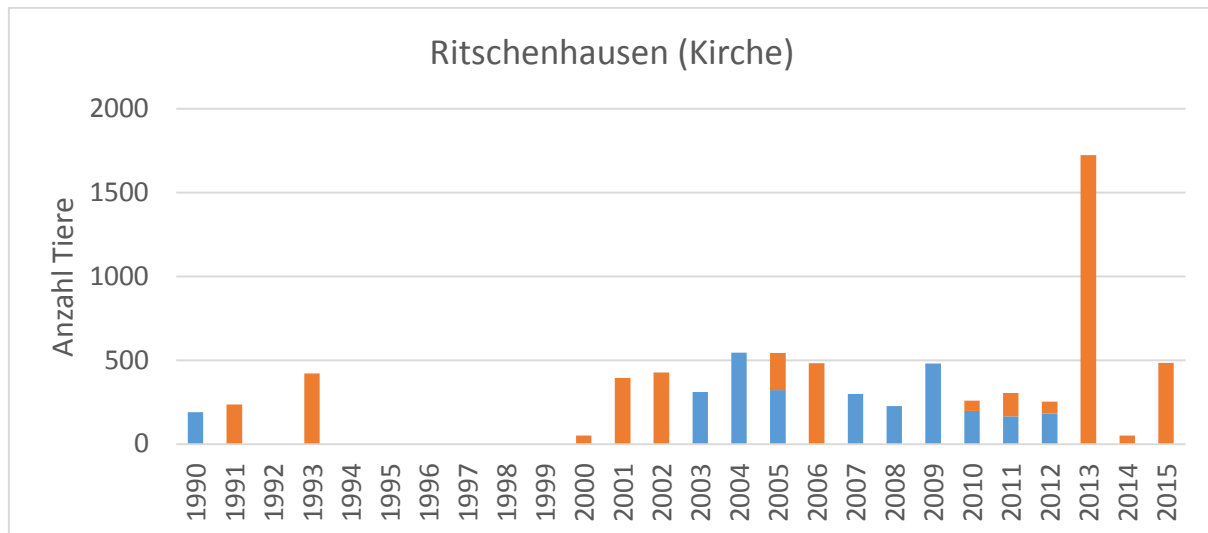


Abbildung 12. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche in Ritschenhausen. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

GÜNSERODE

Die evangelische Kirche St. Nikolaus in **Grünserode** (Kyffhäuser-Kreis, Thüringen) befindet sich nicht direkt in der Dorfmitte, sondern im südlichen Bereich des Dorfes. Da Grünserode fast komplett von Waldflächen umgeben ist (nur im Norden schließen erst noch Ackerflächen an das Dorf an, bevor der Wald beginnt), können die Tiere direkt aus der Kirche in den Wald fliegen. Im Osten fließt die Wipper am Dorf vorbei bzw. im Süden durch das Dorf hindurch. Zu Baumaßnahmen und dem Einsatz von Holzschutzmitteln ist nichts bekannt. Die Wochenstuben im Dachstuhl des Kirchturms in **Grünserode** (Abb. 13) nimmt im Durchschnitt zu; gerade während der letzten Jahre ist die Zunahme deutlich zu beobachten.

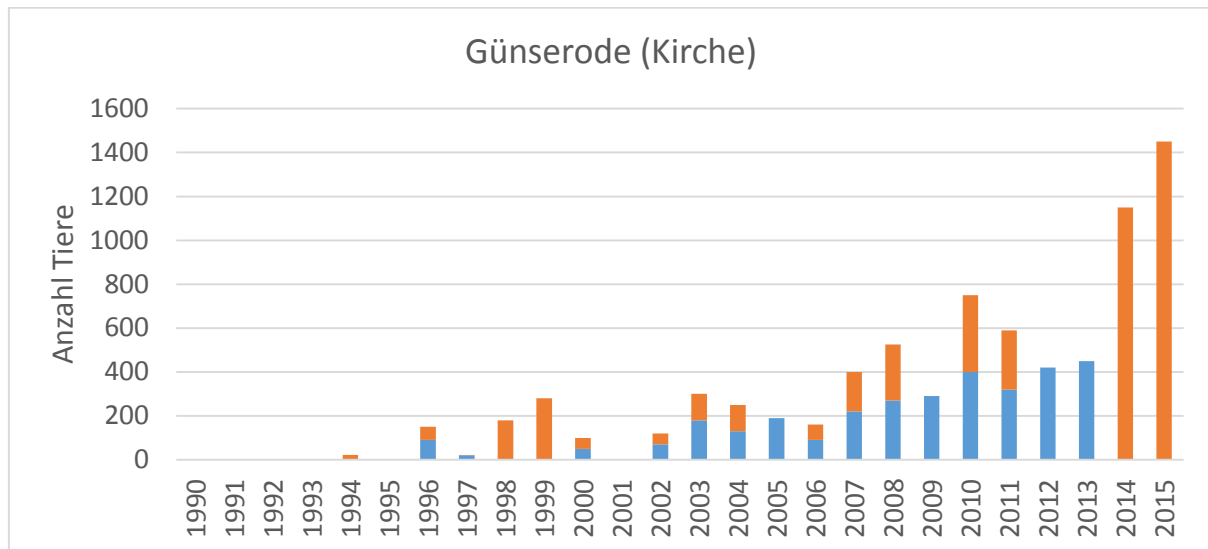


Abbildung 13. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche in Günserode. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

BÜRGEL

In der Kirche in **Bürgel** (Saale-Holzlandkreis, Thüringen), die in der verhältnismäßig zu den Quartieren in den Dörfern stärker verkehrsbelasteten Ortsmitte liegt, ist die kleinste im Projekt untersuchte Wochenstube des Großen Mausohrs beheimatet (Abb. 14). Direkt um die Kirche herum befindet sich (außer den Gärten der Nachbarhäuser) keine Grünfläche. Jedoch schließen sich an die umgebenden Wohnhäuser Kleingartensiedlungen, schmale Waldstreifen und Ackerflächen an. Südlich von Bürgel befindet sich in etwa 1,5km Entfernung das nächste größere Waldgebiet. Die Gleise umfließt Bürgel im Norden, Westen und Süden; außerdem befinden sich in der unmittelbaren Umgebung der Stadt einige Teiche.

Während der letzten zehn Jahre haben keine größeren Bauarbeiten stattgefunden. Die Wochenstube in Bürgel ist eine der wenigen Kolonien von denen bereits Zählraten aus den 1960er Jahren vorliegen. Es ist weiterhin bekannt, dass mehrere Holzschutzmittelbehandlungen durchgeführt wurden (Ende der 1960er Jahre, 1986, und vermutlich im Jahr 1991); möglicherweise ist der Einbruch der Bestandsentwicklung von 1966 zu 1967 und 1986 zu 1987 damit zu erklären (Abbildung 14). Analysen von Holzproben, die nicht im Rahmen des Projektes sondern bereits früher vorgenommen wurden, zeigten eine sehr hohe Holzschutzmittelbelastung (siehe Kapitel 3.2). Dies könnte auch ein Grund dafür sein, dass die Kolonie aktuell relativ klein ist, obwohl den Tieren ein sehr großer Dachboden zur Verfügung steht und die Temperaturen im Quartier nicht auffällig schwanken (siehe Kapitel 3.1.1)

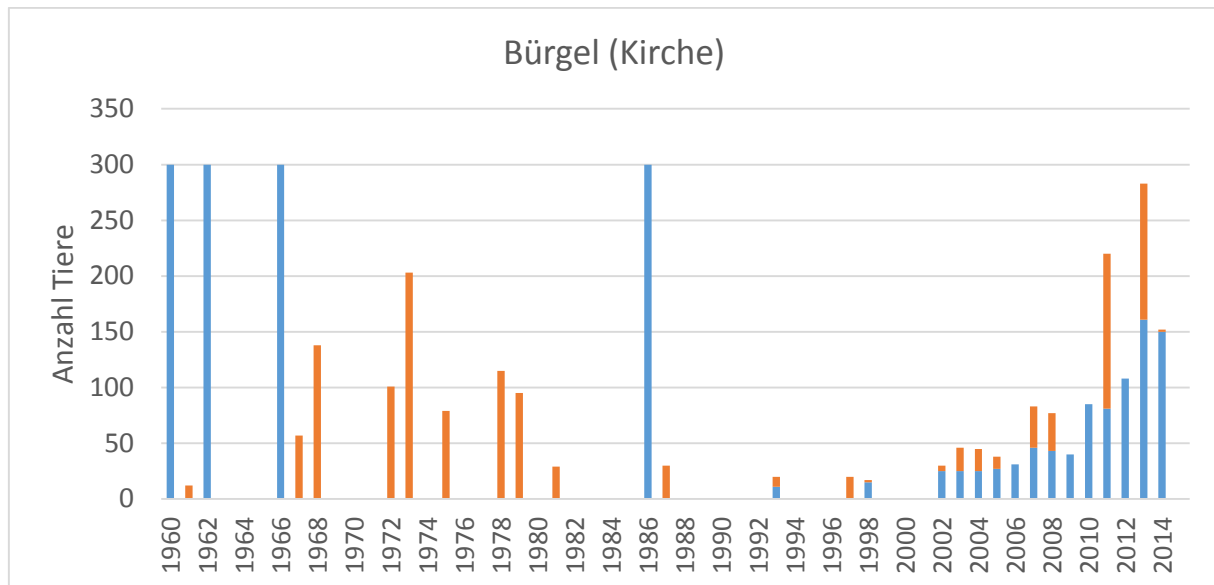


Abbildung 14. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche in Bürgel. (Für das Jahr 2015 liegt das Zählergebnis noch nicht vor.) (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

ALTZELLA (Sachsen)

Das Kloster **Altzella** (LK Meißen) befindet sich nahe der Stadt Nossen in Sachsen und besteht heute aus Ruinen und noch erhaltenen, renovierten Gebäuden, die von einem Park umgeben sind. Waldgebiete schließen sich entweder direkt an das Kloster oder indirekt über Grün- und Ackerflächen in allen Himmelsrichtungen an den Klosterpark an, so dass die bewohnenden Fledermäuse problemlos in ihre Jagdgebiete fliegen können. Im Norden fließt die Freiburger Mulde, im Osten der Pitzschebach.

Im sehr großen Dachboden eines Gebäudes des Klosters befindet sich ebenfalls eine Wochenstube Großer Mausohren. Der Haupthangplatz befindet sich im Dachfirst, oberhalb der Eingangsluke zu dem dreistöckigen Dachboden. Von größeren Baumaßnahmen in den letzten Jahren ist nichts bekannt.

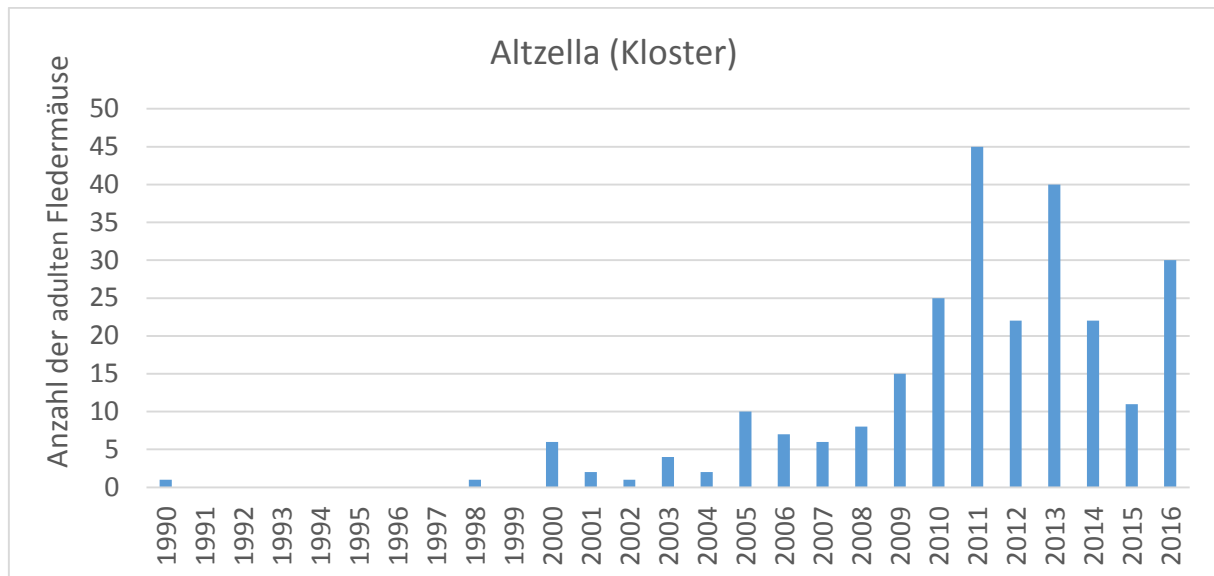


Abbildung 15. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren im Kloster Altzella.

DEUTSCHENBORA (Sachsen)

Eine weitere Wochenstube Großer Mausohren nutzt den Dachboden der evangelischen Kirche in **Deutschenbora** (LK Meißen). Die Kirche liegt zwar in der Ortsmitte, allerdings ist Deutschenbora nicht dicht bebaut, so dass sich in der ganzen Gemeinde großzügige Grünflächen mit teilweise dichten Baumbeständen finden.

Es gab umfangreiche Maßnahmen zur Instandsetzung der Kirche. 1998 wurde der Dachstuhl, in zwei Schritten wurde 2003 zunächst die Fassade des Kirchenschiffes saniert, 2006 folgte der Kirchturm. Im Herbst 2011 begann die Außensanierung der Kirche. Hierfür wurde das Dach des Kirchenschiffes neu gedeckt und am Dachstuhl wurden notwendige Reparaturen durchgeführt. Auf der Südseite wurden in die Dachhaut nach historischem Vorbild wieder Gauben eingefügt, auf der Nordseite wurden sie neu geschaffen. Bei der Ausführung und Umsetzung der Maßnahmen waren von Beginn an die Untere Naturschutzbehörde sowie Fledermausexperten eingebunden, so dass die Arbeiten vorbildlich und ohne den Fledermäusen zu schaden durchgeführt werden konnten. Seit dem Umbau nutzen sogar mehr Fledermäuse (Abb. 16) dieses Quartier als zuvor.

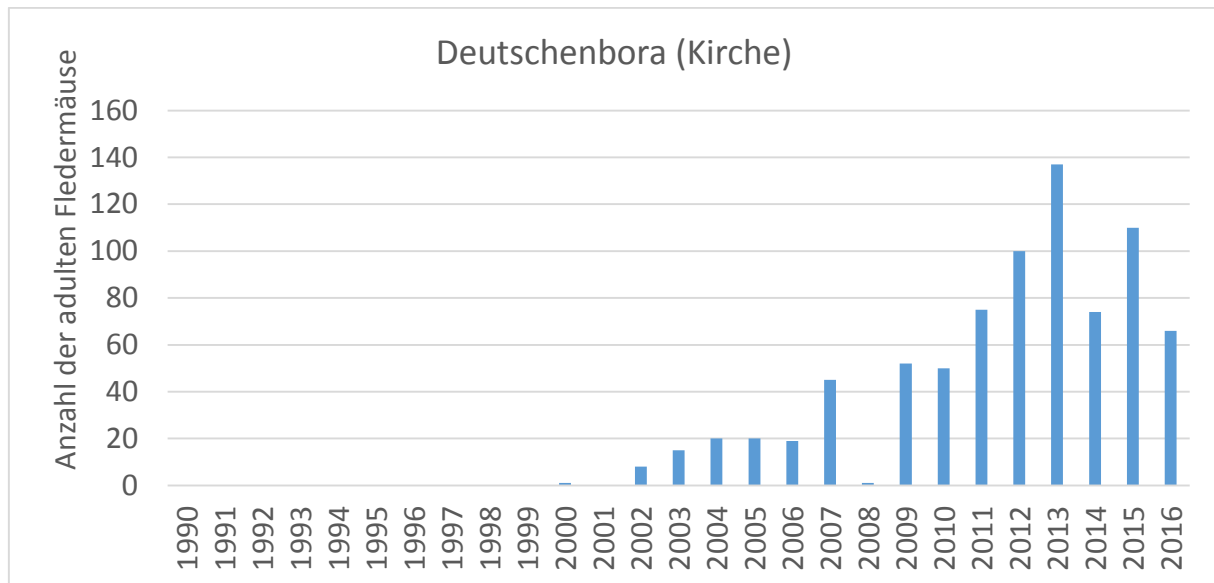


Abbildung 16. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Großer Mausohren in der Kirche Deutschenbora.

KLEINE HUFSENNASE

ALTENBERGA

Die Kirche in **Altenberga** (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen) wurde 1513 am Fuße einer ehemaligen Burg errichtet. Heute befindet sie sich am südlichen Dorfrand, ist umgeben von einem kleinen Friedhof und grenzt direkt eine Waldfläche an, so dass die Kleinen Hufeisennasen, die ihr Sommerquartier im Dachboden der Kirche haben, direkt in ihre Jagdgebiete einfliegen können. Im Ort sind mehrere Ausweichquartiere bekannt.

Das Dach der Kirche musste 2001/02 dringend saniert werden, da durch poröse Ziegel Wasserschäden auftraten. Dank eines bundesweiten Aufrufs für die Erhaltung des Wochenstubenquartiers durch den NABU konnten durch Spenden die Kosten für eine fledermausgerechte Sanierung getragen werden. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden zuvor den Kleinen Hufeisennasen experimentell Hangplätze mit unterschiedlichen Eigenschaften im Dachstuhl angeboten. Mit Infrarot-Videokameras wurde beobachtet, welche Materialien die Tiere bevorzugten und welche klimatischen Bedingungen an den Hangplätzen herrschten (Breitenbach 2009). Dabei wurde u. a. beobachtet, dass die Innenseiten der neu zu installierenden Ziegel zu glatt waren und den Hufeisennasen keinen Halt boten. Als Ergebnis der Testreihe wurden die Innenseiten der neuen Ziegel mit Mörtel bespritzt, die daraufhin von den Kleinen Hufeisennasen als Hangplätze bevorzugt wurden. Die Dachsanierung erfolgte in einem zweistufigen Verfahren: Im ersten Winterhalbjahr wurden nur Teilbereiche neu gedeckt, dazu unterschiedlich in Einfachdeckung im Bereich der Hangplätze und in den anderen Dachabschnitten in Doppeldeckung. Im zweiten Winterhalbjahr wurden die verbliebenen alten Ziegelbereiche ausgetauscht (siehe 3.4.3).

Die Wiederbesiedlung des sanierten Daches durch die Kleinen Hufeisennasen verlief erfolgreich. Leider störten verwilderte Tauben im Jahr 2006 die sich bis dahin gut entwickelnde Kolonie (siehe Einbruch des Bestandes im Jahr 2007 und 2008; Abb. 17). Mit Kirchgemeinde, Denkmal- und Fledermausschutz wurde eine Lösung gefunden, um bauwerksgerecht die Tauben auszusperrern bzw. fernzuhalten, aber das geschützte Fledermausvorkommen dabei nicht zu beeinträchtigen. Bekanntermaßen benötigen die Kleinen Hufeisennasen einen freien Ein- und Ausflug in ihr Quartier. Deshalb wurde an Turm und Giebel ein sicherer Einflug konstruiert, der es ermöglicht, dass Tauben nicht eindringen, die Fledermäuse aber so gut wie ungehindert ein- und ausfliegen können. Die Wochenstube der Kleinen Hufeisennase in der Kirche in Altenberga wächst seit 2008 wieder leicht an.

Bei ersten Schadstoffanalysen durch die TLUG von Holzproben, die in einem IFT-Projekt gesammelt wurden, konnten erhöhte Konzentrationen von Holzschutzmitteln festgestellt werden.

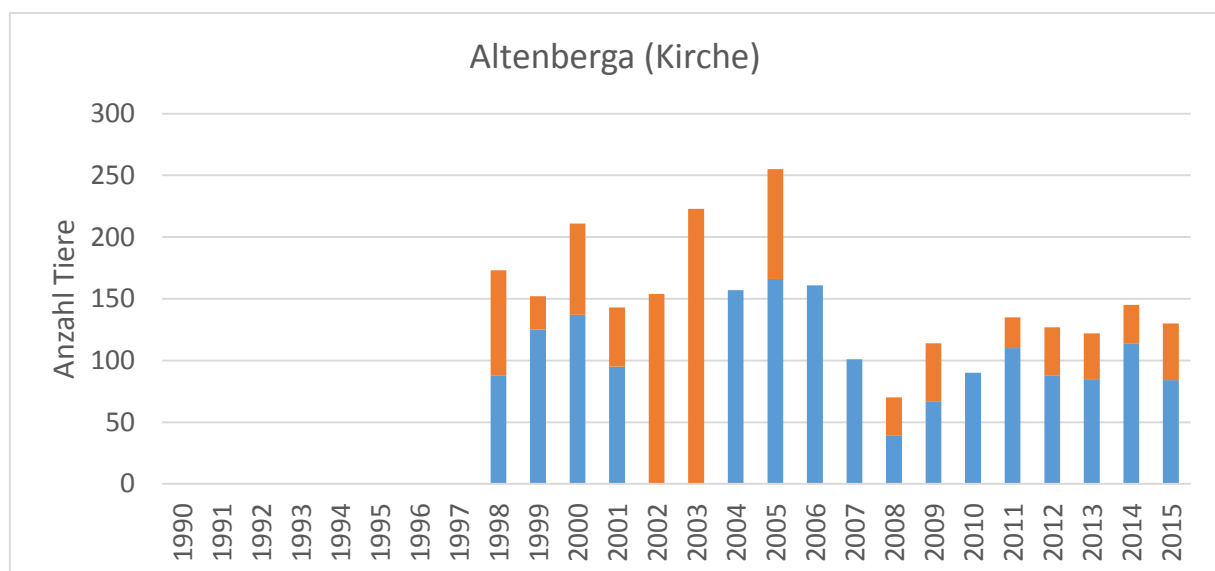


Abbildung 17. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Kleiner Hufeisennasen in der Kirche in Altenberga. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

ORLAMÜNDE

Die Stadtkirche St. Marien in **Orlamünde** (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen) wurde vermutlich im 11. Jahrhundert auf einer terrassenartigen Erhöhung der Saaletalhänge erbaut. Die Kirche ist umgeben von Wald, so dass die dort ansässige Kolonie Kleiner Hufeisennasen, die hauptsächlich an der Nordseite der Kirche ausfliegt, direkt in ihre Jagdgebiete fliegen kann.

Zwar werden Bestandszahlen erst seit 2000 ermittelt, vermutlich nutzte die Kolonie dieses Quartier jedoch schon in den Jahren zuvor. Die zu beobachtende Zunahme der Koloniegröße (Abb. 18) ist besonders beachtenswert, da die Belastung mit Holzschutzmitteln sehr hoch ist (siehe 3.2.1 und

Anhang Übersicht DDT-Belastung). In Orlamünde finden seit einiger Zeit Bauarbeiten statt: Nach der Neudeckung des Daches in den 1990er Jahren wurde 2015 die Außenhaut des Turms neu verschiefert. Bereiche des Dachbodens wurden daher durch Folien abgesperrt, um die Kolonie vor Störungen durch die Baumaßnahmen im Sommerhalbjahr zu bewahren. Mit dem Einbau einer speziell konstruierten Fledermausgaube wurde dafür gesorgt, den Tieren Schritt für Schritt eine alternative Ein- und Ausflugsöffnung anzubieten. Die Entwicklung in den nächsten Jahren ist hinsichtlich der Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Kolonie von Interesse.

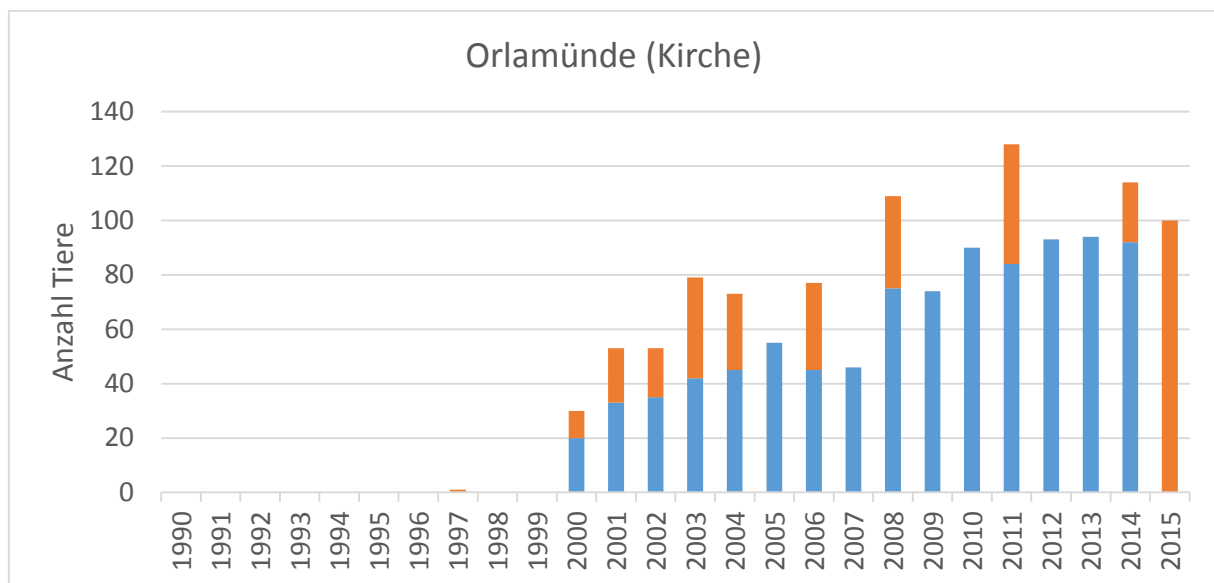


Abbildung 18. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Kleiner Hufeisennasen in der Kirche in Orlamünde. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

DANNHEIM

In **Dannheim** (Ilm-Kreis, Thüringen) befindet sich die Kirche am westlichen Ortsrand. In der direkten Umgebung der Kirche liegt ein kleiner Friedhof, der mit (Zier-) Gehölzen bewachsen ist. Im Westen und Süden schließen große Streuobstflächen und dahinter ein großes Waldgebiet an; nach Norden schließt zwar nur eine große Ackerfläche an, nach Nordosten einige gehölzreiche Gärten, so dass den Kleinen Hufeisennasen direkt in der Umgebung der Kirche Leitstrukturen und Jagdgebiete zur Verfügung stehen. Zwar ist die Kolonie der Kleine Hufeisennase in Dannheim (Abb. 19) eher klein, nimmt jedoch über die Jahre hinweg zu. Hier konnten ebenfalls erhöhte Konzentrationen von Holzschutzmitteln festgestellt werden.

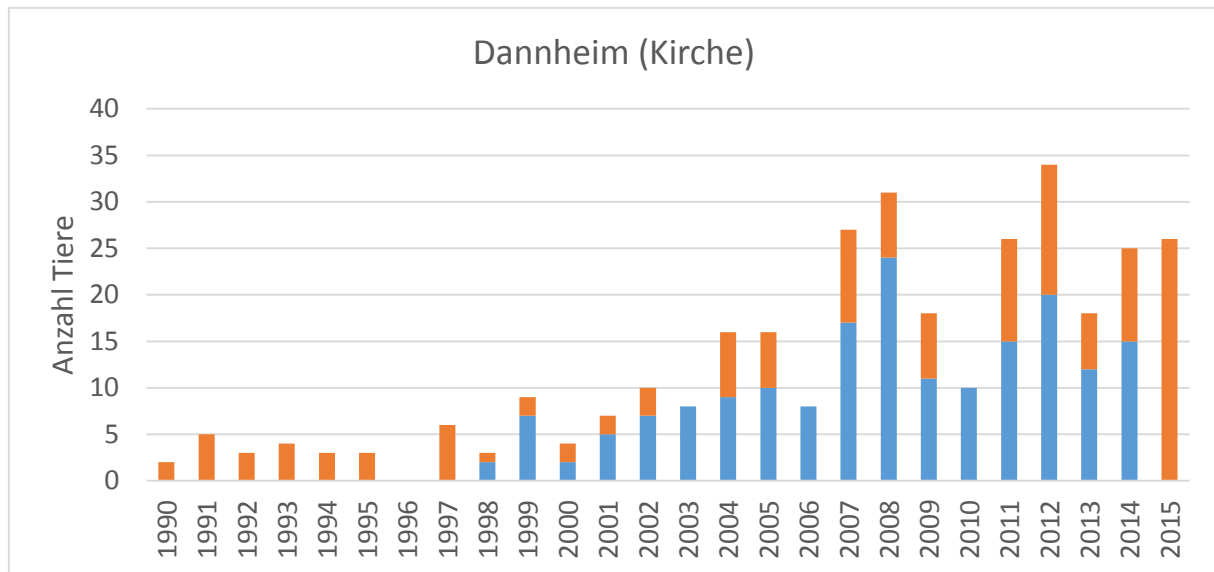


Abbildung 19. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Kleiner Hufeisennasen in der Kirche in Dannheim. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

HUMMELSHAIN

Die Kolonie in der Alten Försterei in **Hummelshain** (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen) ist ebenfalls eine eher kleine Wochenstube. Das alte Forsthaus liegt südlich von Hummelshain am Waldrand. Auch wenn direkt an den Ort Ackerflächen anschließen, so ist das Dorf jedoch in allen Richtungen von Wald umschlossen. Durch das Dorf fließt der Würzbach.

Die Tiere nutzen den gesamten Dachboden des Gebäudes sowie Teile des Treppenhauses. In den letzten Jahren gab es umfassende Baumaßnahmen, die baubiologisch begleitet wurden. So konnten gesicherte Einflugöffnungen geschaffen werden und im Firstbereich wurden zwei Wärmeboxen eingezogen, die von den Kleinen Hufeisennasen als optimierte Hangplätze bezogen wurden. Insgesamt hat sich die klimatische Situation für die Fledermäuse durch den Bau verbessert, da der First vermörtelt wurde (Wärmestau) und es weniger zugig auf dem Dachboden ist als vorher. Kühlere Hangplätze können von den Tieren wahlweise im Dachbodenaufgang bezogen werden.

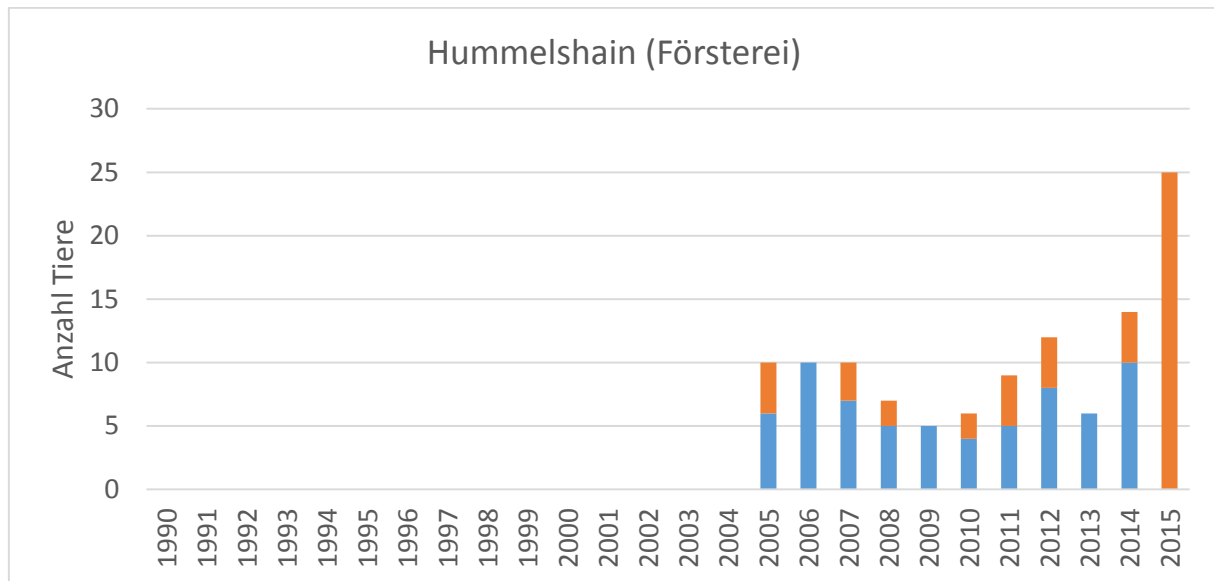


Abbildung 20. Darstellung der Populationsentwicklung der Kolonie Kleiner Hufeisennasen in der Alten Försterei in Hummelshain. (Dargestellt in orange ist die Gesamtanzahl der Tiere; konnte beim Zählen zwischen adulten und juvenilen Tieren unterschieden werden, dann ist die Anzahl der adulten Tiere in blau angegeben.)

Zusammenfassung

Alle untersuchten Kolonien nehmen zu, auch jene, die in Dachräumen existieren, die nachweislich mit Holzschutzmitteln belastet sind. Bedauerlicherweise liegen nur selten Daten vor, die in Zeiträumen vor und nach der Applikation der Holzschutzmittel erhoben wurden, also v. a. in den 1970er und 1980er Jahren. Wahrscheinlich erholen sich die Bestände inzwischen, nachdem die flüchtigen Bestandteile der Holzschutzmittel ausgegast sind. Die Objekte in Bürgel und Orlamünde stehen hierfür exemplarisch.

An den aufgezeigten Populationsentwicklungen kann man jedoch erkennen, dass es Unterschiede im Koloniewachstum gibt; sowohl im zeitlichen Verlauf (z. B. Dannheim) als auch in der Intensität (z. B. unterdurchschnittliches Wachstum in Orlamünde) sind Unterschiede evident. Der angegebene Wachstumsfaktor muss jedoch auch kritisch betrachtet werden, da er natürlich nicht die kurzfristige Entwicklung der Population akkurat beschreiben kann.

Deutlich ist auch, dass sowohl die kurzfristige als auch die langfristige Entwicklung der Populationen komplexe Vorgänge darstellen, die von vielen Faktoren – innerhalb und außerhalb des Quartiers – abhängig sind und nur mit sehr detailreichem Wissen interpretierbar sind.

3.1.3 BESTIMMUNG DES GESCHLECHTERVERHÄLTNISSES IN WOCHENSTUBEN DER KLEINEN HUFSENNASE ANHAND DER RUFHÖHE

Ein negativer Einfluss von fledermaustoxischen Holz- und Flammenschutzmitteln auf Fledermauspopulationen sollte sowohl im Reproduktionserfolg als auch in der Bestandsentwicklung der betroffenen Kolonien erkennbar sein. Die negative Wirkung kann sich in ausbleibendem Reproduktionserfolg der Weibchen (absterbende Embryonen bis hin zu Sterilität) widerspiegeln, oder in sterbenden Jungtieren/erhöhter Jungtiermortalität äußern, die die Schadstoffe über die Muttermilch aufgenommen und bis zur lethalen Dosis akkumuliert haben (Arletazz et al. 2000).

Seit vielen Jahren werden Beobachtungsdaten in Form von Monitoringprogrammen systematisch erhoben, so dass insbesondere bei den Dachstuhl bewohnenden Arten z. T. jahrzehntelange Zeitreihen vorliegen, die für eine systematische Auswertung zur Verfügung stehen. Bei der Kleinen Hufeisennase bestehen jedoch methodische Probleme, da die Wochenstubenquartiere nicht (wie bei anderen Arten) ausschließlich von Weibchen mit deren Jungtieren genutzt werden. Die Kolonien setzen sich aus reproduzierenden (adulten) Weibchen, aus nicht reproduzierenden (adulten und subadulten) Weibchen sowie aus Männchen (subadulten und adulten) zusammen. Die Geschlechter lassen sich bei „normalen“ Zählungen am Hangplätzen (wie Sichtbeobachtungen von an der Decke hängenden Tieren) nicht unterscheiden. Weibchen mit Jungtieren können lediglich eindeutig als „reproduzierende Weibchen“ gewertet werden, wenn an ihnen ein Jungtier hängt. Alle übrigen Tiere hingegen bleiben in ihrem Status „nicht-reproduzierende“ Adulte. Es ist bekannt, dass der Anteil an adulten Männchen in diesen Wochenstubengesellschaften offenbar von Kolonie zu Kolonie erheblich schwanken, d.h. von durchschnittlich 31,9% (Frühstück 2005) bis 20% betragen kann (Dietz & Kiefer 2014).

Für die o.g. Fragestellung lässt sich also bei Kleinen Hufeisennasen nicht erkennen, ob in einer Kolonie mit einem geringen Jungtieranteil die Weibchen tatsächlich eine geringe Reproduktionsrate haben oder ob dort eine überdurchschnittlich hohe Anzahl von Männchen neben auch nicht reproduzierenden Weibchen zu diesem Verhältnis beitragen. Von der Kleinen Hufeisennase ist bekannt, dass die Geschlechter sich (geringfügig) in der Rufhöhe ihrer Ultraschall-Echoortungsrufe unterscheiden (Jones 1992; Frühstück 2005).

Im Rahmen dieses Projektes erfolgte daher eine erste Untersuchung, inwiefern die geschlechtsspezifische Rufhöhenunterscheidung zur Ermittlung des Weibchen- bzw. Männchenanteils herangezogen werden kann. Daher stellen die hier durchgeführten Untersuchungen, die sich zunächst auf Kolonien der Kleinen Hufeisennasen in Thüringen beschränken, einen ersten - vor allem methodischen - Schritt dar und können noch nicht unmittelbar eine direkte Beziehung zwischen Reproduktionsrate und Pestizidbelastung aufzeigen.

Verknüpft werden die Erkenntnisse mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes „Ökologische Auslöser und genetische Konsequenzen der Ausbreitung der Kleinen Hufeisennase“ an der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald. Die Doktorandin Lisa Lehen aus der Arbeitsgruppe von Prof. Gerald Kerth, analysiert gesammelten Kotpellets aus Wochenstubenquartieren. So lassen sich nicht nur Tiere anhand ihrer DNAs, welche aus ausgeschiedenen Darmzellen extrahiert wird, identifizieren, sondern darüber auch eindeutig deren Geschlecht bestimmen. Diese Ergebnisse können zukünftig zur Überprüfung des mittels der erfassten Rufhöhen abgeleiteten Geschlechterverhältnisses herangezogen werden.

Methode

Datengrundlage

Aus der landesweiten Fledermausdatenbank Thüringens (IFT-Datenspeicher) wurden die Zählergebnisse aller aktuell besetzten Kolonien der Kleinen Hufeisennase ausgewertet. Dabei wurde für jede Saison der beobachtete Jungtieranteil herausgefiltert und für die einzelnen Quartiere über die Jahre gemittelt sowie die Standardabweichung errechnet. Anhand der Rechercheergebnisse wurden für die vertiefenden Untersuchungen „extreme“ Kolonien ausgewählt, die im langjährigen Mittel entweder einen besonders hohen oder einen besonders geringen Jungtieranteil (JTA) aufweisen. In den ausgewählten Quartieren wurden im Frühjahr 2015 und 2016 in einem längeren Zeitraum vor den Geburten der Jungtiere permanent Fledermausrufe aufgenommen. Dabei wurden die nach Mitternacht ins Quartier zurückkehrenden Tiere bei ihrem Einflug mit automatischen akustischen Erfassungsgereäten des Typs Anabat SD2 (Fa. Titley, Australien) registriert.

Datenauswertung

Für die weitere akustische Analyse waren die Anteile der Weibchen und Männchen vor der Reproduktion von Bedeutung (adulte und subadulte Tiere). Der Jungtieranteil sollte über die Zählergebnisse in den Kolonien ermittelt werden. Mit Hilfe eines Filters wurden die erfassten und analysierten Rufsequenzen nach Sequenzen Kleiner Hufeisennasen im Programm Analook W (Fa. Titley, Australien) durchscannt. Bei jedem Ruf werden während des Filtervorgangs verschiedene Rufparameter ermittelt. Für die Auswertung war die mittlere Frequenzhöhe (Fmean) eines Rufes von Bedeutung. Alle Rufe, die höher lagen als 100kHz wurden für die weitere Berechnung verwendet, deren Anzahl, Mittelwert und Standardabweichung pro Rufsequenz ermittelt. Rufsequenzen mit nur einem Ruf Kleiner Hufeisennasen wurden ausgeschlossen sowie Rufsequenzen, deren Rufe eine Standardabweichung > 2 (=2kHz) ergaben. Die Rufhöhen wurden in Klassen in 0,5kHz-Schritten eingeteilt und in einem Histogramm dargestellt.

Bei der Unterteilung der erfassten Rufe in mögliche Männchen- oder Weibchen-Rufe (tief- und hoch-rufende) wurde sich an der Arbeit von Frühstück (2005) aus Österreich orientiert. Akustische Untersuchungen an Wochenstuben haben dort gezeigt, dass Männchen mit <106kHz rufen und Weibchen mit >106,2kHz. Daher wurde eine „Mischzone“ von 106,1kHz und 106,5kHz festgelegt, deren Sequenzen für weitere Analysen nicht verwendet wurden (Abb. 21). Somit sollte ausgeschlossen werden, dass vermeintliche Männchen als Weibchen gezählt werden und umgekehrt.

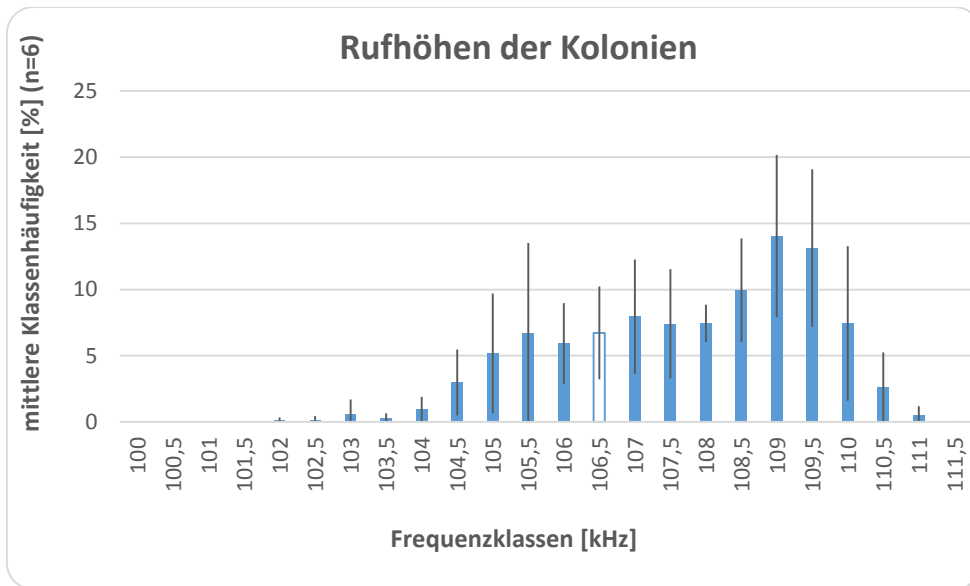


Abbildung 21. Mit hellen Balken gekennzeichneten Überlappungsbereich („Mischzone“) der Rufhöhen (106,1-106,5kHz), der als Mittel bei 5 untersuchten Kolonien in 2 Jahren (N=6) die tief-rufenden (=Männchen) von den hoch-rufenden (=Weibchen) sicher abgrenzt.

Der bekannte „Dopplereffekt“ (und damit leicht veränderte Ruffrequenzhöhen bei fliegenden Tieren) sollte bei den niedrigen Fluggeschwindigkeiten der Kleinen Hufeisennase beim Ein- oder Ausfliegen in das Quartier eine zu vernachlässigende Rolle spielen.

Kolonieauswahl

Die Analyse der Monitoringdaten aus der landesweiten Fledermausdatenbank Thüringens zeigte beim Jungtieranteil der Kleinen Hufeisennasen-Kolonien ein breites Spektrum. Dieser reicht von nur ca. 20% bis zu ca. 80%. Einige Quartiere zeigen trotz vieler Beobachtungsjahre eine recht geringe Standardabweichung. D.h. es gibt Quartiere mit regelmäßig geringem oder regelmäßig hohem Jungtieranteil (natürlich gibt es auch Quartiere mit regelmäßig „normalem“ Jungtieranteil). Bei der Auswahl der Beprobungen wurde dies berücksichtigt.

Für die näheren Untersuchungen im Jahr 2015 wurden folgende Kolonien ausgewählt:

- Jena, Forst (geringer JTA),
- Schweina, Gaswerk (relativ geringer JTA)
- Cospeda, Kirche (relativ hoher JTA)
- Großkröbitz, Kirche (hoher JTA)
- Erfurt, Thüringenhalle (hoher JTA)

Für 2016 waren es folgende Kolonien:

- Schweina, Gaswerk (relativ geringer JTA)
- Weißenburg, Turm (relativ geringer JTA)
- Schmölln, Kirche (relativ hoher JTA)
- Großkröbitz, Kirche (hoher JTA)
- Erfurt, Thüringenhalle (hoher JTA)

Ergebnisse

Akustische Beprobung und Bestandszahlen

Aus dem Frühjahr 2015 liegen verwertbare Daten aus den Quartieren Thüringenhalle Erfurt, Kirche Cospeda und Jena-Forst vor. Aufgrund technischer Probleme (Geräteausfall, größerer Datenlücken) waren die erhobenen Daten aus Großkröbitz, Kirche und Schweina, Gaswerk, nicht verwertbar. Deshalb wurden im Frühjahr 2016 wurden die Erfassungen daher in zwei Quartieren wiederholt (Schweina und Großkröbitz), erneut im Quartier Thüringenhalle durchgeführt sowie um zwei weitere Quartiere ergänzt (Kirche Schmölln und Weißenburg). Aufgrund der schlechten Qualität der Daten, welche in Schmölln und Weißenburg erfasst wurden, konnten diese nicht in die Auswertung mit einbezogen werden.

Zur akustischen Auswertung konnten anhand der Datenlage aus 2015 und 2016 insgesamt 25 Quartiererfassungen (pro Quartier 1-3 Zählungen pro Jahr) herangezogen werden (vgl. Abb. 32), die parallel erfassten Zähldaten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Nicht immer waren die Zählbedingungen ideal. Der Datenumfang sollte ausreichen, um erste Auswertungen vorzunehmen und um abzuschätzen, ob der methodische Ansatz grundsätzlich funktionieren kann.

Tabelle 3. Zählergebnisse der 2015 und 2016 untersuchten Kolonien der Kleinen Hufeisennase. (* unsicheres Zählergebnis).

Kolonie	2015	2016
Jena, Forst	77 ad. + 23 juv. (13.07.)	81 ad. +25 juv. (18.7.)
Weißenburg, Turm	69 ad. (18.06.) 40ad. + 9juv.(14.07.)	37 ad. (15.06) 11 ad. + 3 juv. (19.07.)
Schweina, Gaswerk	31 ad. + 19 juv. (18.07.)	30 ad. + 20 juv. (21.07.)
Erfurt, Thüringenhalle	7 ad. (23.06.) 3 ad + 3 juv. (20.07.)*	9 ad. (31.05.) 8 ad. (16.06.) 7 ad. + 3 juv. (10.08.)*
Cospeda, Kirche	73 ad. (19.06.) 73 ad. +52 juv.(16.07.)	77 ad. (16.06) 75 ad. + 45 juv. (19.07.)
Großkröbitz, Kirche	0 (18.06.) 5 ad. + 3 juv. (14.07.)	0 (16.06.) 3 ad. + 1 juv. (19.07.)
Schmölln, Kirche	20 ad. (18.06.) 14. ad. + 12 juv. (15.07.)	16 ad. (14.06.) 10 ad. + 6 juv. (18.07.)

Auswertungen der akustischen Erfassung

Für das Quartier Thüringenhalle (Erfurt), das als einziges in zwei Jahren untersucht wurde, zeigt sich bei der Verteilung der Rufhöhen (Verteilungsmuster) ein ähnliches Bild in beiden Jahren 2015 und 2016 (Tab. 2). Offenbar ist das Geschlechterverhältnis vor den Geburten der Jungtiere in beiden Jahren annähernd gleich. Die Ergebnisse aus 2015 zeigen deutliche Unterschiede in der Verteilung der Rufhöhen zwischen den untersuchten Quartieren Cospeda und Jena-Forst (Abb. 22). Die Kolonie Jena-Forst weist einen deutlich höheren Anteil niedrig rufender Tiere (=Männchen) auf. Das passt zum langjährig ermittelten geringen Jungtieranteil. Die Kolonie Cospeda zeigt hingegen (wie auch die Thüringenhalle) die Anwesenheit von mehrheitlich hoch rufenden Tieren. Dies korrespondiert mit dem ermittelten hohen Jungtieranteil (= weniger Männchen im Quartier). Mit der genetischen Methode wurde im Juni 2015 ein Männchenanteil von ca. 16% in der Kolonie Cospeda festgestellt (L. Lehnen mdl.), was mit den Ergebnissen der Rufhöhen Erfassung korrespondiert.

Die 2016 erbrachten Ergebnisse der Kolonien Schweina zeigen einen hohen Anteil hoch-rufender Tiere (Tab. 5), was mit dem hohen (2015 und) 2016 ermittelten Jungtieranteil einhergeht (Tab. 4). Bei der Vorauswahl der Kolonie besaß Schweina allerdings einen geringeren Jungtieranteil. Großkröbitz ist eine kleine Kolonie (im Aufbau) mit wenigen Tieren. Die Ergebnisse aus 2016 zeigten, dass der Anteil hoch- zu tief-rufenden Tieren fast gleich ist. Anteile sind bei so geringen Tierzahlen (2016 = 3 ad. und 1 juv.) nicht interpretierbar und bedürfen einer weiteren Auswertung. Nach Fertigstellung der genetischen Befunde lassen sich diese Ergebnisse möglicherweise besser bewerten. Die genetisch ermittelten Anteile an Männchen dieser Kolonien lagen beim Schreiben des Berichtes jedoch noch nicht vor.

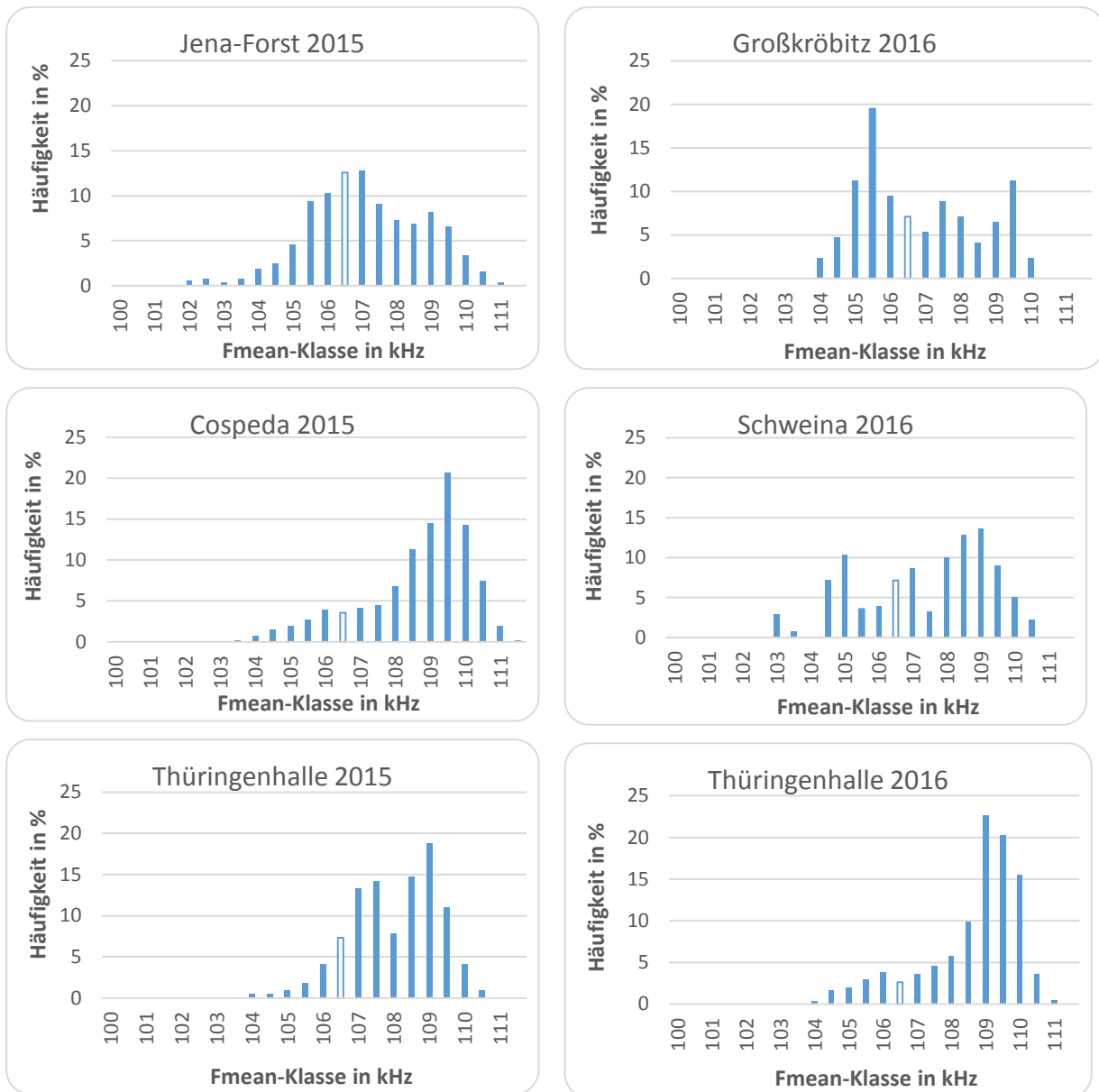


Abbildung 22. Größenklassenverteilung der mittleren Frequenzhöhen in Rufaufnahmen (Sequenzen) an Einflugöffnungen von Wochenstubenquartieren der Kleinen Hufeisennase 2015 und 2016. Anzahl dargestellter Sequenzen: 2015: Thüringenhalle (N=553), Cospeda (N=1318), Jena-Forst (N=979), 2016: Thüringenhalle (N=1194), Schweina (N=291), Großkröbitz (N=284). Mit hellen Balken gekennzeichnet ist der Überlappungsbereich („Mischzone“) der Rufhöhen (106,5-106,9kHz).

Zusammenhang von Rufhöhe und Reproduktion

In einem weiteren Auswerteschritt, der bislang nur erste Tendenzen aufzeigen kann, wurden die erfassten Rufsequenzen anhand der festgelegten Einteilung in hohe und tiefe Rufe (= Weibchen und Männchen) eingeteilt: hochrufende Tiere (= Weibchen) ≥ 107 kHz, tiefrufende Tiere (=Männchen) $< 106,5$ kHz. Die festgelegte „Mischzone“ zwischen 106,5-106,9kHz wurde von der Analyse ausgeschlossen, um Männchen und Weibchen sicher voneinander zu trennen. (vgl. Tab. 4 und Abb. 22).

Zwischen den Kolonien gibt es erhebliche Schwankungen im Anteil tief-rufender Sequenzen (=Männchenanteil). So wurden Anteile tief-rufender Tiere zwischen 7,8% und 47,3% in den 5 Kolonien ermittelt. Der Mittelwert über die 5 Kolonien in 2 Jahren (N=6) ergab 22,8% tief-rufende Tiere.

Der Anteil nichtreproduzierender Tiere, der sich (nur) bei 4 ausgewählten Kolonien besonders exakt über die Beobachtungsergebnisse ermitteln ließ, (siehe Tab. 1) wurde mit dem Anteil tief-rufender Tiere in Zusammenhang gestellt. Dabei wird deutlich, dass sich diese Anteile unmittelbar beeinflussen ($R^2 = 0,64$), je höher der Anteil nichtreproduzierender Tiere ist, umso höher ist der Anteil tief-rufender Tiere (= Männchen); vgl. Abb. 23.

Dieser Zusammenhang lässt vermuten, dass in Kolonien mit einem hohen Anteil an nichtreproduzierenden Tieren auch der Anteil tief-rufender Tiere (=Männchen) in einer Kolonie höher ist.

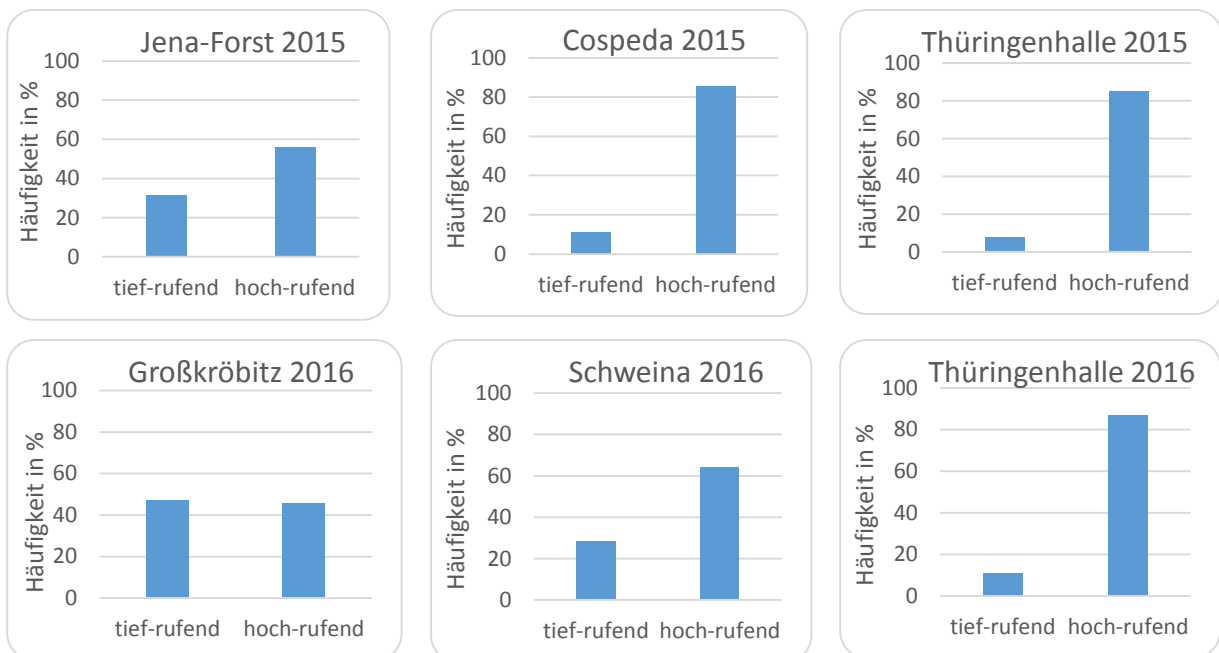


Abbildung 23. Unterteilung aller erfassten und gemittelten Rufsequenzen (Fmean) in tief- und hochrufende unter Auslassung der Rufsequenzen innerhalb der „Mischzone“ von 106,5-106,9kHz in allen untersuchten Kolonien mit ausreichender Datenlage.

Tabelle 4. Anteile der tief-rufenden erfassten Rufsequenzen (= Männchen) sowie nicht reproduzierender Tiere (Männchen und subadulte Weibchen) jeweils in % in den 2015 und 2016 untersuchten, vier ausgewählten Kolonien. * unsichere Zählergebnisse

Kolonie	Rufhöhe: Anteil tief-rufender Sequenzen [%]	Zählung: Anteil nicht-reproduzierender Tiere [%]
2015 Cospeda	11,0	28,8
2015 Jena-Forst	31,3	70,1
2015 Thüringenhalle	7,8	-*
2016 Schweina	28,6	33,3
2016 Großkröbitz	47,3	66,7
2016 Thüringenhalle	10,7	-*

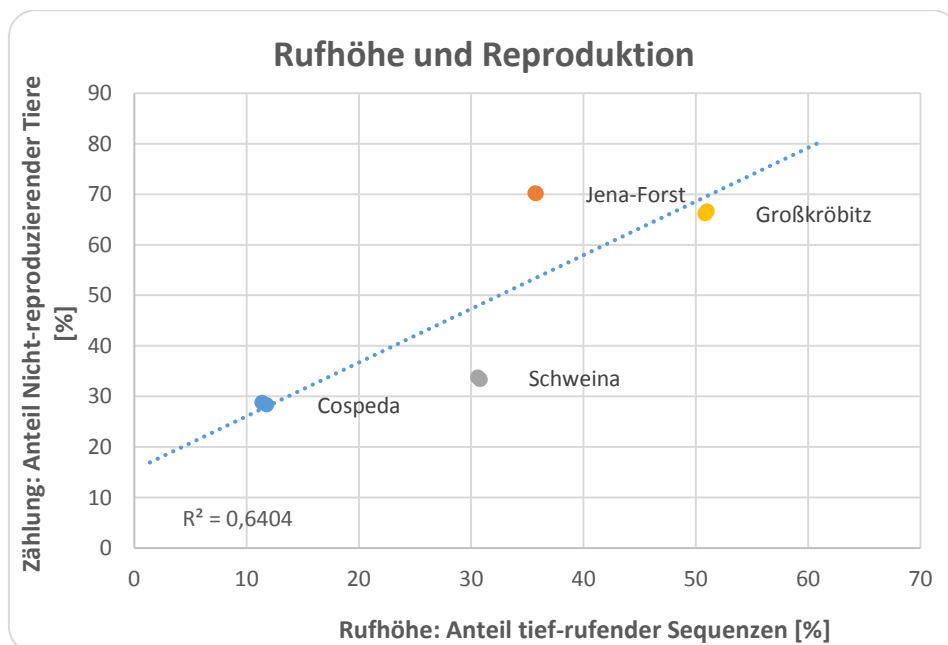


Abbildung 24. Ergebnis der Regressionsanalyse zwischen dem Anteil nichtreproduzierender Tiere (Zählungen) und tief-rufender Tiere (akustische Daten) einer Kolonie.

Diskussion

Mit Hilfe einer (standardisierten) automatischen akustischen Erfassung konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung in Thüringen Unterschiede in den Rufhöhen bei einfliegenden Kleinen Hufeisennasen in ausgewählten Kolonien ermittelt werden. Frühstück (2005) hatte Unterschiede mittels Detektoraufnahmen beim Ausflug an österreichischen Kolonien bereits erfasst und mit Hilfe von Handfängen geschlechtsspezifisch differenzieren können. Obwohl in dieser Studie keine Tiere individuell anhand des Geschlechtes akustisch untersucht wurden, geben die Unterschiede in den

Rufhöhen deutliche Anzeichen zu geschlechtsspezifischen Unterschieden, die für weitere Untersuchungen an Kolonien der Kleinen Hufeisennase in Thüringen übertragen werden können.

In einem ersten Schritt sollte dies dazu dienen, einen sicheren Weibchen- (bzw. Männchen-) Anteil zu bestimmen, der mit den Beobachtungsergebnissen im jeweiligen Quartier abgeglichen werden kann. Die Ermittlung der Anteile orientierte sich bei dieser Untersuchung an den Ergebnissen der Rufanalyse von (Frühstück 2005) und den darin erfassten Unterschieden in den Rufhöhen zwischen männlichen und weiblichen Tieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass es große Schwankungen im Weibchen-/Männchenanteil zwischen den Kolonien gibt. Bereits mit der Auswahl der Beprobungen wurden Kolonien mit hohem und niedrigem Jungtieranteil gewählt, die folglich Unterschiede im Anteil der nichtreproduzierenden Tiere aufweisen, deren Ursache wiederum auch in einem entsprechenden Männchenanteil begründet liegt. Mit einem Großteil der Ergebnisse kann dies auch bestätigt werden.

So hatten die Kolonien mit hohem Jungtieranteilen auch deutlich niedrige Anteile tief-rufender Tiere (=Männchen): Cospeda 2015 (und auch die Thüringenhalle 2015 und 2016 bei Betrachtung der unsicheren Zählergebnisse). Die Kolonie Jena Forst 2015 besaß hingegen deutlich höhere Anteile tief-rufender Tiere und einen niedrigeren Jungtieranteil. In der Kolonie Schweina wurden 2016 28,6% tief-rufende Tiere (=Männchen) ermittelt und ein gezählter Jungtieranteil von 66%. Das bedeutet, dass bei einem ermittelten Männchenanteil von mehr als einem Viertel sehr viele adulte Weibchen 2016 Nachwuchs bekommen haben. Großkröbitz ist eine Kolonie mit nur wenigen Tieren, die sich (möglicherweise) im Aufbau befindet. Ihre Ergebnisse lassen im Moment noch keine genaueren Interpretationen zu.

Betrachtet man den Mittelwert des Anteils tief-rufender Tiere (=Männchen) mit 22,8% in den fünf untersuchten Wochenstubenkolonien Thüringens, so liegt dieser im Bereich des bislang in der Literatur beschriebenen Männchenanteils von Kolonien Kleiner Hufeisennasen (vgl. Frühstück 2005; Dietz & Kiefer 2014). Aktuell gibt es Diskussionen, dass leichte Unterschiede in den Rufhöhen der Kleinen Hufeisennasen zwischen Süd (Südbayern und Österreich) und Nord (nördliche Verbreitungsgrenze in Deutschland wie Nordbayern und Thüringen) bestehen können. Das würde bedeuten, dass die „Mischzone“ in Thüringen ggf. etwas differenzierter anzusetzen ist (möglicherweise ist sie etwas breiter – z.B. zwischen 106,1 kHz und 107,5kHz). Um dies zu prüfen, müsste in einem nächsten Schritt eine geschlechtsspezifische Rufanalyse an weiteren Fränkischen und Thüringer Quartieren erfolgen.

Durch die Ergebnisse der genetischen Kotanalyse der Studie der Universität Greifswald wird es vermutlich möglich sein, die akustische Erfassung von Rufunterschieden der beiden Geschlechter der Kleinen Hufeisennase zu verifizieren. Somit könnte zukünftig in anderen Wochenstubenkolonien der Kleinen Hufeisennase das Geschlechterverhältnis der Tiere mit dieser nicht invasiven standardisierten akustischen Methodik ermittelt werden. Daraus lassen sich wichtige Hinweise über den

Weibchenanteil und somit den Zustand einer Kolonie (Reproduktionsrate und Fitness) ableiten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Einfluss bzw. die „Funktion“ der anwesenden Männchen in der Wochenstubenkolonie bislang nicht untersucht ist bzw. deren Wirkung auf die Reproduktionsrate einer Kolonie. Vielleicht kann ihnen eine thermoregulatorische Funktion zugeschrieben werden, in dem sie beim „Clusterverhalten“ vor den Geburten mit wärmen und für ein optimales Wachstum der Embryonen sorgen. Somit wird vielleicht die Wärmebilanz der (hoch-)trächtigen Weibchen verbessert. Was möglicherweise in kleinen im Aufbau befindlichen Kolonien essentiell sein kann.

In einem nachfolgenden Schritt sollten dann Ergebnisse von Holzprobenanalysen aus den Wochenstubenquartieren der ermittelten Reproduktionsraten der jeweiligen Kolonien gegenübergestellt werden, um zu prüfen inwieweit sie in Bezug zu einer Belastung mit Holz- oder Flammschutzmitteln steht. Daraus ließen sich weitere Maßnahmen für den Kolonie- bzw. Quartierschutz ableiten.

3.2 EINFLÜSSE VON HOLZSCHUTZMITTELRÜCKSTÄNDEN AUF DIE FLEDERMÄUSE

3.2.1 HOLZUNTERSUCHUNGEN

In zehn Objekten wurden Holzproben entnommen, die daraufhin untersucht wurden, ob sich in ihnen **Holzschutzmittelbestandteile** und/oder hohe **Harnstoffkonzentrationen** nachweisen lassen. Diese Untersuchungen dienten also einerseits zum Nachweis eines Einflusses des (kontaminierten) Quartiers auf die Population und andererseits zum Nachweis eines Einflusses der Belastung der Gebäude durch den Eintrag von Fledermauskot und –Urin (siehe Kapitel 2.4).

In jedem Untersuchungsobjekt wurden mit dem Forstnerbohrer Holzproben entnommen. Die Probeentnahme erfolgte jeweils im Tiefenprofil (0-5mm und 5-10mm Tiefe, -1 (Oberfläche) und -2 (Tiefenprobe)). Einerseits wurden dabei Hölzer berücksichtigt, die offensichtlich in der Vergangenheit einer Holzschutzbehandlung unterzogen wurden (Verfärbung/ Bräunung, kristalline Ausblühungen an der Oberfläche). Die Ergebnisse dieser Holzanalysen sollten helfen, den Belastungszustand des Dachstuhls zu bestimmen und eventuell Rückschlüsse auf die Entwicklung der Population zu ziehen. Darüber hinaus erfolgte die Probenahme in Hölzern, die direkt unter den Haupthangplätzen liegen, um analytisch den Einfluss des Eintrages von Urin und Kot auf die Holzsubstanz zu konkretisieren. Dabei ging es um den Nachweis von Harnstoff, eines Stoffwechselendproduktes, der als „Marker“ für einen mehr oder weniger hohen Eintrag von Fledermausausscheidungen gewählt wurde. Ein hoher Harnstoff-Wert deutet darauf hin, dass sehr wahrscheinlich auch andere Bestandteile des Urins und Kots in höherer Konzentration vorliegen, also z.B. Harnsäure, Carbonsäuren, Phosphorsäure oder

Salze. Niedrige Harnstoffwerte bedeuten, dass weniger Urin- und Kotbestandteile in das Holz gekommen sind.

Starker Einsatz von Holzschutzmitteln der typischen Wirkstoffe DDT und Lindan wurde nur in **Orlamünde** festgestellt, dort aber in erheblichem Umfang von 3019 mg DDT und 37- 70 mg Lindan/kg Holz. Typisch hierbei der höhere Lindan-Gehalt in der Tiefenprobe als in der Oberfläche durch Ausgasung. Wie bereits beschrieben, wächst die dortige Population der Kleinen Hufeisennase.

Bemerkenswert ist der Nachweis von **zinnorganischen Verbindungen** im Holz den Kirchen von **Gehofen** und **Großjena**. Hier sollten künftig weitere Proben genommen werden, da zinnorganische Verbindungen derzeit als gesundheitsgefährdend in der Diskussion stehen. Die als TBT und TBTO bekannten Wirkstoffe werden unter anderem für Anstriche an Holzschiffen (Antifouling) verwendet.

3.2.2 STAUBIMMISSIONSMESSUNGEN

In den einzelnen Untersuchungsobjekten wurden jeweils ein bis zwei Staubschalen aufgestellt, um das generelle Staubaufkommen in den verschiedenen Quartieren sowohl quantitativ als auch qualitativ zu bestimmen. Die Dokumentation der Staubmenge sollte hauptsächlich der Auswahl geeigneter Objekte für die aktiven Staubuntersuchungen dienen.

In zwei Untersuchungsobjekten, die durch eine deutliche DDT-Belastung des Dachstuhls charakterisiert sind, wurde während des Höhepunktes der Wochenstubensaison, wenn sich besonders viele Tiere aktiv im Dachboden bewegen, aktive Staubbmessungen durchgeführt. Hierfür wurde vor und während der hauptsächlich abendlichen Ausflugszeit Luft durch einen Schadstoffkollektor angesogen, um nachfolgend die Staubentwicklung und die Inhalte des Staubes zu bestimmen. Ziel dieser Untersuchungen war die Klärung der Frage, inwieweit Fledermäuse durch ihre Bewegung im Dachstuhl in der Lage sind, Schadstoffe, die in Form auskristallisierter Salze auf den Hölzern lagern und sich mit dem Liegestaub vermischen, zu mobilisieren. Gelangen auskristallisierte Bestandteile früher aufgetragener Holz- und Flammschutzmittel mit dem Staub in die Luft, können sie leichter von den Tieren aufgenommen werden. Die Schadstoffe könnten eingeatmet werden oder sich im Fell sammeln und über den Putzvorgang (Lecken) in den Organismus gelangen.

PASSIVE STAUBERFASSUNG

In jedem Objekt wurden zu Beginn der Projektlaufzeit ein bis zwei Staubschalen aufgestellt. Zumeist wurde darauf geachtet, dass die Schalen in der Flugbahn des Ein- und Ausflugs standen, um zwar einerseits geschützt vor Kotbeaufschlagung aber doch im direkten Einflussbereich der Fledermäuse

das Staubaufkommen im jeweiligen Dachstuhl zu erfassen. Bei größeren Dächern wurde auch im etwas abseits liegenden Bereich noch eine weitere Schale aufgestellt.

Messaufbau

Der Bodendurchmesser der Petrischalen betrug jeweils 18,5cm. An der Unterseite der Schale erfolgte die Beschriftung auf kleinen aufgeklebten Etiketten, um nach dem Einsammeln der Schalen deren korrekte Zuordnung zu den Objekten zu gewährleisten. Vor dem Ausbringen ist das Gewicht der leeren, beschrifteten und sauberen Petrischalen mit einer Laborwaage (Genauigkeit von 0,01 g) ermittelt worden. Zum Transport der Schalen waren sie mit einem Deckel verschlossen. Die Staubschalen müssen durchgängig horizontal bis zum Auswiegen im Labor transportiert und gelagert werden. Ein Zukleben der Schalen mit Klebeband muss vermieden werden, da Klebstoffrückstände das Wägeergebnis verfälschen.

Stauberfassung

Bei mittlerer Staubbelastung wie zum Beispiel in den Innenräumen großer Kirchenräume wird von einer Mindestdauer der Auslage der Petrischalen von 2 Monaten ausgegangen, um eine messbare Staubablagerung auswiegen zu können. In den Untersuchungsobjekten standen die Schalen deutlich länger und erfassten jeweils mindestens ein Jahr, um eine komplette Wochenstubensaison und die Winterzeit zu berücksichtigen. Allerdings sind Dachstühle meistens nicht sehr dicht und folgen mit unterschiedlicher Verzögerung dem Außenklima. Auch wenn in den Objekten keine wesentliche Zugluftentwicklung zu verzeichnen war, so kann starker Wind massiv gegen die Dachflächen drücken und so zu Staubentwicklung bzw. -bewegung führen.

Auswertung der Staubschalen

Aus der ermittelten Gesamtmenge des Staubes in der Schale kann zumindest theoretisch die Berechnung der absoluten Gesamtstaubmenge aus der Differenz der jeweiligen Petrischale nach der Staubsammlung und vor der Staubsammlung erfolgen. In der Auswertung wird dann die gemessene Staubimmission in Gramm pro Quadratmeter und Tag [$\text{g/m}^2\text{d}$] angegeben. Allerdings sind die Staubschalen in den Fledermausquartieren in unterschiedlichem Maße mit Urin beaufschlagt worden, was ein Auswiegen der Staubmenge unmöglich machte. Es hat sich beispielsweise in Ritschenhausen, wo der Haupthangplatz der Fledermäuse direkt über der Staubschale lag, eine zähe Schicht des getrockneten Urins in der Staubschale gebildet (siehe Abb. 25).



Abbildung 25. Staubschale mit einer Auflage aus getrocknetem Urin und etwas Kot; Ritschenhausen, Kirche.

In anderen Schalen waren hingegen einzelne Urinflecken (siehe Abb. 26 A und B).



Abbildungen 26 A und B: Staubschalen mit vereinzelt getrockneten Urintropfen; Deutschenborn (A) und Günserode (B).

Da eine exakte mengenmäßige Erfassung des bloßen Staubes so nicht möglich war, wurden die Staubmengen nur optisch abgeschätzt und miteinander verglichen. Darüber hinaus wurden aus den Schalen jeweils an zwei repräsentativen Stellen Tesafilmproben (kristall-klar) entnommen und diese mikroskopisch untersucht. In Dösdorf wurde aufgrund des massiven Urin- und Kotaufkommens keine Staubschale aufgestellt. In Alzella ist wegen der enormen Größe des Dachbodens, die die Entscheidung für eine tatsächlich repräsentative Stelle problematisch gestaltete, ebenfalls keine Staubschale aufgestellt worden. In Ermangelung einer geeigneten Messstelle wurde auch in Altenberga kein Staub gesammelt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die daran ermittelten Inhalte erfasst. Eine chemische Analyse des Staubes erfolgte nicht. Daran anschließend werden von jeder Staubschale repräsentative Fotos der Mikroskopie gezeigt (siehe Abb. 27-34). Da die Proben mit einem Tesafilm gebunden sind, weisen die Bilder das Farbspektrum auf.



Abbildung 27. Staubschale aus Günserode mit zahlreichen Wanzen

Tabelle 5. Beschreibung der mikroskopischen Analyse der Tesafilmpfropfen aus den Staubschalen.

Untersuchungsobjekt	Menge	Inhalt
Deutschenbora, Kirche	wenig	Harnstoffkristalle, Insektenteile, Kristalle, mit z.T. Doppelbrechung - nicht bestimmbarer Herkunft (Staub), etwas Kot
Bürgel, Kirche	mittel	Insekten, pflanzliche Bestandteile, wenig Kot, Staub
Orlamünde, Kirche	viel (größer als Donndorf)	Staub, etwas Urin, etwas Kot, Insekten, pflanzliche Bestandteile
Dannheim, Kirche	wenig	etwas Kot, minimal Urin
Ritschenhausen, Kirche	eher weniger Staub (schwer zu identifizieren wegen des Urins)	viel Urin, etwas Kot
Gehofen, Kirche	sehr viel (größer als Donndorf)	Spinnweben, Insektenreste, Staub, etwas Kot
Günserode, Kirche	mittel	ca. 20 ausgewachsene Wanzen (viell!!!) (siehe Abb. xx), pflanzliche Bestandteile, Urinflecken
Donndorf, Kirche	viel feiner Staub	Federn, Insektenteile

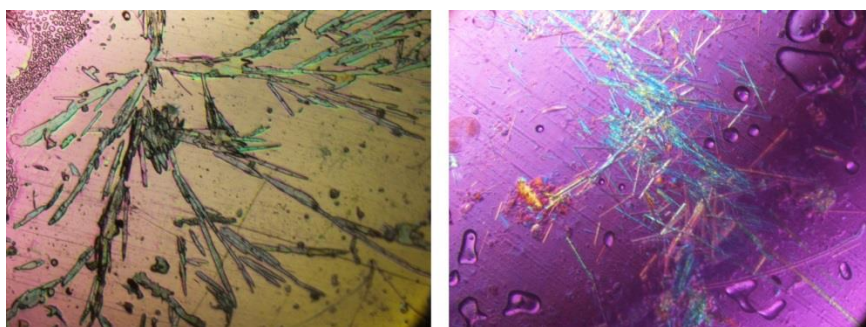


Abbildung 28. Harnstoffkristalle; Staubschale in Deutschenbora, Kirche.

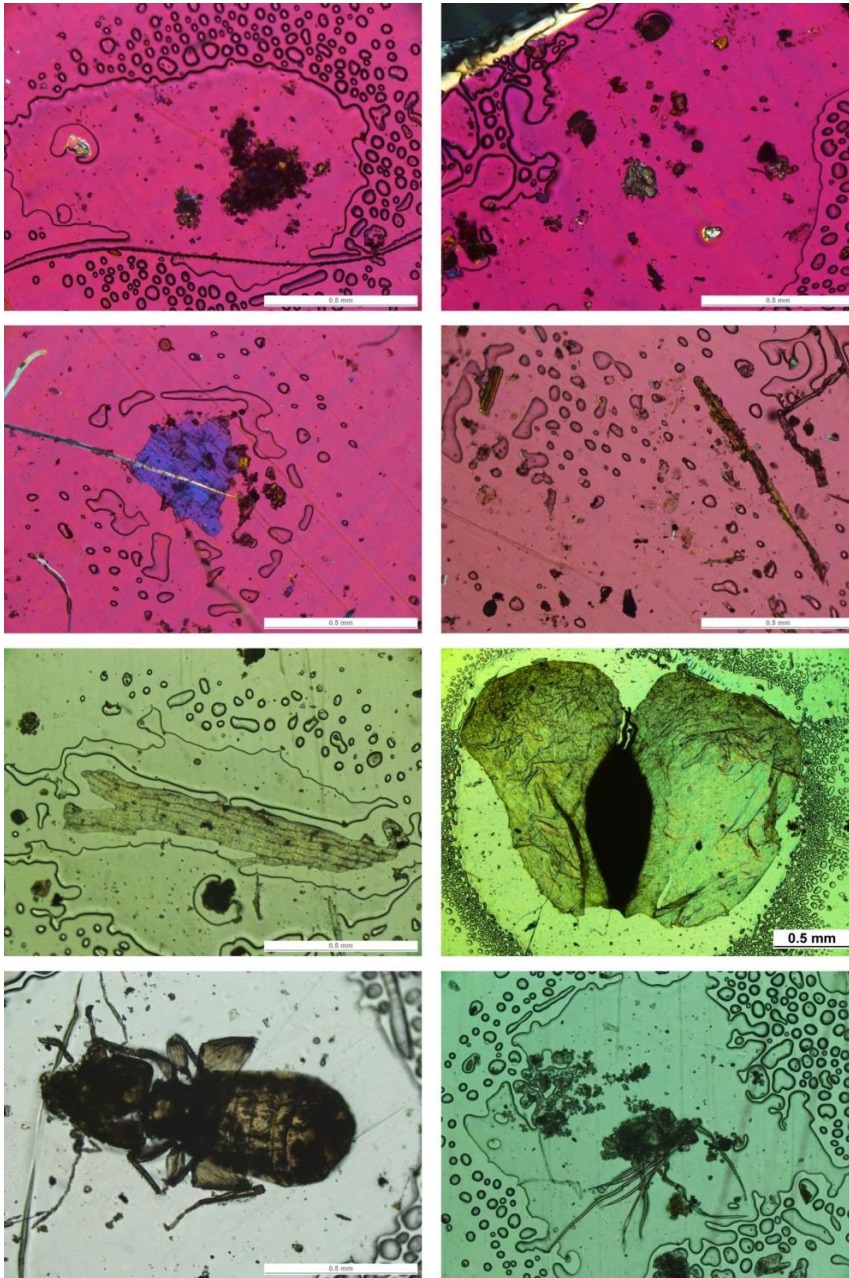


Abbildung 29. Inhalte der Staubschale in Bürgel, Kirche: Kot mit Kristallen mit Doppelbrechung (Reihen 1 & 2); pflanzliches Material- (Reihe 3); Insekten (Reihe 4).

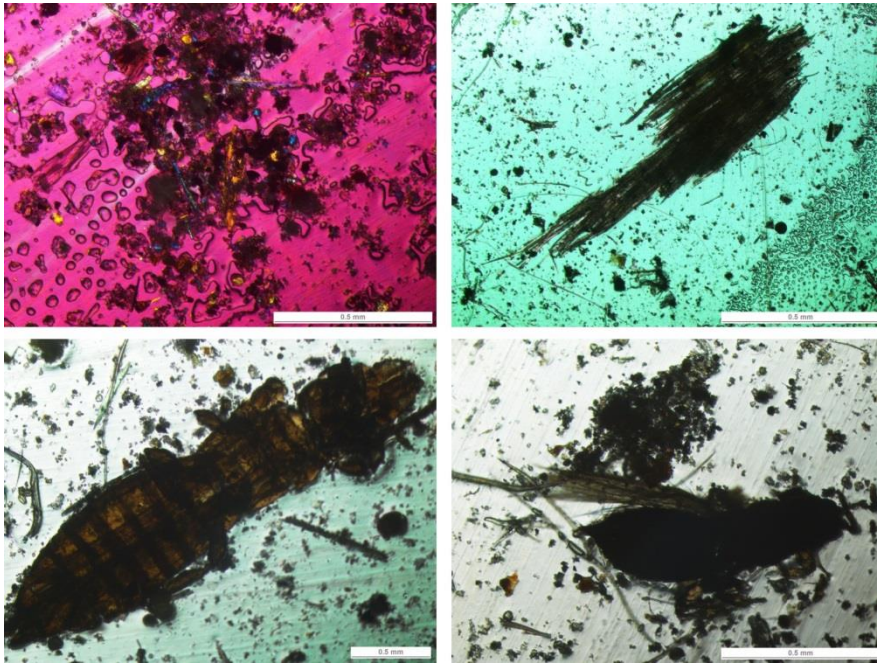


Abbildung 30. Inhalte der Staubschale in Orlamünde, Kirche: Kot mit Kristallen mit Doppelbrechung (oben links); Pflanzenfasern (oben rechts); Insekten (unten).

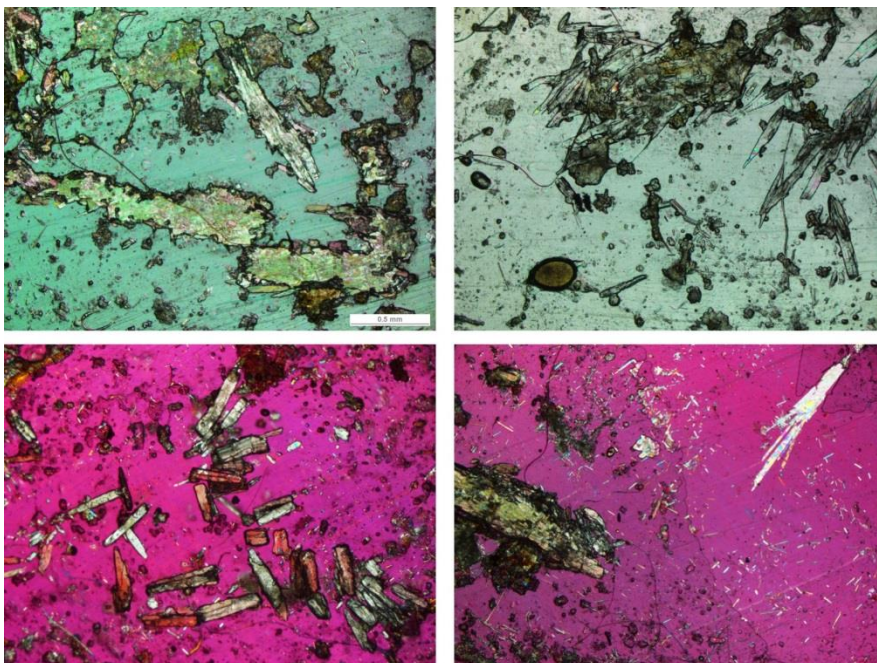


Abbildung 31. Inhalte der Staubschale in Ritschenhausen, Kirche: verschiedene Harnstoffkristalle.

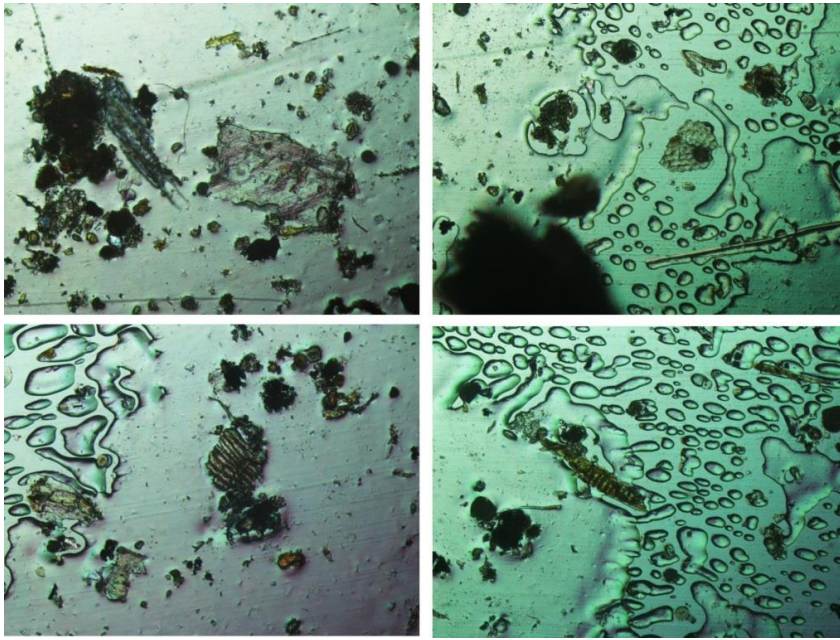


Abbildung 32. Inhalte der Staubschale in Gehofen, Kirche: Staubkristalle (oben links); Pflanzenteile (oben rechts); Insektenreste (unten); insgesamt viel hier viel Staub an; in allen Aufnahmen ist Kot zu erkennen.

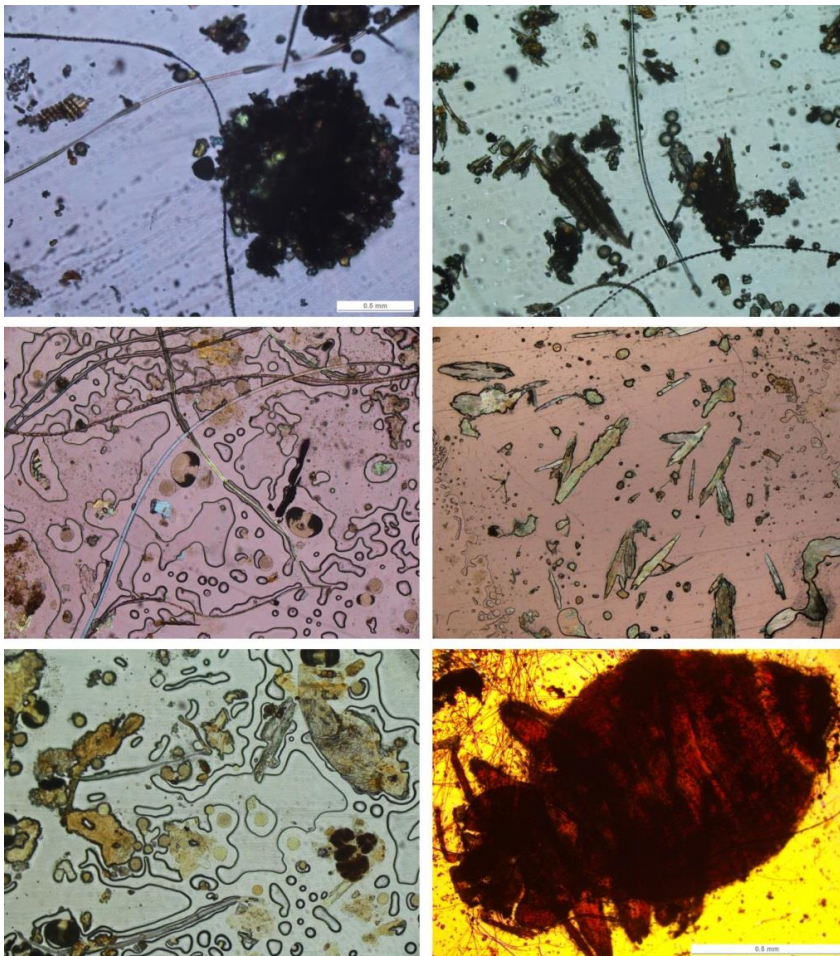


Abbildung 33. Inhalte der Staubschalen in Günserode, Kirche: Kot (oben links); Kot und Insektenrest (oben rechts); Kristalle mit Doppelbrechung, Haare und eventuell Insekteneier (Mitte links); Harnstoffkristalle (Mitte rechts); Kristalle (unten links); Wanze (unten rechts).

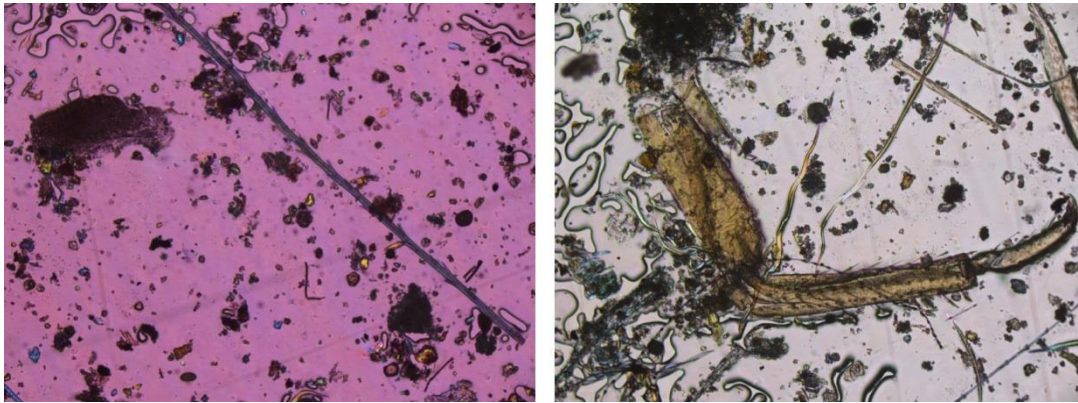


Abbildung 34. Inhalte der Staubschale in Donndorf, Kirche (insgesamt viel feiner Staub): feine Kristalle, z.T. mit Doppelbrechung und eventuell längliches Pflanzenteil (kleine Dornen; links); Insektenbein (rechts).

AKTIVE STAUBERFASSUNG

Die Schadstoffbelastung in der Luft sollte an zwei Beispielen, den Dachräumen der Stadtkirchen von **Orlamünde** (hoher Staubgehalt in der Staubschale; hoher DDT-Wert) und **Bürgel** (mittlerer Staubgehalt in der Staubschale; hoher DDT-Wert), ermittelt werden, bei denen bereits über die Analyse von Holzproben ein hoher Gehalt an älteren Bioziden festgestellt worden war. Zwar gibt es auch in Gehofen und Günserode größere bzw. mittlere Staubmengen, allerdings konnten hier keine erhöhten Gehalte an Holzschutzsubstanzen nachgewiesen werden. Deshalb erschien hier eine Messung zur Staubbelastrung im Zusammenhang mit einer möglichen Gefährdung der Fledermäuse durch Holzschutzmittlrückstände als nicht sinnvoll.

Durch die aktive Stauberfassung sollte geklärt werden, ob sich der Biozidgehalt in der Luft während der Ruhephase der Fledermäuse tagsüber oder zu Beginn der Flugphase in den frühen Nachtstunden deutlich unterscheidet; also ob Fledermäuse durch ihre Bewegung im Dachstuhl in der Lage sind, Schadstoffe zu mobilisieren, die in Form auskristallisierter Salze auf den Hölzern lagern und sich mit dem Liegestaub vermischen.

Die Messungen fanden während des Höhepunktes der Wochenstubensaison statt, wenn sich besonders viele Tiere aktiv im Dachboden bewegen. Der Versuchsaufbau sah vor, jeweils 1000 l Luft durch PU-Schaum und durch einen Feinfilter mittels eines kalibrierten Samplers zu saugen, so dass gasförmige (im PU-F Schaum) und staubförmige Biozidbestandteile der Luft (im Filter) im Labor bestimmt werden konnten. Die Bestimmung erfolgte in ng/1000 l Luft. Gesucht wurde nach den Bioziden Lindan (HCH-Gamma), PCP und DDT (DDE, DDD und DDT).

Die erste Luftprobennahme im Dachraum der Stadtkirche **Bürgel** erfolgte von 17.00 Uhr bis 17.30 Uhr im Bereich unterhalb des Spitzbodens, in dem sich tagsüber die Fledermäuse aufhalten. Gasförmig wurden 120 ng Lindan und 1806 ng DDT ermittelt. Der PCP-Gehalt von 2 ng kann als Hintergrundbelastung vernachlässigt werden. Staubbörmig wurden 10 g DDT festgestellt.

Die zweite Probennahme erfolgte von 21.15 Uhr bis 21.45 Uhr an gleicher Stelle während der ersten Flugphase der Tiere und ergab sowohl gasförmig als auch von der Staubbörmigkeit her bedeutsame Steigerungen der Messwerte. So wurden nun 137 ng DDT nach zunächst 10 ng ermittelt. Gasförmig stieg der Lindanwert von 120 auf 290 ng an. Der DDT-Wert stieg von 1806 auf 3212 ng.

Für Bürgel konnte also festgestellt werden, dass in der Flugphase die Biozidwerte in der Atemluft erheblich ansteigen, der DDT-Gehalt des Staubs in der Atemluft war 13-mal höher.

In der Stadtkirche **Orlamünde** wurde von 19.00 bis 19.30 die erste Luftprobe am Übergang vom Dachraum zum Turmbereich genommen. Im PU-Schaum wurden 680 ng Lindan und 4622 ng DDT nachgewiesen bei wiederum niedrigen 2 ng PCP. Im Staub waren 56 ng DDT enthalten. Im Vergleich zu Bürgel sind hier erheblich höhere Werte vorhanden, vor Allem wenn man sie mit gültigen MAK-Werten vergleicht, bei denen ein Sanierungszielwert von 100 ng /1000 l Luft für DDT angegeben wird. Bei Arbeiten in diesem Fledermausquartier ist deshalb eine persönliche Schutzausrüstung unumgänglich erforderlich.

Von 21.30 bis 22.00 fand die zweite Probennahme statt. Im PU-Schaum fanden sich 820 ng Lindan und 3959 ng DDT, im Staubfilter 13 ng PCP und 33 ng DDT.

In Orlamünde steigen in der Flugphase die Werte staub- und gasförmiger Biozide in der Atemluft nicht an. Dem Anstieg der Lindanwerte steht die Verringerung der DDT-Werte gegenüber. Bemerkenswert war hier auf jeden Fall eine hohe relative Luftfeuchtigkeit von 72% bei 27° Lufttemperatur.

Beiden Objekten gemeinsam ist, dass die Belastung der Luft durch Lindan gasförmig erfolgt, während DDT sowohl im PU-Schaum als auch im Feinfilter an Staubpartikeln nachgewiesen wurde. Die These der höheren Biozidbelastung in der Atemluft während der Flugphase wurde nur in Bürgel bestätigt. In Orlamünde müsste eine Nachmessung erfolgen.

Andererseits wird in der Betrachtung der **Populationsentwicklung** (siehe Kapitel 3.1) ersichtlich, dass die Kolonien in Bürgel und in Orlamünde im Vergleich zu anderen Kolonien relativ klein sind.

3.3 VON FLEDERMÄUSEN VERURSACHTE GEFÄHRDUNGEN AN BAUWERKEN

Mit dem Urin und Kot der Fledermäuse werden erhebliche Mengen an **Harnstoff, Säuren und Salze** ausgeschieden. Um die Auswirkungen auf die Bausubstanz einschätzen zu können, wurden **Holzproben** im Projekt lediglich auf Harnstoff als größten Bestandteil von Fledermausausscheidungen untersucht. Weitere Bestandteile sind z.B. Harnsäure, Carbonsäure, Valeriansäure und Essigsäure, auch Guanin. Diese wirken auf Holz und andere empfindliche Baustoffe teilweise ätzend, teilweise sind diese Stoffe und Verbindungen hygroskopisch, binden also Wasser. Salzbedingte Oxidationsprozesse werden durch die Fledermausexkremente verstärkt, so dass über kurz oder lang Schäden an den mit Kot und Urin beaufschlagten Bauteilen auftreten, insbesondere an Holz- und Metallteilen sowie Marmor. Der jeweilige Harnstoff-Wert wurde als „Marker“ benutzt: ein hoher Gehalt weist auf einen starken Eintrag von Urin und Kotbestandteilen hin, ein niedriger Wert auf einen geringen. Außerdem wurden **Holzfeuchtemessungen** angestellt und die Ergebnisse der **Klimamessungen** (Luftfeuchte) herangezogen.

Harnstoff gehört unter den genannten Bestandteilen nicht zu den aggressivsten Stoffen, ist jedoch sehr gut in Wasser löslich (bei 20°C - ca. 1000g/l) und nimmt bereits mit hohen relativen Luftfeuchten Wasserdampf aus der Luft auf und bindet auf diese Weise hygroskopisch deutliche Mengen Feuchtigkeit an die Holzsubstanz. Auch in diesem Zusammenhang ist die langfristige Betrachtung des Klimas erforderlich.

Um die Eignung als Schutzvorrichtung zu bewerten, wurde der klimatische Einfluss von am Boden ausgelegten oder über Hölzern angebrachten Folien gegen den Eintrag von insbesondere Urin in die Holzkonstruktion messtechnisch begleitet (s. Musterflächen 3.4).

Neben der Entnahme von Holzproben zur chemischen Analyse wurden in repräsentativen Bereichen (unterhalb der Hangplätze und zum Vergleich in von den Ausscheidungen nicht betroffenen Hölzern) regelmäßig Feuchtemessungen durchgeführt, um den Einfluss aus direkter Beaufschlagung der Hölzer in der Wochenstubensaison und den Einfluss der Luftfeuchte (jahreszeitlich) separat betrachten zu können.

3.3.1 HARNSTOFFGEHALT

In Tabelle 6 sind die **Ergebnisse der Analysen** dargestellt. Der **Harnstoffgehalt** der Proben erreicht Werte von über 53 g/kg Holz (Kloster Altzella) oder 5,3% des Materials, wobei die Tiefenprobe

durchaus höhere Werte als die Oberflächenprobe erreichen kann. Zusätzlich zum Wassergehalt des Urins wird der Harnstoff große Mengen an Luftfeuchtigkeit im Holz binden, z.B. in der Übergangszeit von Winter zu Frühling.

Tabelle 6. Übersicht über die Ergebnisse der chemischen Analysen der entnommenen Holzproben.

Pos	Ort	Probe	Oberfl. (O) Tiefe (T)	Bemerkung	Befund HSM (mg/kg Holz)	Harn- stoff %
A	Altenberga, Kirche	1-1	O	Holz mit Kot	-	1,12
		1-2	T	Holz mit Kot	-	1,07
		2-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
B	Dannheim, Kirche	1-1	O	Fußboden mit Kot	-	1,31
		1-2	T	Fußboden mit Kot	-	-
		2-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
C	Großjena, Kirche	1-1	O	Holz mit Urin	TBT	3,54
		1-2	T	Holz mit Urin	-	2,66
		2-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
D	Kloster Donndorf	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
E	Dosdorf, Kirche	1-1	O	Holz stark durchfeuchtet	-	4,7
		1-2	T	Holz stark durchfeuchtet	-	3,08
F	Altzella, Kloster	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-1	O	Holz mit Kot	-	5,33
		2-2	T	Holz mit Kot	-	5,53
G	Deutschenbora, Kirche	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	1,42
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		2-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
H	Orlamünde, Kirche	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	DDT: 3019 Lindan: 37	-
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	DDT: 748 Lindan: 70	-
I	Günserode, Kirche	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	1,01
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	0,52
J	Gehofen, Kirche	1-1	O	Holz ohne Kot/Urin	-	-
		1-2	T	Holz ohne Kot/Urin	-	-
K		1	Späne	Holz mit Kot	-	3,23
L		1	Späne	Holz mit Urin	TBT	3,88

Wie bereits im Kapitel 2.4 und hier einleitend dargestellt, wird durch die damit verbundene Volumenvergrößerung die Zellstruktur des Holzes geschädigt. Bedenklich ist auch, dass auch in

beträchtlichen Tiefen der untersuchten Hölzer noch der „Marker“ Harnstoff nachgewiesen wurde, teilweise in höherer Konzentration als an der Oberfläche: die Bausubstanz kann also gravierend beeinträchtigt werden, was bei hölzernen Dachkonstruktionen im Extremfall zu Tragwerksproblemen führen kann. In Dösdorf wurde durch Gutachter empfohlen, die gesamte Konstruktion zu ersetzen.

Wenn Niederschlagswasser ins Spiel kommt, z.B. durch eine undichte Dachhaut, können lösliche Inhaltsstoffe des Urins und Kots im Gebäude weiter nach unten transportiert werden und so z.B. in Kontakt zu Gewölben geraten. Ätzende Urinbestandteile wie Harnsäure und Guanin schädigen ebenso die Oberflächen von säureempfindlichem Marmor und Metallen.

3.3.2 HOLZFEUCHTEMESSUNGEN

Die Messungen erfolgten parallel mit unterschiedlichen Messgeräten, die die Holzfeuchte in Gewichtsprozent angeben. Bei einem der Geräte handelt es sich um die Mikrowellenfeuchtemessung, die unabhängiger von der Salzkonzentration im Material in Feuchte misst und daher für die Messsituation, absolut betrachtet, korrektere Ergebnisse erzeugt. Allerdings sind auch die anderen beiden Messgeräte verlässlich. Sie erbrachten annähernd die gleichen Ergebnisse, so dass die Messungen als Vergleichsmessungen zueinander herangezogen wurden.

Elektronisches Holz-/Materialfeuchtemessgerät:

Die Messungen der Holzfeuchte erfolgten mit zwei verschiedenen Messgeräten gleichen Funktionsprinzips (Abb. 66 und Abb. 67). Die Messgeräte besitzen zwei nebeneinander angeordnete spitze Elektroden, die wenige mm in die Holzoberfläche eingestochen werden. Somit wird immer der Feuchtegehalt eines oberflächennahen Bereiches gemessen. Diese Messungen dienen zur Erfassung der Kondensationsfeuchte und der hygroskopischen Feuchte durch oberflächlich aufgetragene Salze (z.B. Fledermausurin). Das Messprinzip beruht auf der elektrischen Leitfähigkeit. Sie ist das Maß für die Feuchtigkeit eines Stoffes. Vereinfacht ist das Messverfahren wie folgt zu beschreiben: Das Material zwischen den beiden Elektroden ist im Prinzip ein stoffspezifischer Widerstand, dessen Größe hauptsächlich vom Wassergehalt des Materials abhängt. Die Messung des Widerstandes erfolgt mit Hilfe von Wechselspannungen höherer Frequenz, um den Einfluss beweglicher Ladungsträger (gelöste Salze) zu reduzieren. Bei starker Salzbelastung des Materials ist jedoch eine Verfälschung des Messergebnisses zu erwarten. Der Einfluss gelöster Salze ist bei den verwendeten Messgeräten verschieden. In der Auswertung wurden nach Möglichkeit die Messwerte mit der geringeren Beeinflussung betrachtet.



Abbildung 35 A und B. Messung der Holzfeuchte mit dem Leitfähigkeitsverfahren.



Abbildung 36. Messung der Holzfeuchte mit dem Leitfähigkeitsverfahren mit kompaktem Holzfeuchtemessgerät.

Mikrowellen-Feuchtemessgerät

Das Mikrowellenverfahren (Abb. 37) gehört zur Kategorie der dielektrischen Feuchtemessverfahren. Sie basieren auf den dielektrischen Eigenschaften der Wassermoleküle. Wird von außen ein elektrisches Feld angelegt, richten sich die Wassermoleküle entsprechend aus. Handelt es sich um ein elektromagnetisches Wechselfeld, bewegen sich die Moleküle mit vorgegebener Frequenz.

Bei sehr hohen Frequenzen kann die Bewegung der Moleküle der wechselnden Polarisierung des elektromagnetischen Feldes aufgrund der Trägheit nicht mehr folgen. Allerdings ergeben sich durch Reibungseffekte dielektrische Verluste. Diese Verluste werden gemessen. Ihr Maß ist proportional zum Wassergehalt eines Stoffes. Beim Mikrowellenverfahren werden elektromagnetische Wechselfelder mit Frequenzen zwischen 2 und 10 GHz eingesetzt. Ionische Leitfähigkeiten durch gelöste Salze sind bei diesen Frequenzen zu vernachlässigen, weshalb die Feuchtegehalte der Hölzer trotz Salzlast realistischer betrachtet werden können. Gerichtete Mikrowellen dringen mehrere Dezimeter in das Material ein. Bei einem Holzbalken wird demzufolge der gesamte Querschnitt erfasst. Mit diesem

Messverfahren lässt sich die gesamte Feuchtesituation eines Holzbauteils erfassen. Oberflächennahe Feuchtephänomene, wie hygroskopische Feuchte und Kondensation, spielen daher eine geringe Rolle.



Abbildung 37. Messung der Holzfeuchte mit dem Mikrowellenverfahren.

Ergebnisse der Holzfeuchtemessungen

Die Holzfeuchtemessungen ergaben erwartungsgemäß, dass eine starke Kot-/Urinbeaufschlagung mit einer hohen Holzfeuchte einhergeht. Die Belastung ist generell beim Großem Mausohr wesentlich stärker als bei der Kleinen Hufeisennase, was u.a. der Größe der Populationen (und der Tiere!) zuzuschreiben ist. Die Mausohr-Kolonie in Dosdorf nutzt ein Quartier, dessen Holzstrukturen stark geschädigt sind. Die Ergebnisse der Holzuntersuchungen entsprachen den Erwartungen: das Holz war an allen Messstellen feucht (feuchter als in den anderen Quartieren) und der Harnstoffgehalt der Holzproben sehr hoch.

Im Vergleich der Jahreszeiten stellte sich heraus, dass bei allen Objekten die im Winter ermittelten Holzfeuchten (Leitfähigkeitsverfahren) deutlich über denen des Sommers lagen, die gleich im Anschluss an die Wochenstubensaison ermittelt wurden. Aufgrund der z.T. sehr starken Populationen zu dieser Zeit wurde auch die Feuchtebelastung stark eingeschätzt. Allerdings waren die Holzfeuchtegehalte im Winter, als zum Zeitpunkt der Messung mit 80-85 % eine sehr hohe relative Luftfeuchte vorherrschte, im Hangplatzbereich generell deutlich höher. Die vor allem oberflächennah wirksame hygroskopische Bindung von Feuchtigkeit, die auf die vorhandene Salzbelastung zurückgeht, spielt demnach eine viel größere Rolle als der direkte Urineintrag während der relativ trockenen Sommermonate (siehe Abb. 38).

Diese Schlussfolgerung wird durch die Messungen mit der Mikrowellensonde gestützt, da hierbei keine bzw. nur ein geringer bis mäßiger Anstieg der Mikrowellenfeuchte im Winter zu verzeichnen war. Auch

das Holz, das noch nicht mit Kot und Urin in Kontakt gekommen war, erwies sich im Winter ca. 2 - 10% feuchter als im Sommer.

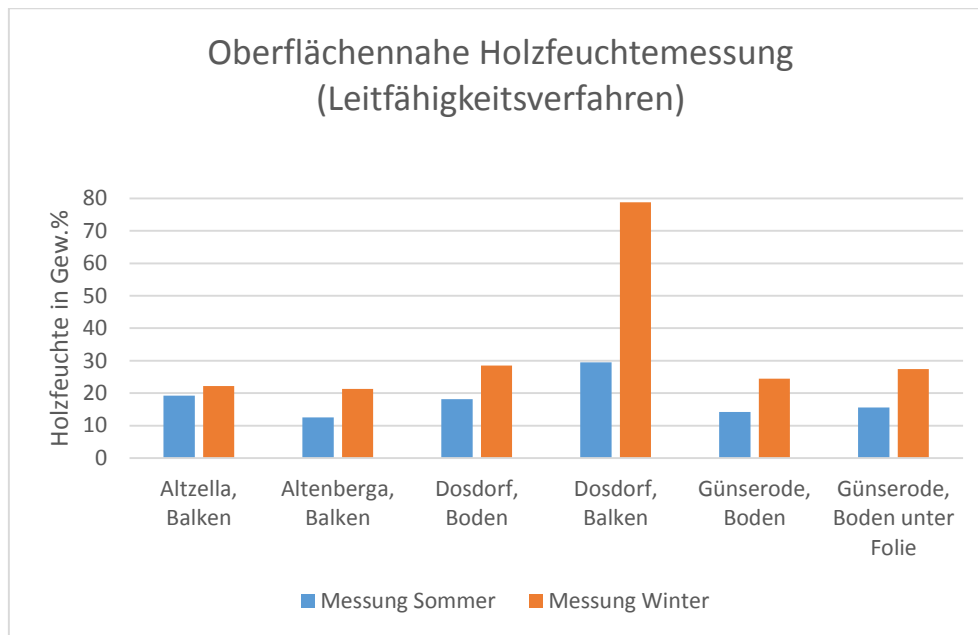


Abbildung 38. Holzfeuchte (Leitfähigkeitsmessung) belasteter Hölzer in den einzelnen Quartieren, vergleichende Darstellung der Messungen im Sommer und Winter. (Der extrem hohe Wert für die Wintermessung in Dosdorf ergibt sich wahrscheinlich durch einen Messfehler aufgrund der extremen Salzbelastung des Holzes).

Bei der Mikrowellenmessung wird ein größeres Holzvolumen messtechnisch erfasst als es bei der Leitfähigkeitsmessung der Fall ist, die sich im Wesentlichen auf den oberflächennahen Bereich konzentriert. Die Feuchtwerte für Sommer und Wintermessung liegen daher insgesamt niedriger als bei der Leitfähigkeitsmessung (siehe Abb. 39).

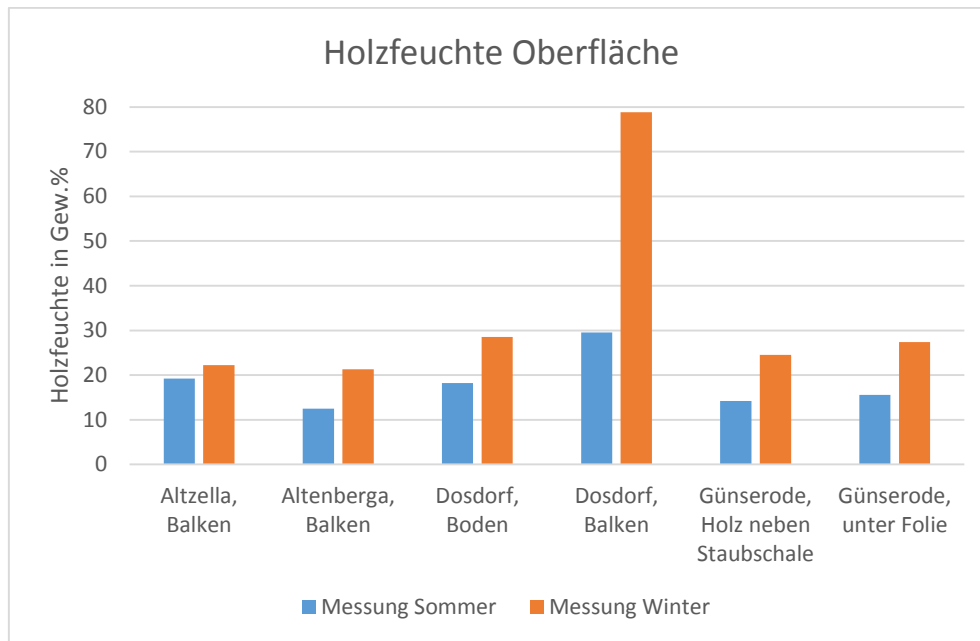


Abbildung 39. Holzfeuchte (Mikrowelle) belasteter Hölzer in den einzelnen Quartieren, vergleichende Darstellung der Messungen im Sommer und Winter.

Das nachfolgende Diagramme (Abb. 40 und Abb. 41) zeigen die Verhältnisse bei vergleichenden Messungen Sommer/Winter in Bereichen der jeweiligen Dachstühle, an denen zuvor weder relevante Mengen an Kot/Urin gelegen haben noch diffusionsdichte Abdeckungen. Im Leitfähigkeitsverfahren liegen trotz der Sensibilität gegenüber löslichen Bestandteilen im Holz, die in diesen Fällen nicht von den Fledermäusen stammen, die Feuchtigkeiten im Winter über denen des Sommers. Vermutlich reagieren Salze aus Holz- und Flammschutzbehandlungen mit den hohen Luftfeuchtigkeiten, die zur Messung im Winter vorgeherrscht hatte.

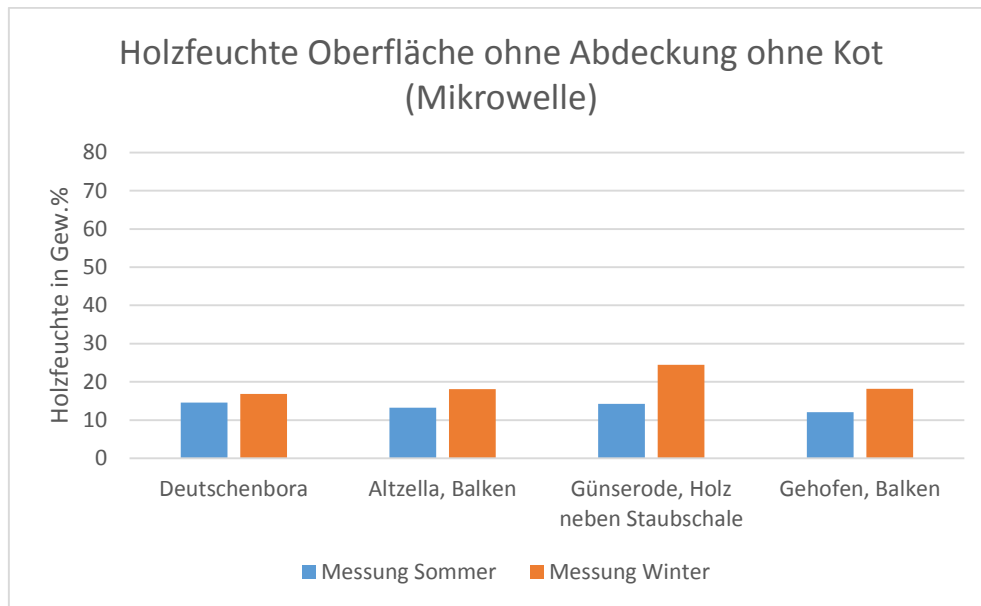


Abbildung 40. Oberflächennahe Holzfeuchte (Leitfähigkeitsverfahren) im Bereich der weder abgedeckt bzw. der zuvor noch nicht von relevanten Mengen an Kot/Urin betroffen war, vergleichende Darstellung der Messungen im Sommer und Winter.

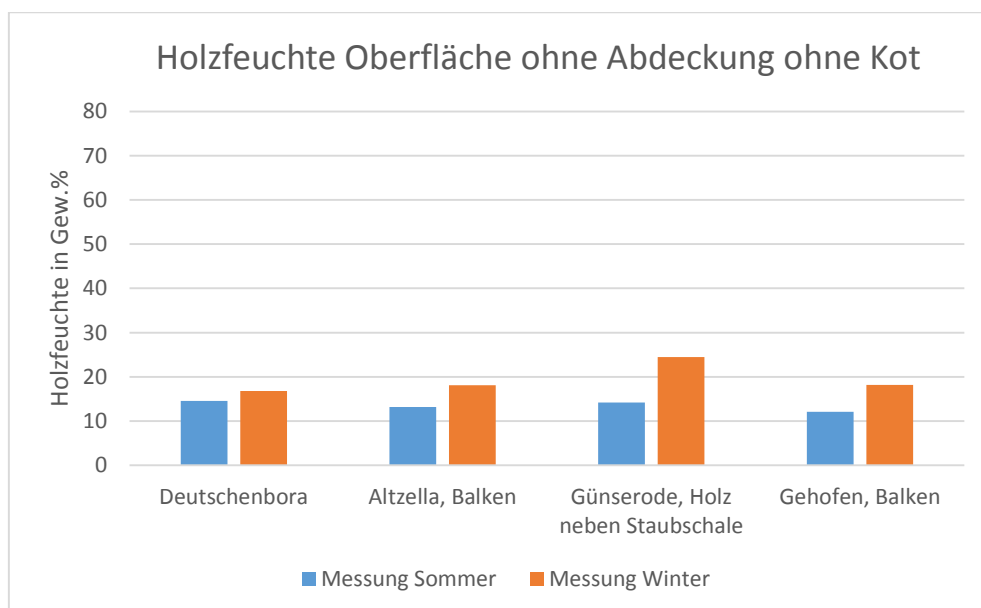


Abbildung 41. Oberflächennahe Holzfeuchte (Leitfähigkeitsverfahren) im Bereich der weder abgedeckt bzw. der zuvor noch nicht von relevanten Mengen an Kot/Urin betroffen war, vergleichende Darstellung der Messungen im Sommer und Winter.

In einigen Quartieren sind Jahre vor dem Forschungsvorhaben dampfdichte **Folien** (z. B. Teichfolien) ausgelegt worden, um die Holzkonstruktion der Dachstühle gegen den Eintrag von Exkrementen zu schützen. An zwei Objekten erfolgte die Abdeckung auf bereits stark vorbelastetem Holz und an zwei anderen wurden die Folien auf neu ausgelegte Hölzern gelegt. In dem nachfolgenden Diagramm sind diese beiden Verhältnisse vergleichend dargestellt. Es wird deutlich, dass die hygroskopische Bindung der Luftfeuchtigkeit an die vorhandenen Salze auch unterhalb der Folien geschieht, noch dazu in

deutlich stärkerem Maße auf vorbelasteten Holzoberflächen. Eine wesentliche Schlussfolgerung daraus ist, dass einmal relevant belastete Holzkonstruktionen (Balken, Fußboden) nicht nachträglich mit diffusionsdichten Folien abgedeckt werden sollten, da daraus hohe Holzfeuchtegehalte resultieren, die unter den Folien bei abfallender Luftfeuchtigkeit nur schwer abtrocknen kann.

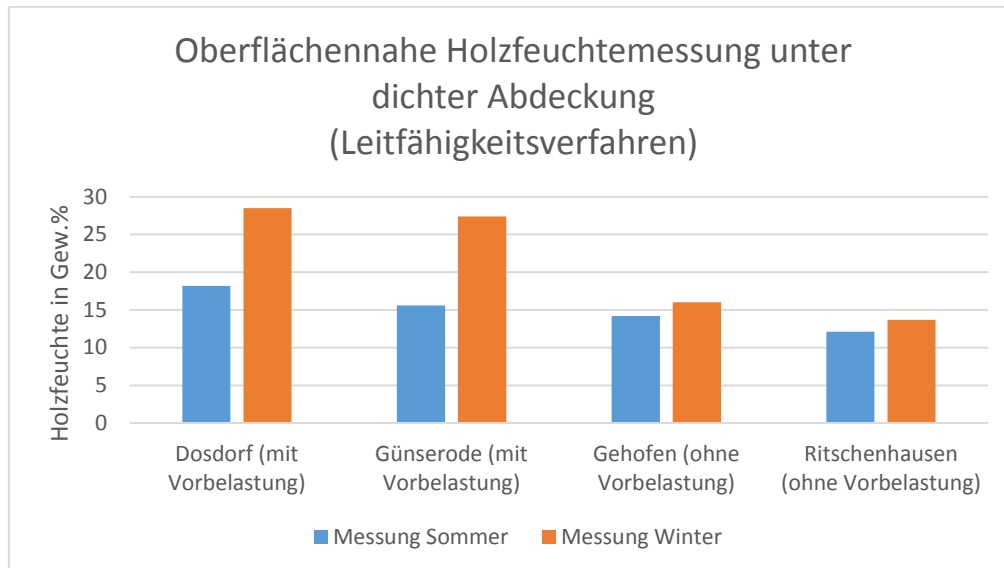


Abbildung 42. Vergleich der Sommer- und Wintermessungen auf vorbelasteten und unbelasteten Holzoberflächen

3.3.3 ENTNAHME UND ANALYSE WEITERER BIOLOGISCHER PROBEN

Im Zusammenhang mit der Besiedelung von Dachräumen oder auch anderen Räumen innerhalb eines (historischen) Gebäudes durch Fledermäuse können sowohl Kot bzw. Urin als auch Parasiten beobachtet werden, die hinsichtlich ihres Einflusses auf die Bausubstanz und auch auf gesundheitliche Aspekte nachfolgend im Detail betrachtet werden sollen.

Kot und Urin

Die Ausscheidungen der Fledermäuse sind im Zusammenhang zu betrachten, da der Urin den ansonsten recht trockenen Kot, insbesondere bei großen Kolonien, über längere Zeit feucht hält und somit bei größeren Mengen eine Art Kompressenwirkung auftritt bzw. lösliche Bestandteile aus dem Kot gelöst und in die Bausubstanz eingetragen werden können. Weiterhin besteht zumindest theoretisch das Potential, dass durch die andauernde Befeuchtung auch mikrobieller Bewuchs auf dem nährstoffreichen Kot gedeihen kann. (Der Feuchteinfluss auf das Holz wurde in Kapitel 3.3.2 bereits beschrieben.)

Nachfolgend wird das Potential der mikrobiellen Besiedelung im Zusammenhang mit Kot und Urin der Fledermäuse erörtert. Die entsprechenden Analysen wurden am Institut für Mikrobiologie der HAWK Hildesheim durch Gabriele Krüger ausgeführt.

An verschiedenen Untersuchungsobjekten wurden Kotproben entnommen, die auf einen Pilzbefall bzw. auf das Potential eines Befalls hin untersucht wurden. Dabei wurde sowohl Kot der Kleinen Hufeisennase (Probe 2, Kirche Dannheim) als auch Kot des Großen Mausohrs (Probe 3, Kirche Bürgel und Probe 4, Kirche Deutschenbora) berücksichtigt.

Methodik - Pilzgehalt Fledermauskot

Zwecks Untersuchung des Pilzgehaltes des Fledermauskotes wurde eine bestimmte Menge Kot in einer wässrigen Lösung von 5 ml 0,9 % NaCl und 0,05 % Methyltaurin aufgeschlämmt und 5 min. mit dem Rüttler geschüttelt. Die Suspension wurde auf Kulturböden verschiedenen aW-Wertes (Wasseraktivität) und Nährstoffgehaltes ausplattiert. Nach 8 Tagen wurden die gewachsenen Kulturen nach Art und Anzahl ausgezählt, woraus sich der Gehalt an Sporen/g ermitteln lässt. Ausplattiert wurde die Lösung auf je 3 Böden von MEA (Monoethanolamin), MEA 40s und DG18 (Dichloran-Glycerol 18%-Agar). Der Ansatz erfolgte am 19.04.2016, die Auswertung erfolgte am 27.04.2016

Ergebnis

Der Gehalt an Pilzsporen im Kot ist in allen drei Probe außerordentlich gering. Auf den Platten wuchsen jeweils nur 1 bzw. bis maximal 3 Kolonien verschiedener Arten und dieses auch nicht auf allen Platten einer Sorte an. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse/nachgewiesenen Pilzsporen der entnommenen Kotproben aufgeführt.

Tabelle 7. Ergebnisse der analysierten Kotproben

Probe Nr.	2	3	4
Einwaage	0,137g	0,1025g	0,1091g
Fledermausart, Ort	Kleine Hufeisennase	Großes Mausohr, Bürgel	Großes Mausohr, Deutschenbora
Nachgewiesene Mikroorganismen	<i>Aspergillus glaucus</i> + <i>Aspergillus fumigatus</i>	Cladosporien, <i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Penicillium brevicompactum</i> , Bakterien/Hefen	Cladosporien, <i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>Penicillium brevicompactum</i> Bakterien/Hefen
CFU (Koloniebildende Einheiten in den Proben) pro g Probe	163 <i>A. glaucus</i> 163 <i>A. fumigatus</i>	436 <i>A. glaucus</i> 436 Bakterien/Hefen 872 Cladosporien 2179 Penicillien	410 <i>A. glaucus</i> 410 Hefen/Bakterien 820 Cladosporien 820 Penicillien
Gesamtkeimzahl	326	3923	4260

Die Gesamtkeimzahl pro Gramm Kot liegt demnach bei dem Kot der Großen Mausohren deutlich über dem der Kleinen Hufeisennase. Dennoch ist darauf hinzuweisen, wie oben bereits erwähnt, dass der Gehalt an Pilzsporen in allen drei Proben außerordentlich gering ist.

Anzuchtversuche auf Kot

Um zu testen, ob sich der Kot selbst als Anzuchtsubstrat eignet, ob sich also bei geeigneten Umgebungsbedingungen in den Fledermausquartieren Schimmelpilze entwickeln können, wurden Proben des Fledermauskotes in einer geteilten Petrischale (eine Hälfte mit sterilem destilliertem Wasser) gehalten und auf Entwicklung von Pilzbefall auf dem Kot selber untersucht (Ansatz: 27.04.2016).

Die Inkubation der Kotkrümel unter feuchter Atmosphäre zeigt eine Hygroskopizität. Der Kot zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, bis sich bei Probe 2 und 3 ein Flüssigkeitsrand um die Kotkrümel gebildet hat (siehe Abb. 43). Die aus der Luftfeuchtigkeit an die Exkremente gebundene Feuchtigkeit sorgt auf dem Holz für eine erhöhte Materialfeuchtigkeit. Neben der Salzbelastung durch Flammschutzmittel stellen die Ausscheidungen der Fledermäuse einen weiteren Faktor zur Erhöhung der Materialfeuchte des Holzes dar.



Abbildung 43. Geteilte Petrischale mit wassergetränkter Watte, rechte Seite hygroskopischer Fledermauskot (Probe 2, Kleine Hufeisennase, Dannheim, Kirche).

Nur auf Probe 4 wächst ein weißes Penicillienmycel (siehe Abb. 44). Die anderen beiden Proben 2 und 3 zeigen keinen Bewuchs.



Abbildung 44. Geteilte Petrischale mit wassergetränkter Watte, links hygroskopischer Fledermauskot, Pilzbewuchs mit *Penicillium sp.* (Probe 4, Großes Mausohr, Kirche Deutschenbora).

Holzproben

In der Planungsphase des Forschungsprojektes wurde zumindest theoretisch erwogen, dass die Kot- und Urinbeaufschlagung der hölzernen Baukonstruktion mit dem Risiko einer Schimmelbildung einhergehen könnte. An der Kirche in Günserode konnten tatsächlich unterhalb des Hangplatzes entsprechende Beobachtungen gemacht werden (Probe 1 und Probe 5; siehe Abb. 45). Da auch an anderen Untersuchungsobjekten ein weniger deutlicher Schimmelbefall vorliegt, kann ein positiver Einfluss der Fledermausausscheidungen auf die Schimmelbildung zumindest nicht ausgeschlossen werden.



Abbildung 45. Günserode, Kirche, unterhalb des Hangplatzes (Großes Mausohr). In der oberen Reihe sind helle Flecken zu erkennen (Probe 1 – Schimmel und Salzausblühungen) und in der unteren Reihe sind dunkle Punkte erkennbar (Probe 5), die sich ebenfalls als Schimmelpilz identifizieren ließen.

Die im Bereich der weißen und des dunklen Fleckes entnommenen Holzproben wurden unter dem Mikroskop betrachtet. In beiden Fällen macht das Holz einen zerfaserten, entfestigten Eindruck. Dabei handelt es sich um das Resultat **chemischer Korrosion** bzw. Mazeration des Holzes. Als Ursache für die Mazeration kommen einerseits die Salze aus Holz- und Flammschutzmittelbehandlungen in Frage. Weiterhin stehen natürlich auch die Salze aus der massiven Urinbeaufschlagung zur Verfügung, eine Vermutung, die durch den extremen Ammoniakgeruch der Probe bestätigt wurde. Es ist nicht bekannt, ob dieser Balken tatsächlich mit einem Flammschutzmittel imprägniert worden ist.

Für die Entnahme von Probe 5 wurde ebenso wie bei Probe 1 ein Holzspan vom Balken entnommen. An der Unterseite des Holzspanes der Probe 5 befanden sich in Hohlräumen zahlreiche zylindrische Kothäufchen von Holzmehl. Es ist daher naheliegend, dass es an dieser Stelle einen Befall mit Holzschädlingen gibt. Zunächst wurde vermutet, dass es sich bei den schwarzen Punkten (Probe 5) um Kot handelt. Die Verteilung der schwarzen Flecke auf dem Holz ist jedoch eigenartig gleichmäßig und folgt der Holzmaserung (siehe Abb. 46).



Abbildung 46. Holz aus dem Dachstuhl mit schwarzen Punkten unter Auflichtmikroskop - Flecken folgen der Holzmaserung (Vergrößerung x 20; Probe 5, Günserode).

Flüssiges Exkrement würde der Schwerkraft folgen und Ablaufspuren ergeben, die jedoch hier nicht festzustellen sind. Bei den schwarzen Punkten handelt es sich also nicht um Exkrement. Die schwarzen Punkte sind hart, eingetrocknet (zeigen Risse), teilweise sind Insekteneier in die Masse eingeklebt. Die Masse verfärbt den Holzuntergrund dunkel; unter der Masse ist das Holz faserig-bröselig mazeriert. (siehe Abb. 47-48).

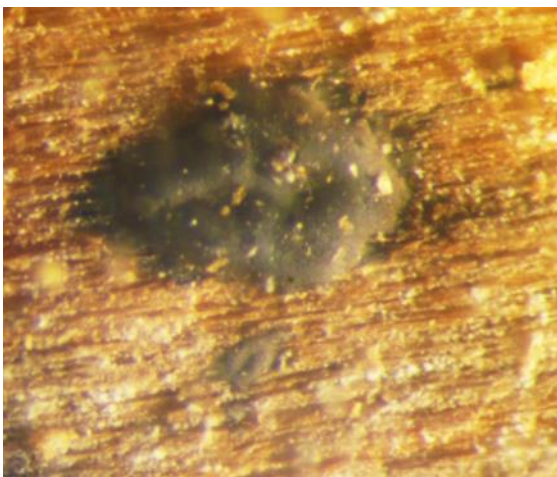


Abbildung 47. Holz mit schwarzen Punkten unter Auflichtmikroskop: unter Auflagerung ist der Holzuntergrund verfärbt (Vergrößerung x 50; Probe 5, Günserode).

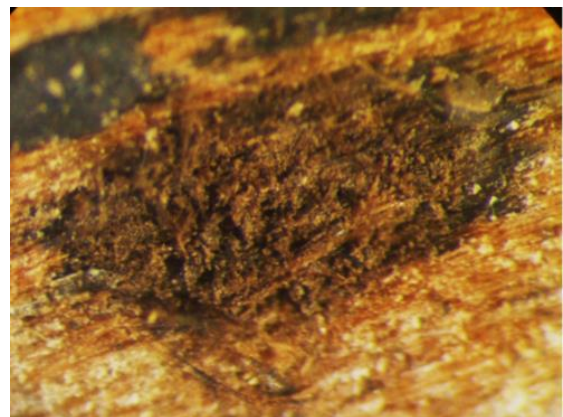


Abbildung 48. Holz mit schwarzen Punkten unter Auflichtmikroskop: unter der Auflagerung ist der Holzuntergrund braun, mazeriert, bröselig (Vergrößerung x 50; Probe 5, Günserode).

Unter dem Mikroskop zeigten sich kleine und große runde Zellen mit dicken Zellwänden, die Form weist auf Sprossung, z.B. eine schwarze Hefe hin (siehe Abb. 49-50).

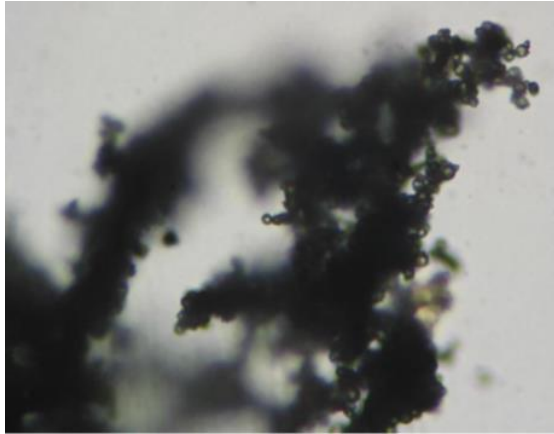


Abbildung 49. Schwarzer trockener Fleck unter Durchlichtmikroskop: runde Zellen in schwärzlicher Masse, Sprossung (Vergrößerung x 400; Probe 5, Günserode).

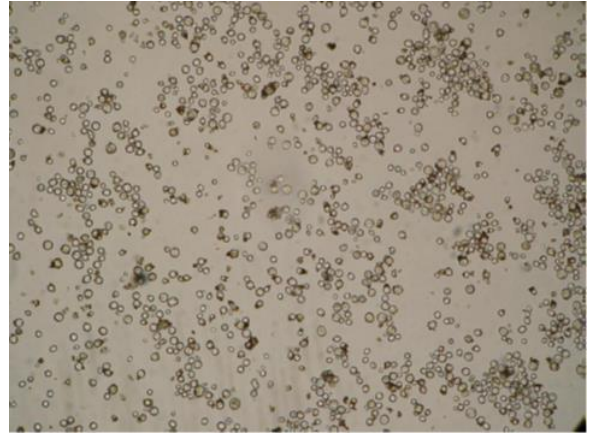


Abbildung 50. Schwarzer trockener Fleck unter Durchlichtmikroskop: runde Zellen, teilweise mit Sprossung (Vergrößerung x 400; Probe 5, Günserode).

Diese Zellen zeigen bei Anfärbung mit Backlight Lebensaktivität und fluoreszieren grün unter UV-Licht. Weiterhin finden sich rundliche Kristallite mit Doppelbrechung (mgl. Harnsäurekristalle). An der Tesafilmprobe von 5 blieb von der schwarzen Masse, die relativ hart ist, nichts kleben. Die Proben wurden mit dem Skalpell abgekratzt. Die mikroskopische Untersuchung der Unterseite des Holzspanes zeigt in Hohlräumen zahlreiche zylindrische Kothäufchen von Holzmehl - gibt oder gab es an dieser Stelle einen Befall mit Holzschädlingen?

Pilzhyphen

Unter dem Auflichtmikroskop und in einer Tesafilmprobe wurde auf den Proben 1 und 5 *Aspergillus glaucus* in Form von Hyphen und zahlreichen bräunlichen Konidienköpfen festgestellt (siehe Abb. 51-55).



Abbildung 51. Mazeriertes Holz mit weißen Salzkristallen, die entweder aus einer Flammenschutzbehandlung oder dem Urin der Fledermäuse stammen. Weiterhin sind Pilzhypen (fädige Struktur) zu erkennen (Probe 1, Kirche Günserode; Vergrößerung 16x).

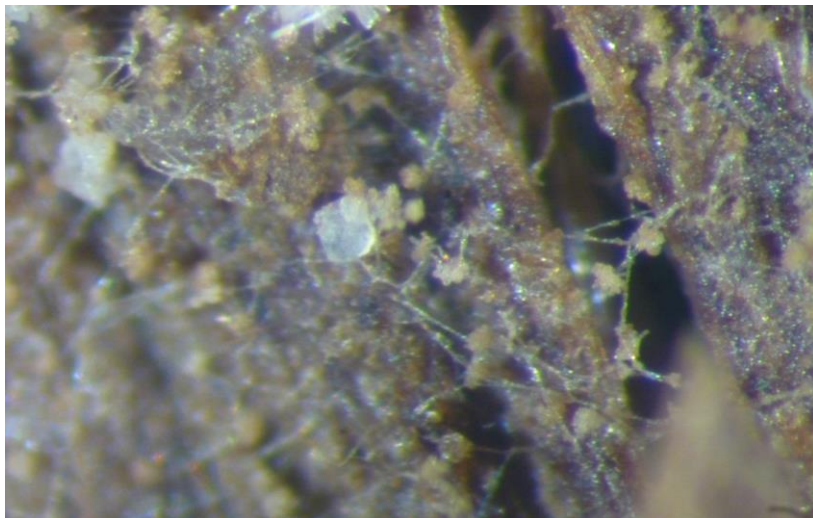


Abbildung 52. Mazeriertes Holz mit weißen Salzkristallen, die entweder aus einer Flammenschutzbehandlung oder dem Urin der Fledermäuse stammen. Weiterhin sind zahlreiche braune Schimmelpilzhypen und -konidien zu erkennen (Probe 1, Kirche Günserode; Vergrößerung 30x).

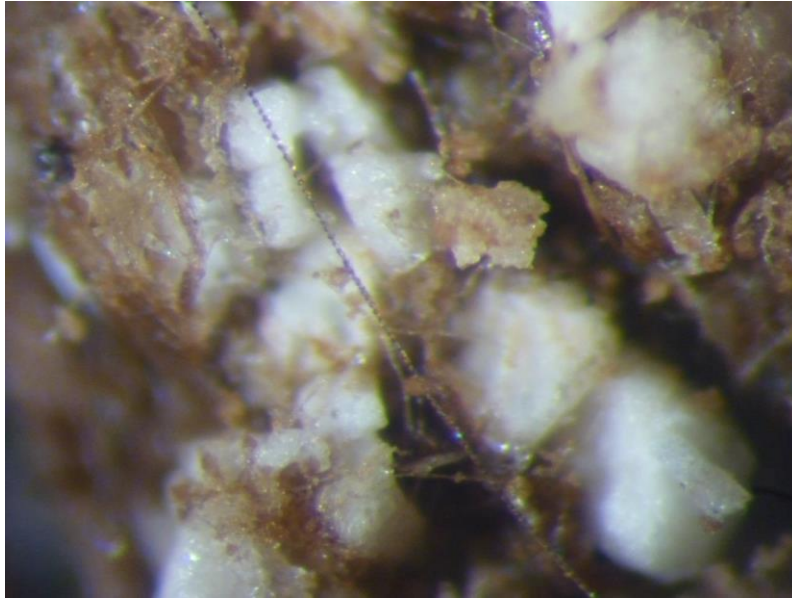


Abbildung 53. Mazeriertes Holz mit wachsartigen Salzkristallen, die entweder aus einer Flammenschutzbehandlung oder dem Urin der Fledermäuse stammen. Weiterhin sind braune Pilzkonidien und –hyphen zu erkennen (Probe 1, Kirche Günserode; Vergrößerung 50x).

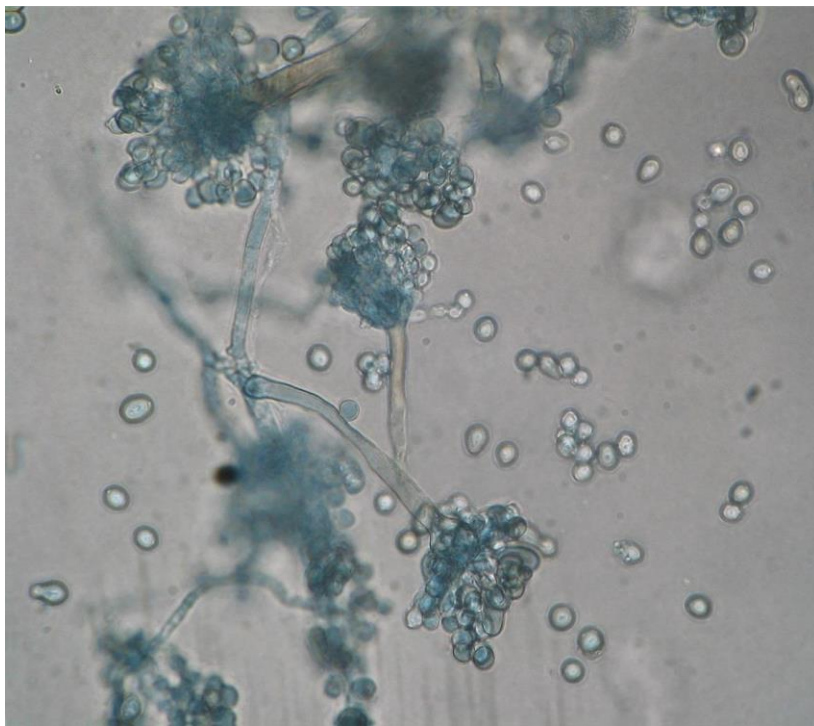


Abbildung 54. Tesafilmprobe: Konidiophoren von *Aspergillus glaucus* auf mazeriertem Holz (Probe 1, Kirche Günserode; Vergrößerung 400x).



Abbildung 55. Tesafilmprobe: Konidiophoren von *Aspergillus glaucus* auf mazeriertem Holz (Probe 1, Kirche Günserode; Vergrößerung 400x).

Sollte Flammschutzmittel appliziert worden sein, so hat es augenscheinlich keinen hemmenden Einfluss auf die Ansiedelung von Schimmelpilzen. Die Besiedelung findet sich auf den trockenen Holzproben. Durch die im Holz vorhandenen Salze (Flammschutz oder/und Urin) kommt es aufgrund hygroskopischer Feuchtigkeitsbindung aus der Luftfeuchte zu erhöhten Holzfeuchten, die wiederum das Wachstum von *Aspergillus glaucus* begünstigen, der schon bei geringen Feuchten gedeihen kann und zudem noch starke Salzkonzentrationen verträgt (xerophil und halophil).

Weiterhin sind die Bestandteile des auf das Holz fallenden Kotes (Chitinhüllen der Insekten) für die Schimmelpilze gut abbaubar. Auf den Proben des zerfaserten Holzes finden sich auffällig zahlreiche Schimmelpilz-Hyphen und Konidienträger, daneben auch Eihüllen von Insekten (vermutlich Wanzen), die sich von den Pilzhyphen und Exkrementen ernähren können.

Auf einer Tesafilmprobe des Holzes Probe 1 finden sich auch *Aspergillus glaucus*-Konidien auf alten Insekten-Eihüllen (siehe Abb. 56-59).

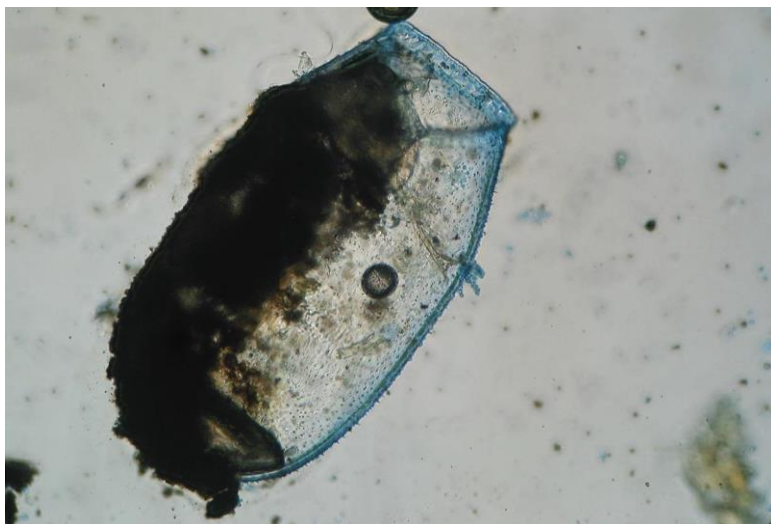


Abbildung 56. Tesafilmprobe: Insektenei mit Konidien eines Pilzes (verm. *A. glaucus*) (Probe 5, Günserode; Vergrößerung 200x).

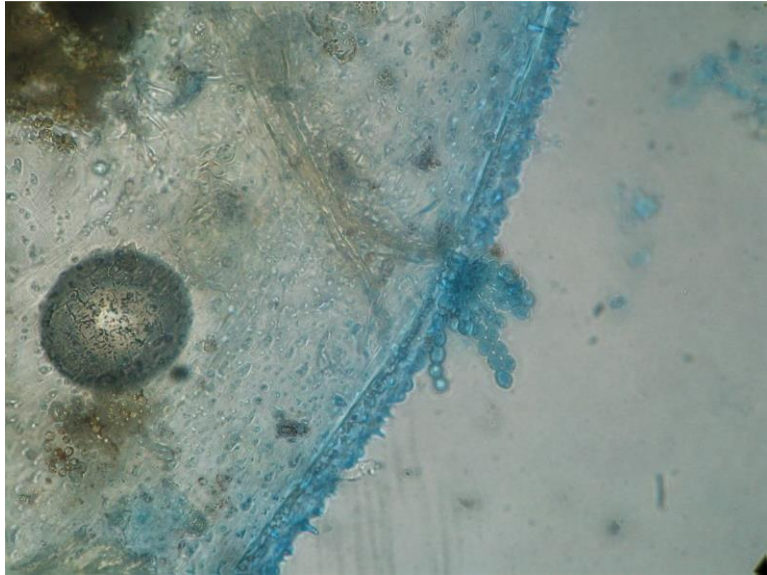


Abbildung 57. Tesafilmprobe: Detail aus Abb. 56, Insektenei mit Konidien eines Pilzes (Vergrößerung 400x).

Der Kot an sich weist, wie die Animpf- und Inkubationsversuche gezeigt haben, nur einen geringen Gehalt an Pilzsporen auf. Die stärkere Belastung mit Pilzbefall findet sich auf dem Holz und geht nicht direkt von den Fledermausexkrementen aus. Wiewohl die Exkremente einen verstärkenden Einfluss auf die Besiedelung des Holzes haben könnten. Gleiches gilt für die Spuren der Holzschutzmittel. Der Versuch einer Abimpfung der auf dem Holz vorgefundenen *Aspergillus*-Pilze auf Kulturmedium ist bisher ebenfalls nicht gelungen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte Bakterien im Kot an, diese wurden aber nicht bestimmt.

Eine Abimpfung und Vermehrung der in den schwarzen Punkten vorgefundenen lebenden Zellen von Probe 5 auf Kulturmedium ist bisher nicht gelungen. Die Frage, um was es sich dabei genau handelt, ist bis jetzt noch nicht geklärt; es könnte sich um eine schwarze Hefe, z. B. *Exophiala*, handeln.

In der nachfolgenden Abbildung (58, links) sind zentral zwei Kristalle zu erkennen. Es wird vermutet, dass es sich dabei um Harnstoffkristalle handelt. Auch am Fußboden wurden unter der Schutzfolie entsprechende Kristalle gefunden (siehe Abb. 89, rechts). Deren röntgenographische Analyse ergab Harnstoff (siehe Abb. 59). Bei den wachsartigen Bestandteilen könnte es sich um Reste eines Holzschutzmittels handeln (z.B. Hylotox 59).

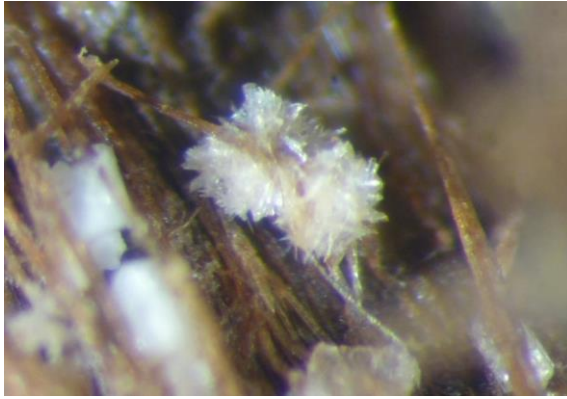


Abbildung 58 A und B. Salzkristalle aus dem Dachstuhl der Kirche in Günserode: Kristalle unter dem Mikroskop auf mazeriertem Holz (A; Vergrößerung 50x; links); Kristall vom Fußboden, unterhalb der diffusionsdichten Schutzfolie, wie er in ein Probentütchen abgefüllt wurde (B; links).

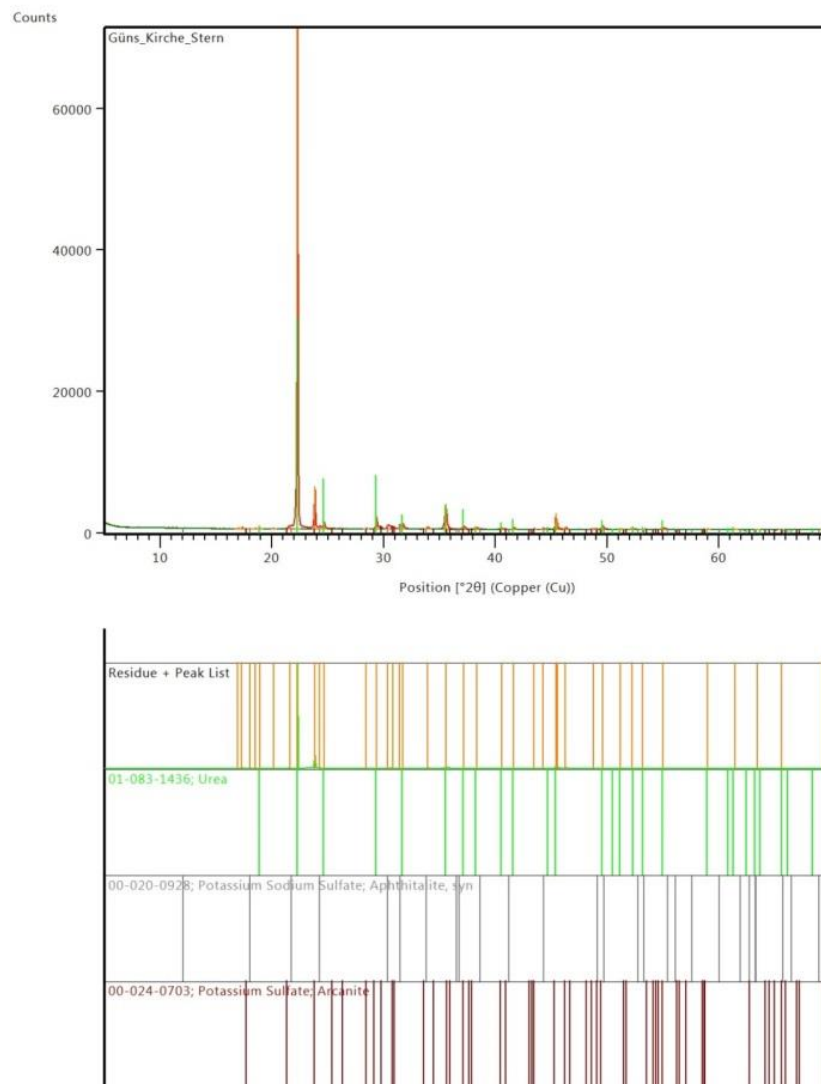


Abbildung 59. Röntgendiagramm der Salzkristalle vom Fußboden des Dachstuhls in Günserode. Urea (Harnstoff) ergibt den Hauptanteil des Kristalls.

Weiterhin wurden auf den Holzproben 1 und 5 unter dem Mikroskop pyramidale Kristalle ohne Doppelbrechung beobachtet (siehe Abb. 60).



Abbildung 60. Tesafilmprobe: Oktaederförmige Kristalle, keine Doppelbrechung Probe 1, Günserode) (Vergrößerung 400x).

Parasiten

Wie bereits im Kapitel 2.4 und 2.6.1 erwähnt, sind Fledermäuse von Ektoparasiten besiedelt. In der Kirche in Großjena wurden Wanzen im Quartier, auch in Abwesenheit der Großen Mausohren, aufgefunden. Im Bereich des Hangplatzes der Mausohrkolonie liegt der Putz aufgrund der erheblichen Salzbelastung stellenweise hohl. Bei der Probenentnahme (18.02.2016) in diesem Bereich fiel auf, dass im Hintergrund zahlreiche Wanzen in unterschiedlichen Entwicklungsstufen vorhanden waren (Abb. 61).



Abbildung 61. Bereich des Hangplatzes der Großen Mausohren im Dachboden der Kirche in Großjena (Großes Mausohr). Der Putz liegt stellenweise hohl; zahlreiche Wanzen sind vorhanden (Probenahmen am 18.02.2016).

Inwieweit sich die Parasiten im historischen Gebäude auch außerhalb des direkten Hangplatzes aufhalten, konnte im Rahmen des Projektes nicht beobachtet werden. Allerdings deutet das

Vorkommen der Wanzen zur Winterzeit eine gewisse Unabhängigkeit vom Wirt an, die eine zeitlich begrenzte Verbreitung in ein weiter gefasstes Gebiet zumindest theoretisch vermuten lässt.

Mikroskopische Untersuchungen

Die trockenen Krümel des Kotes wurden unter dem Mikroskop betrachtet. Auf dem Kot der Proben 3 (Großes Mausohr, Bürgel) und 4 (Großes Mausohr, Deutschenbora) wurden lebende Milben beobachtet (siehe Abb. 62). Auf Probe 2 (Kleine Hufeisennase, Dannheim) hingegen lagen nur Insekteneier vor (siehe Abb. 63). Auf dem trockenen Kot waren keine Pilzhyphen sichtbar.



Abbildung 62. Fledermauskot mit lebenden Milben (Probe 3, Großes Mausohr, Bürgel; Vergrößerung 50x).

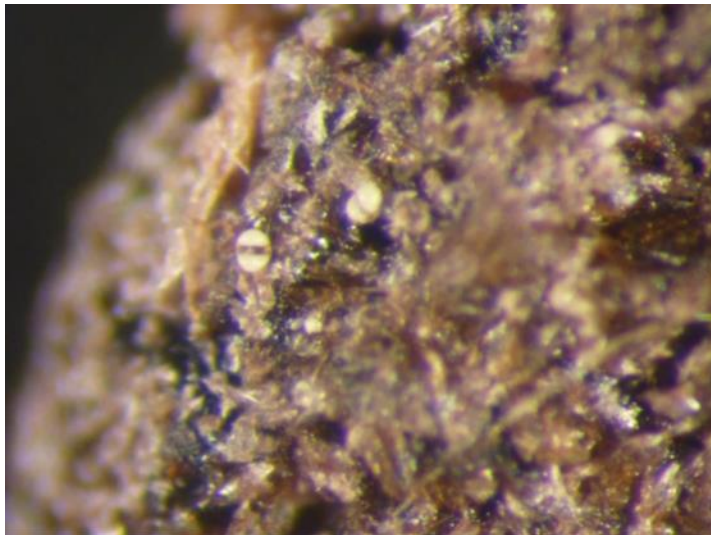


Abbildung 63. Fledermauskot, vermutlich mit Insekteneiern (Probe 2, Kleine Hufeisennase, Dannheim) (Vergrößerung 50x).

Zusammenfassung

Das mit dem Eintrag von Urin und Kot verbundenen Schadenspotential ist evident. Inhaltsstoffe verhalten sich hygroskop, greifen als Säuren die Bausubstanz an oder fördern als Salze Oxidationsprozesse.

Demgegenüber ist die Gefahr der Schimmelbildung auf dem Kot oder auf mit Kot beaufschlagten Oberflächen als gering einzuschätzen; dies wurde am Beispiel von Günserode beschrieben. Auch wenn im konkreten Fall nicht geklärt werden konnte, worum es sich genau handelt, und lediglich vermutet wird, dass sich um eine schwarze Hefe, z. B. *Exophiala*, handeln könnte, resultieren daraus gesundheitliche Folgerungen. In der Literatur wird *Exophiala* zusammen mit Fledermäusen erwähnt. *Exophiala* ist ein Organismus, der invasive Erkrankungen bei immungeschwächten Personen hervorrufen kann. Der Organismus dringt durch Verletzungen in die Haut ein. Milben und Insekten Eier konnten im Fledermauskot nachgewiesen werden. In wieweit sie sich auf die Bausubstanz auswirken wäre zu untersuchen

Um eine Gesundheitsgefährdung zu vermeiden, ist bei der Begehung der Dachstühle mit Fledermausbesiedelung und in jedem Fall bei der Beräumung von Fledermauskot das Tragen von Schutzausrüstung empfohlen. Ziel ist die Vermeidung des Einatmens von Kotstaub oder Hautkontakt mit den kontaminierten Oberflächen. Eine unbekümmerte Haltung gemäß dem Motto „das haben Generationen zuvor nicht gemacht“ ist fehl am Platze, da Erkrankungen schwer auszuheilen sind und man sich nicht unnötig einem Risiko aussetzen sollte.

Nach fachlicher Auskunft des **Leibniz-Institutes für Zoo- und Wildtierforschung** ist hinsichtlich der Infektiosität der Fledermäuse innerhalb Deutschlands nur der **Tollwuterreger** relevant. Hochprävalent sind diesbezüglich jedoch nur die Breitflügel- und die Wasserfledermaus. Hauptsächlich leben in Dachböden historischer Gebäude innerhalb Mitteldeutschlands jedoch vor allem das Große Mausohr und die Kleine Hufeisennase, die in Deutschland als nicht prävalent gelten. Der Tollwutvirus wird über den Schleim übertragen, wozu ein Biss der Fledermaus notwendig ist. Die Fledermäuse sollten also nicht angefasst werden. Zur Sicherheit müssen Menschen, die regelmäßig in Fledermausquartieren und mit Fledermäusen arbeiten, gegen Tollwut geimpft sein. Die Übertragung des Erregers über den Urin oder Kot wird von den Experten des Leibniz-Institutes auf der Basis des aktuellen Kenntnisstandes ausgeschlossen. Demnach ist es nicht möglich, dass beim Berühren von urin- oder kotbefrachteter Oberflächen im Quartier (z.B. Leitern oder Geländern) über ggf. vorhandene kleine Wunden in der Haut des Menschen das Virus übertragen wird.

Auch andere Viren benutzen Fledermäuse als Wirt (z.B. Coronaviren), allerdings sind diese für den Menschen nicht relevant. Generell ist jedoch für den Kontakt mit Wildtierkot/Urin das Tragen von **Einmalhandschuhen** geboten. Das gilt demnach auch für Fledermauskot, der zwar keine Band- oder

Fadenwürmer enthält, die für den Menschen bedenklich sind, aber zur Sicherheit wird diese Schutzmaßnahme beispielsweise bei der Kotberäumung der Quartiere empfohlen. In dem Zusammenhang ist unbedingt auch das Tragen einer **Atemschutzmaske** angeraten (siehe Kapitel Arbeitsschutz##, 5 Leitfaden), da die historischen Dächer überdurchschnittlich häufig mit Flammschutz- und Holzschutzmitteln behandelt wurden, deren Wirkstoffe (z.B. DDT) im Liegestaub der Dachböden angereichert sind. Beim Säubern der Dachböden werden neben den kotbelasteten Stäuben auch diese Schadstoffe aufgewirbelt, wogegen die Atemorgane dringend zu schützen sind. Auch das Tragen eines Einmal-Schutzanzuges (siehe Kapitel xx) ist zu empfehlen.

Im Zusammenhang mit der Besiedlung der Fledermäuse stehen auch verschiedene Parasiten (Wanzen und Milben). Diese sind jedoch hochspezialisiert, so dass sie, wohl mit Ausnahme der Bettwanzen, für den Menschen keine gesundheitliche Relevanz haben. Darüber hinaus kommen Speckkäfer und Flöhe in den Quartieren vor, die allerdings auch keine Infektionsgefahr für den Menschen bedeuten. In manchen Quartieren kann es zu einer massiven Entwicklung der Parasiten kommen, wobei es ggf. auch zu einer Wanderung über Spalten im Dach oder das Mauerwerk kommen kann. Eine Abdichtung des Daches hin zu den Räumen, die durch Menschen genutzt werden (Verstopfen größerer Ritzen), kann hier in gewissem Umfang Sicherheit geben.

3.4 VORRICHTUNGEN ZUM SCHUTZ DER BAUSUBSTANZ VOR KOT UND URIN DER FLEDERMÄUSE (MUSTERFLÄCHEN)

Aus langjährigen Erfahrungen des Fledermausschutzes in historischen Gebäuden ist die zum Teil massive Beaufschlagung der Dachböden mit **Kot und Urin**, insbesondere in den Wochenstubenzeiten, bekannt. Um einerseits die Reinigung zu erleichtern, aber auch zum Schutz der Bausubstanz wurden verschiedene Materialien unterhalb der Haupthangplätze mit eben diesen beiden Zielen ausgebracht. Je nach Fledermausart und Größe der Kolonien fallen auch unterschiedliche Mengen an Kot und Urin an. Im Projekt wurden schwerpunktmäßig Quartiere der Kleinen Hufeisennase und des Großen Mausohrs betrachtet. Beide Arten unterscheiden sich deutlich in ihrer Größe und somit auch in der Menge der anfallenden Exkremente. Während die Kleine Hufeisennase ca. 4cm lang ist und durchschnittlich 7g wiegt, beträgt die Körperlänge des Großen Mausohrs 6,5-8 m bei ca. 30g Gewicht. Die Populationen der Kleinen Hufeisennasen waren in den untersuchten Objekten gegenüber den Großen Mausohren deutlich kleiner. Diese Umstände erfordern unterschiedliche Herangehensweisen beim Schutz der Bausubstanz in den jeweiligen Quartieren.

3.4.1 BISHER GÄNGIGE SCHUTZMATERIALIEN

Es ist davon auszugehen, dass alle bisherigen Schutzmaßnahmen hinsichtlich der Vermeidung des Urin- und Koteintrags in die Baukonstruktion auf bereits vorbelastetes Holz aufgebracht wurden. Erst mit der Identifizierung und der Entwicklung eines Fledermausquartieres entwickelt sich allmählich das Bewusstsein, die Bausubstanz vor anfallenden Exkrementen zu schützen. Dann ist meistens bereits über einige Jahre (oder länger) ein Eintrag erfolgt. Weiterhin können auch Holzschutzmittelbehandlungen im Vorfeld erfolgt sein, mit denen ebenfalls Salze eingetragen wurden, die ihrerseits mit den Schutzmaterialien interagieren können. Nur in den sehr seltenen Fällen, dass frisches Hölzer in den Fledermausquartieren eingesetzt worden sind, was aus der Sicht der Denkmalpflege, die sich der Bewahrung der Originalsubstanz widmet, möglichst vermieden wird, können Schutzmaterialien auf unbelasteten Untergrund aufgebracht werden.

Zeitungen werden von Fledermausschützern schon seit längerer Zeit in den Quartieren ausgelegt. Für kleinere Populationen der Kleinen Hufeisennase mag das durchaus ausreichend und zielführend sein, insbesondere mit Hinblick auf die bessere Beräumung der Ausscheidungen im Herbst. Auch wenn die Zeitung nicht besonders viel Flüssigkeit aufnehmen und vom Untergrund abhalten kann, so kommt es unter der Papuerauflage auch zu keiner stärkeren Akkumulation von Feuchtigkeit aus Kondensation oder hygroskopischer Feuchte.

Darüber hinaus finden sich in Fledermausquartieren in historischen Gebäuden auch Abdeckungen mit Bitumenbahnen, Kunststofffolien (z.B. Teichfolien) oder Blechen. Diese Lösungen haben neben den vordergründigen Vorteilen hinsichtlich des dauerhafteren Abhaltens von Urin und Kot auch Nachteile für die Bausubstanz. Die Folien sind meistens sehr großformatig und sperrig und können daher nicht ohne weiteres zusammengefaltet und zur Reinigung ins Freie gebracht werden. Es sammeln sich insbesondere bei größeren Kolonien Urinpfüten in den Vertiefungen, was die Reinigung ebenfalls erschwert. Hier wird stellenweise mit dem zusätzlichen Aufbringen von konventioneller Katzenstreu in gewisser Weise Abhilfe geschaffen. Da der Kot häufig als Düngemittel weiterverwendet wird, was wegen der möglicherweise gleichzeitig mit den Exkrementen aufgeführten, mit Holzschutzmittelrückständen belasteten Holzfasern und Stäuben problematisch ist (s. Kapitel###), ist die Kombination mit Katzenstreu hinderlich. Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit der Anwendung dichter Folien ist die Feuchteakkumulation unterhalb der Folie (s.u.).

Bitumenbahnen sind ggf. fest an den Dachboden genagelt. Nachträglich aufgebraute Bitumenbahnen, auf bereits vorbelastetem Holz, bergen ebenfalls das Risiko der Akkumulation hygroskopischer Feuchte unterhalb der Bitumenbahn. Auch die Beseitigung der Ausscheidungen ist aufgrund der Rauigkeit der Auflage erschwert.

Mangelhaftes Diffusionsverhalten

Die genannten Abdeckmaterialien wie Kunststofffolien und Bitumenbahnen, die besonders häufig Anwendung finden, sind dampfdicht, wodurch die darunter befindlichen Holzbauteile Feuchtigkeit in Dampfform nicht mehr abgeben können, es kann zur Kondensatbildung und nachfolgend zu Pilz- und Insektenschäden kommen. Hinzu kommt, dass die Untersuchungen zur Holzfeuchte, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden, ergaben, dass einmal über längere Zeit mit Urin und Kot beaufschlagtes Holz trotz nachfolgendem Schutz bereits so viele lösliche Bestandteile (Salze) enthält, dass bei höheren relativen Luftfeuchtigkeiten im Dachstuhl, die insbesondere im zeitigen Frühjahr bzw. am Übergang zwischen Frühjahr und Sommer vorherrschen, Feuchtigkeit hygroskopisch im Holz gebunden wird. Durch die einmal erfolgte Kontamination ist das Holz empfindlicher gegenüber höheren Luftfeuchtigkeiten. Auch wenn die Hölzer vor einem neuen Eintrag von Kot und Urin geschützt sind, tragen die bereits eingetragenen Salze zu einer bauphysikalischen Gefährdung der Substanz bei. Durch die Abdichtung des kontaminierten Holzes mit dampfdiffusionsdichten Folien wird diese Problematik noch verstärkt, da ein Abtrocknen bei geringeren Luftfeuchtigkeiten behindert wird.

Mühevoller Entsorgung

Die regelmäßige Beseitigung von Kot und Urin ist nur bei locker ausgelegten Kunststofffolien relativ leicht möglich. Allerdings sind die Folien häufig weitreichend ausgelegt, so dass mit großen Abmessungen hantiert werden muss. In Vertiefungen läuft der Urin (Großes Mausohr) zusammen, was die Entsorgung erschwert, da diese Bereiche immer vor dem Auslaufen geschützt werden müssen. Zeitungen, die, wenn überhaupt, nur für sehr kleine Populationen mit geringer Ausscheidungsrate Verwendung finden, können zusammengefaltet und leicht entsorgt werden. Insbesondere die Bitumenbahnen sind meistens fest mit dem Fußboden des Dachstuhls verbunden. Sie sind dann mit dicht aufeinanderfolgenden Nägeln als „Maßnahme für die Ewigkeit“ aufgebracht worden (Beispiel Großjena, Kirche). Sollte das Holz von der Unterseite oder den Seitenflächen im Kontakt mit hohen Luftfeuchtigkeiten stehen, so besteht durch die hygroskopische Feuchte, die im Zusammenhang mit Salzen aus der Beaufschlagung mit Kot und Urin aus der Zeit vor der Schutzmaßnahme auftritt, eine Gefährdung für die Bausubstanz. Es können zwar keine neuen Salze eingetragen werden, aber die „Altlasten“ haben das Potential, weiter die Bausubstanz zu schädigen.

Geruchsbelästigung

Die Undurchlässigkeit von Wasser führt zur Ansammlung von Urin und damit zur Feuchthaltung der Kotschichten, was unter anderem zu erheblicher Geruchsbelästigung führen kann. Seit einiger Zeit wird deshalb auch Katzenstreu verwendet, das jedoch entsorgt werden muss. Hierzu laufen aktuell Versuche zur Verwendung von Holzkohle anstatt Katzenstreu. Die Auswertung liegt allerdings erst zum

Ende der aktuellen Wochenstubensaison vor, so dass sie in diesem Bericht keine Berücksichtigung mehr finden können.

Kein Schutz frei stehender/liegender Holzbauteile

Der Schutz gefährdeter frei liegender Bauteile wie Stützen, Streben und Kehlbalken ist durch Ummantelung mit den genannten Materialien bauphysikalisch äußerst ungünstig.

3.4.2 NEUE ÜBERLEGUNGEN

Neben dem Schutz der Bausubstanz vor direkter Beaufschlagung mit Kot und Urin ist auch der **Einfluss der Schutzvorrichtung (z.B. einer Folie) auf das unterliegende Material** im Blick auf Sekundäreffekte zu berücksichtigen.

Zur Abdeckung kommen nur Materialien in Frage, die entweder eine Diffusion oder eine Unterlüftung und die eine relativ einfache Reinigung ermöglichen. Von Vorteil sind natürlich Materialien, die ohne qualitative Einschränkungen länger als eine Saison verwendet werden können. Ein jährlicher Austausch wäre v.a. bei größeren Flächen u. U. mit zu hohen Kosten verbunden. Generell sollten die Kosten für die eingesetzten Material niedrig sein, um die finanzielle Belastung der Verantwortlichen so gering wie möglich zu halten und somit auch eine dauerhafte Anwendung zu ermöglichen. Inwieweit sogar das Einsammeln und Ableiten des Urins (bei größeren Populationen) eine Option darstellt, soll in diesem Zusammenhang nicht näher betrachtet werden.

Die formulierten physikalischen Anforderungen werden durch drei Gruppen von Folien erfüllt, die im Bauwesen vielfach eingesetzt werden:

- a) Unterspannbahnen
- b) feuchtevariable Dampfbremsen
- c) Luftpolsterfolie

Unterspannbahnen sind leichte Gewebefolien, die normalerweise unter Dachziegeln verlegt werden, um Flugschnee oder Spritzwasser von der darunterliegenden Wärmedämmung fernzuhalten. Sie werden in Rollen geliefert und sind recht preiswert. (z.B. Dachowa, VAXO L, 75m² zu 60 €).

Der Nachteil dieses Materials ist, dass es nicht **wasserdicht**, sondern lediglich **wasserabweisend** ist (Wasserdichtheitsklasse W1, ca. 1500 mm Wassersäule). Dafür ist sie hoch diffusionsoffen (sd-Wert unter 0,5). Zum Schutz der Bauteile in der Fläche würden dann Lattengerüste dienen, an denen die Folien überlappend so aufgetackert werden, dass sie eine Wanne bilden. Urin würde dann zum tiefsten Punkt abgeleitet, wo er durch eine Öffnung beispielsweise in einen Eimer abgeleitet wird (mit

Katzenstreu gefüllt). Die Folien werden im Herbst herausgeschnitten, zusammengelegt und entsorgt. Im Frühjahr wird das Gerüst neu bestückt.

Diese Folien eignen sich sehr gut zur Ummantelung von freistehenden Bauteilen. Sie leiten Wasser (bzw. Urin) ab und beeinträchtigen die Atmung des Holzes nicht.

Dampfbremsen sind nicht diffusionsoffen. Da sich aber vollständig dampfdichte Materialien vielfach nicht bewährt haben, weisen neuere Produkte eine gewisse Dampfdurchlässigkeit auf, gelten aber als wasserdicht.

Der sd-Wert liegt hier bei ca. 4 (diffusionshemmend). Der Preis dieser Folie liegt ebenfalls bei ca. 1 €/m². Die Plane ist wasserdicht (W1), so dass eine Folienwanne am Lattengerüst keinen Abfluss benötigt. Am tiefsten Punkt könnte Katzenstreu den Urin aufsaugen und den Kot sammeln. Feuchtevariable Dampfbremsen sind weniger gut zur Ummantelung freistehender Bauteile geeignet, weil sie das Atmungsverhalten des Holzes stärker einschränken und den Fledermäusen in der Regel aufgrund ihrer glatten Oberflächen keine Möglichkeiten zum Anhängen bieten.

Darüber hinaus wurde an den Musterflächen an den verschiedenen Untersuchungsobjekten auch sogenannte **Luftpolsterfolie** aus zweischichtig verschweißtem Polyethylen (PE) eingesetzt. Die Noppen liegen dabei direkt auf dem Boden und ermöglichen so eine gute Durchlüftung der Bodenoberfläche bei gleichzeitiger Dichtigkeit an der Rückseite. Es wurden Folien mit kleinen und größeren Durchmessern getestet (siehe Abb. 64). Die kleinen Noppen sind stabiler bei möglicher Belastung, die größeren Noppen ermöglichen eine bessere Belüftung des damit abgedeckten Fußbodens.



Abbildung 64. Die beiden Varianten der eingesetzten PE-Folie.

Da es zahlreiche vergleichbare Materialien auf dem Markt gibt, die zum Schutz der Bausubstanz Einsatz finden können, ist es wichtig, allgemeine Anforderungen dafür zu formulieren. Die **Wasserdichtigkeit** sollte Kategorie W1 entsprechen und der **Wasserdampfdiffusionswiderstand** bzw. die

Dampfdiffusionsleitfähigkeit sd-Wert = 0,5 bis 4. Da die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel generell limitiert sein werden, ist die Vorgabe des Preises eher untergeordnet zu sehen: $\leq 1 \text{ €/m}^2$.

Aufbau der Musterflächen

Die Anlage der Musterflächen verfolgte zwei verschiedene Ansätze. Einerseits sollten die eingesetzten Materialien ganz losgelöst von möglichen Vorbelastungen des unterliegenden Baumaterials hinsichtlich Ihrer **Eignung zum Abhalten der Feuchte** aus Urin und Kot geprüft werden. Dafür wurden aus neuen Fichtenholzbrettern Musterflächen gebaut, auf denen Felder unterschiedliche Prüfmaterialien aufgebracht wurden. Es handelte sich um folgende Auflagen:

- Zeitungspapier
- Zeitungspapier mit Öko-Katzenstreu: 100% natürliche Pflanzenfasern, Cats Best
- Orangene Folie: Difflex Diffu Var, Dampfbremse, sd-Wert: 3-8m
- Graue Folie: NOVIPRO UDB210, Unterspannbahn, sd-Wert: 0,02m
- Luftposterfolie

Weiterhin sollte die Funktionsfähigkeit der Materialien auf vorbelastetem Holz untersucht werden, ein Zustand, der die reale Situation widerspiegelt.

Nachfolgend werden die beiden verschiedenen Untersuchungsstrategien anhand der Musterflächen an den Untersuchungsobjekten beschrieben.

DEUTSCHENBORA (KIRCHE)

Am 23.04.2015 wurden im Dachboden der Kirche, im Bereich des Haupthangplatzes der dort angesiedelten Großen Mausohren (östlicher Dachboden, Nähe Ausgang) Musterflächen angelegt. Am Tag des Ortstermins und Vortag war es ziemlich kalt. Daher waren keine Tiere im Quartier anwesend. Es handelt sich um einen doppelten Dachboden, d.h. es ist zwischen dem unteren Teil und dem Firstbereich, in dem auch die Fledermäuse leben, eine Zwischendecke eingezogen. Zwischen beiden Etagen gibt es einen weiten Durchgang.

Zunächst musste die massive, fast teerartige **Kotauflage** (siehe Abb. 65) von dem schrägen und vor allem dem horizontalen Balken entfernt werden (Kehrschaufel). Das gelang nicht restlos. In den Vertiefungen des Holzes blieb Kot zurück. Offensichtlich kam es u.a. zur Feuchteakkumulation im Holz.



Abbildung 65. Massive Kotauflagen (>1 Jahr) insbesondere auf dem waagerechten Balken unter dem Hangplatz.

Auch auf dem Boden lag eine größere Kotansammlung. Nach deren Entfernung war deutlich zu erkennen, dass das darunterliegende Holz Feuchtigkeit aus den Ausscheidungen aufgenommen hat (und damit auch lösliche Bestandteile; siehe Abb. 66).



Abbildung 66. Boden unterhalb des Hangplatzes mit Kotauflage und nach dessen Entfernung.

Der senkrechte Stützbalken wurde erst im Rahmen der zwei Jahre zurückliegenden Dachsanierung ausgewechselt. Schon nach dieser kurzen Zeit sind daran wieder deutlich weiße Beläge (Urinstein) zu erkennen.

Es ist davon auszugehen, dass durch die Auflagen der Exkremente **Feuchte- und auch Salzbelastungen** in den betroffenen Hölzern vorliegen. Schon aus diesem Grund wäre es fatal, diese Bereiche mit diffusionsdichten Folien einzupacken. Um generell ein geeignetes Umgebungsklima für die Hölzer des

Dachstuhles zu ermöglichen, ist eine wasserdichte und extrem wasserdampfdurchlässige Folie (graue Folie) zum Einsatz gekommen. Damit wurden der senkrechte Stützbalken und auch der schräge Dachbalken eingepackt. Die Folien haben eine textile Haptik, so dass die Fledermäuse sich anhängen können. Die Folien wurden mit dem Tacker so am Balken befestigt, dass keine Taschen entstanden, in denen sich die Fledermäuse verfangen können. Auf dem schrägen Balken wurde vor dem Aufbringen der Folie ein Klimadatenlogger installiert (No. 08; siehe Abb. 67). Hiermit soll es ermöglicht werden, das Klima unter der Folie im Bezug zum Raumklima (2. Datenlogger) zu betrachten und den Einfluss der Folie auf das Holz zu bewerten.



Abbildung 67. Stützbalken mit Folienverkleidung im Bereich des Hangplatzes und Klimadatenlogger auf dem schrägen Dachbalken, der danach noch verkleidet worden ist.

Die waagerechten Balken wurden mit einer Art Spitzdach, aus Draht geformt, geschützt. Das Drahtgeflecht wurde mit einer dichten Folie abgedeckt. Die Kehlen am unteren Ende wurden mit einer biologischen Katzenstreu gefüllt, um ablaufenden Urin aufzusaugen und auch eine gewisse Geruchsminderung zu bewirken (siehe Abb. 68 und 69). Das Drahtgestell ist als Hilfskonstruktion gedacht, auf der die Kombination aus dichter Folie - mit Abstand zum Holz - und Feuchtigkeitsaufnahme durch unmittelbar verfügbare Katzenstreu geprüft wird.



Abbildung 68. Abdeckung des schrägen Balkens und die Drahtkonstruktionen auf den senkrechten Balken mit seitlichen Rinnen für die Katzenstreu.

Dieses Gestell kann perspektivisch auch aus anderen Materialien gefertigt werden. Wichtig hierbei sind der Schutz der abgedeckten Holzkonstruktion vor direkter Folienauflage und unkomplizierte Pflegeprozesse. Perspektivisch sollten die „Dächer“ der Vorrichtung steiler bzw. spitzer sein, damit dort nichts liegen bleiben kann, sondern in die Rinnen läuft, die noch größer sein sollten.



Abbildung 69. Drahtkonstruktionen auf den senkrechten Balken mit seitlichen Rinnen für die Katzenstreu (Detail).

Der Boden unterhalb des Hangplatzes wurde mit einer entsprechenden Folie locker abgedeckt. Es gibt keine Unterkonstruktion (siehe Abb. 70).



Abbildung 70. Abdeckung des Bodens unter dem Hangplatz mit der diffusionsoffenen Unterspannbahn.

Wie oben bereits erwähnt ist zusätzlich noch ein Datenlogger zur Erfassung des Raumklimas im oberen Dachraum installiert worden (im westlichen Bereich; No. 07; siehe Abb. 71).



Abbildung 71. Lokalisierung des Datenloggers zur Erfassung des Raumklimas.

Am 04.02.2016 wurden die Musterflächen kontrolliert. Die Unterspannbahn unter dem Hangplatz wurde entfernt, da hier die Feuchte des Urins bis zum Holz durchgedrungen war. Dieses Material scheint **für horizontale Flächen** mit einer dauerhaften, größeren Beaufschlagung durch Exkremente **nicht geeignet** zu sein, da Feuchte mit der Zeit durch das Material diffundiert. Deshalb wurde die Unterspannbahn durch handelsübliche Luftpolsterfolie (Abb. 72) ausgetauscht, die mit den Noppen

nach unten aufzulegen ist. Dadurch wird eine leichte Luftzirkulation auf der abgedeckten Oberfläche ermöglicht. Mit durchdringender Feuchtigkeit, auch nach längerer Beaufschlagung ist nicht zu rechnen, da es sich um eine dichte Kunststoffolie handelt.



Abbildung 72. Luftpolsterfolie unter dem Hangplatz.

Am **vertikalen und schrägen Balken** wurde die Unterspannbahn belassen (Abb. 73). Hier scheint ein Schutz der darunterliegenden Balken gegeben. Kot bleibt aufgrund des Gefälles gar nicht oder nur in geringem Maße liegen, Urin läuft ab und trocknet an der Oberfläche.



Abbildung 73. Unterspannbahn an vertikalem und schrägem Balken nach Beaufschlagung mit Exkrementen.

Die Drahtkonstruktion zum Schutz horizontaler Balken hat gut funktioniert. Der darunterliegende Balken wurde zuverlässig geschützt. Zusätzlich konnte ein großer Teil der Exkremente in den seitlichen Rinnen mit Katzenstreu aufgefangen werden. Auf dem „Dach“ der Konstruktion hatte sich aufgrund des Gefälles nur wenig Kot akkumuliert. Am 04.02.2016 erfolgte die Abnahme der Drahtkonstruktion und der Austausch der beaufschlagten Folien (Abb. 74)



Abbildung 74. Drahtkonstruktion nach Beaufschlagung (links), nach Austausch von Folie und Katzenstreu (rechts).

Um auch an diesem Objekt die verschiedenen Abdeckungsmaterialien auf ihre Funktionalität hin, ohne den Einfluss des vorbelasteten Untergrundes zu untersuchen, wurden unter einem zweiten Hangplatz vier Musterflächen auf frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen aufgestellt. Die Abdeckung der Bretter erfolgte mit den Materialien Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspannbahn / Luftpolsterfolie (Abb. 75)



Abbildung 75. Musterflächen mit verschiedenen Abdeckungen

ALTZZELLA (KLOSTER)

Auf dem sehr großen Dachboden des Klosters Altzella bei Nossen befindet sich ebenfalls eine Wochenstube von Großen Mausohren. Der Haupthangplatz befindet sich im Dachfirst, oberhalb der

Eingangsluke zu dem dreistöckigen Dachboden (Abb. 76). Die anfallenden Exkreme akkumulieren sich in diesem Bereich. Da diese Falltür immer wieder von unten geöffnet werden muss, um auf den Dachboden zu gelangen, ist die Anbringung einer dauerhaften Schutzvorrichtung gegen Kot und Urin schwierig. Am 31.08.2015 erfolgten in diesem Bereich bereits Feuchtemessungen, die einen starken Feuchteeintrag durch Urin und Kot in die relativ frisch verlegten Dielenbretter zeigten (Abb. 77). Es ist davon auszugehen, dass durch die Auflagen der Exkreme auch Salzbelastungen vorliegen. Nach der Wochenstubensaison 2015, war die Kotalage durch Angestellte des Klosters entfernt worden. Um zumindest den Fußboden seitlich der Falltür vor weiterer Beaufschlagung zu schützen, wurde am 04.02.2016 hier eine Musterfläche angelegt, die mit Luftpolsterfolie abgedeckt wurde (Abb. 78).



Abbildung 76. Durch Kot und Urin belasteter Bereich auf und direkt neben der Eingangsluke.



Abbildung 77. Durch Kot und Urin belasteter Bereich direkt neben der Eingangsluke; der Feuchteintrag ist deutlich zu erkennen.



Abbildung 78. Durch Kot und Urin beaufschlagter Bereich direkt neben der Eingangsluke; Abdeckung mit transparenter Luftpolsterfolie.

GROSSJENA (KIRCHE)

Auf dem Dachboden der Kirche in Großjena befindet sich eine Wochenstube von kleinen Hufeisennasen. Der Boden ist komplett mit Dachpappe abgedeckt. Die darunterliegenden Bretter sind an keiner Stelle zugänglich. Der Boden weist deutlich sichtbare feuchte Bereiche auf (Abb. 79).



Abbildung 79. Feuchte Bereiche auf dem Boden.

Der Haupthangplatz befindet sich am Dachgiebel, im Kontakt zum Kirchturm (Westseite), an der Wand direkt oberhalb der Eingangstür zum Dachboden. In diesem Bereich ist der Boden einige cm abgesenkt, so dass sich dort eine Art Wanne ergibt (Abb. 80). In der Wochenstubensaison ist diese „Wanne“ mit Zeitung ausgelegt. Über dem Eingang ist ein schräges Holzdach angebracht, das mit einer schadhaften Folie abgedeckt ist (Abb. 81). Hiermit soll der unmittelbare Eingangsbereich von den Ausscheidungen abgeschirmt werden.



Abbildung 80. „Wanne“ unterhalb des Hangplatzes



Abbildung 81. Abdachung über dem Eingang.

Am 06.05.2015 wurde die Zeitung mit Kot aus der „Wanne“ entfernt und dort stattdessen eine diffusionsoffene Folie (Unterspannbahn UDB210) ausgelegt.

Am 02.02.2016 wurde die Unterspannbahn aufgrund mangelnder Eignung (Dichtheit) wieder entfernt. Um verschiedene Abdeckungsmaterialien auf ihre Funktionalität hin zu untersuchen, erfolgte stattdessen unter dem Hangplatz die Anlage einer Musterfläche mit fünf Materialien auf frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen. Die Abdeckung der Bretter erfolgte mit folgenden Materialien: Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspannbahn / Luftpolsterfolie / graue Unterspannbahn (Abb. 82).



Abbildung 82. Musterflächen unterhalb des Hangplatzes – Bretter belegt mit den folgenden Materialien: Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / Luftpolyesterfolie / orange Unterspannbahn / graue Unterspannbahn (UDB210).

Am senkrechten Stützbalken vor der Eingangstür in den Dachboden, im Bereich des Haupthangplatzes, waren im Februar 2016 eine deutliche Durchfeuchtung und oberhalb der Abdachung deutlich weiße Beläge (Urinstein) zu beobachten. In diesem Bereich wurde der Balken mit einer Unterspannbahn UDB210 eingehüllt. Darunter wurde ein Klimadatenlogger installiert, um die Entwicklung der Feuchte im Raum zwischen vorbelastetem Holz und Unterspannbahn mit Bezug zum Raumklima zu beobachten. Insbesondere der Zeitraum der Wochenstübensaison 2016 war hierfür von großem Interesse. Hintergrund für das Verhüllen des Balkens war die Idee, dass der Urin an der Unterspannbahn abläuft bzw. sich der Urinstein an der Oberfläche abscheidet. (Abb. 83).



Abbildung 83. Unterspannbahn an vertikalem Balken im Bereich des Haupthangplatzes. Das Klimagerät befindet sich unter der Einhüllung, auf der dem Mauerwerk zugewandten Seite des Balkens.

GEHOFEN (KIRCHE)

Auf dem Dachboden der Kirche in Gehofen ist eine sehr große Kolonie des Großen Mausohrs ansässig. Der Boden wurde vor wenigen Jahren mit handelsüblichen OSB-Platten abgedeckt. Aufgrund der massiven Beaufschlagung des Bodens mit Urin und Kot ist dieser zusätzlich mit einer stabilen Teichfolie abgedeckt worden. Die Abdeckung der OSB-Platten erfolgte von Anfang an, so dass bisher keinerlei Schadsalze in die Oberfläche eingedrungen sind.

Am 20.07.2015 wurden 4 Musterflächen auf frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen zum Vergleich der Abdeckmaterialien aufgestellt. Die Abdeckung der Bretter erfolgte den Materialien Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspannbahn / graue Unterspannbahn (UDB210).



Abbildung 84. Massive Kotaufgabe auf den Musterflächen zum Vergleich der Abdeckungen

Nach der Beaufschlagung dieser Musterflächen mit Kot und Urin erfolgten nach der Wochenstubensaison am 01.09.2015 Feuchtemessungen in den Brettern. Ebenfalls wurde die Feuchte unter der Teichfolie gemessen. Am 03.02.2016 wurden diese Messungen wiederholt (Abb. 84). Der Boden war inzwischen von den Exkrementen grob beräumt worden. Die Musterflächen wurden entfernt.

GÜNSERODE (KIRCHE)

Im Dachstuhl des Kirchturms der Kirche in Günserode ist eine sehr große Kolonie des Großen Mausohrs ansässig. Aufgrund der massiven Beaufschlagung des Bodens ist dieser mit einer stabilen Teichfolie

abgedeckt. Am 20.07.2015 wurden dort 4 Musterflächen mit frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen zum Vergleich der Abdeckmaterialien aufgestellt (Abb. 85). Die Abdeckung der Bretter erfolgte mit folgenden Materialien: Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspännbahn / graue Unterspännbahn (UDB210)



Abbildung 85. Massive Kotalage auf den Musterflächen zum Vergleich der Abdeckungen.

Nach der Wochenstubensaison erfolgten am 01.09.2015 Feuchtemessungen an den Fichtenbrettern. Ebenfalls wurde die Feuchte unter der Teichfolie in der Nähe der Zugangstreppe gemessen. Am 03.02.2016 wurden diese Feuchtemessungen wiederholt (siehe Kapitel 3.3.2). Der Boden war inzwischen von dem Kot grob geräumt worden. Die Musterflächen zum Vergleich der Abdeckmaterialien wurden entfernt. Aufgrund der hohen Feuchtwerte unter der Teichfolie und dort auftretenden mineralischen Ausblühungen (Harnstoff), kam im Bereich des Aufgangs ebenfalls Luftpolsterfolie als Abdeckung zum Einsatz (Abb. 86).



Abbildung 86 Aufgrund der hohen Feuchtwerte am 03.02.2016 wurde die Teichfolie in diesem Bereich zurückgeschlagen und eine Musterfläche mit Luftpolsterfolie angelegt.

DONNDORF (KLOSTER)

Auf dem Dachboden des Klostergebäudes in Donndorf existiert eine momentan sehr kleine Kolonie von Großen Mausohren (siehe Kapitel 3.1.2). Es handelt sich um einen langgestreckten Dachboden mit offener Zwischendecke. Der Haupthangplatz befindet sich im Bereich des Dachgiebels. Durch das Eindringen eines Marders wurde die Kolonie stark dezimiert bzw. zum Umzug in das nahegelegene Gehofen gezwungen.

Am 20.07.2015 wurden hier 4 Musterflächen auf frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen zum Vergleich der Abdeckmaterialien aufgestellt. Die Abdeckung der Bretter erfolgte mit folgenden Materialien: Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspannbahn / graue Unterspannbahn (UDB210).



Abbildung 87. Spärliche Kotauflage auf den Musterflächen aufgrund der niedrigen Individuenanzahl im Quartier.

Bei der Kontrolle der Musterflächen am 01.09.2015 wurde nur eine sehr geringe Kotalage festgestellt (Abb. 87). Da es sich hier um nichtrepräsentative Bedingungen handelt, wurde auf Holzfeuchtemessungen der Musterflächen verzichtet.

RITSCHENHAUSEN (KIRCHE)

Im Dachstuhl des Kirchturms der Kirche in Ritschenhausen ist eine Kolonie des Großen Mausohrs ansässig. Aufgrund der Beaufschlagung des Bodens ist dieser mit einer stabilen Teichfolie abgedeckt. Am 20.07.2015 wurden dort 4 Musterflächen auf frischen Fichtenbrettern mit ca. 10 cm hohen Beinen zum Vergleich der Abdeckmaterialien aufgestellt. Die Abdeckung der Bretter erfolgte mit den Materialien: Zeitung / Zeitung mit einer Auflage von Katzenstreu / orange Unterspannbahn / graue Unterspannbahn (UDB210).



Abbildung 88. Ritschenhausen, Kirche; Musterflächen zum Vergleich der Abdeckungen

Nach der Wochenstubensaison erfolgten am 01.09.2015 Feuchtemessungen an den Fichtenbrettern (Abb. 88). Ebenfalls wurde die Feuchte unter der Teichfolie gemessen. Es handelt sich um relativ neue Bodenbretter, die wahrscheinlich von Anfang an vor Kot und Urin geschützt wurden. Sie sind von unten gut belüftet. Da die Verhältnisse im Bereich des Bodens als nicht repräsentativ angesehen wurden, gilt das Hauptaugenmerk den Musterflächen zum Vergleich der Abdeckungen.

Ausführliche Aussagen hinsichtlich der Eignung der verschiedenen Materialien der Musterflächen auf frischem Fichtenholz sind im Kapitel Holzfeuchtemessungen verzeichnet. Insgesamt erwies hinsichtlich der Verhinderung des Feuchteintrages die orangene Unterspannbahn am günstigsten, knapp gefolgt von der Auflage aus Zeitung mit Katzenstreu.

HOLZFEUCHTEMESSUNGEN AN DEN MUSTERFLÄCHEN

Zur Bewertung der Eignung der verwendeten Materialien wurden Holzfeuchtemessungen vorgenommen. Wie bereits beschrieben, wurde für die Musterflächen frisches, unbelastetes Holz mit verschiedenen Materialien belegt. Deren Vermögen, den salzfreien Untergrund zu schützen, sollte durch Holzfeuchtemessungen (Leitfähigkeitsverfahren) im Sommer, im Anschluss an die Wochenstubensaison, und im Winter ermittelt werden.

Die Musterflächen standen jeweils genau unter den Haupthangplätzen. Die z.T. intensive Beaufschlagung mit Kot und Urin erfolgte somit direkt. Weiterhin stellte die Sedimentation der Exkremente (Kompressenwirkung) sehr realistisch normale Bedingungen in den Quartieren nach.

Erfahrungen mit unterschiedlichen Materialien

Am günstigsten hinsichtlich der Verhinderung des Feuchteintrages hat sich die orangefarbene Bahn Difflex Diffu Var erwiesen. Hier wurden keine relevanten Feuchteflecken im Anschluss an die Wochenstubensaison ermittelt. Ebenso kann die Auflage aus einer gewöhnlichen Zeitung in Kombination mit Katzenstreu als effektiv in Bezug auf die Abhaltung von Urin charakterisiert werden. Ausschließlich Zeitung zu verwenden, ist bei Kolonien des Großen Mausohrs und auch bei größeren Wochenstuben der Kleinen Hufeisennase als Schutzschicht nicht geeignet. Entsprechend verhält es sich mit der grauen Unterspannbahn NOVPro UDB210, die als Schutz horizontaler Flächen gar nicht geeignet ist. Hier waren alle Bretter stark verfärbt, da die Feuchte, insbesondere in Verbindung mit größeren Kotmengen (Feuchtekompresse), stark durch das Material schlug. Die Erfahrungen mit diesem Material an vorbelasteten Ständerbalken (senkrechten Flächen) sind hingegen als positiv zu bewerten. Der Urin lief ab, Urinstein schied sich an der Oberfläche ab. Dennoch waren immer noch genügend Poren vorhanden, die eine Abtrocknung hygroskopischer Feuchte im Untergrund ermöglichte. Die geringsten Feuchteschwankungen (Abb. 89) zwischen den verschiedenen Materialien der Musterflächen ergeben sich bei der Wochenstube in Ritschenhausen. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass diese Kolonie im Jahr 2015 mit 485 Individuen deutlich kleiner war, als die anderen beiden Kolonien (Günserode – 1450, Gehofen – 1150). Allerdings war auf allen Brettern in allen Kolonien eine mehrere Zentimeter hohe Kotschicht vorhanden.

Der Vergleich verschiedener Abdeckungsmaterialien auf frischem unbelastetem Holz (Ritschenhausen, Günserode, Gehofen) ergaben folgende Ergebnisse (die Ergebnisse aus den anderen Objekten waren analog):

Am günstigsten hinsichtlich der Verhinderung des Feuchteintrages war das Material der orangenen Unterspannbahn knapp gefolgt von der Auflage aus Zeitung mit Katzenstreu. Obwohl erst gegen Ende

der Projektlaufzeit Probestflächen mit unterlegter Luftpolsterfolie angelegt wurden, zeigen die Ergebnisse eine gute Eignung dieser Folie – allerdings sollte darauf geachtet werden, dass Folie mit einem Noppendurchmesser von 3cm verwendet wird, um eine ausreichende Luftzirkulation sicher zu stellen.

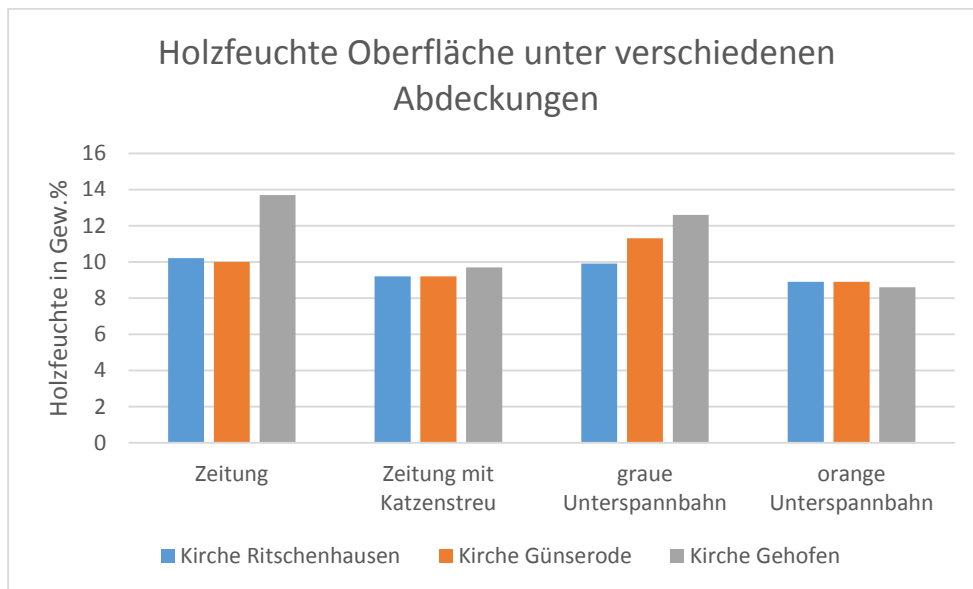


Abbildung 89. Vergleich der Holzfeuchte unter den verschiedenen Abdeckungen.

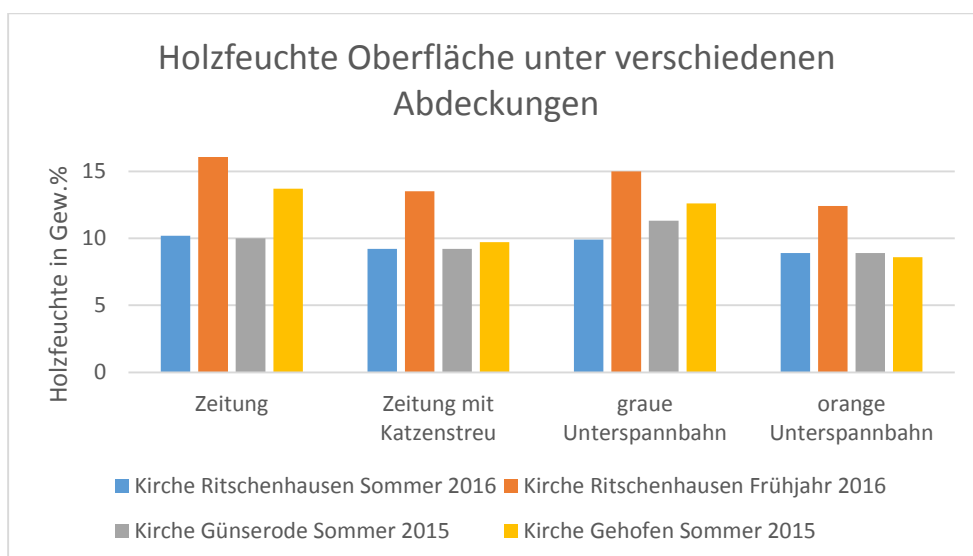


Abbildung 90. Vergleich der Holzfeuchte unter den verschiedenen Abdeckungen.

Zusammenfassung

Flächen unter Hangplätzen sollten unbedingt gegen den Eintrag von Kot und Urin geschützt werden. Luftdichte Folien, die zum Schutz von unbelasteter bzw. vorbelasteter Bausubstanz eingesetzt werden,

sollten möglichst nicht direkt auf der zu schützenden Oberfläche angebracht werden, sondern eine ausreichende Luftzirkulation sollte durch das Unterlegen einer Holzkonstruktion (z.B. Paletten) oder Luftpolsterfolie (mit einem Noppendurchschnitt von 3cm) sichergestellt werden. Für senkrechte und schräge Flächen eignen sich diffusionsoffene Materialien, auf/ über waagrechten Flächen können nur wasserdichte Materialien verwendet werden, wobei eine Kondensatbildung bzw. die Konzentration von hygroskopischer Feuchte zwischen Oberfläche und Schutzfolie durch „Aufständern“ zu vermeiden ist.

3.4.3 BEISPIELE GUTER FACHLICHER PRAXIS

Im Zuge der Befahrungen und aus der Kenntnis anderer Quartiere und Populationen heraus wurden vorbildliche bauliche Lösungen dokumentiert. Da dieses Thema in den Fledermaus-Leitfäden ausführlich dargestellt ist, sollen an dieser Stelle nur wenige Beispiele genügen.

KIRCHE GROSSKRÖBITZ (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen):

Dachsanierung begünstigt Fledermausvorkommen

Im Dach der Kirche von Großkröbitz (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen; Abb. 91) wurde im Jahr 2000 eine vereinzelte Nutzung durch Kleine Hufeisennasen und Langohrfledermäuse festgestellt. In Folge dessen wurde 2001 in enger Abstimmung mit der Kirchgemeinde das zentrale Dachfenster (Abb.93) so umgestaltet, dass Fledermäuse dauerhaft ein- und ausfliegen können. Es wurde mit dieser Maßnahme insbesondere dafür gesorgt, dass Fledermäuse nicht unbewusst im Dachraum eingeschlossen werden können (durch Schließen des Fensters) und so besonders für die Kleinen Hufeisennasen (Abb. 44) stets ein freier Zugang möglich ist, ohne dass durch das offene Fenster Regen in den Dachraum eindringen kann. In den Folgejahren konnte eine kontinuierliche, jährliche Nutzung des Dachraums - allerdings nur durch wenige Fledermausindividuen - dokumentiert werden. Da durch Verwitterung zunehmend Schäden an der Dachhaut und dem Dachanschluss auftraten, bemühte sich die Kirchengemeinde um eine Finanzierung für die komplette Dacherneuerung bzw. die Neubelegung des Kirchturms mit Schiefern.

Die Neueindeckung im Jahr 2013 (Abb. 92) konnte unter Berücksichtigung des Fledermausvorkommens vorgenommen werden und sollte künftig zu verbesserten Hangplatzeigenschaften beitragen. Allerdings fielen die Baumaßnahmen in die Sommersaison. Aufgrund zeitlicher Zwänge und der geringen Koloniegröße wurde durch die Untere Naturschutzbehörde entschieden, dass die Herstellung künftig optimaler Quartierbedingungen wichtiger ist als die durch die Dacharbeiten verursachte unmittelbare Störung in einer Saison. In dem Zusammenhang ist auch die Vermörtelung der Ziegel und des Dachfirstes zu sehen, durch die die

Raumtemperatur angehoben und die Zugluft reduziert wurde. Nach der Dacherneuerung konnte noch 2014 darüber hinaus eine „Hot-Box“ im Firstbereich eingebaut werden. Diese wurde ab 2015/16 von den Kleinen Hufeisennasen erkundet und besiedelt. Aufgrund der verbesserten Quartierbedingungen erscheint ein langsamer Bestandszuwachs der Wochenstube Großkröbitz möglich. Die geringe Größe der Population und der im Vergleich zu anderen Fledermausarten geringe Anfall von Exkrementen macht keine besonderen Schutzmaßnahmen gegen Schäden durch die Ausscheidungen erforderlich. Der Kot wird regelmäßig aufgekehrt.



Abbildung 91. Kirche von Großkröbitz vor der Dachsanierung (2000).



Abbildung 92. Dachsanierung der Kirche von Großkröbitz: In der Sommersaison 2013, war der Dachstuhl für die Fledermäuse gar nicht nutzbar.



Abbildung 93. Dauerhaft gesicherte Einflugöffnung in Form eines geteilten Fensters. Im oberen Teil des Fensters wurde das Glas entfernt und mit einer Fensterleiste neu abgeschlossen.



Abbildung 94. Vier kleine Hufeisennasen im Wochenstubenquartier (das Tier links trägt ein Jungtier) am 19.07.2016.

KIRCHE ALTENBERGA (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen):

Naturschutz und Denkmalsicherung Hand in Hand

Seit Jahrzehnten besiedelt eine der größten Wochenstuben der Kleinen Hufeisennase (Abb. 95) Thüringens die Kirche von Altenberga (FFH-Objekt 27, EU-Nr. 5135-304; Abb. 17). Das Dach der Kirche (Abb. 96) musste 2001/02 dringend saniert werden, da Wasserschäden auftraten. Dank eines bundesweiten Aufrufs des NABU für die Erhaltung des Wochenstubenquartiers konnten durch Spenden, vor allem aus den alten Bundesländern, die Kosten für eine fledermausgerechte Sanierung getragen werden. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden zuvor den Kleinen Hufeisennasen experimentell Hangplätze mit unterschiedlichen Eigenschaften im Dachstuhl angeboten. Mit Infrarot-Videokameras wurde beobachtet, welche Materialien die Tiere bevorzugten und welche klimatischen Bedingungen an den Hangplätzen herrschten (Breitenbach 2009). Es wurde u.a. beobachtet, dass die Innenseiten der neu zu installierenden Ziegel zu glatt waren und den Hufeisennasen keinen Halt boten. Als Ergebnis der Testreihe wurden die Ziegel nach der Eindeckung innen mit Mörtel bespritzt (Abb. 97), da diese von den Kleinen Hufeisennasen als griffige Hangplätze bevorzugt wurden.

Die Dachsanierung erfolgte in einem zweistufigen Verfahren: Im ersten Winterhalbjahr wurden nur Teilbereiche neu gedeckt, dazu unterschiedlich in Einfachdeckung im Bereich der Hangplätze und in den anderen Dachabschnitten in Doppeldeckung. Im zweiten Winterhalbjahr wurden die verbliebenen alten Ziegelbereiche ausgetauscht. Das Quartier wurde nach dieser Sanierung wieder von den Kleinen Hufeisennasen bezogen.

Wenige Jahre später störten verwilderte Haustauben durch große Unruhe die Wochenstube, was zu einem Bestandseinbruch der Kleinen Hufeisennasen führte. Folglich wurden die Einflugöffnungen etwas verengt, was die Tauben abhielt, jedoch kehrte ein Teil der „geflüchteten“ Fledermäuse nicht sofort wieder in die Kirche zurück. Inzwischen hat sich der Bestand auf über 100 Alttiere erholt, nachdem eine Einflugöffnung wieder vergrößert, aber mit einem Taubenschutz versehen (Abb. 98) wurde. Dabei wurde der mögliche Anflugbereich der Tauben mit einem steilen „Rutschbrett“ versehen, so dass ein Landen verhindert wird (Tauben landen meist auf einem Sims/Fensterbrett, bevor sie in einen Dachboden eindringen).

Im zeitigen Frühjahr 2016, bevor die Fledermäuse aus dem Winterschlaf zurückkehrten, konnte der poröse First mit Hilfe von Naturschutzfördergeldern komplett erneuert werden. Der **First** wurden mit einem dichten Anschlussband versehen, d.h. nicht vermörtelt.

In jedem Herbst wird die vergleichsweise geringe Menge **Kot** der Kleinen Hufeisennasen entfernt (aufgekehrt).



Abbildung 95. Blick in die Wochenstube vor der Dachsanierung. (Juli 1998).



Abbildung 96. Im Winterhalbjahr 2001/02 wurde ein Viertel der Dachsüdseite (links) der Kirche von Altenberga noch im alten Zustand belassen und erst im Folgewinter neu gedeckt, um den Kleinen Hufeisennasen im Sommer 2002 einen vertrauten Rückzugsbereich mit unveränderten Hangplatzzeigenschaften zu belassen.



Abbildung 97. An die Innenseiten der Ziegel wurde Mörtel gespritzt, um diese für die Fledermäuse griffiger zu machen (im Bild grau).



Abbildung 98. Das Aussperren von verwilderten Tauben und gleichzeitige Beibehalten von Ein- bzw. Ausflugsöffnungen für die Kleinen Hufeisennasen stellte eine der Herausforderungen dar, die für jedes Objekt eine individuelle Lösung erforderlich macht.

KIRCHE ORLAMÜNDE (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen): Beachtung der Flugwege im Zuge der Turmsanierung

Die Stadtkirche St. Marien in Orlamünde (Abb ist als FFH- Objekt Nr. 25a, EU-Nr. 5235-302) gemeldet. Der Dachboden des Kirchenschiffes dient der Kleinen Hufeisennase mit ca. 100 Tieren als Wochenstube (Abb. 99). Alle Tiere nutzten zwei Fensteröffnungen im unteren Bereich des Kirchturms

als Ein- und Ausflügöffnungen, sodass der Flugweg traditionell vom Dachboden des Kirchenschiffes in den Turm und über den Treppenaufgang zu den Fensteröffnungen führte.

2015 erfolgte die grundhafte Instandsetzung der Dachhaut des Kirchturmes sowie des Anschlusses von Kirchenschiff zu Kirchturm. Durch frühzeitige Berücksichtigung des Fledermausschutzes bereits in der Planungsphase konnte unter Beteiligung der zuständigen Unteren Naturschutzbehörde eine beispielhafte Lösung für einen baulichen Eingriff in ein Kirchendach mit Fledermauspopulation gefunden werden. Folgende Maßnahmen wurden unter Abwägung baukonstruktiver Vorgaben und erforderlicher Artenschutzmaßnahmen festgelegt:

- Angepasste Bauzeiten: Arbeiten in den Turmbereichen des Flugweges erfolgten im März (vor der Rückkehr der Tiere in die Wochenstuben im Frühjahr); die Arbeiten an der Turmhaube konnten von April bis Oktober durchgeführt werden, der Dachanschluss ans Kirchenschiff erst im Oktober
- Einflugöffnungen: Freihalten der Einflugfenster bei Gerüststellung, durch Ausrichtung der Gerüstebenen und Verzicht auf Schutzplanen bzw. Schutznetze. Zusätzlich Schaffung einer alternativen Öffnung in der Dachhaut des Kirchenschiffdaches (Einbau einer Gaube)
- Flugwege: Der Treppenturm konnte auch während der Bauphase als Flugweg genutzt werden. Die oberen Turmbereiche wurden durch eine temporäre Schutztrennwand abgetrennt, damit sich keine Tiere dorthin verfliegen und die Hangplätze der Tiere vor baubedingten Störungen geschützt werden (Staub, Zugluft, Beleuchtung etc.). Die Bauarbeiter gelangten über einen Gerüsttreppenturm in die oberen Turmbereiche.
- Ökologischen Baubegleitung: Die Instandsetzungsarbeiten wurden durch einen Sachverständigen für Fledermausschutz (Franz, M., Hummelshain/Schmölln) begleitet.

Die neu geschaffene Gaube wurde in der Bauzeit (Sommer 2015; Abb. 100) von einem großen Teil der Tiere als Ausflügöffnung genutzt, aber auch aus den Turmfenstern flogen, wie gewohnt, weiterhin einige Tiere aus. Nach Abschluss aller Instandsetzungsarbeiten (Abb. 101 und Abb. 102) bezogen die Kleinen Hufeisennasen wieder ihr angestammtes Quartier in der Kiche von Orlamünde. Im Jahr 2016 zogen dort 86 Alttiere insgesamt 53 Jungtiere auf. Demnach war die Kontinuität gewahrt. Der im Vergleich zu anderen Fledermausarten (wie Großes Mausohr) geringe Anfall von Exkrementen machte bislang keine besonderen Schutzmaßnahmen gegen Schäden durch die Ausscheidungen erforderlich. Der Kot soll künftig regelmäßig entfernt werden.



Abbildung 99. Kirche Orlamünde.



Abbildung 100. Einbau einer neuen Fledermausgaube im Bereich der NW-Seite des Daches über dem Kirchenschiff 2015 mit Anschluss zum Hangwald, in den die Kleinen Hufeisennasen fliegen.



Abbildung 101. Einflug siehe Pfeil, Gerüst wurde großräumig um Öffnung freigehalten (keine Gerüststangen) und nicht mit Planen verkleidet, um Ein- und Ausflug nicht zu behindern. Der Zugang zur Baustelle im oberen Turmbereich erfolgte über einen Gerüsttreppenturm.



Abbildung 102. Im Zuge der Turmsanierung vorsorglich abgetrennter Flugraum, der die Einflugsituation mit den Hangplätzen der Wochenstube über dem Kirchenschiff verbindet. Eingang zum Dachstuhl über dem Kirchenschiff mit den Haupthangplätzen. Der Aufstieg in die oberen Turmbereiche (rechts im Bild) wurde mit Folie abgetrennt um Störungen fernzuhalten.

KIRCHE THEMAR (Landkreis Hildburghausen, Thüringen):

Turmsanierung und Nutzungskonzept mit Wochenstube von Großen Mausohren

Die Stadtkirche St. Bartholomäus in Themar ist als FFH-Objekt Nr. 13 (EU-Nr. 5429-303) gemeldet. Seit Jahrzehnten lebt im Sommer eine Kolonie Großer Mausohren in einer mittleren Etage des Turmes (unter den Glocken und über der Turmuhr; Abb. 103). Seit 2011 existiert für dieses Fledermausquartier

ein FFH-Managementplan, in dem fachliche und planerische Grundlagen für die dauerhafte Beibehaltung eines günstigen Erhaltungszustandes dieser Kolonie zusammengefasst dargestellt werden. Seitdem ist bekannt, dass die Tiere allabendlich durch ein schmales Fenster zwei Etagen unter dem Hangplatz ausfliegen und dort auch am Morgen wieder einfliegen.

2015 wurden umfangreiche Bauarbeiten am Turm durchgeführt. Die komplette Turmhaube musste abgenommen und an der Basis konstruktiv ertüchtigt werden. Grund für die morschen Rähm-Balken (Befall mit Muschel-Kremling) war eine vor Jahrzehnten unsachgemäß ausgeführte Dachdeckung (Kehlen eines Schieferdaches mit zu geringer Neigung). Auch die darunterliegende Türmerwohnung, die Glockenaufhängung und die Treppe im Turm wurden instandgesetzt.

Um bei den umfangreichen Baumaßnahmen auch die artenschutzrechtlichen Erfordernisse einzuhalten, wurden frühzeitig die zuständige Untere Naturschutzbehörde (UNB) und sachverständige Fledermauskundler in die Planungen mit einbezogen. Dies führte zu folgenden Festlegungen bzw. besonderen Maßnahmen:

- Die UNB erteilte eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung von den Verboten des § 44 Abs. 1 BNatSchG für die Durchführung der notwendigen Baumaßnahmen am Kirchturm mit Auflagen.
- Während der Anwesenheit der Fledermäuse (zwischen April und Oktober) durften im Turminnen keine Bauarbeiten durchgeführt werden.
- Das Gerüst durfte erst ab dem 20. Juli gestellt werden, weil dann die Jungtiere schon recht weit entwickelt sind und die Fledermausweibchen eine enge Bindung an ihr Quartier besitzen.
- Das Gerüst ließ die bekannte Ausflugsöffnung großräumig frei, auf die Anbringung von Netzen oder Planen an den großen Gerüstflächen wurde verzichtet (Abbildung 104).
- Der Zugang der Bauarbeiter erfolgte nicht durch die Treppe im Turm sondern über einen Gerüstaufzug.
- Das Treppenauge über der Turm-Etage mit dem Fledermaushangplatz wurde mit Holztafeln abgesperrt, um baubedingte Störungen, wie Lärm und Staub, zu minimieren.
- Eine ökologische Baubegleitung zur Überwachung der Auflagen des Bescheides wurde beauftragt (sachverständiger Fledermauskundler), damit gleichzeitig weitere Artenschutzbelange (Dohlen, Mauersegler) berücksichtigt.

Die Jungenaufzucht in der ca. 150 Alttiere umfassenden Kolonie der Großen Mausohren konnte dank der o.g. Maßnahmen erfolgreich beendet werden, es kamen keine Tiere zu Schaden.

In den darauffolgenden Wintermonaten wurden im Turminnen die Treppen ausgebessert und die Elektrik erneuert – einschließlich einer neuen Treppenbeleuchtung (Abb. 105). Auch die Beleuchtung wurde an die besonderen Erfordernisse des Fledermausschutzes angepasst. Dies geschah durch

Treppenlichtautomatik, damit niemals vergessen wird, das Licht zu löschen sowie durch gedämpfte, und verdeckt strahlende LED-Beleuchtung direkt in der Etage mit dem Fledermaushangplatz.

Ein Förderverein will die nun wieder zugängliche Türmerwohnung einem interessierten Publikum zugänglich machen. Da der einzige Weg dorthin durch die Etage mit Fledermaushangplatz führt, ist dies nur in einem engen zeitlichen und quantitativ beschränkten Rahmen möglich. Die notwendigen Regelungen sollen in einem Vertrag zwischen UNB und Eigentümer (Kirchgemeinde) bzw. Nutzer (Förderverein) festgeschrieben werden, um den Schutz dieses FFH-Objektes sicherzustellen. Dazu gehören auch Vorkehrungen zum Schutz des Bauwerkes vor den Fledermaus-Exkrementen, wie z.B. das Auslegen geeigneter Folien/Planen (s. Kapitel 3.4 und 5: Leitfaden), sowie konkrete Vereinbarungen zur regelmäßigen Reinigung/Beseitigung.



Abbildung 103. Das schmale Fenster dient den Fledermäusen als Aus- und Einflug. Das Gerüst wurde großräumig um die Öffnung freigehalten (keine Gerüststangen) und nicht mit Planen verkleidet.



Abbildung 104. Hangplatz der Kolonie der Großen Mausohren im Kirchturm von Themar, eine Etage unter den Glocken.



Abbildung 105. Das neue Treppenlicht im Turm wurde in der Etage mit dem Fledermaushangplatz speziell an die Schutzbedürfnisse angepasst.

4. FAZIT

Der Erhalt historischer Gebäude, insbesondere von Gebäuden mit Großdächern, liegt sowohl im Interesse des Denkmalschutzes als auch im Interesse des Fledermaus- und Artenschutzes im Allgemeinen. Erstmals wurde diesem Umstand durch ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben Rechnung getragen: Denkmalschutz-Experten, Bauforscher, Holzschutz-Sachverständige, Naturschützer, Fledermaus-Biologen und Analytik-Labore arbeiteten gemeinsam an Fragestellungen, die sich an der Schnittstelle von Artenschutz und Denkmalschutz ergeben. Dabei wurden neben der Feststellung von übereinstimmenden Zielen bewusst auch die bestehenden Konfliktpotentiale herausgearbeitet, woraus die wissenschaftlichen Fragestellungen für dieses Vorhaben abgeleitet wurden. Ziel war es, vermutete oder allgemein angenommene Wechselwirkungen zwischen den Fledermäusen und der Bausubstanz objektivierbar nachzuvollziehen und möglichst auch nachzuweisen.

Die Literatursauswertung ergab, dass die vorliegenden Informationen und Empfehlungen meist hauptsächlich aus dem Blickwinkel nur einer Fachdisziplin verfasst sind und deshalb von Vertretern anderer Disziplinen kaum wahrgenommen werden. Sogar die rechtliche Situation, wie z.B. Baudenkmal und FFH-Objekt, wird selten umfassend dargestellt. Das betrifft im Weiteren auch spezielle Vorschriften oder die jeweilige gute fachliche Praxis.

Durch die gemeinsamen Bereisungen unterschiedlicher Objekte und im Gespräch mit den Akteuren vor Ort wurde klar, dass in der Praxis ein gemeinsames Betrachten von Denkmalschutz und Artenschutz erst begonnen hat. Es besteht ein großes Interesse am gegenseitigen Austausch von Fachwissen, Erfahrungen und allgemein verständlichen Information über beispielhaft gefundene Lösungen. Es wurde aber auch deutlich, dass jeder Fall Besonderheiten aufweist, so dass vor Ort individuelle Lösungen gefunden werden müssen.

Ein untersuchter Themenkomplex betrachtete mögliche Einflüsse von spezifischen Eigenschaften des Quartiers auf den Zustand der Fledermausbestände. Dass sich Holzschutzbehandlungen in der Vergangenheit auf die Fledermausbestände negativ ausgewirkt haben, ist schon lange bekannt (siehe Fallbeispiel Bürgel). Die Erklärung von aktuellen Bestandstrends durch spezifische Eigenschaften von Quartieren ist jedoch sehr kompliziert. Die Ergebnisse des Projektes (z.B. systematische Holz- und Staubanaysen) zeigten, dass es mit den zur Verfügung stehenden Methoden und Ressourcen nicht umfassend möglich ist, die Entwicklungen der Fledermausbestände z.B. im Zusammenhang mit Restbelastungen durch Holzschutzmittelbehandlung vergangener Jahrzehnte, zu erklären. Auch die Messungen des Raumklimas waren nicht allein erklärend. Die Quartieransprüche von Fledermäusen sind sehr komplex, vertiefte Analysen mit größerer Stichprobe könnten die Zusammenhänge deutlicher erkennbar machen. Es fehlen aber immer noch viele Puzzle-Teile zum Gesamtverständnis. Im Projekt wurden deshalb auch Detailfragen exemplarisch bearbeitet, wodurch wertvolle neue Erkenntnisse gewonnen wurden. So wurde erstmals durch eine aktive Stauberfassung der Biozidgehalt in der (Atem-)Luft in Fledermausquartieren bei verschiedenen Aktivitätsphasen der Tiere gemessen. Weiterhin kann nun Dank einer Methodenverbesserung von akustischen Erfassungen zukünftig der Reproduktionserfolg von Kleinen Hufeisennasen besser beurteilt werden.

Für die Praxis lassen sich aus Sicht des Fledermausschutzes für das Quartier „Gebäude“ im Wesentlichen vier typische Konfliktfelder benennen, die beim Bauen am oder im Fledermausquartier zu bedenken sind:

1. Der geplante Bauablauf passt nicht zur Nutzung des Dachraumes als Wochenstube
2. Das Klima im Dach ändert sich durch die Baumaßnahme
3. Ein- und Ausflüge werden temporär oder dauerhaft verschlossen, das äußere Umfeld verändert sich (Beleuchtung, Leistrukturen wie Hecken etc.)
4. Die Biozid-Belastung muss ermittelt werden

Ein weiterer Themenkomplex untersuchte die möglichen Auswirkungen der Fledermäuse auf das Gebäude. Hierbei stand das mit den Ausscheidungen (größerer) Fledermauspopulationen verbundene Schadenspotential im Mittelpunkt des Interesses. Glänzende oder farbig gefasste Oberflächen, Holz, Metalle oder polierte Steine, können durch die Ausscheidungen der Tiere Flecken bekommen und

durch ätzende Bestandteile angegriffen werden. Fußbodendielen und/oder Gebälk werden im ungeschützten Fall durch Urin und Kot der Fledermäuse und dadurch mit löslichen Bestandteilen beaufschlagt, was im normalen Luftfeuchtebereich in den Dachräumen zu einer erheblichen hygroskopischen Befeuchtung führt. Es wurden Holzuntersuchungen und Holzfeuchtemessungen (Mikrowellen- und Leitfähigkeitsverfahren) vorgenommen und mit Klimamessungen (Raumtemperatur, relative Luftfeuchte) ins Verhältnis gesetzt.

Ein Gegenstand des Projektes war, geeignete Materialien für den Schutz der Bausubstanz vor Kot- und Urineintrag zu eruieren und bisher angewandte Methoden hinsichtlich ihrer Effektivität zu bewerten. An den zum Schutz der Bausubstanz angelegten Musterflächen wurden außerdem Sekundäreffekte wie die Kondensatbildung unter Schutzfolien oder Schimmelbildungen auf Holzoberflächen untersucht. Durch Fledermäuse verursachte Schäden am Quartier sollten im Interesse des Quartiererhalts offen benannt, Schutzvorrichtungen als selbstverständlicher Teil des „Fledermausmanagements“ vorgesehen und z.B. in FFH-Managementpläne aufgenommen werden. Im Ergebnis wird deutlich, dass in den meisten Fledermausquartieren durch geeignete Maßnahmen und mit einem geringen Aufwand Schäden am Bauwerk oder an Kunstgütern verhindert werden können.

Sowohl für Denkmalschützer als auch für Fledermausschützer bestehen mögliche Gefahren beim Arbeiten in Großdächern. Das betrifft die Berücksichtigung von Biozid-Belastungen durch frühere Holzschutzmittelbehandlungen ebenso wie Auswirkungen des Fledermausvorkommens (z.B. bei der Kotberäumung der Dachstühle). Daraus ergeben sich bislang oft unberücksichtigte Aspekte des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, denen im Projekt nachgegangen wurde.

In der Zusammenarbeit der verschiedenen Fachdisziplinen wurde deutlich, wie notwendig ein gegenseitiges Verständnis für die Ziele und Wege der einzelnen Teilaufgaben ist. Dies geht am besten im Dialog. Dazu sind allgemein verständliche Formulierung von Erfahrungen, Forschungsergebnissen und best-practice-Lösungen sehr hilfreich. Im Rahmen des Projektes wurde deshalb ein Leitfaden mit Handlungsanweisungen erstellt, die u.a. auf fledermausverträgliche Bauabläufe und den Schutz der Denkmalobjekte vor Kot- und Urineintrag abzielen.

Der interdisziplinäre Ansatz hat sich als sehr erfolgreich bewiesen. Im Rahmen des vorliegenden Projektes konnten längst nicht alle offenen Fragen und fachübergreifenden Ansätze bearbeitet werden, weitere gemeinsame Arbeiten sind notwendig.

5. LEITFADEN

Im Anschluss folgt der erarbeitete Leitfaden. Da dieser jedoch eigenständig stehen und verteilt werden soll, wurde ein eigenes Inhaltsverzeichnis angelegt wodurch die Nummerierung der einzelnen Kapitel nicht der Nummerierung des gesamten Berichtes folgt.

**FLEDERMÄUSE IN DENKMALGESCHÜTZTEN DACHRÄUMEN:
EMPFEHLUNGEN FÜR DEN PRAKTISCHEN ARTEN- UND
DENKMALSCHUTZ**



Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „**Historische Großdächer als biodiverser Lebensraum und Objekt der Denkmalpflege**“ erarbeitet.

Gefördert von der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU (AZ 31386-45)

und der

Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR (AZ SWD-10.08.18.7-14.23).

Die Verantwortung für den Bericht liegt bei den Autoren:

Daniela Fleischmann, Stiftung FLEDERMAUS
Insa Christiane Hennen, Bauforschung – Denkmalpflege
Jeannine Meinhardt, IDK
Martin Biedermann, NACHTaktiv
Inken Karst, NACHTaktiv
Holger Niewisch, Ingenieurbüro Niewisch
Wigbert Schorcht, NACHTaktiv
Martin Hellmann, Stiftung FLEDERMAUS

Stiftung FLEDERMAUS
Schmidtstedter Straße 30a
99084 Erfurt
www.stiftung-fledermaus.de



Institut für Diagnostik und
Konservierung in Sachsen und
Sachsen-Anhalt e.V. (IDK)
Domplatz 3
06108 Halle
www.idk-info.de



Institut für Diagnostik
und Konservierung an Denkmälern
in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.

Bauforschung-Denkmalpflege
Burgenhausenstraße 5
06886 Wittenberg

Büro NACHTaktiv – Biologen für
Fledermauskunde GbR
Schweina, Erfurt, Walldorf/Werra
www.nacht-aktiv.net



Ingenieurbüro Niewisch
Clausewitzstraße 5
10629 Berlin

BIOLOGEN FÜR
FLEDERMAUSKUNDE GbR

Wir danken allen, die das Projekt unterstützt haben, insbesondere:

Dagmar Böhme, Horst Ertel, Thomas Frank (ChiroPlan – Büro für Fledermauskunde), Michael Franz, Andrea Fritz, Hartmut Geiger, Andrea Gernhardt, Prof. Dr. Olf Herbarth (Institut für Umweltmedizin und Hygiene, Universität Leipzig), Gabriele Krüger (HAWK Hildesheim), Burkhard Lehmann (Büro Myotis), Andreas Mehm, Dr. Thomas Müller (Friedrich-Löffler-Institut – Institut für molekulare Virologie und Zellbiologie IMVZ), Wolfgang Sauerbier, Dr. Andreas Thiele, PD Dr. Christian Voigt (Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung IZW),), Dr. Robby Wegner (MPA Eberswalde), Dr. Gudrun Wibbelt (IZW) Dr. Ulrich Zöphel, den Mitgliedern der Interessengemeinschaft Fledermausschutz und –forschung Thüringen (IFT) e.V., dem Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. sowie den Sächsischen Fledermausfreunden vom LFA Fledermausschutz im NABU LV Sachsen e. V. und dem Sächsischen Verband für Fledermausforschung und -schutz (SVF) e.V.

Ebenso danken wir allen Kirchengemeinden und privaten Eigentümern, die uns den Zugang zu ihren Dachräumen gestattet haben, sowie den Vertretern der Naturschutz- und Denkmalbehörden, die uns in vielfältiger Weise unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt den wissenschaftlichen Beiräten Elke Bergt (Evangelische Kirche Mitteldeutschlands EKM), Tobias Breer und Dr. Ulrike Wendland (Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt).

Die Projektpartner danken der DBU und dem BBSR für die finanzielle Unterstützung, Dr. Paul Bellendorf und Dr. Michael Brüggemann für viele Anregungen und Hinweise.

INHALTSVERZEICHNIS

FLEDERMÄUSE IN HISTORISCHEN DÄCHERN	6
Anzeichen für die Anwesenheit von Fledermäusen im Dachraum	6
Spannungsfeld Artenschutz – Denkmalschutz – Arbeitsschutz	9
ALLGEMEINER SCHUTZ DES FLEDERMAUSQUARTIERS: WENN (NOCH) NICHT GEBAUT WIRD	10
Allgemeine Empfehlungen, um Störungen der Fledermäuse zu vermeiden	11
Allgemeine Empfehlungen zum Schutz der Bausubstanz	12
SCHUTZ DES FLEDERMAUSQUARTIERS BEI BAUMASSNAHMEN	12
Während der Planung, vor Beginn der Bauarbeiten zu beachtende Aspekte	13
Während der Baumaßnahmen zu beachtende Aspekte	14
Nach den Baumaßnahmen zu beachtende Aspekte	15
EMPFEHLUNGEN FÜR DIE BERÄUMUNG VON DACHRÄUMEN VON FLEDERMAUSKOT	15
VORRICHTUNGEN ZUM SCHUTZ DER BAUSUBSTANZ VOR KOT UND URIN	16
ARBEITSSCHUTZ	18
BEISPIELE GUTER FACHLICHER PRAXIS	21
HOLZSCHUTZ	29
AKTIVER FLEDERMAUSSCHUTZ	30
SCHLUSSBEMERKUNG	31
ANHANG	32
1. GESETZLICHE GRUNDLAGEN	32
1.1. FLEDERMAUSCHUTZ	32
1.2. DENKMALSCHUTZ	33
1.3. ARBEITSSCHUTZ	34
2. FRAGEN UND ANTWORTEN	35
3. ANSPRECHPARTNER	36
4. LITERATURHINWEISE	37

FLEDERMÄUSE IN HISTORISCHEN DÄCHERN

Fledermäuse gehören zu den geschützten Tierarten. Sie richten in Dächern von Kirchen und Schlössern, großen Fabrikgebäuden und Stallungen „Wochenstuben“ ein, in denen sie ihre Jungen großziehen. Als Träger historischer Informationen stehen die oft jahrhundertealten Gebäude unter Denkmalschutz. Artenschutz und Denkmalschutz treffen deshalb an und in historischen Großdächern, die von Fledermäusen „bewohnt“ werden, in besonderem Maße zusammen.

Der vorliegende Leitfaden fußt auf den Ergebnissen eines 2016 abgeschlossenen Forschungsprojektes, das die Schnittstelle zwischen Arten- und Denkmalschutz auszuloten versuchte. Dabei traten auch typische Konflikte zu Tage. Diese können gelöst werden, wenn alle Beteiligten sich den „aus der Natur der Sache“ resultierenden Fragen gemeinsam stellen.

Der Leitfaden will die Eigentümer der Gebäude und ihre Planer, Fledermaus- und Denkmalfreunde, wie auch die Naturschutz- und Denkmalbehörden bei der Verwirklichung des gemeinsamen Anliegens unterstützen: der Erhaltung der historischen Großdächer.

Die folgenden Empfehlungen sind knapp gefasste Hinweise zum praktischen Artenschutz wie zur Denkmalpflege, wobei auch Aspekte des Arbeits- und Gesundheitsschutzes berührt werden. Die Dächer sollen den Fledermäusen weiterhin zur Verfügung stehen, da ihre Populationen auf diese angewiesen sind. Quartiermangel und die Wirkung fledermaustoxischer Holzschutzmittel haben sie mancherorts aussterben lassen.

Gleichzeitig sollen historische Gebäude (mit Großdächern) als Denkmale menschlicher Kultur überdauern. Die Menschen, die sich um diese Bauten und ihre tierischen Bewohner bemühen, sollen die damit verbundenen Risiken kennen und vermeiden.

Weiterführende Informationen sind im Abschlussbericht des Projektes zugänglich.

Anzeichen für die Anwesenheit von Fledermäusen im Dachraum

Ob überhaupt Fledermäuse im Gebäude sind, ist nicht immer leicht zu erkennen. Viele Quartiere werden von den Tieren unbemerkt genutzt. Die Dachräume von Kirchen sind oft nur über steile Treppen erreichbar und werden selten begangen, so dass die Fledermäuse sich dort ungestört aufhalten können. Oft wird ihre Anwesenheit erst bekannt, wenn Baumaßnahmen notwendig sind.

Die meisten Fledermausarten sind klein, tagsüber kaum aktiv, sie verändern ihre Position innerhalb eines Quartiers je nach Temperaturpräferenz, hängen nicht frei am Gebälk sondern ziehen sich in Spalten und Ritzen zurück (Abb. 1).



Abbildung 1. Große Mausohren in einem unbenutzten Zapfenloch. (Foto: M. Biedermann)

Manchmal hängen die **Tiere** an Dachlatten oder am Firstbalken. Kolonien des Großen Mausohrs umfassen oft mehrere hundert bis tausend Individuen und sind somit in ihren Quartieren kaum zu übersehen (Abb. 2).



Abbildung 2. Große Mausohren in ihrem Quartier. Zu sehen sind außer den Tieren auch Kotkümel am (Leiter-) Holz sowie Verfärbungen an der Mauer und an den Holzbalken. (Foto: M. Hüpkes)



Abbildung 3. Schmetterlingsüberreste und Fledermaus-Kotkrümel. (Foto: D. Fleischmann)

Offensichtliche Spuren sind **Kot** oder **Nahrungsreste**, etwa die Flügel von Nachtfaltern (Abb. 3). Trockene Kotpellets kann man (im Gegensatz zum kompakten Mäusekot) einfach zwischen Zeigefinger und Daumen verreiben und pulverisieren. Da sich alle einheimischen Fledermäuse von Insekten und anderen Wirbellosen ernähren, deren Chitinpanzer sie nicht verdauen, enthält der Kot glitzernde Überreste der Panzer. Anhand der Größe und der Zusammensetzung der Kotpellets können Experten oft die Fledermausart bestimmen. Manchmal finden sich einzelne tote Fledermäuse oder Skelette an.

Glänzende oder farbig gefasste Oberflächen, Holz, Metalle oder polierte Steine, können durch die **Ausscheidungen** der Tiere Flecken aufweisen, durch ätzende Bestandteile angegriffen werden (Abb. 4 und Abb. 5). Fußbodendielen oder Gebälk kann durch den Urin oder hygroskopische Feuchte nass sein. Auch **partielle Verfärbungen** an Balken und Putzflächen, die durch das Körperfett der Tiere entstehen, wenn diese sich an diese Flächen anhängen, sind Hinweise auf Fledermäuse. Regelmäßig genutzte Quartiere kennzeichnet zudem ein „**fledermausiger**“ **Geruch**. Besonders bei großen Wochenstuben ist es auch möglich, die Tiere zu **hören**. Kurz bevor sie abends ausfliegen und bei hohen Temperaturen verständigen sie sich mittels Soziallauten, die auch für Menschen hörbar sind.



Abbildung 4. Detail einer Inschriftenplatte mit Fledermauskotkrümeln. (Foto: B. Hübner)



Abbildung 5. Kotalage auf einer Skulptur (Detail). Gut zu erkennen ist der durch in den Stein eingedrungene Feuchtigkeit erzeugte „Hof“. (Foto: B. Hübner)

Spannungsfeld Artenschutz – Denkmalschutz – Arbeitsschutz

Je mehr über die Fledermäuse im Dach bekannt ist, desto besser kann auf sie Rücksicht genommen werden. Gleichzeitig können Schäden am Gebäude als Folge des Eintrags von Kot und Urin vermieden und betroffene Bauteile geschützt werden.

Baumaßnahmen können Fledermäuse stören, weil sie mit Lärm und Betrieb, Zugluft und Licht verbunden sind, indem sie zu Änderungen des Klimas im Dachraum und zum Verlust von Ein- und Ausflughöffnungen wie auch von Leitstrukturen im Dachraum oder in der Umgebung des Quartiers führen. Ein besonderes Konfliktfeld stellt der Holzschutz dar. Der Bauablauf muss auf die Bedürfnisse der Tiere abgestimmt werden, was in der Regel einen erhöhten Aufwand an Geld und Zeit bedeutet.

Gebäude oder Bauteile können durch die Ausscheidungen der Fledermäuse geschädigt werden. Es ist deshalb notwendig, die „Verwundbarkeit“ der am Gebäude verwendeten Materialien zu kennen. Insbesondere Bauteile unterhalb der Hangplätze verdienen besondere Aufmerksamkeit, also die Flächen, auf denen Kot und Urin „landen“. Können wasserlösliche Bestandteile in Kontakt zu säure- und salzempfindlichen Materialien gelangen, etwa zu Putzen und Farbfassungen auf Gewölbeunterseiten, zu Glocken oder Objekten aus Kalkstein?

Personen, die sich im Dachraum aufhalten, wird vor allem geraten sich gegen Stäube zu schützen, besonders wenn sie im Herbst die Kotansammlungen beräumen. Fledermäuse sollten – wenn unbedingt notwendig - nur mit festen Handschuhen angefasst werden.



Abbildung 6. Bei Arbeiten im Fledermausquartier sollte ein Schutzanzug getragen werden (Foto: J. Meinhardt)

ALLGEMEINER SCHUTZ DES FLEDERMAUSQUARTIERS: WENN (NOCH) NICHT GEBAUT WIRD

Wenn Fledermäuse (zeitweilig) im Dach sind, aber keine Veränderungen am Gebäude oder in seinem direkten Umfeld geplant und keine Schäden erkennbar sind, die von den Tieren verursacht wurden, muss nichts getan werden. Es sollte jedoch überlegt werden, was zum langfristigen Erhalt des Quartiers, also für die Fledermäuse und zum Schutz der Bausubstanz, unternommen werden kann. Es ist interessant und im Blick auf künftige Entwicklungen jedenfalls sinnvoll zu wissen, mit welchen Fledermausarten man es zu tun hat und welche Ansprüche diese haben, was sie an ihrem Quartier schätzen und was sie u. U. stören könnte.

Fledermausexperten, oft Ehrenamtliche, helfen bei der **Bestimmung der Fledermausart** und beraten zum Umgang mit den Tieren (→ Ansprechpartner). Unter Anleitung der Fledermausexperten und durch eigene Beobachtungen lassen sich die spezifischen **Eigenschaften des Quartiers** erkunden: Welche **Ein- und Ausflughöffnungen** nutzen die Tiere? Wo genau, an welchen **Hangplätzen**, halten sie sich tagsüber auf? Wohin fliegen sie zur Jagd? An welchen **Leitstrukturen** (z. B. Hecken) orientieren sie sich?

Welche **Bauteile** können durch die Ausscheidungen der Fledermäuse geschädigt werden? Wo sammeln sich Kot und Urin? Können wasserlösliche Bestandteile in Kontakt zu säure- und salzempfindlichen Materialien gelangen, zu Putzen und Farbfassungen auf Gewölbeunterseiten, zu Glocken, Objekten aus Kalkstein oder Holz?

Auch bei diesen Erkundungen dürfen die Tiere nicht gestört werden. Die Ergebnisse der Beobachtungen sollten notiert und evtl. durch Fotos oder Skizzen illustriert werden. Diese Quartierprotokolle können über die Jahre fortgeschrieben und um Zahlen zur Bestandsentwicklung ergänzt werden. Sinnvoll ist auch festzuhalten, wann im Frühjahr die Tiere erstmals beobachtet werden und wann sie das Quartier im jeweiligen Jahr verlassen (s. „Vor Beginn von Bauarbeiten“).

Fledermausexperten und Denkmalpfleger sprechen nicht immer auf Anhieb dieselbe Sprache. Es ist deshalb zu empfehlen, auch wenn keine Baumaßnahmen geplant sind, die Vertreter der beiden Fachrichtungen zu einem Ortstermin zu bitten, um das Gebäude gemeinsam in Augenschein zu nehmen und den dort gegebenen Zusammenhang zwischen Arten- und Denkmalschutz kennenzulernen. Wenn später fledermausverträglich gebaut werden soll, kommt es sehr auf die gute **Kommunikation** zwischen den beteiligten Fachleuten und Behörden an, die auch Hilfestellung bei der Beantragung von entsprechenden Fördermitteln geben.

Allgemeine Empfehlungen, um Störungen der Fledermäuse zu vermeiden

- Ein dauerhaftes **Schild** „Achtung Fledermausquartier“ sollte am Zugang, z. B. an der Dachbodentür, als Hinweis auf das Quartier angebracht werden. Hier sollten auch Kontaktadressen (inkl. Telefonnummern) angegeben sein (Untere Naturschutzbehörde, Fledermaussachverständige vor Ort).
- Wenn Fledermäuse im **Quartier** sind, sollte dieses möglichst **nicht betreten** werden. Routinemäßige (= geplante) Kontrollgänge z. B. zur Überprüfung der Unversehrtheit der Dachhaut oder im Rahmen von Führungen für bauhistorisch oder technisch Interessierte sollten außerhalb der Wochenstubezeit stattfinden.

- Der Dachraum sollte **dunkel** sein. Nach notwendigen Begehungen ist das **Licht** zu löschen.



Abbildung 7. Blick in einen von Fledermäusen genutzten Dachraum: an der Zugangstür das gelbe Schild mit dem Hinweis auf das Quartier, über der Tür und unter einem der Hangplätze Bretter als Kotschutz, rechts Schaufeln, die zur Kotberäumung dienen. (Foto: J. Meinhardt)

Allgemeine Empfehlungen zum Schutz der Bausubstanz

Bauteile sind durch den **Kot und Urin** der Fledermäuse und den damit verbundenen Eintrag von Feuchtigkeit und Salzen gefährdet. Flächen unter den Hangplätzen sollten deshalb geschützt werden (Abb. 7).

- **Kotansammlungen** werden am besten im Herbst entfernt, möglichst bald nach dem „Auszug“ der Fledermäuse (→ Kotberäumung). Dabei sollten unnötige Risiken vermieden werden (→ Arbeits- und Gesundheitsschutz).
- Bevor die Fledermäuse im Frühjahr wieder ins Quartier kommen, sollten **Schutzvorrichtungen** angebracht werden (→ Schutzvorrichtungen gegen Kot und Urin).

SCHUTZ DES FLEDERMAUSQUARTIERS BEI BAUMASSNAHMEN

Rücksicht auf die Fledermäuse ist besonders im Zusammenhang mit baulichen Eingriffen geboten und gesetzlich gefordert. Die Reparatur eines Daches kann lange vorbereitet oder kurzfristig nach einem Sturm oder Unwetter notwendig werden, wenn das Dach plötzlich undicht ist. In seltenen Fällen sind

es von den Fledermäusen verursachte Schäden, die den für das Gebäude Verantwortlichen dazu zwingen, einzugreifen.

- Bevor **Veränderungen am Quartier** (insbesondere an den Einflugöffnungen und Hangplätzen) und seinem direkten Umfeld vorgenommen werden, (z.B. Baumfällungen, Abbruch von Nebengebäuden, Installation von Scheinwerfern zum Anstrahlen des Gebäudes), ist die untere Naturschutzbehörde (oder ein Fledermauskundiger (z.B. Quartierbetreuer) hinzuzuziehen. Dies gilt auch im Falle ungeplanter Notfallmaßnahmen z. B. Sicherung nach einem Unwetter.
- Es empfiehlt sich, die Vertreter der Unteren Naturschutzbehörde wie auch der Denkmalschutzbehörde (bzw. der Denkmalfachbehörde) zu einem gemeinsamen **Ortstermin** einzuladen, um das weitere Vorgehen abzustimmen.

Geplante Reparaturen, Instandsetzungen und Modernisierungen haben einen **Planungsvorlauf**. In dieser Zeit sollten der **Bauablauf** auf die Bedürfnisse der Tiere abgestimmt und Vorrichtungen zum **Schutz der Bausubstanz** vor Schäden durch die Fledermausausscheidungen konzipiert werden.

Während der Planung, vor Beginn der Bauarbeiten zu beachtende Aspekte

- Die genutzten **Ein-/Durch-/Ausflugsöffnungen** und die **Leitstrukturen** im Dachraum sollten sorgfältig erkundet und dokumentiert werden.
- Die Ausflugswege und **Leitstrukturen im Umfeld** der Baustelle sollten dokumentiert werden, besonders wenn Bauarbeiten oder Baumfällungen geplant sind („Baufreiheit“, Gerüste) oder das Bauwerk später angestrahlt werden soll.
- Die **Hangplätze** und die Hangplatznutzung sollten erkundet und dokumentiert werden. Dies ist auch im Blick auf den künftigen Schutz der von der Beaufschlagung mit Kot und Urin betroffenen Flächen notwendig.
- Die **Ursachen von baulichen Schäden** sollten sorgfältig eruiert werden: handelt es sich evtl. um Schäden durch den Eintrag von Kot und Urin? (Nicht alle „nassen Flecken“ müssen Einregnungsstellen sein!).
- Die **Planung von Schutzvorrichtungen gegen Kot und Urin** sollte Teil der Bauplanung sein.
- Mittels im Frühjahr angebrachten Klimaloggern können die in der Wochenstubenzeit sich an den Hangplätzen einstellenden **Temperaturverhältnisse** gemessen und aufgezeichnet werden, um Vergleichsdaten für Messungen nach Abschluss der Arbeiten zu erheben.
- Der **Zeitraum der Wochenstubennutzung**, in dem der Dachraum nicht betreten werden darf, ist festzulegen.

- Ggf. können **Bauabschnitte** festgelegt werden, so dass die Wochenstube neben dem Bau existieren kann
- Ortsunkundige Personen (z.B. im Havariefall zur Hilfe gerufene Handwerker) sind auf das Fledermausquartier und dadurch bestehende Einschränkungen hinzuweisen.
- Solange nicht zweifelsfrei nachgewiesen und dokumentiert ist, dass das Dachgebälk frei von **Holzschutzmittelrückständen** (Biozide wie DDT, Lindan, PCP; Fungizide) ist, sind alle Personen, die sich im Dachraum aufhalten auf diese (mögliche) Gefahr hinzuweisen. Diese Vorsichtsmaßnahme wird auch im Blick auf **Taubenkot** empfohlen.

Während der Baumaßnahmen zu beachtende Aspekte

- Bei Anwesenheit der Tiere ist deren Beeinträchtigung zu vermeiden. Werden Fledermäuse unerwartet angetroffen, ist die Untere Naturschutzbehörde oder ein von dieser autorisierter sachverständiger Fledermauskundler hinzuziehen. Die Arbeiten sollten eingestellt werden, bis dieser „grünes Licht“ gegeben hat.
- Alle bekannten **Einflug- und Ausflugöffnungen** sind zu erhalten.
- **Öffnungen nicht verändern:** keine Gaze (z.B. zum Schutz vor Flugschnee) an die **Schallluken** anbringen, da diese gerne als Ein- bzw. Ausflugöffnung genutzt werden.
- Keine **Alu-Lüftungsprofile** (zum Insekten- und Vogelschutz) in die Traufenöffnungen einsetzen, denn auch diese Öffnungen können von Fledermäusen (v. a. Langohrfledermäuse) genutzt werden.
- Im näheren Bereich der **Hangplätze** darf v. a. während der Jungenaufzucht nicht gearbeitet werden.
- Die **Hangplätze sind zu erhalten**, ggf. ist für Ersatz in unmittelbarer Nähe zu sorgen.
- Die **Lüftungsverhältnisse** sollten möglichst nicht verändert werden; Fledermäuse mögen keine Zugluft (→ Holzschutz).
- **Auf eine Beleuchtung** der Ein- und Ausflugsöffnungen von außen ist unbedingt zu verzichten.
- Verbindungen („**Leitstrukturen**“) vom Quartier zu den Jagdgebieten (evtl. durch Hecken oder Baumreihen) sind zu erhalten.
- Das Raumvolumen in den Dachräumen sollte nicht zu sehr verkleinert werden, da sich sonst auch die Temperaturverhältnisse ändern.
- **Außengerüste** (ggf. mit Folien oder Netzen) sollten so gestellt werden, dass keine natürlichen Feinde (Marder) in die Quartiere eindringen, die Fledermäuse aber weiterhin ungehindert ein- und ausfliegen können. Bekannte Ein- und Ausflugöffnungen dürfen nicht verstellt oder versperrt werden (z.B. mit Gerüstplanen/-netzen).

- Flächen unter den Hangplätzen sollten mit **Vorrichtungen für den Schutz der Bausubstanz** gegen Kot und Urin ausgerüstet werden (→ Vorrichtungen zum Schutz der Bausubstanz).

Nach den Baumaßnahmen zu beachtende Aspekte

- Die **Ergebnisse** der Baumaßnahme, z. B. wiederhergestellte Öffnungen, Ersatzmaßnahmen sollten sorgfältig dokumentiert werden.
- Die **Bestandsentwicklung** der Population sollte durch sachverständige Fledermauskundler kontrolliert werden.
- Die **Akzeptanz auffälliger Veränderungen** am Quartier (z.B. verlegte Öffnungen oder Hangplätze) sollte fachmännisch überprüft werden.
- Die regelmäßige und frühzeitige **Beräumung des Dachraumes von Exkrementen** (möglichst sofort nachdem die Tiere den Dachraum im Spätsommer verlassen) muss unter Beachtung des Arbeitsschutzes organisiert werden (ggf. durch das Schließen eines Pflegevertrags mit einer Reinigungsfirma).
- Von einer Verwendung des Kotes als Dünger sollte abgesehen werden, da im Allgemeinen nicht ausgeschlossen werden kann, dass mit dem Kot auch **biozidbelastete Holzfasern** und Stäube zusammengekehrt wurden, die nicht verschleppt werden dürfen und sich zur Düngung von Nahrungspflanzen nicht eignen.
- In besonderen Fällen sollte die Temperatur im Dachraum überprüft werden. Vorher-Nachher-Vergleiche der Temperatur sind für die Ableitung von Optimierungsmaßnahmen sinnvoll.

EMPFEHLUNGEN FÜR DIE BERÄUMUNG VON DACHRÄUMEN VON FLEDERMAUSKOT

Das regelmäßige Reinigen der Dachräume, in denen Fledermäuse ansässig sind, bzw. die Beräumung der Exkremente unter den Hangplätzen, ist zum Schutz der Bausubstanz vor Feuchtigkeit und Salzen aus den Exkrementen notwendig. Besonders Wochenstubenquartiere großer Kolonien, die viel Kot und Urin produzieren, sollten möglichst im Herbst, bald nach dem „Auszug“ der Tiere, gereinigt werden, keinesfalls jedoch während der Wochenstubenzeit.

Aufgrund der Erfahrungen, die im Projekt an Musterflächen gesammelt werden konnten, wird empfohlen, senkrechte Flächen mit diffusionsoffenen Folien zu schützen, schräge und waagerechte mit wasserfesten, wobei darauf geachtet werden muss, dass zwischen zu schützender Oberfläche und Folien die Luft zirkulieren kann und ein Feuchtetransport stattfindet. Früher mit Kot und Urin beaufschlagte Stellen dürfen nicht mit diffusionsdichter Folie abgedeckt werden. Die Folien sollten deshalb z.B. auf (kleinen) Holzpaletten oder Drahtunterkonstruktionen ausgelegt werden.

Während bei kleinen Vorkommen (< 100 Fledermäuse) diese Aufgabe verhältnismäßig schnell zu erledigen ist, handelt es sich bei großen Mausohrkolonien um mehrstündige Arbeitseinsätze.

In der Praxis hat es sich bewährt, den Kot mit Schaufeln/Kehrblechen in stabile Plastiksäcke (für Bauschutt) zu füllen und diese verschnürt nach unten zu transportieren, oder wenn möglich direkt über eine Bauschuttrutsche aus dem Dachraum in einen Container zu befördern. Mit Hilfe eines leistungsfähigen Industriestaubsaugers können kleinere Kotmengen entfernt werden. (→ Arbeitsschutz).

VORRICHTUNGEN ZUM SCHUTZ DER BAUSUBSTANZ VOR KOT UND URIN

Durch Kot und Urin besonders gefährdet sind Bauteile direkt unter den Hangplätzen (Abb. 8). Dort liegen oft Kotansammlungen in beeindruckenden Mengen, insbesondere, wenn bisher keine regelmäßige (jährliche) Reinigung erfolgt ist.



Abbildung 8. Massive Kotalagen auf dem waagerechten Balken unter einem Hangplatz. (Foto: J. Meinhardt)

Nach der Entfernung der Exkreme ist oft deutlich zu sehen, dass die darunterliegenden Bauteile verfärbt sind und Feuchtigkeit aus den Ausscheidungen aufgenommen haben (Abb. 9)



Abbildung 9. Holzboden unterhalb eines Hangplatzes mit Kotalage und nach deren Entfernung. (Fotos: J. Meinhardt)

Bestandteile der Exkremente sind in die Materialien eingedrungen, woraus **Feuchte- und auch Salzbelastungen** resultieren. Aus diesem Grund dürfen solche Bereiche nicht direkt mit diffusionsdichten Folien belegt werden. Wasserdichte und extrem wasserdampfdurchlässige Folien (z.B. NOVIPRO UDB210, Unterspannbahn) müssen auf Unterkonstruktionen angebracht werden, die eine Belüftung der bereits durch Feuchte- und Salzeintrag belasteten Flächen/ Bauteile erlaubt. Geeignet sind Paletten aus Holz oder eigene Konstruktionen dieser Art.

Die Folien haben eine textile Haptik, so dass die Fledermäuse sich anhängen können. An senkrechten Balken werden die Folien mit dem Tacker so befestigt, dass keine Taschen entstanden, in denen sich die Fledermäuse verfangen können. Hier können diffusionsoffene Materialien ohne Unterkonstruktion verwendet werden.

Waagerechte Balken erhalten einen Drahtunterbau in der Geometrie eines Spitzdaches, um einen belüfteten Raum zwischen Bauteil und Schutzfolie herzustellen. Das Drahtgeflecht auf waagerechten Bauteilen wird mit einer diffusionsdichten Folie abgedeckt. Die Kehlen am unteren Rand werden mit kompostierbarer Katzenstreu gefüllt, um ablaufenden Urin aufzusaugen und auch eine gewisse Geruchsminderung zu bewirken (z.B. „Cats Best“ Öko-Katzenstreu aus 100% natürlichen Pflanzenfasern; siehe Abb. 10 und Abb. 11).



Abbildung 10. Abdeckung des schrägen Balkens und die Drahtkonstruktionen auf den senkrechten Balken mit seitlichen Rinnen für die Katzenstreu. (Fotos: J. Meinhardt)

Dieses Gestell kann prinzipiell auch aus anderen Materialien gefertigt werden. Wichtig hierbei sind der Schutz der abgedeckten Holzkonstruktion vor direkter Folieneinlage und unkomplizierte Pflegeprozesse.



Abbildung 11. Drahtkonstruktionen auf den senkrechten Balken mit seitlichen Rinnen für die Katzenstreu (Detail). Es empfiehlt sich, diese Rinnen etwas größer auszuführen als im Bild zu sehen. (Fotos: J. Meinhardt)

Nach der Wochenstubensaison werden die Folien abgenommen und entweder komplett entsorgt oder gereinigt und wiederverwendet. Im Zuge der Reinigung sollte kontrolliert werden, ob die Schutzvorrichtungen dicht und groß genug sind.

ARBEITSSCHUTZ

Beim Kontakt mit den Tieren oder ihrem Kot sind Gesundheits- und Arbeitsschutzbelange berührt.

Abgesehen von den durch die Gefahrstoff- und Biostoffverordnung vorgegebenen Schutzmaßnahmen, auf die im Folgenden eingegangen wird, sollten v. a. im Blick auf die ehrenamtlich tätigen Fledermausfreunde **allgemeine Empfehlungen für das Arbeiten in Dachräumen** historischer Gebäude beherzigt werden.

Die Arbeiten in den Dachräumen sollten **nie alleine** ausgeführt werden, sondern immer mindestens zwei Personen anwesend sein, damit Verletzten sofort geholfen werden kann. Es besteht in diesen alten, nicht DIN-gerechten Bauwerken grundsätzlich eine erhöhte **Gefahr abzustürzen** oder durch den Boden zu brechen, in Nägel zu treten oder zu greifen und sich den **Kopf an Balken und Streben zu stoßen**. Die Dachräume sind oft dunkel, der Aufstieg beschwerlich, die Durchgangshöhen sind gering, am Boden liegen außer Gebrauch genommene Utensilien. Für diese möglichen Gefahren sollten die Helfer sensibilisiert werden.

Für Arbeiten in Fledermausquartieren greifen die **Gefahrstoffverordnung** (Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, GefStoffV) und die **Biostoffverordnung** (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen-BioStoffV; Anhang: Gesetzliche Grundlagen).

Die Holzkonstruktionen in den Sommerquartieren der Fledermäuse sind häufig mit **Holzschutzmitteln** behandelt, insbesondere, wenn es sich um Baudenkmale handelt. Biozide im Holz, die vor 1990 aufgebracht wurden (DDT, Lindan, PCP), fallen unter die Gefahrstoffverordnung, die Räume, meist Dachräume, sind damit als kontaminierte Bereiche einzustufen. Nicht immer ist bekannt, wann welche Wirkstoffe auf die Hölzer aufgebracht wurden, so dass grundsätzlich die vorsorgliche Analyse wenigstens einer Holzmischprobe von den Holzoberflächen empfohlen wird, um Rückstände von Holzschutzmitteln (DDT, Lindan, PCP usw.) nachzuweisen (→ Literatursammlung: MATE-Abschlussbericht und MATEKUR-Bericht). Der Staub in diesen oft selten begangenen Räumen kann abgelöste Holzfasern enthalten und deshalb ebenfalls stark belastet sein.

Exkremente von Fledermäusen sind als biologische Arbeitsstoffe Vorschriften der Berufsgenossenschaften unterworfen (Pilze, Viren). Deshalb wird vorgeschlagen, dass auch in Quartieren, die nachweislich von Holzschutzmitteln unbelastet sind, eine vereinfachte Schutzausrüstung verwendet wird. Staubbichter Anzug und Papiermaske sowie ein Satz Gummihandschuhe kosten weniger als 5 €. Sie sollten für die verantwortlichen Gebäudepfleger vorgehalten werden. Diese Empfehlung erscheint auch sinnvoll, weil die Dachräume ohnehin oft durch **Taubenkot** verunreinigt sind, der häufig mit krankheitserregenden Mikroorganismen belastet ist.

Arbeiten in kontaminierten Bereichen erfordern also **Schutzmaßnahmen vor allem gegen Stäube**, die inhaliert oder in andere Bereiche des Gebäudes verschleppt werden. Einerseits sind daher

Körperschutzmaßnahmen erforderlich, andererseits räumliche Trennungen zwischen belasteten und unbelasteten Bereichen, die über staubdichte Türen und Wände erfolgt. Der Zugang wird durch eine Schleuse gewährt, in der die persönliche Schutzausrüstung an- und abgelegt wird. Diese Bedingung ist mit verhältnismäßig geringem Aufwand zu erfüllen.

Die Schleuse besteht im einfachen Fall aus einem mit Folie bespanntem Lattengerüst, 2,5m hoch, 1,5m breit und 2m lang, das beidseitig mit staubdichten Reißverschluss Türen ausgestattet ist. In der Schleuse befinden sich Haken zum Aufhängen der Kleidung, eine Waschschüssel, ein Kanister mit 10l Wasser, 1 Leerkar, Seife und Handtuch. Diese Schleuse kann in den kontaminierten Bereich hineinragen oder davor angebracht werden. Die Kosten für diese Einrichtung betragen ca. 700 €, wenn sie von einem Zimmermann oder Tischler installiert wird. Ein entsprechender Bauplan kann von der Projektgruppe angefordert werden.

Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass durch das Einrichten einer Schleuse keine Fledermäuse ausgesperrt oder eingeschlossen oder Durchflugöffnungen versperrt werden.

Zur Arbeit im kontaminierten Bereich ist sodann eine „**persönliche Schutzausrüstung**“ anzulegen, die im Wesentlichen aus Schutzanzug, Atemmaske, Handschuhen und geeigneten Schuhen besteht. **Schutzanzüge** werden, grob gesagt, in zwei Qualitäten angeboten: Staubdicht oder dampfdicht. Für Untersuchungszwecke reichen staubdichte Anzüge, die pro Stück mit 3 – 4 €/Anzug preiswert sind.

Als **Schutzmaske** sollte eine Halbmaske mit Kombifilter verwendet werden, die angenehmer zu tragen ist als die oft verwendeten weißen Papiermasken und wesentlich besser schützt. Die Masken halten je nach Filtereinsatz sowohl Stäube als auch Gase zuverlässig fern und können einschließlich Filter für 20 – 30 € erworben werden.

Als **Handschuhe** sind säurebeständige Gummihandschuhe zu verwenden, die mit Baumwoll-Unterhandschuhen getragen werden, um schnelle Schweißbildung zu verhindern.

Am Bau zugelassene Sicherheitstiefel verhindern Verletzungen und sind für 25 € zu haben.

Bei stark staubenden Tätigkeiten sollte außerdem eine **Schutzbrille** getragen werden, ca. 10 €.

Das gesamte Paket kann in Arbeitsschutzläden und im Internet erstanden werden. Die Schutzausrüstung verbleibt in der Schleuse, wobei unbeschädigte Anzüge durchaus mehrfach (von der gleichen Person) getragen werden können. Für Arbeiten unter einer Schutzmaske gibt es arbeitsrechtliche Vorschriften. Sollte es sich um größere Arbeiten handeln, ist nach 2 Stunden Maskentragen eine Erholungspause erforderlich. Auch dürfen nur Personen mit Maske länger arbeiten, die eine entsprechende Vorsorgeuntersuchung erfolgreich bestanden haben. Auch bei älteren Freiwilligen ist darauf zu achten, dass entsprechende Erholungszeiten mit Flüssigkeitszufuhr eingehalten werden. Die Ausrüstung ist persönlich, d.h. sie darf nicht weitergegeben oder getauscht werden. Bei kurzen Begehungen wird keine Schleuse aufgebaut werden. Hier sind vereinfachte

Verfahren sinnvoll, z.B. die Verwendung staubdichter Schutzanzüge, von Papiermasken mit Ventil und von einfachen Gummihandschuhen, die beim Verlassen des Bereichs abgelegt, verpackt und sofort entsorgt werden. Alternativ (und sinnvoll) kann natürlich auch hier eine Halbmaske mit Filter verwendet werden.

Fledermäuse sind wie alle Wildtiere Träger von **Ektoparasiten** wie beispielsweise Fledermausfliegen, Wanzen, Flöhe oder Milben. Auch wenn die meisten Arten sehr wirtsspezifisch sind und nur auf Fledermäusen oder sogar nur auf einzelnen Fledermausarten überleben, ist es möglich, dass Parasiten im Kot der Tiere aufzufinden sind. Nur durch direkten Kontakt mit Speichel (wenn man von einer Fledermaus gebissen wird) ist eine Übertragung von **Tollwut** möglich. Bei direktem Kontakt mit Fledermäusen oder ihrem Kot sollten deshalb immer Schutzhandschuhe getragen werden.

BEISPIELE GUTER FACHLICHER PAXIS

Kirche Großkröbitz (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen):

Dachsanierung begünstigt Fledermausvorkommen

Im Dach der Kirche von Großkröbitz (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen) wurde im Jahr 2000 eine vereinzelte Nutzung durch Kleine Hufeisennasen (Abb. 12) und Langohrfledermäuse festgestellt. In Folge dessen wurde 2001 in enger Abstimmung mit der Kirchgemeinde das zentrale Dachfenster (Abb. 13) so umgestaltet, dass Fledermäuse dauerhaft ein- und ausfliegen können. Es wurde mit dieser Maßnahme insbesondere dafür gesorgt, dass keine Tiere unbewusst im Dachraum eingeschlossen werden können (durch Schließen des Fensters) und so besonders für die Kleinen Hufeisennasen stets ein freier Zugang möglich ist, ohne dass durch das offene Fenster Regen in den Dachraum eindringen kann. In den Folgejahren konnte eine kontinuierliche, jährliche Nutzung des Dachraums dokumentiert werden. Da durch Verwitterung zunehmend Schäden an der Dachhaut und dem Dachanschluss auftraten, erfolgte im Jahr 2013 unter Berücksichtigung des Fledermausvorkommens die Neueindeckung, im Zuge derer auch die Hangplatzeigenschaften verbessert werden sollten. Allerdings fielen die Baumaßnahmen in die Sommersaison. Aufgrund zeitlicher Zwänge und der geringen Koloniegröße wurde durch die Untere Naturschutzbehörde entschieden, dass die Verbesserung der Quartierbedingungen wichtiger ist als die durch die Dacharbeiten verursachte unmittelbare Störung in einer Saison. In dem Zusammenhang ist auch die Vermörtelung der Ziegel und des Dachfirstes zu sehen, durch die die Raumtemperatur angehoben und die Zugluft reduziert wurde. Nach der Dacherneuerung wurde 2014 darüber hinaus eine „Hot-Box“ im Firstbereich eingebaut. Diese wurde ab 2015/16 von den Kleinen Hufeisennasen besiedelt. Aufgrund der verbesserten Bedingungen erscheint ein langsamer Bestandszuwachs der Wochenstube in der Kriche von Großkröbitz möglich.

Wegen der geringen Größe der Population und des geringen Anfalls von Exkrementen wurden bisher keine besonderen Schutzmaßnahmen gegen Schäden durch die Ausscheidungen ergriffen. Der Kot wird regelmäßig aufgekehrt.



Abbildung 12. Dachsanierung der Kirche von Großkröbitz: In der Sommersaison 2013, war der Dachstuhl für die Fledermäuse gar nicht nutzbar. (Foto: M. Biedermann)



Abbildung 13. Dauerhaft gesicherte Einflugsöffnung in Form eines geteilten Fensters). Im oberen Fünftel des Fensters wurde das Glas entfernt und mit einer Fensterleiste neu abgeschlossen. Foto: (I. Karst)



Abbildung 14. Vier kleine Hufeisennasen im Wochenstubenquartier (das Tier links trägt ein Jungtier) am 19.07.2016. (Foto: M. Biedermann)

Kirche Altenberga (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen):

Naturschutz und Denkmalsicherung Hand in Hand

Seit Jahrzehnten besiedelt eine der größten Wochenstuben der Kleinen Hufeisennase Thüringens die Kirche von Altenberga (FFH-Objekt 27, EU-Nr. 5135-304). Das Dach der Kirche musste 2001/02 saniert werden, da Wasserschäden auftraten. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden zuvor den Kleinen Hufeisennasen experimentell Hangplätze mit unterschiedlichen Eigenschaften im Dachstuhl angeboten. Mit Infrarot-Videokameras wurde beobachtet, welche Materialien die Tiere bevorzugten und welche klimatischen Bedingungen an den Hangplätzen herrschten (Breitenbach 2009). Es wurde u.a. beobachtet, dass die Innenseiten der neu zu installierenden Ziegel zu glatt waren und den Hufeisennasen keinen Halt boten.

Als Ergebnis der Testreihe wurden die Ziegel nach der Eindeckung innen mit Mörtel bespritzt (Abb. 16), um den Kleinen Hufeisennasen als griffige Hangplätze dienen zu können. Die Dachsanierung erfolgte in einem zweistufigen Verfahren (Abb. 15): Im ersten Winterhalbjahr wurden nur Teilbereiche neu gedeckt, dazu unterschiedlich in Einfachdeckung im Bereich der Hangplätze und in den anderen Dachabschnitten in Doppeldeckung. Im zweiten Winterhalbjahr wurden die verbliebenen alten Ziegelbereiche ausgetauscht. Das Quartier wurde nach dieser Sanierung wieder von den Kleinen Hufeisennasen bezogen.

Wenige Jahre später störten verwilderte Haustauben durch große Unruhe die Wochenstube, was zu einem Bestandseinbruch der Kleinen Hufeisennasen führte. Folglich wurden die Einflugöffnungen etwas verengt bzw. mit einem Taubenschutz versehen (Abb. 17). Dabei wurde der mögliche Anflugbereich der Tauben mit einem steilen „Rutschbrett“ versehen, so dass ein Landen von Tauben verhindert wird (Tauben landen meist auf einem Sims/Fensterbrett, bevor sie in einen Dachboden eindringen).

Im zeitigen Frühjahr 2016, bevor die Fledermäuse aus dem Winterschlaf zurückkehrten, konnte der poröse First mit Hilfe von Naturschutzfördergeldern komplett erneuert werden. Der First wurde mit einem dichten Anschlussband versehen, sodass der für die Fledermäuse wichtige Wärmestau im Firstbereich weiterhin eintritt.

In jedem Herbst wird die vergleichsweise geringe Menge Kot der Kleinen Hufeisennasen entfernt (aufgekehrt).



Abbildung 15. Im Winterhalbjahr 2001/02 wurde ein Viertel der Dachsüdseite (links) der Kirche von Altenberga noch im alten Zustand belassen und erst im Folgewinter neu gedeckt, um den Kleinen Hufeisennasen im Sommer 2002 einen vertrauten Rückzugsbereich mit unveränderten Hangplatzeigenschaften zu belassen. (Foto: I. Karst)



Abbildung 16. An die Innenseiten der Ziegel wurde Mörtel gespritzt, um diese für die Fledermäuse griffiger zu machen (im Bild grau). (Foto: FSU Jena)



Abbildung 17. Das Aussperren von verwilderten Tauben und gleichzeitige Beibehalten von Ein- bzw. Ausflugsöffnungen für die Kleinen Hufeisennasen stellte eine der Herausforderungen dar, die für jedes Objekt eine individuelle Lösung erforderlich macht. (Foto: M. Biedermann)

Kirche Orlamünde (Saale-Holzland-Kreis, Thüringen):

Beachtung der Flugwege im Zuge der Turmsanierung

Die Stadtkirche St. Marien in Orlamünde (Abb. 18) ist als FFH- Objekt Nr. 25a (EU-Nr. 5235-302) gemeldet. Der Dachboden des Kirchenschiffes dient der Kleinen Hufeisennase mit ca. 90 Tieren als Wochenstube. Alle Tiere nutzten zwei Fensteröffnungen im unteren Bereich des Kirchturms als Ein- und Ausflughöffnungen, sodass der Flugweg traditionell vom Dachboden des Kirchenschiffes in den Turm und über den Treppenaufgang zu den Fensteröffnungen führte.

2015 erfolgte die grundhafte Instandsetzung der Dachhaut des Kirchturmes sowie des Anschlusses von Kirchenschiff zu Kirchturm. Durch frühzeitige Berücksichtigung des Fledermausschutzes bereits in der Planungsphase konnte unter Beteiligung der zuständigen Unteren Naturschutzbehörde eine beispielhafte Lösung für einen baulichen Eingriff in ein Kirchendach mit Fledermauspopulation gefunden werden. Folgende Maßnahmen wurden unter Abwägung baukonstruktiver Vorgaben und erforderlicher Artenschutzmaßnahmen festgelegt:

Angepasste Bauzeiten: Arbeiten in den Turmbereichen des Flugweges erfolgten im März (vor der Rückkehr der Tiere in die Wochenstuben im Frühjahr); die Arbeiten an der Turmhaube konnten von April bis Oktober durchgeführt werden, der Dachanschluss ans Kirchenschiff erst im Oktober.

Einflugöffnungen: Freihalten der Einflugfenster bei Gerüststellung (Abb. 20), durch Ausrichtung der Gerüstebenen und Verzicht auf Schutzplanen bzw. Schutznetze. Zusätzlich Schaffung einer alternativen Öffnung in der Dachhaut des Kirchenschiffdaches (Einbau einer Gaube; Abb. 19)



Abbildung 18. Kirche Orlamünde. (Foto: D. Fleischmann)



Abbildung 19. Einbau einer neuen Fledermausgaube im Bereich der NW-Seite des Daches über dem Kirchenschiff 2015 mit Anschluss zum Hangwald, in den die Kleinen Hufeisennasen fliegen. (Foto: M. Biedermann)

Flugwege: Der Treppenturm konnte auch während der Bauphase als Flugweg genutzt werden. Die oberen Turmbereiche wurden durch eine temporäre Schutztrennwand (Abb. 21) abgetrennt, damit sich keine Tiere dorthin verfliegen und die Hangplätze der Tiere vor baubedingten Störungen geschützt werden (Staub, Zugluft, Beleuchtung etc.). Die Bauarbeiter gelangten über einen Gerüsttreppenturm in die oberen Turmbereiche.

Ökologischen Baubegleitung: Die Instandsetzungsarbeiten wurden durch einen Sachverständigen für Fledermausschutz begleitet.

Die neu geschaffene Gaube wurde in der Bauzeit (Sommer 2015) von einem großen Teil der Tiere als Ausflugsöffnung genutzt, aber auch aus den Turmfenstern flogen, wie gewohnt, weiterhin Tiere aus. Nach Abschluss aller Instandsetzungsarbeiten bezogen die Kleinen Hufeisennasen wieder ihr angestammtes Quartier in der Kirche von Orlamünde. Der im Vergleich zu anderen Fledermausarten (wie Großes Mausohr) geringe Anfall von Exkrementen machte bislang keine besonderen Schutzmaßnahmen gegen Schäden durch die Ausscheidungen erforderlich. Der Kot soll künftig regelmäßig entfernt werden.



Abbildung 20. Einflug siehe Pfeil, Gerüst wurde großräumig um Öffnung freigehalten (keine Gerüststangen) und nicht mit Planen verkleidet, um Ein- und Ausflug nicht zu behindern. Der Zugang zur Baustelle im oberen Turmbereich erfolgte über einen Gerüsttreppenturm. (Foto: M. Franz)



Abbildung 21. Im Zuge der Turmsanierung vorsorglich abgetrennter Flugraum im Bereich des Eingangs zum Dachraum über dem Kirchenschiff mit den Haupthangplätzen. Der Aufstieg in die oberen Turmbereiche (rechts im Bild) wurde mit Folie abgetrennt um Störungen fernzuhalten. (Foto: M. Biedermann)

Kirche Themar (Landkreis Hildburghausen, Thüringen):

Turmsanierung und Nutzungskonzept mit Wochenstube von Großen Mausohren

Die Stadtkirche St. Bartholomäus in Themar ist als FFH-Objekt Nr. 13 (EU-Nr. 5429-303) gemeldet. Seit Jahrzehnten lebt im Sommer eine Kolonie Großer Mausohren in einer mittleren Etage des Turmes (unter den Glocken und über der Turmuhr; Abb. 22). Seit 2011 existiert für dieses Fledermausquartier ein FFH-Managementplan, in dem fachliche und planerische Grundlagen für die dauerhafte Beibehaltung eines günstigen Erhaltungszustandes dieser Kolonie zusammengefasst dargestellt

werden. Seitdem ist bekannt, dass die Tiere allabendlich durch ein schmales Fenster zwei Etagen unter dem Hangplatz aus- und am Morgen wieder einfliegen.



Abbildung 22. Hangplatz der Kolonie der Großen Mausohren im Kirchturm von Themar, eine Etage unter den Glocken (Foto: W. Schorcht)

2015 wurden umfangreiche Bauarbeiten am Turm durchgeführt. Die komplette Turmhaube musste abgenommen und an der Basis konstruktiv ertüchtigt werden. Grund für die morschen Balken (Befall mit Muschel-Krempfung) war eine vor Jahrzehnten unsachgemäß ausgeführte Dachdeckung (Kehlen eines Schieferdaches mit zu geringer Neigung). Auch die darunterliegende Türmerwohnung, die Glockenaufhängung und die Treppe im Turm wurden instandgesetzt.

Um bei den umfangreichen Baumaßnahmen auch die artenschutzrechtlichen Erfordernisse einzuhalten, wurden frühzeitig die zuständige Untere Naturschutzbehörde (UNB) und sachverständige Fledermauskundler in die Planungen mit einbezogen. Dies führte zu folgenden Festlegungen bzw. besonderen Maßnahmen:

Die UNB erteilte eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung von den Verboten des § 44 Abs. 1 BNatSchG für die Durchführung der notwendigen Baumaßnahmen am Kirchturm mit Auflagen.

Während der Anwesenheit der Fledermäuse (zwischen April und Oktober) durften im Turminnen keine Bauarbeiten durchgeführt werden.

Das Gerüst durfte erst ab dem 20. Juli gestellt werden, weil dann die Jungtiere schon recht weit entwickelt sind und die Fledermausweibchen eine enge Bindung an ihr Quartier besitzen. Das Gerüst ließ die bekannte Ausflugsöffnung großräumig frei, auf die Anbringung von Netzen oder Planen an den großen Gerüstflächen wurde verzichtet (Abb. 23).

Der Zugang der Bauarbeiter erfolgte nicht über die Treppe im Turm sondern über das Gerüst. Das Treppenauge über der Turm-Etage mit dem Fledermaushangplatz wurde mit Holztafeln abgesperrt,

um baubedingte Störungen, wie Lärm und Staub, zu minimieren. Eine ökologische Baubegleitung zur Überwachung der Auflagen des Bescheides wurde beauftragt (sachverständiger Fledermauskundler), damit gleichzeitig weitere Artenschutzbelange (Dohlen, Mauersegler) berücksichtigt.

Die Jungenaufzucht in der ca. 150 Alttiere umfassenden Kolonie der Großen Mausohren konnte dank der o.g. Maßnahmen erfolgreich beendet werden, es kamen keine Tiere zu Schaden. In den darauffolgenden Wintermonaten wurden im Turminnenen die Treppen ausgebessert und die Elektrik erneuert – einschließlich einer neuen Treppenbeleuchtung (Abb. 24). Auch die Beleuchtung wurde an die besonderen Erfordernisse des Fledermausschutzes angepasst. Dies geschah durch Treppenlichtautomatik, damit niemals vergessen wird, das Licht zu löschen sowie durch gedämpfte, verdeckt strahlende LED-Beleuchtung direkt in der Etage mit dem Fledermaushangplatz.

Ein Förderverein will die nun wieder zugängliche Türmerwohnung einem interessierten Publikum zugänglich machen. Da der einzige Weg dorthin durch die Etage mit einem Fledermaushangplatz führt, ist dies nur in einem beschränkten Rahmen möglich. Die notwendigen Regelungen sollen in einem Vertrag zwischen UNB und Eigentümer (Kirchgemeinde) bzw. Nutzer (Förderverein) festgeschrieben werden. Dazu gehören auch Vorkehrungen zum Schutz des Bauwerkes vor den Fledermaus-Exkrementen durch das fachgerechte Auslegen geeigneter Folien, sowie Vereinbarungen zur regelmäßigen Reinigung/Kotberäumung.



Abbildung 23. Das schmale Fenster dient den Fledermäusen als Aus- und Einflug. Das Gerüst wurde großräumig um die Öffnung freigehalten (keine Gerüststangen) und nicht mit Planen verkleidet. (Foto: W. Schorcht)



Abbildung 24. Das neue Treppenlicht im Turm wurde in der Etage mit dem Fledermaushangplatz speziell an die Schutzbedürfnisse angepasst (Foto: W. Schorcht)

HOLZSCHUTZ

Die in Laborversuchen nachgewiesene Sensibilität von Fledermäusen gegenüber Holzschutzmittelbestandteilen führt zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei Holzschutzbehandlungen. Dabei kommt der Bevorzugung des baulichen Holzschutzes gegenüber des chemischen Schutzes besondere Bedeutung zu. Hierzu zählt die Verwendung resistenter Materialien (siehe hierzu die Resistenzklassen), die Gestaltung der Oberflächen und der Schutz vor Feuchtigkeit in Form von Niederschlägen oder Kondensatbildungen. An Bedeutung gewinnt auch der biologische Holzschutz durch Nutzinsekten.

Behandlungen mit **Holzschutzmitteln** oder Begasungen sollten so geplant werden, dass diese rechtzeitig (etwa zwei Monate) vor Ankunft der Tiere abgeschlossen werden, so dass die Fixierung der aktiven Substanzen stattfinden kann und die Lösungsmittel abdunsten können (Beispiele für den Einsatz von Permethrin und Borsalzen in Reiter & Zahn 2005). Festzustellen ist jedoch, dass manche Arten, wie beispielsweise die Abendsegler, das ganze Jahr hindurch an und in Gebäuden anzutreffen sind.

Die schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz hat eine Liste fledermausverträglicher Holzschutzmittel (→ Literatursammlung) herausgegeben, die in der Version vom 7.4.2014 drei Risikogruppen von Mitteln benennt, die nach ihrer Verträglichkeit geordnet sind. Die benannten Produkte sind die einzigen, die in Anwesenheit von Fledermäusen für erlaubt erklärt werden.

- Gruppe **grün**: Produkte können in Abwesenheit von Fledermäusen auch in Quartieren von vom Aussterben bedrohten Arten eingesetzt werden.
- Gruppe **blau**: Produkte, im Wesentlichen vorbeugend wirksame Holzschutzmittel auf Bor-Basis, dürfen verwendet werden mit Ausnahme der Hangplätze und der Ein/Ausflugöffnungen.
- Die Mittel der dritten Gruppe, **rot**, dürfen nicht in Quartieren von Fledermäusen verwendet werden, hier handelt es sich im Wesentlichen um Permethrin gegen Insektenbefall.

Allerdings ist auch mit dem Biozid Permethrin vorsichtig umzugehen, zumal eine effektive Behandlung des Holzes nur mit organischen Lösungsmitteln sinnvoll ist. Aus dem genannten Grund ist eine weiter reduzierte Anwendung vorzuschlagen, die im folgenden Dachaufriss zониert ist:

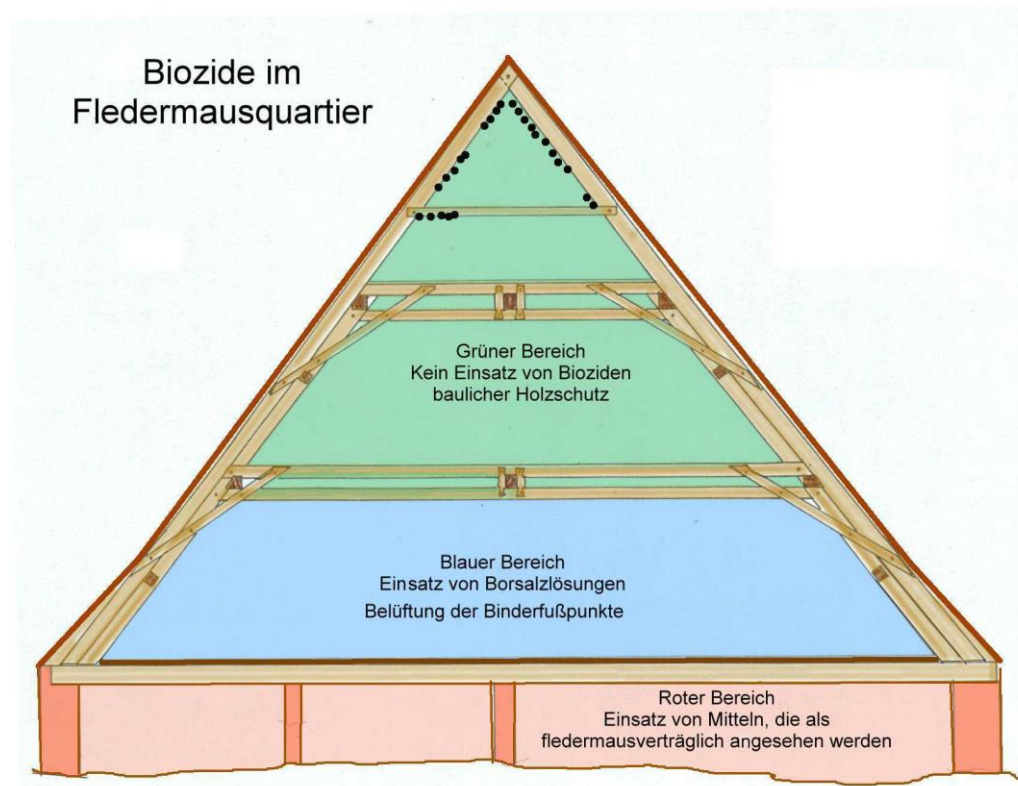


Abbildung 25. Einteilung der Holzschutzmittel in 3 Klassen.

AKTIVER FLEDERMAUSSCHUTZ

Wie die Beispiele der guten fachlichen Praxis zeigen, können gemeinsam durchgeführte und abgestimmte Maßnahmen sowohl dem Denkmal- als auch dem Artenschutz dienen und Konflikte gelöst oder vermieden werden. Bereits mit kleinen Maßnahmen ist es möglich, Fledermäusen attraktive Quartierangebote zu machen (Dietz & Weber 2000). So sollten aus Sicht des Fledermausschutzes bisher verschlossene Dachböden, sofern sie nicht in der Vergangenheit eine chemische Holzschutzbehandlung erfahren haben, für Fledermäuse geöffnet werden. Im Dachraum können mit wenigen baulichen Maßnahmen Quartierangebote geschaffen werden.

Auf Initiative verschiedener Bundesländer und Naturschutzorganisationen wurden und werden Menschen ausgezeichnet, die sich aktiv für den Artenschutz an Gebäuden einsetzen (Abb. 26). Dazu zählen beispielhaft die Plaketten der Aktion „FLEDERMAUSFREUNDLICH“ in Thüringen (www.fmthuer.de) oder der Aktion „FLEDERMAUS KOMM INS HAUS“ in Sachsen (<http://www.lanu.de/de/Bewahren/Fledermaus.html>) sowie die bundesweite Aktion des Naturschutzbundes Deutschland NABU „Lebensraum Kirchturm“ (<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/lebensraum-kirchturm/>).



Abbildung 26. Plakette der Aktion „FLEDERMAUSFREUNDLICH“ des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz. (Foto: M. Biedermann)

SCHLUSSBEMERKUNG

Das gleichzeitige Bewahren der historischen Bausubstanz wie des Fledermausquartiers ist in der Regel ohne größere Schwierigkeiten möglich, wenn sich die Beteiligten rechtzeitig abstimmen. Nur selten gefährden die Tiere die Bausubstanz. Bei Instandsetzungen kann fast immer auf ihre Belange so Rücksicht genommen werden, dass der zusätzliche Aufwand dafür zumutbar bleibt. Entscheidend ist der Wille im Interesse der Sache zu handeln und das gegenseitige Verständnis aller Beteiligten.

Arbeitsschutzaspekte sind bei der Pflege von Fledermausquartieren zu berücksichtigen.

ANHANG

1 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Eigentümer und Nutzer von Baudenkmälern, die von Fledermäusen bewohnt werden, sind gut beraten, sich frühzeitig hinsichtlich der Naturschutz- und der Denkmalschutzbelange kundig zu machen. Kenntnisse über die spezifischen Eigenschaften von Fledermausquartieren helfen jedoch auch, an nicht denkmalgeschützten Objekten Konflikte zu vermeiden und Baumaßnahmen fledermausverträglich vorzubereiten und umzusetzen. Die entsprechenden Gesetze geben den Rahmen der Genehmigungsverfahren vor, der bei Ortsterminen und in Abstimmungsgesprächen mit den Vertretern der Denkmalschutz- und Naturschutzbehörden auszugestalten ist.

1.1 FLEDERMAUSCHUTZ

Fledermäuse sind in allen europäischen Ländern geschützt. Der Schutz von Fledermäusen ist im Völkerrecht, im Europäischen Recht sowie im Nationalen Recht für Deutschland geregelt.

Das **Washingtoner Artenschutzübereinkommen (WA/CITES)** von 1973 gilt als Grundbaustein der weltweiten Bemühungen zum Erhalt der Artenvielfalt. In der Berner Konvention von 1979 wurden – mit Ausnahme der Zwergfledermaus – alle einheimischen Fledermausarten als gefährdete Arten eingestuft. Im **Bonner Übereinkommen** zur Erhaltung der wandernden Tierarten werden Fledermäuse berücksichtigt. Das „Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen“ (**EUROBATS**) von 1991 befasst sich u. a. noch einmal besonders mit den fernziehenden Fledermausarten.

Im europäischen Recht führt die EU-Artenschutzverordnung zu einem unmittelbaren Schutz aller Fledermausarten. Die **Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (Richtlinie Nr. 92/43/EWG; FFH-RL)** von 1992 greift auf das Bonner Übereinkommen zurück und ist Grundlage für den Aufbau des europäischen Schutzgebietssystems „NATURA2000“. Im **Anhang II** der FFH-RL sind *„Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen“* aufgelistet. Zu diesen Arten zählen die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*), die Große Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*), die Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*), das Große Mausohr (*Myotis myotis*), die Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*) sowie die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*).

Diese Schutzgebiete werden von den einzelnen Bundesländern an das Bundesamt für Naturschutz gemeldet. Da oftmals auch besonders bedeutende Fledermausquartiere Bestandteil der Schutzgebietskulisse sind, werden diese meist als flächenlose punktuelle Teilgebiete ausgewiesen. Arten, die im **Anhang IV** aufgeführt sind, sind besonders selten und schützenswert, so dass ihre

„Lebensstätten“ in ganz Europa weder beschädigt noch zerstört werden dürfen. Diese Arten umfassen alle Arten des Anhang II sowie alle bekannten Fledermausarten Europas. (weitere Informationen unter www.ffh-gebiete.de)

Laut FFH-RL sind Maßnahmen festzulegen, die für die Erhaltung der dort vorkommenden Lebensräume und Arten notwendig sind. Außerdem ist für alle heimischen Fledermausarten ein Monitoringsystem zu etablieren. Welche Maßnahmen im Detail geplant und umgesetzt werden, ist meist in so genannten Managementplänen festgehalten

Das **Bundesnaturschutzgesetz** setzt die völker- und europarechtlichen Verpflichtungen in deutsches Recht um und regelt den Schutz der Fledermäuse. Die rechtlichen Grundlagen des Artenschutzes werden besonders im Kapitel 5 „Schutz der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten, ihrer Lebensstätten und Biotope“ und besonders in den §§ 39 (Verbot der Störung und des Fangs wildlebender Arten; Störungsverbot für Winterquartiere), 44 (Vorschriften für besonders geschützte und bestimmte andere Tier- und Pflanzenarten) und 45 (Ausnahmen) geregelt.

Hierbei ist zu beachten, dass sich die gesetzlichen Regelungen nicht nur auf die Arten selbst beziehen, **sondern auch die Fortpflanzungs- und Ruhestätten schützen!** Zahlreiche Ausnahmeregelungen u. a. für die ordnungsgemäße Forst- und Landwirtschaft lockern den strengen Schutz auf. Dies ist allerdings nur möglich, wenn es keine Alternativen gibt und der Erhaltungszustand der Populationen der betroffenen Arten nicht verschlechtert wird.

1.2 DENKMALSCHUTZ

Der Denkmalschutz fällt in der Bundesrepublik Deutschland unter die Kulturhoheit der Länder, die entsprechende Gesetze erlassen. Diese Gesetze beinhalten auch Kriterien, die ein Bauwerk oder eine Gebäudegruppe, ein Ensemble, erfüllt, das als Baudenkmal besonders geschützt ist. Im Eintrag in der Denkmalliste oder im Denkmalinventar, das im allgemeinen vom zuständigen Landesamt für Denkmalpflege geführt wird, sind die spezifischen Denkmaleigenschaften des Objektes beschrieben.

Vorrangiges Ziel der **Denkmalschutzgesetze** sind der dauerhafte Erhalt, die Pflege, der Denkmäler.

Im Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt heißt es beispielsweise: „(§1) Es ist die Aufgabe von Denkmalschutz und Denkmalpflege, die Kulturdenkmale als Quellen und Zeugnisse menschlicher Geschichte und prägende Bestandteile der Kulturlandschaft nach den Bestimmungen des Gesetzes zu schützen, zu erhalten, zu pflegen und wissenschaftlich zu erforschen. Der Schutz erstreckt sich auf die gesamte Substanz eines Kulturdenkmals einschließlich seiner Umgebung, soweit diese für die Erhaltung, Wirkung, Erschließung und die wissenschaftliche Forschung von Bedeutung ist.“

Das bedeutet, dass Schäden von diesen Objekten fernzuhalten sind, weshalb Veränderungen, Eingriffe in ihre Bausubstanz und ihr Erscheinungsbild, genehmigungspflichtig sind.

Das Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt sagt ausdrücklich aus, dass „Einer Genehmigung durch die zuständige Denkmalschutzbehörde bedarf, wer ein Kulturdenkmal

1. Instand setzen, umgestalten oder verändern,
2. in seiner Nutzung verändern,
3. durch Errichtung, Wegnahme oder Hinzufügen von Anlagen in seiner Umgebung im Bestand und Erscheinungsbild verändern, beeinträchtigen oder zerstören,
4. von seinem Standort entfernen,
5. beseitigen oder zerstören will.“

Zuständig für diese Genehmigungen und erster Ansprechpartner sind die Unteren Denkmalschutzbehörden, meistens bei den Stadt- oder Kreisverwaltungen angesiedelt, im Konfliktfall die Oberen Denkmalschutzbehörden auf Landesebene (in Sachsen-Anhalt das Landesverwaltungsamt, in Sachsen die Landesdirektionen, in Thüringen das Landesverwaltungsamt) und die Oberste Denkmalschutzbehörde, das Kultusministerium. Die Landesämter für Denkmalpflege nehmen die Fachaufsicht und fachliche Beratung der Eigentümer und Behörden wahr.

Ebenso wie die Landeskirchen haben die staatlichen Schlösserverwaltungen oder die mit der Verwaltung dieser besonderen Immobilien betrauten Stiftungen oder Gesellschaften in der Regel eigene Bauabteilungen. Häufig sind diese Träger direkt der Oberen oder Obersten Denkmalschutzbehörde unterstellt.

Die Texte der Denkmalschutzgesetze sind im Internet verfügbar.

1.3 ARBEITSSCHUTZ

Für Arbeiten in Fledermausquartieren sind zwei Bereiche der Arbeitsschutzgesetzgebung (Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit – ArbSchG) besonders zu beachten: die **Gefahrstoffverordnung** (Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, GefStoffV) und die **Biostoffverordnung** (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen-BioStoffV; → Literatursammlung).

Die hölzernen Dachwerke, die die Fledermäuse als Sommerquartiere nutzen, sind häufig mit **Holzschutzmitteln** behandelt, insbesondere, wenn es sich um Baudenkmale. Die Ergebnisse des Projekts MATE (→ Literaturhinweise) haben gezeigt, dass historische Dachkonstruktionen im 20. Jh. sehr oft (auch wiederholt) mit Holzschutz- und/oder Flammschutzmitteln behandelt wurden, weshalb zunächst grundsätzlich von einer Behandlung und einer chemischen Belastung ausgegangen werden

sollte, auch wenn keine entsprechenden Karten im Dachraum hängen oder andere Dokumente bekannt sind. Der Staub in diesen oft selten begangenen Räumen kann abgelöste **Holzfasern** enthalten und deshalb ebenfalls stark belastet sein.

Biozide im Holz, die vor 1990 aufgebracht wurden, fallen unter die Gefahrstoffverordnung. Die betroffenen Räume, meist Dachräume, sind damit als „kontaminierte Räume“ einzustufen, mit der Folge, dass eine Reihe von Vorschriften und Einschränkungen zu beachten sind. So entsteht für die Eigentümer eine **Erkundungspflicht** und, je nach Ergebnis, die Verpflichtung zum Aufstellen von Regeln für dort Beschäftigte.

Arbeiten in kontaminierten Bereichen erfordern folglich **Schutzmaßnahmen** vor allem gegen Stäube, die inhaliert oder in andere Bereiche des Gebäudes verschleppt werden. Einerseits sind daher Körperschutzmaßnahmen erforderlich, andererseits räumliche Trennungen zwischen belasteten und unbelasteten Bereichen. Zu berücksichtigen sind die Vorschriften der Berufsgenossenschaft, insbesondere die BGR 128 und die BGR/GUV-R 190 für das Tragen von Schutzmasken. Die räumliche Trennung von belastetem und unbelastetem Raum erfolgt über staubdichte Türen und Wände.

Die Exkremente von Fledermäusen sind inzwischen als biologische Arbeitsstoffe **Vorschriften der Berufsgenossenschaften** unterworfen (Pilze, Viren). Deshalb sollte auch in Quartieren, die nachweislich von Holzschutzmitteln unbelastet sind, eine Schutzausrüstung verwendet werden. Diese Empfehlung erscheint auch sinnvoll, weil die Dachräume zusätzlich oft durch Taubenkot verunreinigt sind, der häufig mit krankheitserregenden Mikroorganismen belastet ist.

2. FRAGEN UND ANTWORTEN

Sind Fledermäuse gefährlich?

Alle einheimischen Fledermäuse ernähren sich ausschließlich von Insekten und Spinnen und sind somit nicht nur ungefährlich für den Menschen, sondern sogar nützliche „Mitbewohner“. Nur bei direktem Kontakt mit dem Speichel (z.B. durch einen Biss) besteht ein Infektionsrisiko. Deshalb sollten Sie Fledermäuse nicht bzw. nur im Notfall und mit Handschuhen anfassen.

An wen wende ich mich, wenn ich Fragen zum Fledermausschutz an Gebäuden habe?

Für Fragen zum Fledermausschutz oder Artenschutz im Allgemeinen im Zusammenhang mit Bauvorhaben kontaktieren Sie die Untere Naturschutzbehörde in Ihrem Landratsamt bzw. ihrer Stadt. Dort erhalten Sie auch Kontakte zu Experten oder ehrenamtlichen Fledermausschützern, die das

betroffene Gebäude in Augenschein nehmen und das geplante Bauvorhaben gegebenenfalls begleiten können.

Darf ich überhaupt Baumaßnahmen durchführen, wenn Fledermäuse im Gebäude nachgewiesen wurden? Was muss ich beachten?

Grundsätzlich ist vorab zu prüfen, ob Fledermäuse oder andere geschützte Arten betroffen sind. Es ist sicherzustellen, dass bei einem Bauvorhaben keine geschützten Arten beeinträchtigt, verletzt oder gar getötet werden. Weiterhin darf gerade bei Fledermäusen auch das Quartier nicht in seiner Qualität beeinträchtigt werden. Sind im Gebäude Fledermäuse oder andere geschützte Arten vorhanden, muss der Bau durch einen Experten mit geplant und begleitet werden. So dürfen in der Regel während der Sommermonate/der Anwesenheit der Tiere keine Maßnahmen durchgeführt werden.

Ich habe während einer Baumaßnahme Fledermäuse entdeckt. Was ist jetzt zu tun?

Bitte stellen Sie die Arbeiten sofort ein und informieren Sie die Untere Naturschutzbehörde. Stellen Sie sicher, dass den Tieren nichts passiert (decken Sie die Tiere wieder ab, verhindern Sie, dass andere Tiere an die Fledermäuse herankommen) und nur im Notfall können Sie die Tiere vorsichtig mit Handschuhen in einen Karton (am besten mit einem Handtuch) setzen.

Ich will die Fledermäuse nicht im Gebäude haben. Kann ich sie nicht einfach umsiedeln?

Fledermäuse nutzen über Jahre hinweg die gleichen Quartiere. Nicht nur die Tiere selbst sondern auch ihre Quartiere sind geschützt. Nur in Ausnahmefällen (z.B. wenn das Quartier durch andere Umstände zerstört werden würde) kann versucht werden, die Tiere umzusiedeln. Dies ist jedoch sehr schwierig und oft nicht erfolgreich und muss auf jeden Fall von der Unteren Naturschutzbehörde genehmigt und begleitet werden

3. ANSPRECHPARTNER

Bei Fragen zum Fledermausschutz oder Artenschutz im Allgemeinen im Zusammenhang mit Bauvorhaben nehmen Sie Kontakt mit der Unteren Naturschutzbehörde auf. In der Regel gibt es in jeder Kreisfreien Stadt bzw. jedem Landkreis eine eigene Untere Naturschutzbehörde.

Kontaktinformationen zu den Koordinationsstellen für Fledermausschutz oder Vereinen, welche sich mit Fledermausschutz und/oder –forschung beschäftigen, finden Sie online unter <http://www.fledermausschutz.de/ansprechpartner/> oder erhalten sie bei der Unteren Naturschutzbehörde.

4. LITERATURHINWEISE

Ausgewählte Internetquellen: (letzter Zugriff am 07.11.2016)

- MATE-Abschlussbericht: www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=234550
- MATEKUR-Bericht: www.baufachinformation.de/forschungsbericht/244418
- Bundesnaturschutzgesetz:
http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf
- Informationen zur FFH-Richtlinie:
www.ffh-gebiete.de und https://www.bfn.de/0316_ggebiete.html
- Informationen zu Fledermäusen in Deutschland:
http://www.ffh-anhang4.bfn.de/ffh_anhang4-fledermaeuse.html
- Fledermäuse in Kirchen – Bats in Churches: <http://www.batsandchurches.org.uk/>
- Artenschutz am Haus: <http://www.artenschutz-am-haus.de/>
- Übersicht der Denkmalschutzgesetze:
<http://www.denkmaliste.org/denkmalenschutzgesetze.html>
- Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Kulturdenkmäler im Freistaat Sachsen (SächsDSchG)
www.recht.sachsen.de/vorschrift/5198-Saechsisches-Denkmalenschutzgesetz
- Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt:
www.lsa.de/denkmalgesetz/
- Thüringer Gesetz zur Pflege und zum Schutz der Kulturdenkmale
<http://landesrecht.thueringen.de/jportal/?quelle=jlink&query=DSchG+TH&psml=bsthueprod.psml&max=true>
- Gefahrenstoff- und Biostoffverordnung bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/Gefahrstoffverordnung.html> und <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/Aktuelle-Informationen/Biostoffverordnung-Neufassung.html>
- Fledermausfreundliche Holzschutzmittel:
<http://www.fledermausschutz.ch/pdf/Holzschutzmittelliste.pdf>

Weitere nützliche Leitfäden oder andere Veröffentlichungen: (letzter Zugriff am 07.11.2016)

- Bats in Traditional Buildings (2009) English Heritage, National Trust and Natural England.
<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/bats-in-traditional->

buildings/batsaccessible20090429095157.pdf/

- Bundesamt für Naturschutz (2016) Schutz gebäudebewohnender Tierarten vor dem Hintergrund energetischer Gebäudesanierung in Städten und Gemeinden. Hintergründe, Argumente, Positionen, Leipzig;
https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/siedlung/Dokumente/Gebaeudebruetende_Tierarten_2016_-_Positionspapier.pdf
- Breitenbach, C. (2009): Untersuchungen zum Quartiernutzungsverhalten der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) nach Dachsanierungsarbeiten am Wochenstubenquartier. Diplomarbeit. Universität Jena
- Dietz, M., & Weber, M. (2000): Baubuch Fledermäuse-Eine Ideensammlung für fledermausgerechtes Bauen. *Arbeitskreis Wildbiologie Universität Gießen*, 223.
- Fairon, J., Busch, E., Petit, T. & Schuiten, M. (2002) Handbuch zur Einrichtung von Dachböden und Türmen der Kirchen und anderer Gebäude. Technische Broschüre Nr. 4, 2. Auflage; Arbeitsgemeinschaft Natur, Region Wallonne, Belgien.
http://fledermaus-bayern.de/content/flmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/handbuch_dachboden_tuerm_belgien.pdf
- Marnell, F. & P. Presetnik (2010): Schutz oberirdischer Quartiere für Fledermäuse (insbesondere in Gebäuden unter Denkmalschutz. EUROBATS Publication Series No. 4. (deutsche Version). 2. aktualisierte Auflage. UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 59 S.
http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/publication_series_no4_german_2nd_edition.pdf
- Schmidt, C. (2014). Fledermausquartiere an Gebäuden. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22958>
- Reiter, G., & Zahn, A. (2006). Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum. *Interreg IIIB Projekt Lebensraumvernetzung*.
http://fledermaus-bayern.de/content/flmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/leitfaden_zur_sanierung_von_fledermausquartieren.pdf

LITERATURVERZEICHNIS

Arletazz, R., De Alencastro, L.F., Grandjean, D., Lutz, M., Sauvain, J.J., Zbinden, K., Zingg, P. (2000): Les Pesticides organochlorés ont-ils contribué au déclin du Petit fer-à-cheval *Rhinolophus hipposideros* en Suisse? - Unpubl. report for BAFU.

Artenschutz am Haus (www.artenschutz-am-haus.de)

Baschnegger, H. (1986): Die Fledermäuse des Vorarlbergs unter spezieller Berücksichtigung des Bregenzerwaldes und der Arten *Plecotus auritus* und *Rhinolophus hipposideros*. Dissertation, Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät Wien, 1986.

Bats and lighting in the UK. Bats and the Built Environment Series. Bat Conservation Trust“ (www.bats.org.uk)(www.bats.org.uk/data/files/bats_and_lighting_in_the_uk__final_version_version_3_may_09.pdf)

Bats and Lighting Research Project (www.batsandlighting.co.uk)

Bats in Traditional Buildings (2009): English Heritage, National Trust and Natural England. (<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/bats-in-traditional-buildings/batsaccessible20090429095157.pdf>)

Bayat, S., Geiser, F., Kristiansen, P., Wilson, S. C. (2014): Organic contaminants in bats: trends and new issues, in: *Environment international*, 63, 2014, 40-52.

Biedermann, M. (1999): Untersuchungen zur Habitatsituation der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) in Mitteleuropa. Diplomarbeit des Institutes für Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1999.

Boldogh, S., Dobrosi, D., Samu, P. (2007): The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences, in: *Acta Chiropterologica*, 9(2), 2007, 527-534.

Breitenbach, C. (2009): Untersuchungen zum Quartiernutzungsverhalten der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) nach Dachsanierungsarbeiten am Wochenstubenquartier. Diplomarbeit Universität Jena, 2009.

Bundesamt für Naturschutz (2016): Schutz gebäudebewohnender Tierarten vor dem Hintergrund energetischer Gebäudesanierung in Städten und Gemeinden. Hintergründe, Argumente, Positionen, Leipzig (www.bfn.de/fileadmin/BfN/siedlung/Dokumente/Gebaeudebruende_Tierarten_2016_-_Positionspapier.pdf)

Bundesnaturschutzgesetz (www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf)

Charta von Venedig (www.charta-von-venedig.de/internationale-charta-zur-konservierung-und-restaurierung.html)

Clark, D. R. (1988): How sensitive are bats to insecticides? In: *Wildlife Society Bulletin* (1973-2006), 16(4), 399-403.

Clark, D. R., Martin, C. O., Swineford, D. M. (1975): Organochlorine insecticide residues in the free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) at Bracken Cave, Texas, in: *Journal of mammalogy*, 56(2), 1975, 429-443.

Clark, D. R., Kunz, T. H., Kaiser, T. E. (1978): Insecticides applied to a nursery colony of little brown bats (*Myotis lucifugus*): lethal concentrations in brain tissues, in: *Journal of Mammalogy*, 59(1), 1978, 84-91.

Clark Jr, D. R. (1978): Uptake of dietary PCB by pregnant big brown bats (*Eptesicus fuscus*) and their fetuses, in: *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 19(1), 1978, 707-714.

Denkmalschutzgesetze (www.denkmaliste.org/denkmalenschutzgesetze.html)

Denkmalschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (www.lsa.de/denkmalenschutzgesetz)

Dietz, C., Helversen, O. von, Nill, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas, Stuttgart 2007.

Dietz, C., Kiefer, A. (2014): Die Fledermäuse Europas kennen, bestimmen, schützen, Stuttgart 2014.

Fairon, J., Busch, E., Petit, T., Schuiten, M. (2002): Handbuch zur Einrichtung von Dachböden und Türmen der Kirchen und anderer Gebäude. Technische Broschüre Nr. 4, 2002, 2. Auflage, Arbeitsgemeinschaft Natur, Region Wallonne, Belgien (ed.). (http://fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/handbuch_dachb_den_tuerme_belgien.pdf)

FFH-Richtlinie (www.ffh-gebiete.de und https://www.bfn.de/0316_ggebiete.html)

Fledermäuse in Deutschland (www.ffh-anhang4.bfn.de/ffh_anhang4-fledermaeuse.html)

Fledermäuse in Kirchen – Bats in Churches (www.batsandchurches.org.uk)

Fledermausfreundliche Holzschutzmittel (www.fledermausschutz.ch/pdf/Holzschutzmittelliste.pdf)

Frühstück, K. (2005): Quartierökologie und Populationsdynamik der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), Diplomarbeit am Institut für Zoologie, Karl-Franzens-Universität Graz, 2005.

Gaisler, J. (1963): The ecology of lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros hipposideros*) in Czechoslovakia, II: Ecological demands, problems of synanthropy, in: *Vest. Čs. Spol. Zool.* 27, 1963, 322-327.

Gebhard, J. (1997): Fledermäuse, die heimlichen Lebenskünstler. In: *Fledermäuse* 1997, 19-25.

Gefahrenstoff- und Biostoffverordnung (www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/Gefahrstoffverordnung.html und www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/AktuelleInformationen/Biostoffverordnung-Neufassung.html)

Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Kulturdenkmäler im Freistaat Sachsen (SächsDSchG) (www.recht.sachsen.de/vorschrift/5198-Saechsisches-Denkmalenschutzgesetz)

Hales, J., (2014): Bats in Churches. Objective Assessment of Associated Damage Mechanisms, in: *Archaeology International*. 17, 2014, 94–108. (<http://doi.org/10.5334/ai.1703>)

Handlungsanleitung Umgang mit holzschutzmittelbelasteten Bauteilen, Gegenständen und Materialien (2004), LaGetSi Berlin, Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (ed.), 2004.

Harmata, W. (1969): The Thermopreferendum of some species of bats (Chiroptera), in: Acta Theriol. 14 (5), 1969, 49-62.

Hennen, I.C., Hofestädt, B., Kalisch, U., Marx, H.N., Niewisch, H., Tostmann, U. (2010): Mazeration historischer Dachkonstruktionen. Erhebung und Klassifizierung des Schadensumfangs in Sachsen-Anhalt. Entwicklung und Erprobung eines Schnelltestverfahrens (MATE). Abschlussbericht, Forschungsinitiative Zukunft Bau, Band F 2765, 2010.
(www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=234550)

Hennen, I.C., B., Kalisch, U., Marx, H.N., Niewisch, H., Tostmann, U. (2015): Mazeration historischer Dachkonstruktionen. Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur Schadensminderung und -bekämpfung (MATEKUR). Abschlussbericht, Forschungsinitiative Zukunft Bau, Band F 2939, 2015.
(www.baufachinformation.de/forschungsbericht/244418)

HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
(www.hoi.de/online/HOAI_2009/HOAI_2009)

Hötzl, S., (2009): Leitfaden Fledermausquartiere an Gebäuden, in: Fledermaussommerquartiere an ausgewählten Gebäudetypen, Diplomarbeit Fachhochschule Eberswalde, 1. Oktober 2009.

ICOMOS Deutschland, ICOMOS Luxemburg, ICOMOS Österreich, ICOMOS Schweiz (ed.): MONUMENTA I. Internationale Grundsätze und Richtlinien der Denkmalpflege, Stuttgart 2012.

Jones, G.; Gordon, T., Nightingale, J. (1992): Sex and age differences in the echolocation calls of the lesser horseshoe bat, in: Mammalia 56, 1992: 189-193.

Kolb, A. (1950): Beiträge zur Biologie einheimischer Fledermäuse. Zool. Jb. Syst. Ökol. Geogr. 78, 1950, 547-572.

Koordinationsstelle für Fledermausschutz in Thüringen (2009): Managementplan FFH-Objekt 4931-303, F37 Gustav-Adolf-Kapelle Witterda, 4422558/5656424, Erfurt 2009.

Kühlenthal, M.: Vorsorge, Pflege, Wartung. Empfehlung zur Instandhaltung von Baudenkmälern und ihrer Ausstattung, neubearb. von Kelm, C., u. der Arbeitsgruppe Restaurierung u. Materialkunde, Vereinigung der Landesdenkmalpfleger (ed.), Berichte zur Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland, 19 (im Druck).

Marnell, F., & Presetnik, P. (2010). Schutz oberirdischer Quartiere für Fledermäuse (insbesondere in Gebäuden unter Denkmalschutz). EUROBATS Publication Series, (4).
http://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/pubseries_no4_german_2nd_edition.pdf

Meyer, I. (2000): Verhaltensökologische Untersuchungen an einer Wochenstubenkolonie der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800). – Diplomarbeit am Institut für Ökologie, Friedrich-Schiller-Universität Jena).

O'Shea, T. J., Clark, D. R. J. (2002): An overview of contaminants and bats, with special reference to insecticides and the Indiana bat, in: Kurta, A., Kennedy, J., ed., The Indiana bat: biology and management of an endangered species. Austin, Texas: Bat Conservation International, 2002. 237–53.

Petzet, Michael (2013): MONUMENTA II. Denkmalpflege - Internationale Grundsätze in Theorie und Praxis. ICOMOS Deutschland, ICOMOS Luxemburg, ICOMOS Österreich, ICOMOS Schweiz (ed.), Berlin 2013.

Reiter, G., Zahn, A. (2006): Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum. Interreg IIIB Projekt Lebensraumvernetzung, 2006. (http://fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/leitfaden_zur_sanierung_von_fledermausquartieren.pdf)

Rowse, E. G., Lewanzik, D., Stone, E. L., Harris, S., & Jones, G. (2016): Dark matters: the effects of artificial lighting on bats. In: Bats in the Anthropocene. Conservation of Bats in a Changing World, 2016, 187-213.

Rudolph, B.-U., Lang, C., Bleckmann, F. (2008): Fledermausquartiere an Gebäuden. Erkennen, erhalten, gestalten. Umwelt Thema, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)(ed.), Augsburg 2008. (http://fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/schutz_und_pflege_von_fledermaeusen/fledermausquartiere-gebaeuden-lfu-broschuere.pdf)

Sandel, U., Kiefer, A., Prinzing, R., Hilsberg, S. (2004): Behavioural thermoregulation in Greater mouse-eared bats, *Myotis myotis*, studied by infrared thermography. *Myotis* 41-42, 2004, 129-142.

Schmidt, C. (2001): Sachsens Fledermäuse brauchen Freunde. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (ed.), 2001. (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11370>)

Schmidt, C. (2004): Managementplan für das pSCI „Separate Fledermausquartiere im Großraum Dresden (Nr. 189)“. Studie im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden.

Schmidt, C. (2014): Fledermausquartiere an Gebäuden. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (ed.). (<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22958>).

Schmidt, D. (2015): Holzschutz – Bauliche Maßnahmen. Holzbau Deutschland-Institut e.V. http://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/1_Holzbau_Handbuch/R05_T02_F02_Holzschutz_Bauliche_Massnahmen.pdf

Shore, R. F., Myhill, D. G., French, M. C., Leach, D. V., Stebbings, R. E. (1991): Toxicity and tissue distribution of pentachlorophenol and permethrin in pipistrelle bats experimentally exposed to treated timber, in: Environmental pollution, 73(2), 1991, 101-118.

Stone, E.L. (2013): Bats and lighting. Overview of current evidence and mitigation guidance. Bats and Lighting Research Project, University of Bristol, 2013. (www.batsandlighting.co.uk).

Stone, E. L., Wakefield, A., Harris, S., & Jones, G. (2015): The impacts of new street light technologies: experimentally testing the effects on bats of changing from low-pressure sodium to white metal halide. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 370 (1667).

Thüringer Gesetz zur Pflege und zum Schutz der Kulturdenkmale (<http://landesrecht.thueringen.de/jportal/?quelle=jlink&query=DSchG+TH&psml=bsthueprod.psml&max=true>)

Tress, J., Biedermann, M., Geiger, H., Prüger, J., Schorcht, W., Tress, C., Welsch, K. (2012): Fledermäuse in Thüringen, in: Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 50, 2012, 1.

Wilhelm, M. (1978): Zur Verbreitung und Bestandssituation der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros* (Bechstein)) im Bezirk Dresden, in: Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden 35, 1978, 261-278.

Wilhelm, M. (1995): Zusammenstellung vorhandener Daten über Vorkommen und Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) im Regierungsbezirk Dresden sowie Erarbeitung einer Förder- und Schutzkonzeption. Unveröff. Studie im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Radebeul.

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 09.11.2016 aufgerufen.

DANKSAGUNG

Wir danken allen, die das Projekt unterstützt haben, insbesondere:

Dagmar Böhme, Horst Ertel, Thomas Frank (ChiroPlan – Büro für Fledermauskunde), Michael Franz, Andrea Fritz, Hartmut Geiger, Andrea Gernhardt, Prof. Dr. Olf Herbarth (Institut für Umweltmedizin und Hygiene, Universität Leipzig), Gabriele Krüger (HAWK Hildesheim), Burkhard Lehmann (Büro Myotis), Andreas Mehm, Dr. Thomas Müller (Friedrich-Löffler-Institut – Institut für molekulare Virologie und Zellbiologie IMVZ), Wolfgang Sauerbier, Dr. Andreas Thiele, PD Dr. Christian Voigt (Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung IZW), Dr. Robby Wegner (MPA Eberswalde), Dr. Gudrun Wibbelt (IZW), Dr. Ulrich Zöphel, den Mitgliedern der Interessengemeinschaft Fledermausschutz und –forschung Thüringen (IFT) e.V., dem Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. sowie den Sächsischen Fledermausfreunden vom LFA Fledermausschutz im NABU LV Sachsen e. V. und dem Sächsischen Verband für Fledermausforschung und -schutz (SVF) e.V.

Ebenso danken wir allen Kirchengemeinden und privaten Eigentümern, die uns den Zugang zu ihren Dachräumen gestattet haben, sowie den Vertretern der Naturschutz- und Denkmalbehörden, die uns in vielfältiger Weise unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt den wissenschaftlichen Beiräten Elke Bergt (Evangelische Kirche Mitteldeutschlands EKM), Tobias Breer und Dr. Ulrike Wendland (Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt).

Die Projektpartner danken der DBU und dem BBSR für die finanzielle Unterstützung, Dr. Paul Bellendorf und Dr. Michael Brüggemann für viele Anregungen und Hinweise.

ANHANG

Übersicht: Ergebnisse von Holzproben, welche von der TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) in Zusammenarbeit mit der IFT in den Jahren 2009 und 2011 durchgeführt wurden auf Rückstände von Holzschutzmitteln untersucht wurden (unveröffentlicht).

Probennummer	Entnahmeort	a-HCH µg/kg	b-HCH µg/kg	d-HCH µg/kg	e-HCH µg/kg	g-HCH Lindan µg/kg	HCB µg/kg	o,p-DDE µg/kg	p,p-DDE µg/kg	o,p-DDD µg/kg	p,p-DDD µg/kg	o,p-DDT µg/kg	p,p-DDT µg/kg
Z-2011-001325	Schmölln bei Hummslshain,Kirche Dachboden	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,2	<1,0	<1,0	4,1	26	130	170	440
Z-2011-001326	Orlamünde/Kirche "ST.Marien", Stadtkirche	4,2	1300	38	<1,0	1200	<1,0	280	3000	29000	110000	78000	320000
Z-2011-001327	Altenberga/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	6,7	<1,0	<1,0	8,7	71	130	170	560
Z-2011-001328	Ranis/Schloss Brandenstein	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	19	<1,0	<1,0	11	60	65	69	270
Z-2011-001329	Plaue,Nebengebäude der Brauerei,Garage	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	6,5	<1,0	<1,0	0,8	2,6	11	30	63
Z-2011-001330	Cosboda/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,4	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	1,8	5,1	9,7
Z-2011-001331	Kunitz/Kirchboden	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,58	0,71	1,9	7,5	14
Z-2011-001332	Struht/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5,1	<1,0	<1,0	1,6	6	24	82	130
Z-2011-001333	Schweina/Schloß Glücksbrunn	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,4	<1,0	<1,0	1,9	7,9	31	110	150
Z-2011-001334	Mihla, Graues Schloß, Thomas-Müntzer-Str.4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,8	<1,0	<1,0	0,77	<0,50	<1,0	2,6	4,2
Z-2011-001335	Drößnitz/Pfarrkeßlar, ehem. Ferienojekt/Dachboden Verwaltungsgeb.	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	15	<1,0	<1,0	10	42	200	150	660
Z-2009-021150	Eisenach/Stedtfeld/Schloß,Denkmalsplatz 1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,8	<1,0	<1,0	1,1	<0,50	4,4	<1,0	27
Z-2009-021151	Gotha/Augustinerkloster, Augustinerkirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,2	<0,50	<1,0	1,9	6,4
Z-2009-021152	Hundhaupten	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	58	<1,0	<1,0	97	<0,50	120	310	300
Z-2009-021153	Geißen/Kirche,evangelische Kirche in Geißen	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,1	<0,50	40	<1,0	<1,0	<2,0
Z-2009-021154	Marisfeld/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<1,0	12	45
Z-2009-021155	Themar/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<1,0	<1,0	<2,0
Z-2009-021156	Dosdorf/Kirche Dosdorf(evangelische Kirche)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<1,0	<1,0	<2,0
Z-2009-021157	Arnstadt/Villa Marlitt	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	23	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	220	140	560
Z-2009-021158	Dannheim/Kirche, Dannheim	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	37	140	760	1400	1100
Z-2009-021159	Witterda,Gustav-Adolf-Kapelle	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5,4	<1,0	<1,0	6,6	<0,50	<1,0	<1,0	30
Z-2009-021160	Bad Langensalza/Martkirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<1,0	<1,0	17
Z-2009-021162	Neidhardtshausen/Kirche	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	25	<1,0	4,7	3,8	<0,50	14	17	62
Z-2009-021163	Treffurt/ev.Kirche St.Bonifaci	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	23	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50	<1,0	5	<2,0